

DOF: 15/04/2021

ACUERDO mediante el cual se aprueba la actualización de la Carta Nacional Acuícola.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- AGRICULTURA.- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.

VÍCTOR MANUEL VILLALOBOS ARÁMBULA, Secretario de Agricultura y Desarrollo Rural, con fundamento en los artículos: 12, 14, 26 y 35 fracciones XXI y XXII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 4 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, 8 fracción XVIII, 29 fracción V, 83 y 84 de la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables; 1 y 48 fracción IV del Reglamento Interior de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural y el Decreto por el que se establece la Organización y Funcionamiento del Organismo Descentralizado denominado Instituto Nacional de Pesca, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 1 de julio del 2013, y

CONSIDERANDO

Que la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables confiere a la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (AGRICULTURA), por conducto del Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INAPESCA), la facultad para elaborar y actualizar la Carta Nacional Acuícola, así como su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Que el mismo ordenamiento, en materia de acuicultura, tiene entre sus objetivos: fomentar el desarrollo de la acuicultura como una actividad productiva que permita diversificación; incrementar la producción acuícola y la oferta de alimentos que mejoren la dieta; impulsar el desarrollo de las actividades acuícolas para revertir los efectos de sobreexplotación pesquera y fomentar y promover la calidad y la diversidad de los recursos acuícolas, entre otros.

Que la Carta Nacional Acuícola es la presentación cartográfica y escrita de los indicadores de la actividad, de las especies destinadas a la acuicultura, del desarrollo de la biotecnología y de las zonas por su vocación de cultivo, que será un instrumento de carácter informativo para los sectores productivos y consultivo y orientador para las autoridades competentes en la resolución de solicitudes de concesiones y permisos para la realización de las actividades acuícolas.

Que la actualización inmediata anterior de la Carta Nacional Acuícola se hizo del conocimiento del público en general mediante Acuerdo Secretarial publicado en el Diario Oficial de la Federación el pasado 9 de septiembre de 2013, por lo que en ejercicio de las atribuciones conferidas he tenido a bien emitir el siguiente:

ACUERDO MEDIANTE EL CUAL SE APRUEBA LA ACTUALIZACIÓN DE LA CARTA NACIONAL ACUÍCOLA

ARTÍCULO PRIMERO.- Se aprueba la actualización de la Carta Nacional Acuícola, misma que contiene la presentación cartográfica y escrita de los indicadores de la actividad, de las especies destinadas a la acuicultura, del desarrollo de la biotecnología y de las zonas por su vocación de cultivo.

ARTÍCULO SEGUNDO.- La Carta Nacional Acuícola con la presente actualización, contenida en su conjunto en el anexo del presente instrumento, tendrá carácter informativo para los sectores productivos y será consultivo y orientador para las autoridades competentes en la resolución de solicitudes de concesiones y permisos para la realización de las actividades acuícolas.

TRANSITORIO

ÚNICO.- El presente Acuerdo entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Ciudad de México, a 26 de marzo de 2021.- El Secretario de Agricultura y Desarrollo Rural, **Víctor Manuel Villalobos Arámbula**.- Rúbrica.

CARTA NACIONAL ACUÍCOLA**ÍNDICE****I. INTRODUCCIÓN****II. ACUICULTURA COMERCIAL**

- 2.1 Abulón rojo
- 2.2 Atún aleta azul
- 2.3 Bagre de canal
- 2.4 Camarón blanco del Pacífico
- 2.5 Mejillón del Mediterráneo
- 2.6 Carpa
- 2.7 Ostión japonés
- 2.8 Tilapia
- 2.9 Trucha arcoíris

III. ACUICULTURA DE FOMENTO

- 3.1 Achoque
- 3.2 Almeja de sifón
- 3.3 Almeja mano de león
- 3.4 Callo de hacha
- 3.5 Camarón azul
- 3.6 Huachinango
- 3.7 Ostión de placer
- 3.8 Ostión del este
- 3.9 Pargo canané
- 3.10 Pescado blanco

IV. ESPECIES CON POTENCIAL ACUÍCOLA

- 4.1 Camarón blanco del Golfo de México
- 4.2 Camarón rosado del Golfo de México

V. ARTES O SISTEMAS DE CULTIVO

VI. ANEXO NORMATIVIDAD GENERAL

VII. BIBLIOGRAFÍA

VIII. ABREVIATURAS Y SIGLAS

IX. SIGNOS Y SÍMBOLOS

I. INTRODUCCIÓN

El sector pesquero y acuícola abarca el conjunto de actividades que tienen origen en el aprovechamiento de los recursos de la flora y fauna acuáticas y en especial su captura, cultivo, transformación y comercialización. Lo anterior, es parte del quehacer económico nacional y adquiere vital importancia en la generación de alimentos de alto valor nutritivo, empleo e ingresos económicos para la población, así como fuente de insumos para la industria alimentaria y para la obtención de divisas en el país.

Considerando la apertura comercial de los productos alimentarios en el ámbito internacional y la suscripción de acuerdos, las autoridades sanitarias de México y mundiales han priorizado el establecimiento de políticas que aseguren la sanidad y la inocuidad de los alimentos así como su acceso a los mercados nacionales e internacionales. En el ámbito global, dos factores han incidido directamente en la relevancia y el uso del concepto "*sanidad animal*": a) el riesgo que se genera en la salud pública al consumir productos en mal estado, y b) la premisa de ser responsables ante la contaminación del medio ambiente.

Derivado de lo anterior, la sanidad y la inocuidad se han convertido en un importante activo de los países para participar en el comercio agroalimentario, por lo que la legislación en general es muy estricta en el control de plagas y enfermedades, acorde con las políticas orientadas a preservar la vida silvestre y la salud animal, con el fin de garantizar la calidad de los alimentos para la población. Por tal motivo, los países exportadores de productos, deben invertir en un control cada vez más riguroso para que se lleve a cabo el comercio internacional, por lo que México ha incluido la sanidad y la inocuidad como parte de su política nacional en materia de seguridad alimentaria, tanto por la tendencia mundial, como para asegurar e incrementar la comercialización interna y de exportación de sus productos.

En virtud de lo anterior, y de que la sanidad y la inocuidad acuícola son prioritarias para México como estrategias que aseguren e incrementen la disponibilidad de productos alimenticios, tanto para la comercialización interna como para exportación, es necesario que el productor interactúe con instituciones de investigación dedicadas a generar información relevante sobre estos temas, a fin de que una vez que se hayan actualizado puedan enfrentar los nuevos escenarios del mercado. Esta interacción se genera en foros como el de Sanidad e Inocuidad Acuícola, donde se presentan los resultados de investigaciones pertinentes.

El sistema de producción de alimentos de mayor crecimiento en las últimas tres décadas en el ámbito internacional y en México ha sido la acuicultura que, como resultado de haberse diversificado, intensificado y tecnificado con suma rapidez, contribuye de manera importante a la producción de alimentos, generación de divisas y la seguridad alimentaria.

Dada la relevancia de los aspectos que permiten una producción acuícola sustentable así como los aspectos sanitarios y de inocuidad, en esta versión de la Carta Nacional Acuícola se presentan junto a las particularidades de producción, biología y tecnología de cultivo, los temas en aspectos sanitarios y de inocuidad que permitan diseminar información respecto a sistemas de producción acuícola, con el objetivo de transferir y validar tecnologías; capacitar personal para planear, ordenar y fomentar la acuicultura; establecer un sistema de información regional para proveer estrategias adecuadas para la gestión acuícola; promover el intercambio de personal científico y técnico, así como de tecnologías; entre otras, permitiendo a México incorporarse a los procesos de desarrollo que faciliten la apertura de mercados.

La Carta Nacional Acuícola 2019 está constituida por fichas técnicas que contienen los siguientes elementos:

1. **Generalidades.** Contiene información sobre el nombre común y científico de la especie, desarrollo del cultivo.
2. **Antecedentes de la actividad acuícola.** Narra parte de la evolución histórica del cultivo y algunos indicadores de la producción.

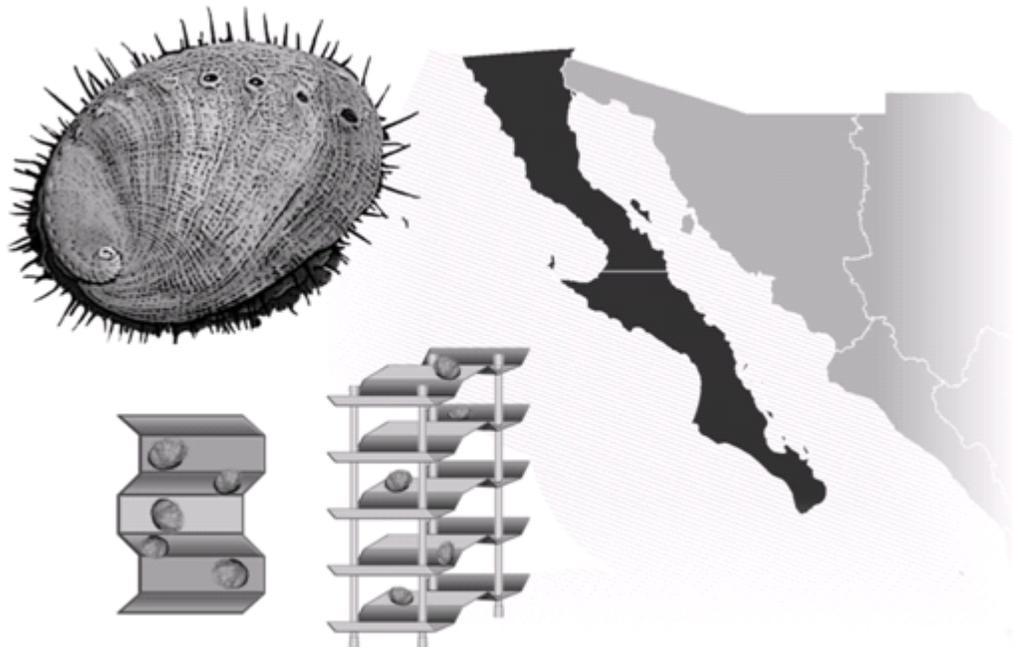
3. **Información biológica.** Describe aspectos sobre la distribución geográfica, morfología, aspectos relevantes del ciclo de vida, hábitat y alimentación en el medio natural.
4. **Cultivo-engorda.** Indica el desarrollo tecnológico y características del cultivo, así como las artes de cultivo empleados para la especie.
5. **Pie de cría.** Alude al origen y procedencia de las crías (semilla), así como los Centros Acuícolas Federales que producen crías para cubrir la demanda nacional.
6. **Alimento.** Hace referencia a la disponibilidad de alimento comercial para la especie, o las estrategias empleadas para la alimentación en las distintas etapas de cultivo.
7. **Parámetros físico-químicos.** Muestra los intervalos recomendables de los principales parámetros físico-químicos del agua en que las especies pueden crecer.
8. **Sanidad y manejo acuícola.** Resalta la importancia de la prevención de enfermedades para evitar la pérdida de la producción, así como para asegurar la calidad e inocuidad del producto acuícola a través de las buenas prácticas de sanidad acuícola.
9. **Mercado.** Informa cuáles son las presentaciones del producto en el mercado nacional y sus principales puntos de venta.
10. **Información y trámites.** Permite al usuario conocer las ligas electrónicas de las instituciones donde pueden consultar información sobre los trámites necesarios para los cultivos.
11. **Normatividad.** Presenta de manera sintetizada las disposiciones legales que rigen a cada especie.
12. **Manejo ecosistémico.** Menciona lineamientos necesarios para impulsar el desarrollo del cultivo.
13. **Investigación y biotecnología.** Orientada a encaminar la investigación y el desarrollo tecnológico del país de acuerdo a las necesidades del sector.
14. **Efectos ambientales y cambio climático.** Posibles impactos al cultivo y/o a los organismos de interés y ofrece recomendaciones ante las variaciones relacionadas al cambio climático.
15. **Estadística de producción.** Ilustra gráficamente la evolución de la Producción Nacional Acuícola de cada recurso acuícola y la producción reciente.

La información de los recursos acuáticos que conforman la cuarta versión de la Carta Nacional Acuícola se encuentra dividida en cinco grupos:

1. **Acuicultura Comercial.** Contiene a las especies cultivadas en aguas de jurisdicción federal cuyas tecnologías han sido probadas en territorio nacional con el propósito de obtener beneficios económicos, por lo cual la actividad requiere una concesión de acuicultura.
2. **Acuicultura de Fomento.** Menciona las especies que se cultivan con el propósito de estudio, investigación científica y experimentación en cuerpos de agua de jurisdicción federal, estanques y laboratorios, actividad orientada al desarrollo de biotecnologías y la incorporación de innovaciones tecnológicas, así como a la adopción o transferencia de tecnología en alguna etapa del cultivo de especies de la flora y fauna, cuyo medio de vida total o parcial sea el agua.
3. **Especies con potencial acuícola.** Describe características y avances tecnológicos de especies acuáticas que cuentan con ciertas particularidades deseables para el desarrollo de su cultivo acuícola.
4. **Artes o sistemas de cultivo.** Describe de forma general la infraestructura utilizada para el cultivo de especies acuícolas, sus características, dimensiones, materiales de construcción y las especies que generalmente son cultivadas.
5. **Anexo normatividad general** Presenta un listado de leyes, reglamentos y normas oficiales mexicanas aplicables a la actividad acuícola.

II. ACUICULTURA COMERCIAL

2.1 Abulón rojo



GENERALIDADES

Nombre común: Abulón rojo.

Nombre científico: *Haliotis rufescens* Swainson, 1822.

Nivel de dominio de biotecnología: Completo.

Origen: Especie nativa de la costa del Pacífico oriental de Norteamérica (California, Estados Unidos de América y Baja California, México).

Estatus del cultivo: Comercial.

Mercado: Exportación y consumo nacional.

Limitantes técnico-biológicas de la actividad: Biotecnología para control de mortalidad en las primeras etapas de vida.

Entidades con cultivo: Baja California y Baja California Sur.

ANTECEDENTES DE LA ACTIVIDAD ACUÍCOLA

En México, el cultivo de abulón rojo inició en 1978, con la creación del Centro Acuícola Eréndira, Baja California, cuyo objetivo era realizar estudios básicos y de cultivo de esta especie en laboratorio. En 1996 desaparece la Secretaría de Pesca y el Centro Acuícola Eréndira pasa a formar parte de la iniciativa privada.

En 2017, Baja California, existían cinco laboratorios de producción de larva y semilla para su engorda en tierra y maricultivo, mientras que en Baja California Sur existen cinco laboratorios cuya producción se destina, en su mayoría, al repoblamiento de bancos silvestres, con excepción de uno que dedica su producción a la engorda en tierra. La tendencia es convertir el cultivo de todas las especies de abulón de interés comercial en una biotecnología completa, para no depender de las poblaciones marinas que están sujetas a gran presión pesquera.

INFORMACIÓN BIOLÓGICA

Distribución geográfica: Se distribuye desde Islas Coronado hasta Punta Blanca en Baja California, con mayor abundancia en la región aledaña a Bahía El Rosario.

Morfología: Molusco marino (gasterópodo) de cuerpo suave, rodeado de un manto, una cabeza anterior y un pie grande o músculo abductor. La concha es gruesa, oval, convexa de hasta 27 cm; en la cara externa presenta una fila entre 3 a 4 poros respiratorios moderadamente elevados. El pie muscular tiene una fuerte succión que facilita que el abulón se adhiera a las superficies rocosas. El pie presenta tentáculos conocidos como epipodios, órganos sensoriales que se extienden hasta el borde de la concha de color negro. Pueden ser identificados generalmente, por la superficie rugosa de su concha de color rojo o ladrillo, aunque el color puede ser enmascarado por organismos que viven sobre ésta (epibiontes).

Ciclo de vida: Tienen sexos separados y fertilización externa. Para reproducirse liberan los espermatozoides y óvulos en el agua a través de sus poros y dependen de las altas densidades de óvulos y espermatozoides para una eficiente fertilización. De los huevos de abulón eclosionan larvas con nado libre formando parte del plancton. Una vez que comienza la formación del pie, se fijan al fondo alimentándose de microalgas bentónicas, posteriormente cambian su dieta y se alimentan de macroalgas. Alcanzan la madurez a los 3 años de edad y pueden vivir de 35 a 54 años. Su reproducción es todo el año.

Hábitat: Bentónico, se encuentran en las zonas intermareales y submareales rocosas hasta profundidades de 65 m. La mayor abundancia se reporta entre 6 y 18 m. Durante su periodo críptico prefieren las zonas oscuras compuestas por grietas profundas para protegerse de los depredadores, aunque a medida que crecen y son menos susceptibles a la mayoría de depredadores, emergen agrupándose en manchas.

Alimentación en el medio natural: La principal fuente de nutrición es el alga *Macrocystis pyrifera*; sin embargo, presentan un amplio espectro trófico incluyendo en su dieta otras algas como *Gracilaria* sp. y *Egrecia* sp. Son de hábitos alimenticios nocturnos y la mayor parte de su movimiento está asociado a esta actividad.

CULTIVOENGORDA

Biotecnología: Completa, se cuenta con la biotecnología para la producción de semillas y engorda de juveniles.

Sistemas de cultivo: Intensivo.

Características de la zona de cultivo: Los laboratorios y granjas acuícolas del abulón rojo se encuentran en zonas cercanas a la costa de donde se toma agua marina para ser llevada por un sistema de bombeo hacia cisternas de concreto, donde es conducida a través de tubería de PVC a estanques de concreto. En Baja California se han instalado sistemas suspendidos en zonas marinas expuestas con alta intensidad de oleaje, así como en zonas protegidas dentro de bahías y con presencia de canales.

Artes de cultivo: De acuerdo a las etapas del cultivo se emplean distintos materiales y artes de cultivo. En la fase larvaria, se emplean cubetas de plástico de 18 litros, en la etapa de semilla menores a 2 cm, se colocan en estanques circulares de fibra de vidrio con flujo de agua continuo, y en la etapa de 2 cm en adelante se usan módulos de láminas o canastas de plástico, que se colocan dentro de estanques de

concreto. En maricultivo, se utilizan líneas madre con artes de cultivo en suspensión para la etapa de engorda, que consisten en jaulas flotantes con estructura de polietileno de alta densidad (HDPE) con malla anchovetera y flotadores.

Promedio de flujo de agua para el cultivo: Para la etapa de engorda se requiere un flujo de 2.5 litros por minuto en estanque.

Densidad de siembra:

En estanquería: aproximadamente 270 abulones por m².

En maricultivo: 1 000 organismos de 4 cm por jaula flotante.

Tamaño del organismo para siembra: Organismos >5 cm.

Porcentaje de sobrevivencia: 60%.

Tiempo de cultivo: 4 años.

Tamaño promedio de cosecha: 10 cm.

PIE DE CRÍA

Origen: Nacional.

Procedencia: Laboratorios privados en Baja California.

ALIMENTO

La dieta básica consiste en *Macrocystis pyrifera*. En Baja California se encuentra una planta que elabora alimento para abulón marca Abkelp, este alimento es único porque está fabricado con *Macrocystis pyrifera*, es una imitación del alga y tiene la ventaja de ser muy estable, ya que puede resistir hasta siete días en el agua de mar, además de que es atractivo para el organismo. Se elabora desde pellets pequeños hasta barras grandes para toda las etapas del cultivo, ya sea para cultivos en estaques en tierra y jaulas en el mar. Su composición nutricional se basa en la proteína vegetal hasta 25%. Su tasa de conversión va de 1.2:1 hasta 1.9:1 dependiendo del sistema de cultivo y especie de abulón.

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Parámetro	Mín.	Máx.
Temperatura (°C)	11	18
Salinidad (ups)	26	36
Oxígeno (mg/l)		>7
pH	7.5	8.5
Transparencia (m)		2-10

SANIDAD Y MANEJO

Importancia de la sanidad acuícola: Es necesario que se implementen buenas prácticas de manejo acuícola, tanto en la producción de semillas, como en la engorda de organismos, para prevenir y controlar las principales patologías que limitan la producción y la calidad final de producto. En estos casos es vital llevar una bitácora en la que se registren las siembras, recolectas, biometrías, controles de sanidad, la alimentación, así como las condiciones ambientales.

Enfermedades reportadas: Síndrome de deshidratación causado por la bacteria intracelular *Xenohaliotis californiensis* de la familia Rickettsiaceae, sabelidosis causada por *Terebrasabella heterouncinata*, Ganglioneuritis causada por el herpesvirus del abulón y Perkinsosis, causada por *Perkinsus olseni*. Las infecciones por protozoos ciliados por lo regular son de alta prevalencia y su intensidad pudiera ser variable. La presencia de estos ciliados, da una idea del mal estado sanitario e higiene del sistema de cultivo. La coccidiosis se presenta cuando la infección es más severa.

Buenas prácticas de producción acuícola: Se recomienda dar mantenimiento periódico a las artes de cultivo empleadas, realizar muestreos periódicos para el monitoreo del estado de salud de los abulones, procurar evitar la sobrepoblación, así como la separación metódica y sistemática de los individuos por tallas y etapas de crecimiento para reducir la competencia intraespecífica.

También es recomendable mantener una tasa de recambio de agua alta en los estanques, lavar los estanques de manera continua, retirar organismos muertos y aislar los que se observen sospechosos de alguna enfermedad, desinfectar el material y utensilios de trabajo antes de trabajar con otro estanque y por último mantener la temperatura del agua por debajo de 18 °C.

MERCADO

Presentación del producto: Fresco y enlatado. Callo fresco o congelado. Concha para usos artesanales.

Precios del producto: El abulón rojo de 7 a 8 cm (70-85 g) se vende por kilo en \$90.00 MXN, aproximadamente.

Mercado del producto: Nacional e internacional.

INFORMACIÓN Y TRÁMITES

Para el desarrollo de la actividad en tierra deberán de realizarse los trámites conducentes en Materia de Impacto Ambiental y, en su caso, de Zona Federal Marítimo Terrestre ante la SEMARNAT, así como el trámite de Concesión Acuícola al desarrollar la actividad en maricultura o el Permiso para la recolección del medio natural de reproductores y organismos acuáticos vivos en cualquier fase de desarrollo destinados para la actividad acuícola.

1. www.gob.mx/conapesca
2. www.gob.mx/senasica
3. www.gob.mx/semarnat
4. www.gob.mx/conagua
5. www.gob.mx/sc
6. www.gob.mx/semar
7. <http://187.191.71.208/BuscadorTramites>

NORMATIVIDAD

Además de revisar el anexo normatividad general, verificar la siguiente normativa específica para la especie:

NOM-005-PESC-1993 Para regular el aprovechamiento de las poblaciones de las distintas especies de abulón en aguas de jurisdicción federal de la Península de Baja California (D.O.F. 21/XII/1993).

MANEJO ECOSISTÉMICO

1. Disminuir la mortalidad de organismos en el primer año de vida.
2. Promover a nivel nacional medidas de conservación.
3. Destinar la producción de cultivo a la engorda para aumentar su valor y asegurar la generación de empleos en las granjas de engorda.
4. Desarrollar un plan de manejo acuícola para esta especie.
5. Fomentar la visión a largo plazo, mediante proyectos productivos orientados a fortalecer la industria del abulón a escala regional.
6. Se requiere tomar acciones transversales para la pesca y acuicultura para el fortalecimiento de los bancos pesqueros e impulso de la competitividad.
7. Implementar un programa de repoblamiento mediante el mejoramiento de técnicas de liberación de larvas y semillas de abulón.

INVESTIGACIÓN Y BIOTECNOLOGÍA

Desarrollo tecnológico: Cerrar ciclos de cultivo, de todas las especies de abulón, al impulsar la biotecnología para la producción de crías en laboratorios del país. Establecer programas de engorda en áreas susceptibles y compatibles en el desarrollo de la especie. Crear la biotecnología para realizar ciclo de cultivos para algas marinas que permitan contar con alimento disponible. Se requieren programas de manejo de reproductores y de mejoramiento genético. Generar programas para el desarrollo y validación de tecnologías para la engorda en maricultivo.

Sanidad: Identificar y medir a los múltiples biomarcadores asociados con enfermedades. Identificar posibles parásitos y definir su patogenicidad.

Comercialización: Buscar mercados alternos a mediano plazo. Explorar el mercado asiático.

Tecnología de alimentos: Fomentar la tecnología de producción de algas marinas a gran escala. Fortalecer el desarrollo de alimento alternativo no medicado para esta especie, que no altere el sabor de su carne. Se requiere un programa de alimentación y nutrición, fomentando el cultivo de micro y macro-algas.

EFFECTOS AMBIENTALES Y CAMBIO CLIMÁTICO

Como consecuencia de los efectos del cambio climático, en el cultivo de abulón se dan las siguientes consideraciones:

Los cambios en la distribución, en la composición de las especies y en los hábitats, generarán modificaciones en las prácticas acuícolas y en especial se tendrá que modificar la ubicación de las instalaciones.

Como medidas de adaptación ante estos cambios, se recomienda:

1. Optimizar la selección de crías para conseguir la tolerancia a temperaturas más altas.
2. Mejorar la planificación y el emplazamiento de las instalaciones, ajuste al cambio climático y regulación del seguimiento.

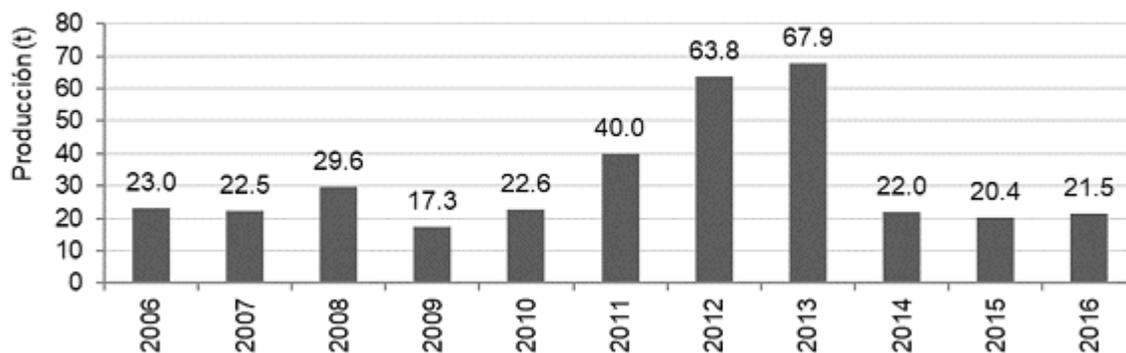
ESTADÍSTICAS DE PRODUCCIÓN

Unidades de producción acuícola por estados.

Estado	Núm. de Granjas ¹	Superficie Cultivada (ha) ¹	Producción 2016 (toneladas) ²
Baja California	2	28	21.48

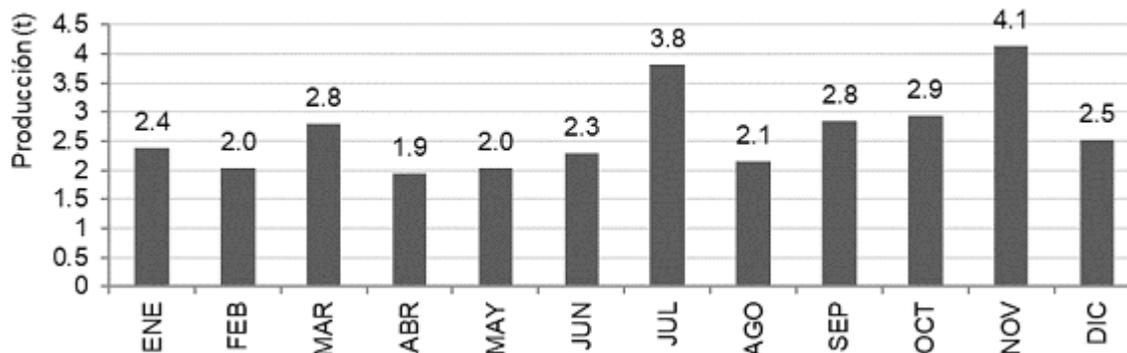
Fuente: ¹Subdelegaciones de Pesca (2016) y ²Anuarios Estadísticos (CONAPESCA, 2017).

Producción nacional acuícola de abulón (2006-2016).



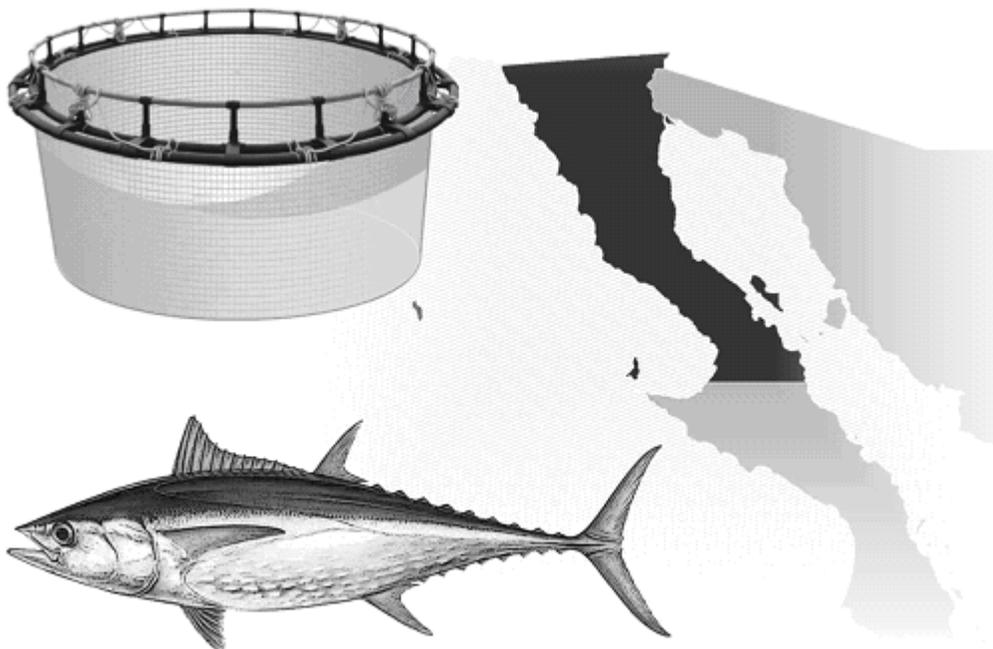
Fuente: Anuarios Estadísticos CONAPESCA (2017).

Media mensual (2006-2016) de la producción nacional acuícola de abulón.



Fuente: Anuarios Estadísticos CONAPESCA (2017).

2.2 Atún aleta azul



GENERALIDADES

Nombre común: Atún aleta azul, atún cimarrón.

Nombre científico: *Thunnus orientalis* (Temminck y Schlegel 1844). Sinonimias: *Thunnus saliens* Jordan y Evermann 1926; *Orcynus schlegelii* Steindachner 1884.

Nivel de dominio de biotecnología: Parcial (sólo engorda).

Origen: Especie nativa del Pacífico norte oriental, desova y eclosiona en el Mar de Japón y migra a costas de la Península de Baja California en México.

Mercado: Exportación.

Limitantes técnico-biológicas de la actividad: Biotecnología para la producción de crías y alimento nacional para todas las etapas productivas. Disponibilidad de ejemplares silvestres.

Entidades con cultivo: Baja California.

ANTECEDENTES DE LA ACTIVIDAD ACUÍCOLA

La acuicultura de atún aleta azul es una industria que tiene más de 30 años a nivel global, en México la engorda del atún aleta azul inició en 1994, con la primera emisión de una concesión acuícola comercial para la engorda de esta especie empleando jaulas flotantes o corrales en las inmediaciones de la Isla de Cedros, BC. En 2003 cinco empresas se encontraron en operación y otras seis obtuvieron su concesión. Para el año 2011 la producción alcanzó 3 689 toneladas y para el 2012 disminuyó a 1 712 t, la cual es destinada en su totalidad al mercado japonés de *sashimi*. El objetivo de la actividad es consolidar el cultivo de atún en una biotecnología completa sin depender de los ejemplares silvestres de atún de las poblaciones naturales y cultivarlo de manera sustentable, con un alimento nacional que cubra los requerimientos nutricionales de la especie.

INFORMACIÓN BIOLÓGICA

Distribución geográfica: Océano Pacífico, desde las costas de Japón y Filipinas hasta la Península de Baja California en México.

Morfología: Cabeza moderadamente grande en comparación con el cuerpo de forma larga y puntiaguda, ojos pequeños. El color de su cuerpo va de azul metálico en la mitad superior del cuerpo a plateado en la parte inferior. La primera aleta dorsal es amarilla o azul, y la segunda es roja o café. Las quillas caudales son negras.

Ciclo de vida: Desova al norte del Océano Pacífico Oriental, entre Japón y Filipinas. Las crías y juveniles son transportados por la corriente de Kuroshio hasta llegar al norte de Japón en el Pacífico subártico. Los organismos pequeños (de un año de edad), migran hacia las costas de la Península de Baja California en México, donde permanecen de 3 a 5 años hasta alcanzar la madurez sexual para migrar de regreso al Mar de Japón y realizar el desove.

Hábitat: Especie pelágica, oceánica y migratoria. El intervalo de profundidad en la que habita es muy amplio y depende de las variaciones en la cantidad de alimento, temperatura y salinidad, se llega a encontrar desde la superficie hasta 400 m de profundidad.

Alimentación en el medio natural: Carnívoro, se alimenta de peces pelágicos menores (sardina, anchoveta y macarela) y calamares.

CULTIVOENGORDA

Bioteconología: Parcial, sólo se realiza la engorda de juveniles capturados del medio natural.

Sistema de cultivo: Intensivo.

Características de la zona de cultivo: Zona costera en áreas principalmente semiprotegidas de la acción directa de los vientos predominantes, con profundidades mayores a 25 m, libres de contaminantes y corrientes marinas de 10 a 20 cm/s.

Artes de cultivo: Jaulas flotantes de 60 m de diámetro y 50 m de caída.

Promedio de flujo de agua para el cultivo: Corrientes de 10 a 20 cm/s para mantener los niveles necesarios de oxígeno y evitar la concentración de residuos dentro de la jaula.

Densidad de siembra: Está en función de la disponibilidad del recurso y del número de permisos y concesiones de acuicultura autorizados.

Juveniles para engorda: Se capturan con red de cerco en aguas nacionales entre la latitud 22° y 32° norte. La temporada de captura es de mayo-agosto.

Peso de siembra: Organismos mayores de 2 años de edad o 12 kilogramos.

Porcentaje de sobrevivencia: 95%.

Tiempo de cultivo: 7-6 meses.

Peso de cosecha: De 35 a 45 kg por individuo.

PIE DE CRÍA

Sin información.

ALIMENTO

Los atunes de engorda se alimentan con anchovetas y otras especies de peces pelágicos menores, principalmente sardina Monterrey (*Sardinops sagax*), debido a su contenido graso (7%) y proteico (20%). La ración aproximada es de 5% al día (en dos raciones) de alimento respecto al peso corporal de los atunes (biomasa estimada).

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Parámetro	Mín.	Máx.
Temperatura (°C)	17	33
Oxígeno (mg/L)	5	10
Amonio (mg/L)	0.02	0.25
Nitrito (mg/L)	< 0.1	
Nitrato (mg/L)	< 1.0	
pH	7.8	8.1
Sólidos en suspensión (mg/L)	20	

SANIDAD Y MANEJO

Importancia de la sanidad acuícola: Monitoreo constante del agua y del fondo marino para prevenir un impacto potencial por contaminantes y florecimiento de algas nocivas. Las jaulas o corrales deben tener protección contra depredadores (lobos marinos y tiburones) y un anclaje que facilite su movilización por seguridad sanitaria o por amenaza natural. Una vez que termina la engorda, los corrales son llevados a tierra para mantenimiento.

El proceso entre el sacrificio y el enhielado debe tardar menos de 90 segundos y seguir un riguroso protocolo. Los buzos dentro de la jaula o corral, capturan los atunes y los entregan al personal a bordo de la embarcación mayor para la inactivación nerviosa y el desangrado. En la planta de proceso, el pescado es enjuagado, pesado, clasificado, eviscerado, marcado, lavado en salmuera y congelado.

Para la prevención de enfermedades en los cultivos se recomienda lo siguiente:

1. Monitorear y analizar los organismos en el control de la movilización.
2. Realizar monitoreo bacteriológico del agua de cultivo para llevar a cabo un seguimiento de la carga bacteriana.
3. Prevenir posibles brotes, mediante el tratamiento profiláctico de organismos según corresponda.
4. Realizar rotaciones de las artes de cultivo durante la engorda en el mar.

Enfermedades reportadas: Nemátodos del género *Anisakis* spp., tremátodos de las subfamilias Nephrodidymotrematinae y Koellikeriinae, así como acantocéfalos de la familia Polymorphidae, en atunes provenientes de la captura comercial realizada en el Océano Pacífico Oriental en costas mexicanas desde San Carlos, B.C.S., hasta Tijuana, BC También se tienen reportadas las siguientes enfermedades: septicemia hemorrágica viral, iridovirus de la dorada japonesa y necrosis nerviosa viral.

MERCADO

Presentación del producto: Entero fresco eviscerado, entero congelado a -20 °C.

Precios del producto: El atún se vende aproximadamente entre \$95.00 y \$100.00 MXN el kilogramo. Consultar www.globefish.org (Market reports, Tuna) (Para mayor información consultar la página: http://www.economia-sniim.gob.mx/SNIIM-pesca/estadisticas/e_pez.asp?).

Mercado del producto: La mayor parte del atún aleta azul mexicano se vende directamente a mayoristas en el mercado Tsukiji en Tokio.

INFORMACIÓN Y TRÁMITES

Para el desarrollo de la actividad deberán de realizar los trámites conducentes en Materia de Impacto Ambiental ante la SEMARNAT, así como el trámite de Concesión Acuícola al desarrollar la actividad en maricultura o el Permiso para la recolección del medio natural de reproductores y organismos acuáticos vivos en cualquier fase de desarrollo destinados para la actividad acuícola.

1. www.gob.mx/conapesca
2. www.gob.mx/senasica
3. www.gob.mx/semarnat
4. www.gob.mx/sct
5. www.gob.mx/semar
6. <http://187.191.71.208/BuscadorTramites>

NORMATIVIDAD

Además de revisar el anexo normatividad general, verificar la siguiente normativa específica para la especie:

Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-021-SAG/PESC-2016, Especificaciones para el aprovechamiento acuícola responsable de atún aleta azul (*Thunnus orientalis*), en jaulas flotantes en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos en el Océano Pacífico (D.O.F. 01/II/2017).

MANEJO ECOSISTÉMICO

Se sugiere tener en consideración las siguientes prácticas y medidas preventivas que pueden minimizar impactos en las áreas de engorda de atún.

1. Se recomienda utilizar los servicios de una empresa especializada y autorizada, para el manejo de aguas residuales y sanitarias generadas por la operación de barcasas.
2. Realizar el mantenimiento de embarcaciones únicamente en tierra, nunca en la zona y área de influencia del proyecto.
3. Evitar verter hidrocarburos u otros residuos líquidos fortuitos al medio marino procedentes de la operación y mantenimiento de las embarcaciones y artes de cultivo.
4. Se recomienda que cada año las artes de cultivo sean reubicadas a 100 m de distancia de su posicionamiento original para evitar la acumulación de materia orgánica en el fondo del mar, en el área de los cultivos.
5. Evitar la utilización y aplicación de cualquier tipo de sustancia química en el cuerpo de agua, durante la etapa de engorda y procesamiento.
6. Mantener la engorda de atún dentro de los parámetros del desarrollo sustentable, que permita generar beneficios económicos y sociales sin afectar el medio ambiente.
7. Evitar la captura excesiva del atún aleta azul, ajustándose a las cuotas u otras medidas de manejo.
8. Reducir o eliminar la captura de organismos menores a dos años de edad o 12 kilogramos.
9. Destinar la captura de atún aleta azul a la engorda para aumentar su valor y asegurar la generación de empleos en las granjas de engorda.
10. Incluir el componente de "*captura para engorda*" en el Plan de Manejo de atún aleta azul existente, y desarrollar un plan de manejo acuícola para esta especie.
11. Realizar estudios de manejo de larvas y crías, de los desoves obtenidos en las jaulas de cultivo.

INVESTIGACIÓN Y BIOTECNOLOGÍA

Desarrollo tecnológico: Cerrar ciclos de cultivo e impulsar la biotecnología para la producción de crías en laboratorios del país. Desarrollo de las buenas prácticas de manejo para la engorda de atún.

Sanidad: Continuar con el monitoreo de la calidad del agua donde se ubican los corrales, identificar posibles parásitos y definir su patogenicidad.

Comercialización: Buscar y expandir a mediano plazo, mercados alternos (asiáticos y europeos) para el producto, con el fin de incrementar el crecimiento de este sector o del valor de su producto.

Tecnología de alimentos: Desarrollo de alimento comercial alternativo para esta especie, que no altere el sabor de su carne.

EFFECTOS AMBIENTALES Y CAMBIO CLIMÁTICO

Como consecuencia de los efectos del cambio climático en el cultivo de peces, se dan las siguientes consideraciones:

Los cambios en la distribución en la composición de las especies y en los hábitats, fomentarán que se realicen modificaciones en las prácticas acuícolas, como serían la ubicación de las instalaciones y el optimizar las prácticas alimenticias.

Como medidas de adaptación, se recomienda lo siguiente:

1. Mejorar la selección de crías para conseguir la tolerancia a temperaturas más altas.
2. Mejorar la planificación y el emplazamiento de las instalaciones, ajuste al cambio climático, regulación del seguimiento.
3. Reemplazo de la harina y aceite de pescado, nuevas formas de procesamiento de alimentos y adopción de productos no carnívoros.
4. Prevención y seguir las normas sanitarias para prevenir riesgos sanitarios.

ESTADÍSTICAS DE PRODUCCIÓN

Las estadísticas que se presentan corresponden a la producción nacional de túnidos en la cual no se especifica la especie:

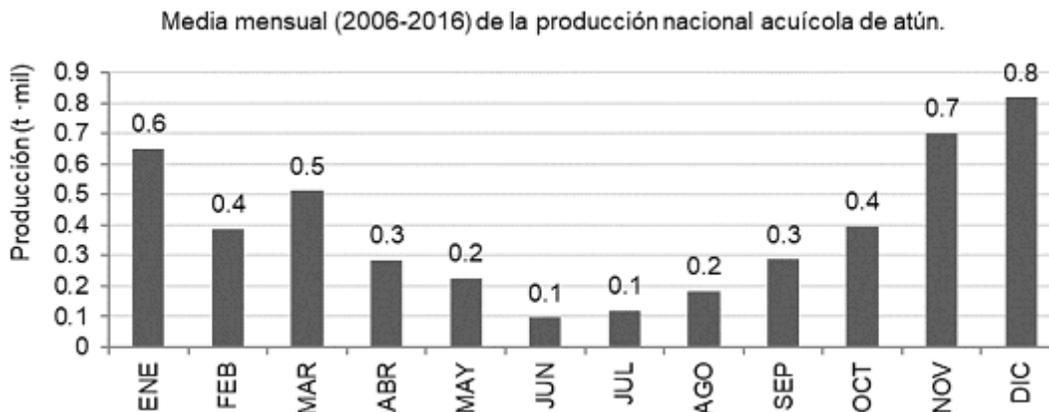
Unidades de producción acuícola por estado

Estado	Núm. de Granjas ¹	Superficie Cultivada (ha) ¹	Producción 2016 (toneladas) ²
Baja California	5	3 350	8 755.8

Fuente: ¹Subdelegaciones de Pesca (2016) y ²Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca (CONAPESCA, 2017).

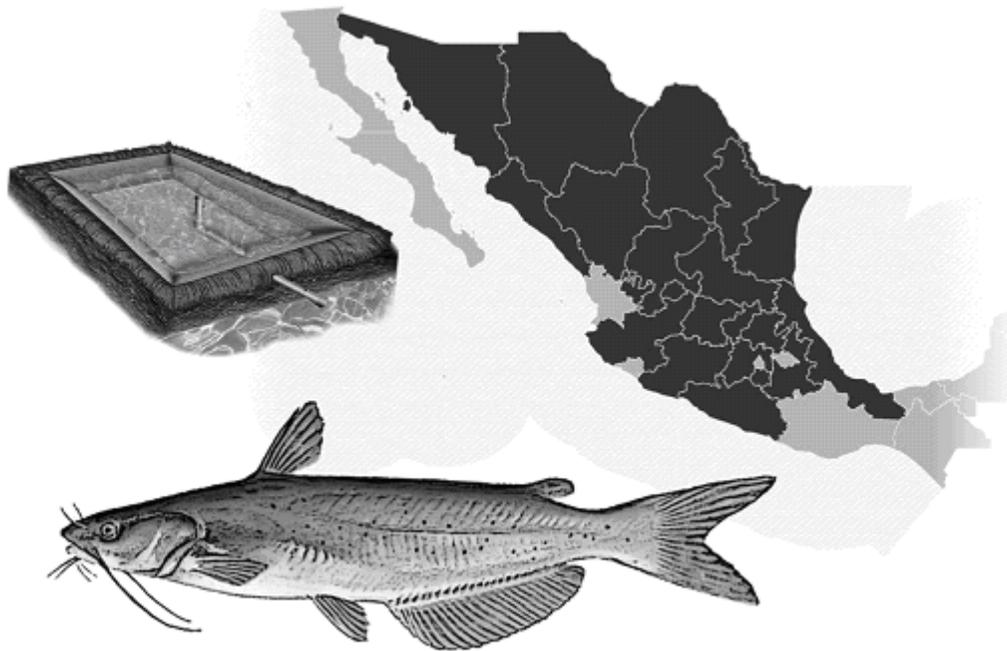


Fuente: Anuarios Estadísticos CONAPESCA (2017).



Fuente: Anuarios Estadísticos CONAPESCA (2017).

2.3 Bagre de canal



GENERALIDADES

Nombre común: Bagre de canal.

Nombre científico: *Ictalurus punctatus* (Rafinesque 1818). Sinonimia: *Silurus punctatus* Rafinesque 1818.

Nivel de dominio de biotecnología: Completo.

Origen: Nativo de los Estados Unidos de América, Canadá y noroeste de México.

Mercado: Nacional.

Limitantes técnico-biológicas de la actividad: Disponibilidad de crías, abastecimiento de reproductores para mejoramiento genético y pie de cría y asistencia técnica.

Entidades con cultivo: Aguascalientes, Coahuila, Chihuahua, Durango, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Veracruz y Zacatecas.

ANTECEDENTES DE LA ACTIVIDAD ACUÍCOLA

El cultivo del bagre de canal, inició en los Estados Unidos de América con peces recolectados del medio natural en 1970. Los bagres eran nativos principalmente del Valle del Río Mississippi.

En 1972 se iniciaron los estudios sobre el cultivo del bagre en México en el Campus Monterrey del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, realizándose los trabajos en el Municipio de Apodaca, Nuevo León. En 1973 se realizó el cultivo de esta especie en una granja privada del Rosario, Sinaloa. En los años de 1976 y 1981 ocurre la primera introducción oficial de bagre de canal a México con 800 pares de reproductores provenientes de Estados Unidos para su cría en Tamaulipas con fines comerciales. También se tienen datos que en 1976 se introdujo el bagre en la presa "La Boquilla", Chihuahua; posteriormente, se distribuyó en casi todos los estados de la República Mexicana, principalmente en sitios con climas tropicales y subtropicales con altitudes de 500 a 1 500 msnm, debido a su gran potencial comercial, rápido crecimiento y alta resistencia a condiciones ambientales adversas. En México, esta especie se cultiva en estanques rústicos o en jaulas flotantes en presas, principalmente en Tamaulipas, Michoacán, Jalisco, Guerrero, Chihuahua, San Luis Potosí y Sinaloa.

INFORMACIÓN BIOLÓGICA

Distribución geográfica: Vertiente del Atlántico, sur de Canadá hasta el norte de México. En la cuenca del Río Bravo, *I. punctatus* es de gran importancia para la acuicultura. Sin embargo, la línea genética del bagre que actualmente se cultiva se importó de EUA y fue introducida en los años 1976 y 1981, mientras que las poblaciones silvestres de bagre de canal no fueron domesticadas para acuicultura. Por lo anterior, el bagre de cultivo se reconoce desde hace más de una década como especie invasora.

Morfología: Cuerpo cilíndrico sin escamas. Cabeza grande con ojos pequeños. Boca larga con ocho barbillas sensoriales. Aletas con espinas fuertes y serradas. Aleta caudal bifurcada y aleta adiposa presente. Coloración azul-olivácea o gris en la parte dorsal, costados plateados y vientre blanco, aunque su coloración se relaciona en gran medida con la coloración del agua donde habita. En los adultos, la cabeza de los machos es más grande y muscular, además de poseer una coloración más oscura sobre todo en la época reproductiva, mientras que las hembras tienen un cuerpo abultado, en ocasiones más ancho que la cabeza.

Ciclo de vida: Alcanzan la madurez sexual a los tres años de edad con peso aproximado de un kilogramo, aunque algunos pueden desovar a los dos años. Una hembra desova entre 1 300 y 1 800 huevos por kilogramo de peso. El desove se lleva a

cabo una vez al año, de abril a agosto, mientras que los machos pueden desovar más de una vez. Los huevos eclosionan de entre cinco a 10 días, dependiendo de la temperatura del agua, aproximadamente a los 26 °C. Los alevines recién eclosionados se alimentan del saco vitelino de entre dos a cinco días, posteriormente nadan en busca de alimento y refugio.

Hábitat: Presas, lagos y ríos con aguas claras y sombreadas, fondos de arena o grava. Tiene hábitos nocturnos para buscar alimento, regularmente en zonas someras. Durante el día se les encuentra en las áreas profundas de los cuerpos de agua.

Alimentación en medio natural: Omnívoros de hábitos nocturnos. Se alimenta de crustáceos, pequeños peces, algas, insectos y plantas.

CULTIVOENGORDA

Biotecnología: Completa.

Sistemas de cultivo: Semi-intensivo e intensivo.

Características de la zona de cultivo: Disponibilidad de agua dulce con rangos físico-químicos óptimos para garantizar el crecimiento y la engorda de los organismos.

Artes de cultivo: Estanques rústicos, tanques circulares de geomembrana o de concreto y estanque o canal de flujo continuo ("raceways"), con buen flujo de agua y recambios de más de 10% diario. En las presas el cultivo se realiza en jaulas flotantes de entre 7 a 10 m³ de capacidad.

Promedio de flujo de agua para el cultivo: 2 - 10 l/s.

Densidad de siembra: Se recomienda de 250 a 300 peces/m³ en sistemas intensivos, y hasta 500 peces/m³ en cultivo hiper-intensivo o para mantenimiento de crías.

Tamaño del organismo para siembra: 5-15 cm de longitud total.

Porcentaje de sobrevivencia: 85%.

Tiempo de cultivo: dos ciclos por año.

Peso promedio de cosecha: 300-600 g.

PIE DE CRÍA

Origen: Nacionales.

Procedencia: Centros acuícolas de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (antes SAGARPA) y laboratorios privados.

ALIMENTO

Existe alimento comercial, el cual varía en tamaño de pellet y contenido proteico para cada etapa de cultivo. En las primeras etapas de crecimiento las crías requieren dietas con alto contenido de proteína (40 - 50%), mientras que organismos mayores de 10 cm requieren menores cantidades (≈ 30%).

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Parámetro	Mín.	Máx.
Temperatura °C	22*	30
Oxígeno disuelto (mg/l)	5	15
pH	6.5	8.5
Dureza (ppm)	20	400
Amonio (mg/l)	<1.5	
Nitrito (mg/l)	<0.2	

*Temperaturas menores a 15 °C retrasan el crecimiento.

SANIDAD Y MANEJO

Importancia de la sanidad acuícola: Las medidas de sanidad acuícola están enfocadas a la prevención y/o control de riesgos potenciales de enfermedades en los cultivos, reducción de pérdidas en la producción, así como ofrecer al mercado productos acuícolas de calidad e inocuos.

Enfermedades reportadas: Virosis del bagre de canal (VBC), pero el nombre comúnmente utilizado es el de virus del bagre de canal (CCV). Septicemia Hemorrágica Viral (VHS), Linfocitosis, *Aeromonas* sp., *Pseudomona* sp., *Vibrio* spp., *Gnathostoma* spp. y *Flexibacter columnaris*, *Contracaecum* sp., *Diplostomun* sp., *Ichthyophthirius multifiliis*, *Trichodina* sp., *Cichlidogyrus* sp., *Gyrodactylus* sp., *Argulus* sp. y *Lernaea* sp.

Buenas prácticas de producción acuícola: Serie de lineamientos dirigidos a la prevención de riesgos que pudieran afectar la producción acuícola considerando la inocuidad del producto final y la reducción del impacto al medio ambiente. Mayor información: *Manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Bagre* (https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/167790/3_Manual_Bagre.pdf)

MERCADO

Presentación del producto: Entero, entero eviscerado, fresco y/o congelado, postas y fileteado.

Precios del producto: De \$35.00 a \$60.00 MXN por kg a pie de granja.

Talla promedio de presentación: 250-600 g.

Mercado del producto: Nacional, principalmente en los estados de Ciudad de México, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nuevo León y Tamaulipas.

Puntos de ventas: Pie de granja, mercados locales y supermercados.

INFORMACIÓN Y TRÁMITES

Para el desarrollo de la actividad deberán de realizarse los trámites conducentes en Materia de Impacto Ambiental y, en su caso, de Zona Federal Marítimo Terrestre ante la SEMARNAT, así como el trámite de Permiso o Concesión Acuícola.

1. www.gob.mx/conapesca
2. www.gob.mx/senasica
3. www.gob.mx/semarnat
4. www.gob.mx/conagua
5. www.gob.mx/siap
6. <http://187.191.71.208/BuscadorTramites>

NORMATIVIDAD

Para esta especie no existe normatividad específica; revisar el anexo normatividad general.

MANEJO ECOSISTÉMICO

1. Cumplir con las especificaciones emitidas en el Manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Bagre.
2. Establecer un Programa Nacional de Bioseguridad para la certificación sanitaria de las líneas de reproductores, huevo y cría de bagres nacionales.
3. El traslado de organismos sólo se realizará previo diagnóstico sanitario y certificado de movilización.
4. Fomentar el Análisis de Riesgo y Control de Puntos Críticos (HACCP, por sus siglas en inglés), en las unidades de producción.
5. Elevar los estándares de calidad del producto para penetrar en el mercado nacional y del extranjero, el cual es altamente competitivo.
6. Impulsar la creación de Unidades de Manejo Acuícola (UMAC) con sus respectivos planes de manejo, lo anterior para lograr el desarrollo, ordenado y sustentable de la acuicultura.
7. Enfocar esfuerzos por parte de la Dirección General de Organización y Fomento de la CONAPESCA, así como del SENASICA, para apoyar con mayor asistencia técnica a los productores.
8. En caso de existir descarga de efluentes a canales, ríos, lagos y aguas costeras y éstos puedan causar eutrofización o cambios no deseados en los ecosistemas, se tienen que tomar las siguientes medidas:
 - I. Tratamiento de aguas residuales y sedimentos en la granja o en instalaciones a un nivel superior.
 - II. Uso más eficiente de los insumos.
 - III. Limitar la producción en función de la capacidad estimada del ambiente.
 - IV. Aumento de la capacidad del medio ambiente mediante el desarrollo o mejora de los sistemas de tratamiento natural o de infraestructura.
 - V. Rotación y descanso de sitios, con la finalidad de reducir los impactos bentónicos locales y permitir un tiempo necesario para la recuperación.
 - VI. Desalentar el uso no sostenible de semillas, juveniles y reproductores silvestre.

INVESTIGACIÓN Y BIOTECNOLOGÍA

Desarrollo tecnológico: Desarrollar un programa de mejoramiento genético, para producción de crías de calidad.

Sanidad: Estudios epidemiológicos y estandarización de técnicas para el diagnóstico de enfermedades de alto riesgo.

Manejo: Diseño y desarrollo de sistemas de recirculación de bajo costo, tratamiento post-utilización de agua y tecnología alternativa.

Tecnología de alimentos: Desarrollar nuevas presentaciones para incrementar su consumo, dando valor agregado al producto.

Comercialización: Innovar productos para el mercado.

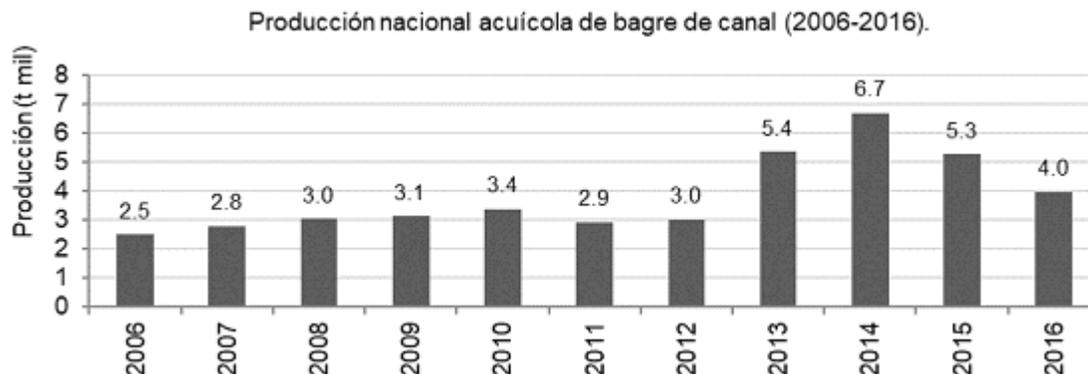
EFFECTOS AMBIENTALES Y CAMBIO CLIMÁTICO

Los cambios en la distribución, composición de las especies y hábitats, harán que se hagan modificaciones en las prácticas acuícolas, en donde se tendrá que modificar la ubicación de las instalaciones o de mejorar las prácticas alimenticias.

Como medidas de adaptación, se recomienda:

1. Mejorar la selección de crías para conseguir la tolerancia a temperaturas más altas.
2. Reemplazo de la harina y aceite de pescado, nuevas formas de procesamiento de alimentos y adopción de productos no carnívoros.
3. Prevención y seguir las normas sanitarias para prevenir riesgos sanitarios.

ESTADÍSTICAS DE PRODUCCIÓN



Fuente: Anuarios Estadísticos CONAPESCA (2017).

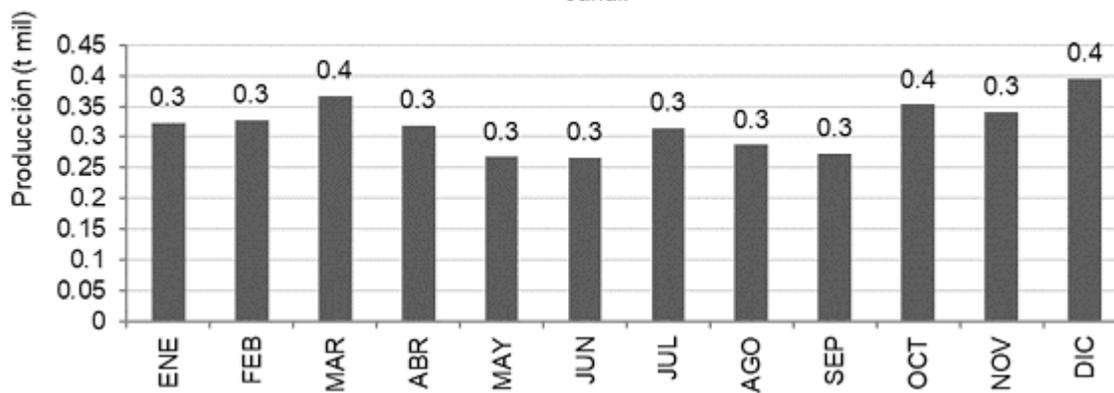
Unidades de producción acuícola por estado

Estado	Núm. de Granjas	Núm. Granjas de Autoconsumo	Superficie Total de Cultivo (Ha)
Chihuahua	8	26	8
Coahuila	36	20	NR
Durango	1	NR	NR
Estado México	2	12	12.0647
Guanajuato	8	0	12.153
Guerrero	75	0	14.8
Hidalgo	11	1	0.535
Jalisco	1	0	0.25
Puebla	11	NR	0.1704
San Luis Potosí	4	NR	1.22
Sonora	1	NR	2.4
Tamaulipas	12	0	0
Veracruz	2	NR	0.0002

*NR: No hay registro

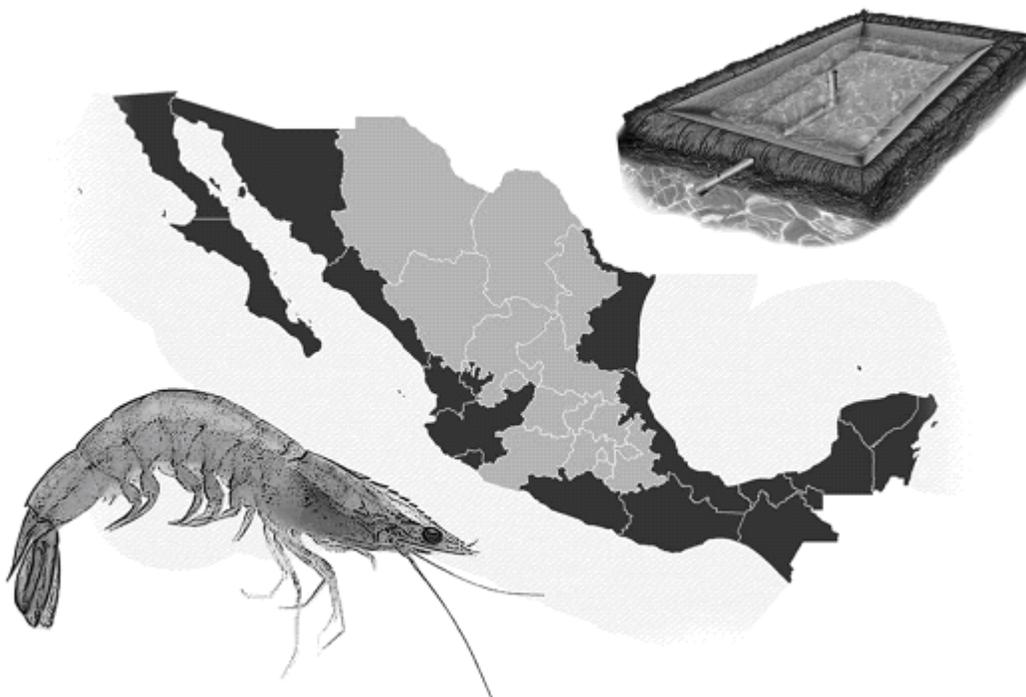
Fuente: Subdelegaciones de Pesca (2016).

Media mensual (2006-2016) de la producción nacional acuícola de bagre de canal.



Fuente: Anuarios Estadísticos CONAPESCA (2017).

2.4 Camarón blanco del Pacífico



GENERALIDADES

Nombre común: Camarón blanco del Pacífico y camarón patiblanco.

Nombre científico: *Litopenaeus vannamei* (Boone 1931). Sinonimias: *Penaeus vannamei* Boone 1931, *Penaeus (Litopenaeus) vannamei* Boone 1931.

Nivel de dominio de biotecnología: Cultivos intensificados todavía en fase de desarrollo.

Origen: Nativo del Pacífico; desde Sonora, México hasta Tumbes, Perú.

Mercado: Nacional e Internacional.

Limitantes técnico-biológicas de la actividad: Abastecimiento de reproductores para un mejoramiento genético, hace falta generar una plataforma de investigación para obtener nuevas líneas genéticas que se adapten a las diferentes regiones de México, trabajando con estatus SPF y SPR.

Entidades con cultivo: Baja California, Baja California Sur, Campeche, Chiapas, Colima, Guerrero, Jalisco, Nayarit, Oaxaca, Quintana Roo, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán.

ANTECEDENTES DE LA ACTIVIDAD ACUÍCOLA

La primera reproducción artificial del camarón blanco del Pacífico se logró en Florida en 1973 a partir de nauplios procedentes de una hembra ovada silvestre capturada en Panamá. Tras los resultados positivos obtenidos en estanques y el descubrimiento de la ablación unilateral (y nutrición adecuada), el cultivo del camarón blanco del Pacífico inició en Sudamérica, Hawái y área continental de los EUA. La producción en México de esta especie inició en la Universidad de Sonora a principios de la década de

los 70; sin embargo, fue hasta la segunda mitad de la década de los 80, que inician los cultivos comerciales. Desde entonces, el volumen de producción se ha incrementado notablemente, así como la capacidad instalada, principalmente en Sinaloa, Sonora y Nayarit. Sin embargo, el cultivo de camarón es afectado por diversos agentes infecciosos, por lo que la industria adopta buenas prácticas de producción acuícola, y en algunos casos utiliza sistemas semi-intensivos de cultivo. Estas prácticas se realizan principalmente por los estados del noroeste de México, donde la actividad registra mayor producción, tan sólo en 2008 rebasó 60% de la producción nacional total (pesquera y acuícola) de camarón. Tanto en 2010 como en 2011, la producción de camarón del estado de Sonora ha reportado descensos del 39.3% y del 50% respectivamente, en proporción al 2009, en que la producción fue de 81422.8 t. Este declive se debió a la presencia del virus de la mancha blanca (WSSV). Durante 2013 y 2014 en las granjas del noreste de México se presentaron mortalidades atípicas masivas en camarones recién sembrados, con pérdidas de hasta 90%. Estudios preliminares indican daños de necrosis en el hepatopáncreas con muy alta colonización de bacterias.

INFORMACIÓN BIOLÓGICA

Distribución geográfica: Nativo de la costa oriental del Océano Pacífico desde Sonora, México hasta Perú. Introducido en las costas del Golfo de México por la actividad acuícola.

Morfología: Cuerpo alargado, dividido en cefalotórax (rostró, antena, anténulas y periópodos), abdomen (6 segmentos abdominales y pleópodos) y cola (telson y urópodos), de color blanco translúcido con tonos amarillos. Tiene antenas, periópodos (patas delanteras) y urópodos (cola) pigmentados de color rojizo. Rostro moderadamente largo con 7 - 10 dientes dorsales y 2 - 4 dientes ventrales.

Ciclo de vida: Desovan en aguas oceánicas costeras. Después de la fase larvaria (nauplio, zoea y mysis), las postlarvas migran a sistemas estuarinos para continuar su desarrollo hasta alcanzar un tamaño entre 4 y 10 cm. Posteriormente, regresan al océano para completar su madurez.

Hábitat: Sistemas marinos con temperatura media anual de 20 °C, toleran un intervalo de salinidad entre 2 - 40 unidades prácticas de salinidad (ups), con un óptimo de 35 ups. Los adultos viven en ambientes marinos tropicales y subtropicales con fondos arenosos, mientras que las postlarvas pasan la etapa juvenil y pre-adulta en estuarios y lagunas costeras.

Alimentación en el medio natural: Fitoplancton y zooplancton.

CULTIVOENGORDA

Biotecnología: Completa y estandarizada. En algunos estados de la República Mexicana, principalmente Colima, se cultiva en salinidad de 0 a 12 ups, con sistemas de cultivos similares a los utilizados en agua salada.

Sistemas de cultivos: Extensivo, semi-intensivo, intensivo e hiper-intensivo. Dicha clasificación está acorde a la densidad y tecnificación (aireación, porcentaje de recambio de agua, entre otros) utilizada en la producción.

Características de la zona de cultivo: El cultivo se desarrolla generalmente cerca de la línea de costa donde se encuentran esteros, lagunas costeras, bahías o bien escolleras, en zonas con una buena fuente de abastecimiento de agua.

Artes de cultivo: Estanques rústicos de tierra o forrados con geomembrana de alta densidad, conocida como liner, cuyas dimensiones pueden variar entre 0.2 hasta 10 ha. Tanques circulares de geomembrana, se ha identificado que en los últimos años, los raceways han mostrado resultados favorables, al igual que el uso de jaulas flotantes, con base a la información del Sistema Producto Camarón de Sinaloa (ver Carta Nacional Acuícola en el apartado Artes de Cultivo, publicada en el D.O.F. el 06/VI/12).

Promedio de flujo de agua para el cultivo: La "Tasa de recambio de agua" (TRA, en porcentaje) depende del sistema utilizado: extensivo, 5-10%; semi-intensivo, 10-20%; intensivo, >20%.

Densidad de siembra: Extensivo: 4-10 PL/m²; semi-intensivo: 10-30 PL/m²; intensivo: 60-300 PL/m²; hiper-intensivo: 300-450 PL/m².

Tamaño del organismo para siembra: PL 12-PL 15.

Porcentaje de sobrevivencia: Extensivo: 50%; semi-intensivo e intensivo: 75%, hiper-intensivo: de 80 a 85% (COAES, 2012).

Tiempo de cultivo: Estará enmarcado por la talla y capacidad de carga del sistema. En sistemas extensivos el periodo es de 6 meses promedio, para sistemas semi-intensivo, intensivo y hiper-intensivo se utilizan ciclos de cuatro meses promedio.

Peso de cosecha: 16, 20 y 24 g.

PIE DE CRÍA

Origen: Nacional. En los últimos dos años se han importado larvas resistentes de Ecuador, las cuales se sembraron en el estado de Sinaloa, estas larvas son las generadoras de los nuevos reproductores actuales, conocidos como la cepa ecuatoriana.

Procedencia: Laboratorios del Pacífico mexicano.

ALIMENTO

Existe alimento comercial para las diferentes etapas, en el mercado nacional.

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Parámetro	Mín.	Máx.
Temperatura (°C)	20	35

Salinidad (ups)	5	40
Oxígeno disuelto (mg/l)	4	10
pH	7	9
Nitrito (mg/l)	<0.1	
Nitrato (mg/l)	0.4	0.8
Amonio (mg/l)	0.1	1
Turbidez (cm)	35	45
Alcalinidad (mg/l)	100	140

No alimentar cuando las concentraciones de oxígeno sean menores a 2.5 mg/l.

SANIDAD Y MANEJO ACUÍCOLA

Importancia de la sanidad acuícola: Reducir la incidencia de enfermedades y agentes patógenos que afectan la producción, así como el control de parámetros fisicoquímicos para evitar el estrés.

Enfermedades reportadas: Síndrome de Taura (TSV); virus de la mancha blanca (WSSV); virus de la cabeza amarilla (YHV); Baculovirus tetraédrico (*Baculovirus penaei* BP); virus de la necrosis hipodérmica y hematopoyética infecciosa (IHHNV); *Litopenaeus vannamei* nodavirus (LvNv); virus de la necrosis de la glándula digestiva (BMN); enfermedad viral del órgano linfóide del tipo parvovirus (LPVD) y enfermedad de la vacuolización del órgano linfóide (LOVD).

En 2009 se detectó la presencia de la Mancha Blanca en el estado de Tabasco, lo cual deja el precedente de la presencia del virus en el Golfo de México. Actualmente, el virus de la mancha blanca (WSSV), se presenta en los estados de Sonora, Nayarit y Sinaloa, e incluso ha causado grandes pérdidas en la producción como sucedió en Sonora en 2010 y 2011.

En 2013 y 2014 se presentó un problema sanitario en la mayor parte de las unidades de producción acuícola del Noroeste del país, provocada por una bacteriosis, siendo el principal agente causal *Vibrio parahaemolyticus*, esta epizootia fue llamada Mortalidad Atípica de Camarón, y causó la pérdida de gran parte de la producción nacional.

Buenas prácticas de manejo: El objetivo es reducir riesgos en las unidades de producción y procesamiento primario de alimentos, tanto para disminuir la incidencia de enfermedades, asegurar la comercialización interna y de exportación. En los estados de Sinaloa y Sonora algunas unidades de producción han implementado Excluidores de Fauna Acuática (SEFA) para reducir el ingreso de organismos no deseados en los estanques de cultivo mediante el filtrado del agua, aunque todavía no se tiene una buena calibración. Los SEFA permiten filtrar el agua bombeada y regresar al medio los organismos en condiciones adecuadas de sobrevivencia para su reincorporación al sistema natural del cual fueron extraídos.

Para mayor información revisar el Manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Camarón para la Inocuidad Alimentaria de SENASICA (<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/311356/ManualBPCam.pdf>).

MERCADO

Presentación del producto: Fresco con cabeza, fresco sin cabeza, congelado (presentación MARQUETA), bloque con cáscara, congelado rápido individual con cáscara (*individually quick frozen* en inglés - "IQF"), pelado, pelado con cola, pelado y desvenado ("P&D"), P&D con cola; pelado y desvenado IQF (P&D IQF), pelado y desvenado con cola IQF (IQF P&D *tail-on*), cocido y pelado, cocido P&D IQF, cocido P&D con cola, fácil de pelar, vena jalada, MARIPOSA (P&D con cola con un pequeño corte para aplanar ligeramente el camarón), "REDONDO" (pelado y desvenado con cola), "corte western".

Precios del producto: Los precios varían según tamaño y época del año.

1. www.economia-sniim.gob.mx
2. www.globefish.org

Mercado del producto: Local, regional, nacional y extranjero.

Puntos de ventas: Pie de granja, supermercados, mercados locales y centrales de abastos.

INFORMACIÓN Y TRÁMITES

Para el desarrollo de la actividad deberán de realizarse los trámites conducentes en Materia de Impacto Ambiental y, en su caso, de Zona Federal Marítimo Terrestre ante la SEMARNAT, así como el trámite de Permiso o Concesión Acuícola.

1. www.gob.mx/conapesca
2. www.gob.mx/senasica
3. www.gob.mx/semarnat
4. www.gob.mx/conagua
5. <http://187.191.71.208/BuscadorTramites>

NORMATIVIDAD

Además de revisar el anexo normatividad general, verificar la siguiente normativa específica para la especie:

NOM-002-SAG/PESC-2013 Para ordenar el aprovechamiento de las especies de camarón en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos (D.O.F. 11/VII/2013)

NOM-047-SAG/PESC-2014 Para la identificación del origen de camarones cultivados, de aguas marinas y de esteros, marismas y bahías (D.O.F. 15/IV/2014).

NOM-074-SAG/PESC-2014 Para regular el uso de sistemas de exclusión de fauna acuática (SEFA) en unidades de producción acuícola para el cultivo de camarón en el estado de Sinaloa (D.O.F. 28/IV/2014).

MANEJO ECOSISTÉMICO

Se sugiere tener en consideración las siguientes prácticas y medidas preventivas que pueden minimizar impactos en las áreas de cultivo.

1. Operaciones adecuadas durante el ciclo productivo que minimicen perturbaciones ambientales (biológicas o químicas).
2. Realizar el mantenimiento y limpieza de estructuras de cultivo únicamente en tierra, nunca en la zona y área de influencia del proyecto.
3. Evitar verter hidrocarburos u otros residuos al medio marino procedentes de la operación y mantenimiento de las embarcaciones y las bombas.

Para migrar a una Concesión Acuícola para la engorda en mar o el desarrollo de la actividad en zonas protegidas es necesario realizar los trámites para obtener la autorización en materia de Impacto Ambiental ante SEMARNAT.

Evaluar la capacidad de carga en los ecosistemas. Ordenamiento de la actividad acuícola. Tratamiento de aguas residuales.

También se recomienda:

1. Políticas que promuevan consorcios o unidades de productores en diferentes escalas.
2. Tecnificación de la actividad.
3. Implementar normas vigentes.
4. Estimular el comercio para consumo nacional y extranjero.
5. Generar nuevos mercados
6. Asegurar la sustentabilidad, por lo cual es necesario: 1) marcos económicos, 2) institucionales y 3) legales, sólidos y eficaces.
7. Impulsar la creación de Unidades de Manejo Acuícola (UMA) con sus respectivos planes de manejo, o planes maestros, lo anterior para lograr el desarrollo ordenado y sustentable de la acuicultura.

INVESTIGACIÓN Y BIOTECNOLOGÍA

Desarrollo tecnológico: Crear líneas resistentes a enfermedades específicas (SPR) u organismos de alta salud (*High Health*), así como generar una plataforma de investigación para obtener nuevas líneas genéticas que se adapten a las diferentes regiones de México, trabajando con estatus Libre de Patógenos Específicos (SPF por sus siglas en inglés Specific Pathogen Free) y Resistente a Patógenos Específicos (SPR Por sus siglas en inglés Specific Pathogen Resistant).

Sanidad: Caracterización epidemiológica y patológica en poblaciones silvestres y cultivadas de camarón a través del estudio de sus parásitos y patógenos, usos y aplicación de tratamientos amigables con el medio ambiente para la prevención y control de enfermedades.

Reproducción: Generar una plataforma de investigación para obtener nuevas líneas genéticas que se adapten a las diferentes regiones de México, trabajando con estatus SPF y SPR, y hacer una producción con organismos certificados y caracterizados genéticamente.

Nutrición: Desarrollar alimentos balanceados de alta calidad nutricional y de alta digestibilidad que mantengan la estabilidad y salud de los ecosistemas acuáticos.

Comercialización: Diseñar planes que promuevan el Análisis de Riesgo y Control de Puntos Críticos (HACCP, por sus siglas en inglés) para obtener productos de calidad y competitividad en el mercado.

Ecología: Evaluación de la capacidad de carga en los ecosistemas. Ordenamiento de la actividad acuícola. Tratamiento de aguas residuales.

Tecnología de cultivo: Impulsar y apoyar la investigación sobre el cultivo de camarón en cuerpos de agua epicontinentales; además de la promoción de esquemas de recirculación. Actualmente se está replanteando la camaronicultura en jaulas flotantes, a lo cual se han obtenido importantes avances, en la validación de esta tecnología.

EFFECTOS AMBIENTALES Y CAMBIO CLIMÁTICO

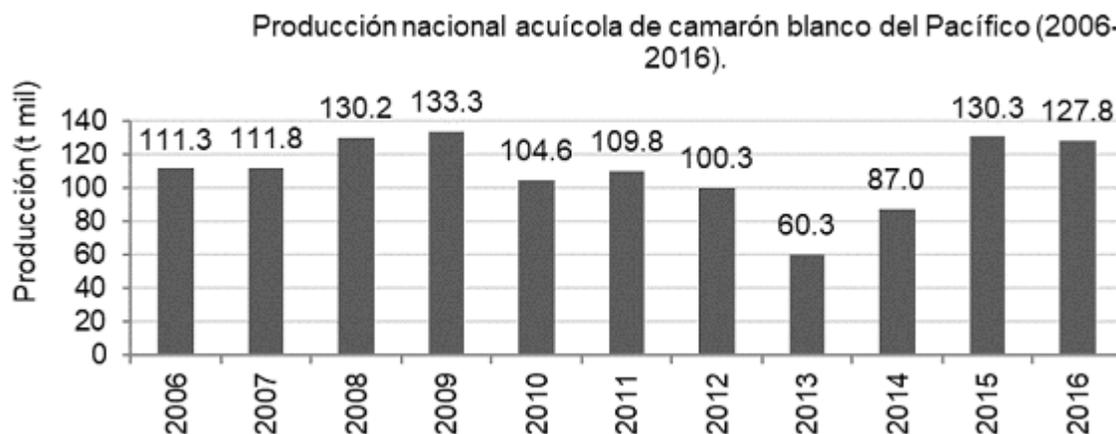
El cambio climático global conlleva además del incremento de la temperatura media del planeta, una serie de otras alteraciones que son potencialmente dañinas para la acuicultura, tales como: cambios en la temperatura del mar a nivel local, acidificación del océano, aumento en el nivel del mar, cambios en las concentraciones de oxígeno ambiental, incremento en la fuerza y frecuencia de tormentas, cambios en los patrones de circulación de corrientes marinas, cambios en los patrones de lluvias, cambios en los caudales de los ríos y cambios en los flujos biogeoquímicos.

Estos cambios traerán repercusiones en los ecosistemas, las sociedades y las economías y se piensa que a raíz de esto aumentará la presión sobre los medios de vida y el suministro de alimentos, incluidos los alimentos que provienen del sector acuícola.

Como medidas de mitigación ante estos cambios, se recomienda lo siguiente:

1. La creación de seguros contra pérdidas o desastres provocados por fenómenos climáticos.
2. Llevar a cabo investigaciones específicas para adaptar las actividades acuícolas al cambio climático.
3. Crear mecanismos de transferencia de tecnología que lleguen a los acuicultores, especialmente a los pequeños empresarios y promover programas de profesionalización de productores.
4. Promover el ordenamiento integral de la actividad.
5. Mejorar la selección de crías para conseguir la tolerancia a temperaturas más altas y generar una plataforma de investigación para obtener nuevas líneas genéticas que se adapten a las diferentes regiones de México, trabajando con estatus SPF y SPR.
6. Mejorar la planificación y el emplazamiento de las instalaciones, ajuste al cambio climático, regulación del seguimiento.
7. Reemplazo de la harina y aceite de pescado, nuevas formas de procesamiento de alimentos y adopción de productos no carnívoros.
8. Prevención y seguir las normas sanitarias para prevenir riesgos sanitarios.

ESTADÍSTICAS DE PRODUCCIÓN



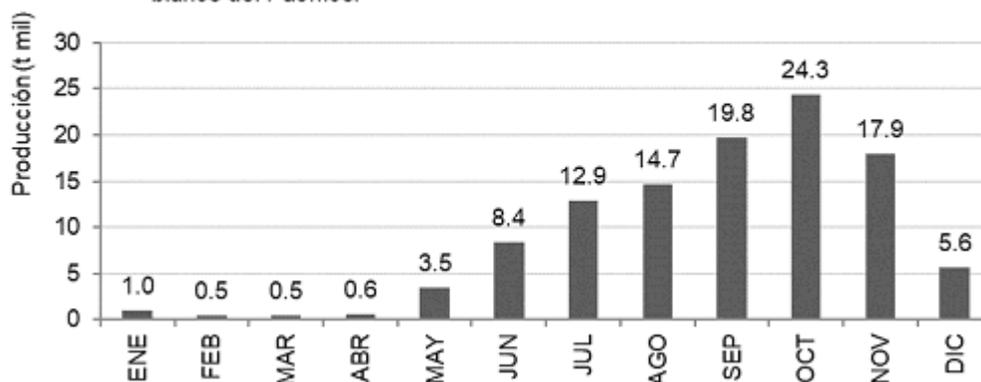
Fuente: Anuarios Estadísticos CONAPESCA (2006 - 2017).

Unidades de producción acuícola por estado

Estado	Núm. de Granjas	Núm. Granjas de Autoconsumo	Superficie Total de Cultivo (ha)
Sonora	148	NR	24086.0
Baja California	18	0	121.0
Baja California Sur	11	0	941.8
Tamaulipas	19	0	780.0
Yucatán	2	2	15.0
Colima	28	0	300.5
Chiapas	1	NR	10.0
Veracruz	7	0	7.8
Tabasco	45	0	257.0
Nayarit	163	NR	4183.6
Sinaloa	870	0	47000.0
Jalisco	1	0	0.0
Guerrero	55	0	134.0

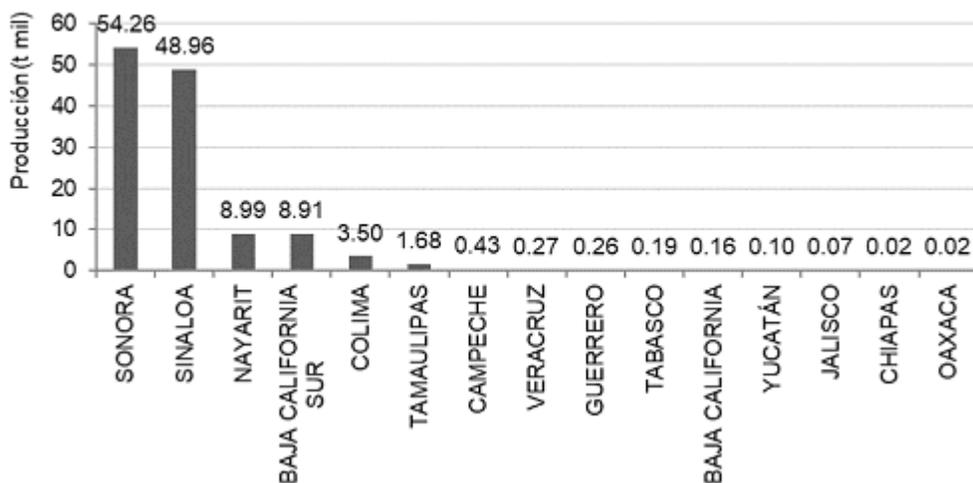
Fuente: Subdelegaciones de Pesca (2016).

Media mensual (2006-2016) de la producción nacional acuícola de camarón blanco del Pacífico.



Fuente: Anuarios Estadísticos CONAPESCA (2017).

Producción acuícola anual de camarón blanco del Pacífico (2016) por entidad.



Fuente: Anuarios Estadísticos CONAPESCA (2017).

2.5 Mejillón del Mediterráneo



GENERALIDADES

Nombre común: Mejillón mediterráneo.

Nombre Científico: *Mytilus galloprovincialis* Lamarck 1819.

Nivel de dominio de biotecnología: Completo; sin embargo, en México la semilla se sigue adquiriendo del medio.

Origen: Originaria del Mar Mediterráneo. Se distribuye por el Atlántico, desde el Mar del Norte hasta las costas marroquíes y el Mar Mediterráneo.

Mercado: Nacional e internacional.

Limitantes técnico-biológicas de la actividad: La principal limitante es el mercado en México, debido a que depende de la exportación a mercados asiáticos. Por otro lado, hace falta una tecnificación en los cultivos para ser más competitivos.

Entidades con cultivo: Baja California.

ANTECEDENTES DE LA ACTIVIDAD ACUÍCOLA

En México los primeros estudios del mejillón iniciaron en 1979 por el Instituto de Investigaciones Oceanológicas (IIO) de la Universidad Autónoma de Baja California, con la finalidad de conocer las posibilidades de su cultivo y en donde se tomaron como referencia la ecología y biología de esta especie. En 1985 la empresa Artesanos S.A. de C.V. en Ensenada BC, inicia el primer cultivo piloto comercial de mejillón, utilizando como artes de cultivo balsas flotantes. En 1987 se constituye la Sociedad Cooperativa Bahía Falsa, primera cooperativa dedicada al cultivo de mejillón, sin embargo, en 1988 cesaron las actividades de esta cooperativa y de la empresa. En 1989 la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Bahía Falsa realiza muestreos enfocados en detectar áreas potenciales de captación natural de semilla de mejillón, en tres zonas de la costa de Oeste de Baja California y realiza un cultivo piloto en la Isla San Martín, B. C. Consecutivamente en 1991 una nueva compañía inicia el cultivo en Baja California sin embargo, el costo excesivo y problemas asociados con el transporte hacen que el cultivo no fuera rentable. Actualmente en México esta actividad es desarrollada a nivel comercial, utilizando líneas largas suspendidas como sistema de cultivo, sin embargo a nivel internacional empresas como Smartfarm alcanzan producciones mayores.

INFORMACIÓN BIOLÓGICA

Distribución geográfica: Especie nativa de las costas del Mediterráneo, Mar Negro y Adriático. Debido a su amplia capacidad de adaptación, *M. galloprovincialis* ha colonizado y formado poblaciones naturales fuera de su zona nativa, en las costas de países como Australia, Canadá, China, Corea, Irlanda, Estados Unidos de América, Gran Bretaña, Japón y en México se distribuye ampliamente en la costa de Baja California.

Morfología: Se caracteriza por tener una concha formada por dos valvas iguales de aspecto triangular unidas por una charnela de tipo disodonta. El manto está unido interiormente a las valvas excepto para la salida del pie y los sifones. Se unen al sustrato por el biso, que son filamentos segregados por una glándula situada en el pie. Cuenta con branquias muy desarrolladas, que son empleadas para la respiración y la alimentación.

Ciclo de vida: Tienen sexos separados, aunque se conocen casos de hermafroditismo. No presentan dimorfismo sexual y la proporción de machos y hembras en la población es similar. Las gónadas están alojadas en el interior de la bolsa de Polichinela, que se localiza en la parte posterior del pie. La gametogénesis por lo general ocurre en invierno; la duración del periodo de actividad gonadal está muy relacionada con condiciones ambientales tales como la temperatura o la disponibilidad de alimento. La fecundación ocurre en el agua de mar, la talla de primera madurez sexual es a 35 mm, en algunas ocasiones a una talla de entre 40 y 50 milímetros.

Hábitat: Los mejillones son abundantes en las zonas intermareales bajas y medias, con alta energía del oleaje; se pueden encontrar adheridos a boyas, cabos, muelles y barcos.

Alimentación en el medio natural: Se alimentan de partículas de materia orgánica suspendida y fitoplancton, debido a que son organismos filtradores.

CULTIVOENGORDA

Biotecnología: Completa producción de semillas en laboratorios, aunque en México la semilla se sigue obteniendo directamente del medio.

Sistemas de cultivo: Captación de semilla, pre engorda y engorda: semi-intensivo.

Características de la zona de cultivo: Zonas de baja energía, con alta productividad y protección contra eventos de tormenta.

Artes de cultivo: Para la captación de larva se utilizan colectores de cabo de polipropileno de 3 m de longitud por 2.54 cm de diámetro y cada 25 cm de cabo se colocan transversalmente tarugos de 30 cm de longitud y 1.25 cm de diámetro. Para la etapa de pre-engorda y engorda se utiliza malla tubular (calcetines), el cual consiste en dos mallas de tres metros de longitud, la malla externa de plástico flexible y la interna de algodón de 5 y 7 cm de luz de malla.

Promedio de flujo de agua para el cultivo: Variable, dependiendo de la zona de cultivo.

Densidad de siembra: Post-fijación de la larva se puede obtener en promedio 200 semillas por cada 10 cm de colector, con una talla menor a 1 cm. En la etapa de pre-engorda 6000 semillas por cada arte de cultivo, con una talla aproximada de 1 - 1.5 cm y en la etapa de engorda entre 1 500 a 2 000 mejillones con una talla 2.5 - 3 cm.

Porcentaje de sobrevivencia: 70%.

Tiempo de cultivo: Aproximadamente de 12 a 13 meses.

Talla promedio de cosecha: A partir de 7 cm.

PÍE DE CRÍA

Origen: Nacional.

Procedencia: Semilla capturada del medio natural, lo cual se requiere un permiso de colecta.

ALIMENTO

No se requiere proporcionar alimento debido que son organismos filtradores.

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Parámetro	Mín.	Máx.	Óptimo
Temperatura (°C)	0	27	10-20
Oxígeno disuelto (mg/l)	4	8	6-7
Salinidad (ups)	24	35	34

SANIDAD Y MANEJO ACUÍCOLA

Importancia de la sanidad acuícola: Estricto seguimiento y control sanitario, enmarcados en las políticas del Programa Mexicano de Sanidad de Moluscos Bivalvos (PMSMB).

Enfermedades reportadas: Se tienen reportadas las siguientes enfermedades como susceptibles para el mejillón:

1. Herpesvirus del ostión
2. *Bonamia exitiosa*
3. *Bonamia ostrae*
4. *Perkinsus marinus*
5. *Perkinsus olseni*
6. *Marteilia refringens*
7. *Mikrocytos mackini*
8. *Haplosporidium nelsoni*

Buenas prácticas de producción acuícola: En el cultivo de mejillón se debe considerar: a) la producción de moluscos inocuos; b) la selección adecuada del sitio de cultivo; c) el manejo adecuado de los organismos; d) operaciones durante el ciclo productivo que minimicen perturbaciones ambientales (biológicas o químicas) y e) medidas de bioseguridad que aseguren la salud de los moluscos bivalvos. Mayor información: "Manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Moluscos Bivalvos Para la Inocuidad Alimentaria"

(www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/167791/5_Manual_Moluscos_Bivalvos.pdf)

Buenas prácticas de higiene: Para protección de la salud pública, es necesario consultar la Guía Técnica del PMSMB de la COFEPRIS, así como las disposiciones obligatorias y lineamientos en materia de buenas prácticas de higiene, disponibles en las páginas electrónicas: www.gob.mx/cofepris y www.cofepris.gob.mx/az/documents/guiapmsmb2009.pdf.

MERCADO

Presentación del producto: Fresco, vivo.

Precio del producto: De \$70.00 a \$150.00 MXN kilogramo, dependiendo de la presentación.

1. www.economia-sniim.gob.mx/nuevo/
2. www.gob.mx/siap

Mercado del producto: Preferentemente de exportación; sin embargo, se vende en mercados locales, regionales y nacionales.

Puntos de ventas: Mercados y restaurantes locales. Exportación.

INFORMACIÓN Y TRÁMITES

Para el desarrollo de la actividad deberán de realizarse los trámites conducentes en Materia de Impacto Ambiental y, en su caso, de Zona Federal Marítimo Terrestre ante la SEMARNAT, así como el trámite de Concesión Acuícola o el Permiso para la recolección del medio natural de reproductores y organismos acuáticos vivos en cualquier fase de desarrollo destinados para la actividad acuícola.

1. www.gob.mx/conapesca
2. www.gob.mx/senasica
3. www.gob.mx/cofepris
4. www.gob.mx/semarnat
5. www.gob.mx/conagua

6. <http://187.191.71.208/BuscadorTramites>

NORMATIVIDAD

Además de revisar el anexo normatividad general, verificar la siguiente normativa específica para la especie:

NOM-031-SSA1-1993 Bienes y servicios. Productos de la pesca. Moluscos bivalvos frescos-refrigerados y congelados. Especificaciones sanitarias (D.O.F. 03/VI/1995).

MANEJO ECOSISTÉMICO

1. Realizar las actividades de captura y cultivo en zonas clasificadas sanitariamente por el Programa Mexicano de Sanidad de Moluscos Bivalvos (PMSMB).
2. Utilizar agua de áreas de cosecha clasificadas sanitariamente para la cría del producto, que cumpla con los límites de patógenos y contaminantes establecidos por la Secretaría de Salud.
3. Las áreas de cosecha y el proceso del producto deben cumplir con las disposiciones sanitarias de la Secretaría de Salud.
4. Utilizar semilla producida en el laboratorio, libre de organismos patógenos y otros contaminantes.
5. Aplicar programas de certificación (patógenos específicos) a través del PNMSMV.
6. Evitar el uso de contaminantes químicos, como desinfectantes, antibióticos y detergentes que pongan en riesgo el cultivo y al consumidor final.
7. Elevar los estándares de calidad del producto para penetrar en el mercado extranjero, altamente competitivo.
8. Mejorar la eficiencia de la producción para ofertar el producto a precios competitivos.
9. Estimular el comercio para incrementar el consumo nacional y extranjero.
10. Promover la exportación de moluscos bivalvos.
11. Impulsar la creación de Unidades de Manejo Acuícola (UMAC) con sus respectivos planes de manejo, para lograr el desarrollo ordenado y sustentable de la acuicultura.
12. Establecer prácticas responsables de cultivo dirigidas a garantizar la producción sostenida y la calidad sanitaria e inocuidad del producto, sin afectar el ambiente.

INVESTIGACIÓN Y BIOTECNOLOGÍA

Desarrollo tecnológico: Desarrollar un programa de seguimiento y mejoramiento genético para producir organismos resistentes a enfermedades, que permitan obtener un crecimiento más rápido.

Sanidad: Continuar con el PMSMB e identificar los agentes infecciosos en el crecimiento y calidad del producto.

Inocuidad: Promover las investigaciones en materia de inocuidad y salud pública.

Comercialización: Desarrollar tecnologías avanzadas de empaque y conservación, cumpliendo con los estándares de calidad que establece la normatividad para la producción de moluscos bivalvos.

Tecnología de cultivo: Impulsar y apoyar la investigación sobre las artes de cultivo, con el fin de incrementar la producción a bajo costo y de manera sustentable.

Tecnología de alimentos: Proponer valor agregado al producto ostión para incrementar su consumo en el mercado nacional e internacional.

EFFECTOS AMBIENTALES Y CAMBIO CLIMÁTICO

Como consecuencia de los efectos del cambio climático en el cultivo de moluscos bivalvos, se dan las siguientes consideraciones:

A partir de los cambios en la distribución, en la composición de las especies y en los hábitats, será necesario realizar modificaciones en las prácticas acuícolas, por ejemplo, cambiar la ubicación de las instalaciones y mejorar las prácticas de manejo.

1. Mejorar la selección de crías para conseguir la tolerancia a temperaturas más altas y para poder mejorar el proceso de calcificación de la concha.
2. Mejorar la planificación y el emplazamiento de las instalaciones, ajuste al cambio climático, regulación del seguimiento.

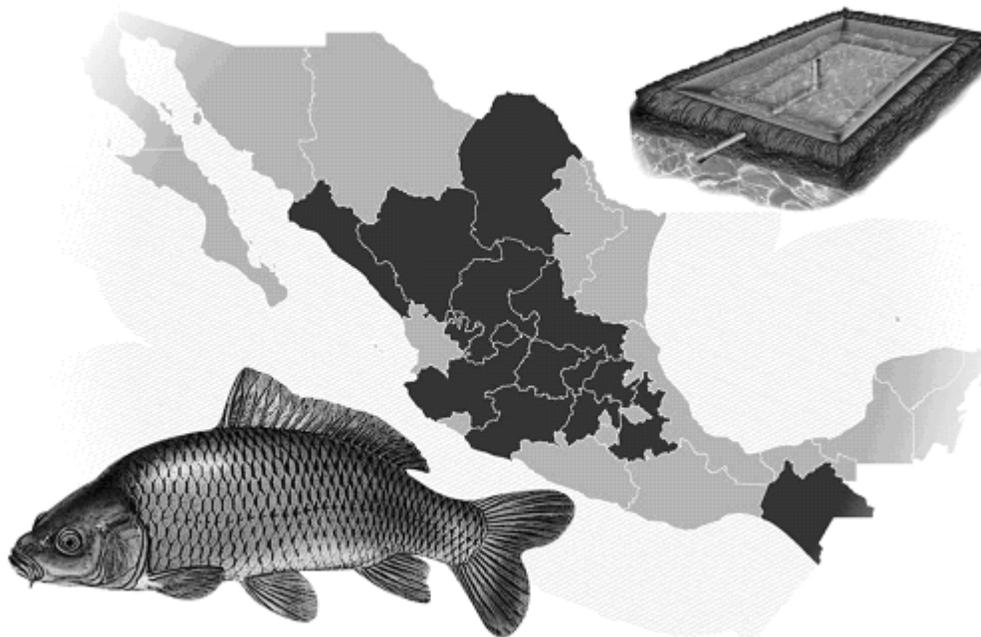
ESTADÍSTICA DE PRODUCCIÓN

Unidades de producción acuícola por estado

Etiquetas de Fila	Núm. de Granjas	Superficie Total de Cultivo (ha)
Baja California	7	816

Fuente: Subdelegación de Baja California Sur y Sonora, 2016

2.6 Carpa



GENERALIDADES

Nombre común: Carpa común, carpa espejo o israelita, carpa barrigona, carpa herbívora, carpa plateada, carpa negra y carpa cabezona.

Nombre científico: Las especies consideradas como "carpa" son: *Cyprinus carpio communis* (Linnaeus 1758), *Cyprinus rubrofuscus* (Lacépède 1803), *Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes 1844), *Hypophthalmichthys molitrix* (Valenciennes 1844), *Mylopharyngodon piceus* (Richardson 1846) y *Hypophthalmichthys nobilis* (Richardson 1845). Sinonimias: *Cyprinus rubrofuscus* Lacépède 1803 (= *Cyprinus carpio rubrofuscus* Lacépède 1803).

Nivel de dominio de biotecnología: Completa.

Origen: Asia.

Mercado: Nacional.

Limitantes técnico-biológicas de la actividad: Abastecimiento de reproductores con calidad genética y sanitaria.

Entidades con cultivo: Aguascalientes, Chiapas, Coahuila, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa y Zacatecas.

ANTECEDENTES DE LA ACTIVIDAD ACUÍCOLA

El cultivo de carpa o Ciprinicultura como se le conoce en México, se remonta a mediados del siglo XIX, con la introducción de la carpa común (*Cyprinus carpio communis*) y de la carpa dorada (*Carassius auratus*), procedentes de Europa. En 1936 el emperador de Japón obsequió a México algunas carpas de los estanques imperiales, las cuales se llevaron a Mazatlán, Sin. Posteriormente, se realizaron otras importaciones por el gobierno mexicano con el objeto de mejorar la calidad de la dieta proteica y propiciar fuentes de trabajo a núcleos marginados de la población rural. En 1958 la campaña Nacional de Piscicultura Agrícola estableció los centros productores piscícolas de Tlacolula y Tamazulapan en Oaxaca. En 1963, la Comisión Nacional Constitutiva de Pesca, inició la construcción de la Estación Piscícola de Tezontepec de Aldama, Hidalgo, con el objetivo de desarrollar el cultivo de ciprínidos asiáticos, actualmente este centro no se encuentra en operación. En 1979 llegaron procedentes de la República Popular China la carpa brema *Megalobrama amblycephala*, la carpa negra *Mylopharyngodon piceus* y la carpa cabezona *Hypophthalmichthys nobilis*.

En 1985 se logró la reproducción de la carpa negra, obteniendo las primeras crías de esta especie y completando de esta manera, las técnicas de reproducción inducida de todas las carpas chinas presentes en México.

INFORMACIÓN BIOLÓGICA

Distribución geográfica: Asia, introducida a Europa en los siglos XI y XII. Actualmente, se encuentra ampliamente distribuida en lagos y embalses de casi todo el territorio nacional. La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) las cataloga como especies exóticas invasoras, lo cual indica que se encuentra establecida en México.

Morfología: Cuerpo robusto y comprimido con escamas grandes y gruesas. Presentan diversas coloraciones, pasando desde los verde olivos amarillo, gris verdoso, gris oscuro a negro.

Ciclo de vida: La reproducción varía según la especie y variedad. Generalmente, los machos maduran entre los 6-12 meses y las hembras después de 18 meses.

Hábitat: Ambientes lacustres y embalses.

Alimentación en el medio natural: Omnívoros con predominancia a ser bentófagos. La carpa negra es malacófaga, y la carpa herbívora prefiere el plancton y plantas acuáticas.

CULTIVOENGORDA

Biotecnología: Completa y estandarizada.

Sistemas de cultivo: Extensivo y semi-intensivo, con monocultivos o policultivos, este último con el fin de utilizar diferentes nichos de la columna de agua.

Características de la zona de cultivo: Lugares con climas de templado a frío y con altitudes por arriba de los 1 200 hasta los 2 400 msnm.

Artes de cultivo: Estanques rústicos y tanques de concreto o geomembrana.

Promedio de flujo de agua para el cultivo: Generalmente sólo se repone agua para compensar las pérdidas por evaporación y en ciertos casos por filtración. Los recambios de agua van de 120-300 l/min/ha. En ocasiones, el recambio de agua se realiza cada 15 o 30 días.

Densidad de siembra: En la fase alevín-cría, oscila entre 15 y 420 org/m², en la fase de engorda de 1-8 org/m².

Tamaño del organismo para siembra: Crías de 2-5 g de peso promedio.

Porcentaje de sobrevivencia: Del 75-80% en sistemas semi-intensivo.

Tiempo de cultivo: 12 meses en sistemas extensivos, y de 6-10 meses en sistemas semi-intensivo.

Peso de cosecha: 250-300 g.

PIE DE CRÍA

Origen: Centros Acuícolas Federales de la CONAPESCAAGRICULTURA y Unidades de Producción Acuícola (UPA) estatales.

Procedencia: Centros acuícolas y laboratorios privados.

Centros Acuícolas federales en el país: Las especies que se producen en los Centros Acuícolas Federales son: carpa común (*Cyprinus carpio communis*), carpa barrigona (*C. c. rubrofuscus*), carpa espejo, (*C. c. specularis*) y carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idella*).

ALIMENTO

Se cuenta con dietas comerciales para todas las etapas de cultivo las cuales varían en tamaño y contenido de proteínas. En cultivos extensivos se utiliza la fertilización orgánica o inorgánica, con el fin de elevar los nutrientes en los estanques y promover el florecimiento del fitoplancton.

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

PARÁMETRO	MÍN.	MÁX.
Temperatura °C	18	28
Oxígeno disuelto (mg/l)	2	6
pH	7	8
Amonio (mg/l)	<0.3	
Transparencia (cm)	30	45
Alcalinidad (mg/l)	20	200

SANIDAD Y MANEJO ACUÍCOLA

Importancia de la sanidad acuícola: Asegurar la producción de alimento inocuo y seguro para el consumidor. Por lo que, se requiere realizar actividades encaminadas en la prevención, diagnóstico y control de agentes infecciosos.

Enfermedades reportadas: Viremia Primavera de las Carpas, Ascitis de la Carpa (SVC). Otros agentes infecciosos reportados para los ciprínidos son: bacterias (*Aeromonas hydrophila* y *A. sobria*), Oomycetes (*Saprolegnia diclina*, *S. feraz*, *S. parasitica*, *S. monoica*, *S. mixta* y *S. thureti*), protozoarios (*Ichthyophthyrus multifilis* y *Trichodina* sp.), helmintos (*Dactylogyrus* sp., *Neascus* sp y *Bothriocephalus acheilognathi*) y crustáceos (*Lernaea cyprinaceae*, *Ergasilus* spp. y *Argulus* spp.).

Buenas prácticas de producción acuícola: Implican una serie de procesos durante toda la producción desde la compra de insumos hasta la comercialización del producto, así como en la instalación y mantenimiento de infraestructura que tienen como finalidad reducir los riesgos que pudieran afectar la producción.

MERCADO

Presentación del producto: Entero fresco, congelado y/o eviscerado.

Precios del producto: El precio en el mercado ronda entre \$25.00 a \$50.00 MXN por kilogramo. Para mayor información consultar la página: www.economia-sniim.gob.mx/2010prueba/Precios.asp

Talla promedio de presentación: 300-500 g.

Mercado del producto: Nacional.

Puntos de ventas: Mercados locales y regionales.

INFORMACIÓN Y TRÁMITES

Para el desarrollo de la actividad deberán de realizarse los trámites conducentes en Materia de Impacto Ambiental, así como el trámite de Concesión o Permiso Acuícola.

1. www.gob.mx/conapesca
2. www.gob.mx/senasica
3. www.gob.mx/semarnat
4. www.gob.mx/conagua
5. <http://187.191.71.208/BuscadorTramites>

NORMATIVIDAD

No se cuenta con ninguna normatividad específica, revisar normatividad general en anexo.

MANEJO ECOSISTÉMICO

1. Certificación de la Cípricultura para producir alimentos inocuos y de calidad.
2. Establecimiento de un Programa Nacional de Bioseguridad. Certificación sanitaria continua de las líneas de reproductores y crías de carpa nacionales, así como de la certificación de la calidad nutricional y sanitaria de las materias primas con los que se elaboran los alimentos balanceados.
3. Movilización de organismos sólo previo diagnóstico y certificación sanitaria.
4. Estimular el comercio para el consumo, a través de la demanda interna del producto y elevando los estándares de calidad del producto.
5. Estimular redes de valor.
6. Impulsar la creación de Unidades de Manejo Acuícola (UMAC) con sus respectivos planes de manejo, logrando un desarrollo ordenado y sustentable para la acuicultura.
7. En caso de existir descarga de efluentes a canales, ríos, lagos y aguas costeras y estos puedan causar eutrofización o cambios no deseados en los ecosistemas; se tienen que tomar las siguientes medidas:
 - I. Tratamiento de aguas residuales y sedimentos en la granja o en instalaciones a un nivel superior.
 - II. Uso más eficiente de los insumos.
 - III. Limitar la producción en función de la capacidad estimada del ambiente.
 - IV. Aumento de la capacidad del medio ambiente mediante el desarrollo o mejora de los sistemas de tratamiento natural o de infraestructura.
 - V. Rotación y descanso de sitios, con la finalidad de reducir los impactos bentónicos locales y permitir un tiempo necesario para la recuperación.
 - VI. Desalentar el uso no sostenible de semillas, juveniles y reproductores silvestre.

INVESTIGACIÓN Y BIOTECNOLOGÍA

Desarrollo tecnológico: Desarrollar un programa de seguimiento y mejoramiento genético para producir líneas de calidad con buenos rendimientos.

Técnica de cultivo: Mejorar la biotecnología de incubación con la finalidad de obtener mayor sobrevivencia. Estudios para determinar tasas de crecimiento y rendimiento en diversos tipos de estanquería. Evaluar la eficiencia de diversos fertilizantes aplicados al agua para promover la productividad natural.

Re poblamiento: Estudiar los efectos de la repoblación y la productividad acuícola en los embalses donde se siembra la carpa. Evaluar la densidad de crías y la capacidad de carga en los embalses.

Sanidad: Estudios epidemiológicos y estandarización de técnicas para el diagnóstico de enfermedades de alto riesgo.

Comercialización: Fomentar el Análisis de Riesgo y Control de Puntos Críticos (HACCP, por sus siglas en inglés), que permita obtener productos de mejor calidad.

Manejo: Tratamiento post-utilización de agua, y tecnología alternativa.

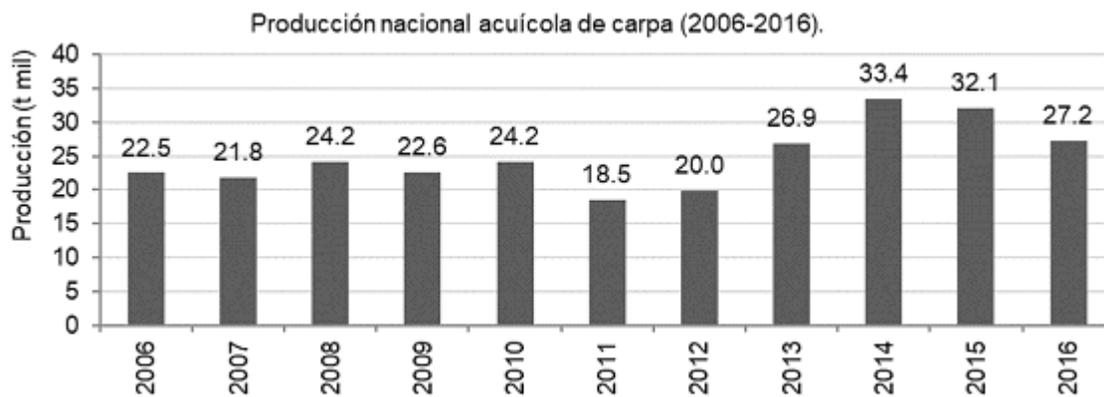
Tecnología de alimentos: Proponer nuevas presentaciones del producto para incrementar su consumo.

EFFECTOS AMBIENTALES Y CAMBIO CLIMÁTICO

Los cambios en la distribución, en la composición de las especies y en los hábitats, harán que se hagan modificaciones en las prácticas acuícolas, como consecuencia en el cultivo de peces en general, se tendrán que ajustar la ubicación de instalaciones y

mejorar prácticas alimenticias.

ESTADÍSTICA DE PRODUCCIÓN



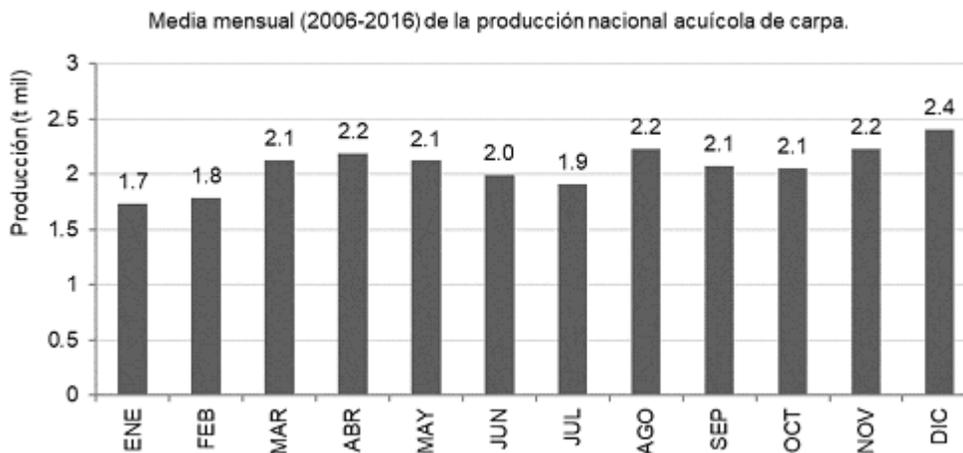
Fuente: Anuarios Estadísticos CONAPESCA (2017).

Unidades de producción acuícola por estado.

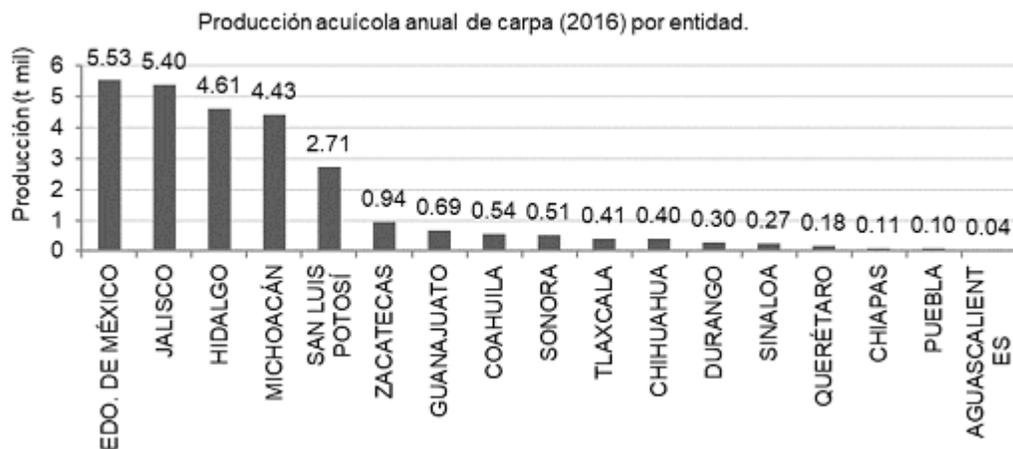
Estado	Núm. de Granjas	Núm. Granjas de Autoconsumo	Superficie Total de Cultivo (ha)
Chihuahua	8	42	5
Coahuila	36	20	35 338
Durango	5	NR	NR
Hidalgo	32	109	21.797
Colima	1	0	0
Puebla	NR	46	0.2824
Veracruz	2	0	1.211
Guanajuato	17	0	15.059
Ciudad de México	5	6	0.162
Tlaxcala	15	130	80
Estado México	52	1 508	17 739

*NR: No hay registro

Fuente: Subdelegaciones de Pesca (2016).

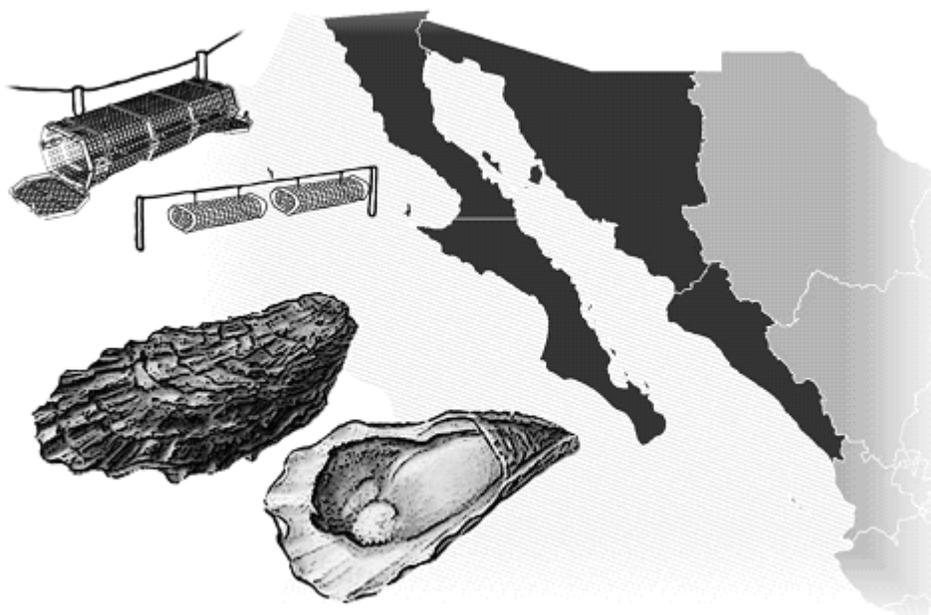


Fuente: Anuarios Estadísticos CONAPESCA (2017).



Fuente: Anuarios Estadísticos CONAPESCA (2017).

2.7 Ostión japonés



GENERALIDADES

Nombre común: Ostión japonés, Ostión del Pacífico.

Nombre Científico: *Crassostrea gigas* (Thunberg 1793). Sinonimia: *Ostrea gigas* Thunberg 1793

Nivel de dominio de biotecnología: Completa.

Origen: Originaria de Japón, introducida en México.

Mercado: Nacional e Internacional.

Limitantes técnico-biológicas de la actividad: Cambios bruscos de temperatura y mala calidad de agua.

Entidades con cultivo: Baja California, Baja California Sur, Sonora y Sinaloa.

ANTECEDENTES DE LA ACTIVIDAD ACUÍCOLA

El ostión japonés es una especie exótica, originaria de los mares de Japón y Corea donde habita en zonas estuarinas. Esta especie es considerada una de las más importantes en el mundo, ya que su producción es la más alta de todos los moluscos. En México, la introducción del ostión japonés se llevó a cabo con el fin de impulsar actividades de acuicultura en la región Noroeste del país por parte de investigadores del Instituto de Investigaciones Oceanológicas (IIO) de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC). Siendo el primer lote de semilla de ostión japonés en octubre del 1973. A partir de la primera siembra, en la década de los 80 comienza la producción experimental en diferentes centros del Noroeste del país. Los primeros cultivos en México se llevaron a cabo importando semilla fijada en concha madre proveniente de los Estados Unidos de América. No obstante, para el cultivo en otros sistemas como las cajas ostrícolas y los costales, se requería semilla individual o suelta, por lo que también se empezó a importar en esta modalidad. En 1984 se crea el Centro Ostrícola conocido como Centro Reproductor de

Especies Marinas del Estado de Sonora (CREMES), el cual fue el primer centro en México en producir semilla individual y larva fijadora a partir de productores locales.

Para la obtención de semilla y/o larva fijadora para cultivo en México, existen varias alternativas, que varían dependiendo de la demanda y de la disponibilidad que se tenga. Uno de los principales productores de semillas en el país es CREMES, seguida de Maxmar Mariscos, Sea Farmer, Maricultura del Pacífico, Acuacultura Robles y Bivalvos del Pacífico.

Actualmente, el cultivo de ostión presenta una eficiente propagación, formando polos de desarrollo acuaculturales debido a su excelente adaptación a las condiciones templadas del Pacífico Norte del país, principalmente en los estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora, y Sinaloa. En el 2010, de las 14 unidades de producción acuícola comerciales instaladas en B.C.S., sólo operaron ocho, las cuales realizan la engorda, a través de canastas ostrícolas y costales. En Baja California, se reporta la mayor producción se tienen más de 20 Unidades de Producción Acuícola (UPA) comerciales con sartas y costales, y Sinaloa tiene un número mayor de UPA, que generalmente utilizan canastas ostrícolas y camas en los cultivos. En el 2011, se registra un Permiso de Acuacultura de Fomento en Oaxaca. El desarrollo de la ostricultura es una actividad consolidada sin problemas ambientales, cuyo cultivo intensivo y de alto rendimiento, resulta ser una actividad económica prometedora y establecida en México.

INFORMACIÓN BIOLÓGICA

Distribución geográfica: Originario de Japón; sin embargo, su distribución se extiende en América, Australia y Europa por fines acuícolas.

Morfología: Concha sólida con dos valvas desiguales, extremadamente rugosa, aflautada y laminada. La valva izquierda profundamente cóncava y la valva derecha plana con picos protuberantes. Color blanquecino con estrías moradas y puntos que radian del umbo. El interior de la concha es blanco, con un solo músculo que algunas veces es oscuro sin llegar al negro.

Ciclo de vida: Organismo dioico que tiene alternancia de sexos al final del ciclo de reproducción. La fecundación es externa. El estadio larval es planctónico y su duración depende de la temperatura del agua, generalmente dura 3 semanas entre las temperaturas de 19-20 °C y aproximadamente 10 días a temperaturas de 27 °C. Los estadios juvenil y adulto son bentónicos a partir del cual se mantienen fijos a un sustrato. El asentamiento y fijación de los juveniles depende de la salinidad y corrientes de agua.

Hábitat: Especie estuarina que tiene preferencia a sustratos firme, la cual vive adherida a rocas, desechos y conchas. Habita desde la zona intermareal más profunda hasta profundidades de 40 m. También pueden encontrarse en fondos arenosos y lodosos.

Alimentación en el medio natural: Filtradores de fitoplancton.

CULTIVOENGORDA

Biotecnología: Completa, se realiza tanto la producción de crías en laboratorios como la engorda en unidades de producción, principalmente, en el mar.

Sistemas de cultivo: Dependiendo de la etapa de cultivo: intensivo (larvas, postlarvas y juveniles), semi-intensivo (juveniles y engorda).

Características de la zona de cultivo: Zonas estuarinas con rango de mareas amplio. Desde el intermareal hasta profundidades de 40 m con sustratos firmes.

Artes de cultivo: Tanques con sistemas de flujo continuo, líneas madre o "long-line" en donde se suspenden cajas ostrícolas tipo "Nestier" o sartas, balsas con sartas o cajas ostrícolas, estantes o racks con sartas (anexo "Artes de cultivo"). También se utilizan costales que se colocan en camas (Sistema Francés).

Promedio de flujo de agua para el cultivo: Variable, dependiendo de la zona de cultivo.

Densidad de siembra: Varía en cada etapa del cultivo y el tipo de sistema: cuando se utilizan canastas o cajas ostrícolas, la semilla se coloca dentro de una bolsa de malla mosquitera para evitar la pérdida de los organismos por los orificios de los cestos. Generalmente, al inicio de la siembra se colocan 2000-2500 org/canasta, y posteriormente se realizan desdobles o aclareos hasta obtener aproximadamente 50-100 ostiones por canasta.

Tamaño del organismo para siembra: 3-5 mm de longitud. Organismos para exportación a los EUA 5 milímetros.

Porcentaje de sobrevivencia: Extensivo, 70-80%; semi-intensivo e intensivo, 80-90%.

Tiempo de cultivo: Dependiendo de la temperatura puede variar de 8-10 meses o de 10-14 meses. El promedio del ciclo de cultivo es de 12 meses.

Peso de cosecha: 70-100 g.

PIE DE CRÍA

Origen: Nacional y de importación.

Procedencia: Laboratorios privados productores de moluscos en los estados de Sonora y de Baja California Sur.

ALIMENTO

En sistemas intensivos y semi-intensivos para el cultivo larvario y de semillas o juveniles, se proporcionan microalgas producidas en laboratorio.

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Parámetro	Mín.	Máx.
Temperatura (°C)	15	30
Oxígeno disuelto (mg/l)	3	6
pH	7.5	8
Salinidad (ups)	20	35

SANIDAD Y MANEJO ACUÍCOLA

Importancia de la sanidad acuícola: Estricto seguimiento y control sanitario, enmarcados en las políticas del Programa Mexicano de Sanidad de Moluscos Bivalvos (PMSMB). Observando los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua (CE-CCA-001, D.O.F. 13/XII/1989), en lo referente a acuicultura de moluscos bivalvos.

Enfermedades reportadas: De acuerdo a la OIE el ostión japonés es susceptible a las siguientes enfermedades: Herpesvirus del Ostión, *Bonamia exitiosa*, *Bonamia ostreae*, *Perkinsus marinus*, *Perkinsus olseni*, *Marteilia refringens*, *Mikrocytos mackini*, *Haplosporidium nelsoni*, así como enfermedades bacterianas y otras enfermedades virales.

Buenas prácticas de producción acuícola: En el cultivo de ostión se debe considerar: a) Producción de moluscos inocuos; b) Selección adecuada del sitio de cultivo; c) Manejo adecuado de los organismos; d) Operaciones durante el ciclo productivo que minimicen perturbaciones ambientales (biológicas o químicas) y e) medidas de bioseguridad que aseguren la salud de los moluscos bivalvos. Mayor información consultar el Manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Moluscos Bivalvos para la Inocuidad Alimentaria. (www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/167791/5_Manual_Moluscos_Bivalvos.pdf).

Buenas prácticas de higiene: Para protección de la salud pública, es necesario consultar la Guía Técnica del PMSMB de la COFEPRIS, así como las disposiciones obligatorias y lineamientos en materia de buenas prácticas de higiene, disponibles en las páginas electrónicas: www.gob.mx/cofepris.

MERCADO

Presentación del producto: Fresco, congelado, entero, congelado media concha, enlatado, ahumado, fresco congelado y empacado al vacío.

Precios del producto: Aproximadamente de \$60.00 MXN el kg. Para mayor información consultar la página de www.economia-sniim.gob.mx/nuevo/

Mercado del producto: Local, regional, nacional y exportación.

Puntos de ventas: Pie de granja, mercados y restaurantes locales. Exportación al extranjero.

INFORMACIÓN Y TRÁMITES

Para el desarrollo de la actividad deberán de realizarse los trámites conducentes en Materia de Impacto Ambiental y, en su caso, de Zona Federal Marítimo Terrestre ante la SEMARNAT, así como el trámite de Concesión Acuícola o el Permiso para la recolección del medio natural de reproductores y organismos acuáticos vivos en cualquier fase de desarrollo destinados para la actividad acuícola.

1. www.gob.mx/conapesca
2. www.gob.mx/senasica
3. www.gob.mx/cofepris
4. www.gob.mx/semarnat
5. www.gob.mx/conagua
6. <http://187.191.71.208/BuscadorTramites>

NORMATIVIDAD

Además de revisar el anexo normatividad general, verificar la siguiente normativa específica para la especie:

NOM-031-SSA1-1993 Bienes y servicios. Productos de la pesca. Moluscos bivalvos frescos-refrigerados y congelados. Especificaciones sanitarias. (D.O.F. del 03/VI/1995).

MANEJO ECOSISTÉMICO

1. Realizar las actividades de captura y cultivo en zonas clasificadas sanitariamente por el Programa Mexicano de Sanidad de Moluscos Bivalvos (PMSMB).
2. Continuar con la investigación y validación de sistemas con tecnología avanzada como el "cultivo en costales con densidades altas" que contemple bajo costo de operación y sean amigables con el medio ambiente.
3. Promover la introducción de laboratorios piloto para la producción de semilla en cada sistema lagunar como estrategia para la rehabilitación y potenciación comercial.
4. Las áreas de engorda y de cosecha del producto deben cumplir con las disposiciones sanitarias de la Secretaría de Salud, así como del Programa Mexicano de Sanidad de Moluscos Bivalvos.

5. Asistirse del Consejo Nacional Ostrícola y el Comité Estatal Sistema Producto Tabasco para elevar los estándares de calidad del producto y lograr la inserción en mercados competitivos.
6. Impulsar la creación de Unidades de Manejo Acuícola (UMAC) con sus respectivos planes de manejo, lo anterior para lograr el desarrollo, ordenado y sustentable de la acuicultura.
7. Atender los lineamientos del Programa Mexicano de Sanidad de Moluscos Bivalvos (PMSMB), observando los criterios ecológicos de calidad del agua (CE-CCA-001, D.O.F. 13/XII/1989), particularmente en lo referente a acuicultura de moluscos bivalvos.
8. En aspectos sanitarios se observarán las especificaciones de la NOM-242-SSA1-2009 Productos y servicios. Productos de la pesca frescos, refrigerados, congelados y procesados. Especificaciones sanitarias y métodos de prueba, publicada por la Secretaría de Salud, así como las recomendaciones y especificaciones de la NMX-FF-001/2FF-SCFI-2011 D.O.F. 27/II/2012 sobre el ostión del Atlántico del género *Crassostrea* spp. en concha vivo y pulpa envasada que establece la Secretaría de Economía.

INVESTIGACIÓN Y BIOTECNOLOGÍA

Desarrollo tecnológico: Desarrollar un programa de seguimiento y mejoramiento genético para producir organismos resistentes a enfermedades, que permitan obtener un crecimiento más rápido.

Sanidad: Continuar con el PMSMB e identificar los agentes infecciosos en el crecimiento y calidad del producto.

Inocuidad: Promover las investigaciones en materia de inocuidad y salud pública.

Comercialización: Desarrollar tecnologías avanzadas de empaque y conservación, cumpliendo con los estándares de calidad que establece la normatividad para la producción de moluscos bivalvos.

Tecnología de cultivo: Impulsar y apoyar la investigación sobre las artes de cultivo, con el fin de incrementar la producción a bajo costo y de manera sustentable.

Tecnología de alimentos: Proponer valor agregado al producto ostión para incrementar su consumo en el mercado nacional e internacional.

EFFECTOS AMBIENTALES Y CAMBIO CLIMÁTICO

Como consecuencia de los efectos del cambio climático en el cultivo de moluscos bivalvos, se dan las siguientes consideraciones:

- a) Mejorar la selección de los reproductores para la obtención de crías que puedan ser tolerantes a temperaturas más altas y mejorar el proceso de calcificación de la concha.
- b) Mejorar las instalaciones de cultivo que permita cultivar un organismo tolerante al cambio climático, regulación del seguimiento.
- c) Implementar sistemas de monitoreo de las condiciones climatológicas en los sitios de cultivo que permita tomar decisiones en el seguimiento del mismo.

ESTADÍSTICA DE PRODUCCIÓN

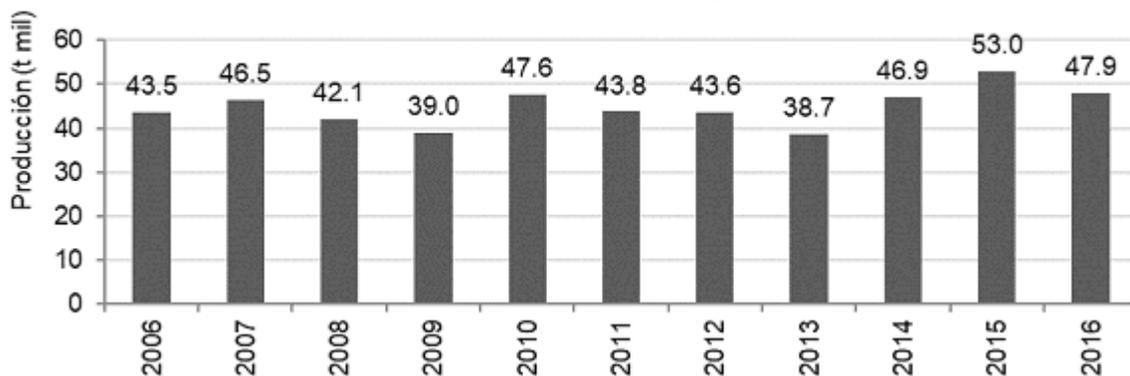
Unidades de producción acuícola por estado.

Estado	Núm. de Granjas	Superficie Total de Cultivo (ha)
Baja California	29	1 353
Baja California Sur	28	444.48
Sonora	27	1 317.21

Fuente: Subdelegaciones de Pesca (2016).

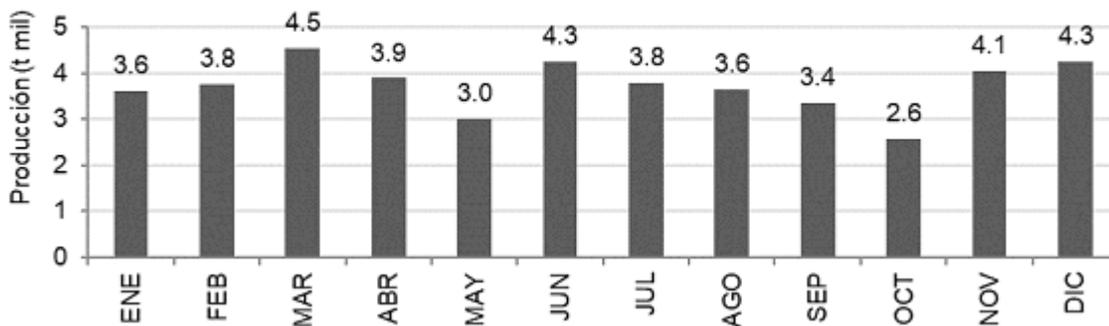
Los datos que se presentan a continuación provienen de los anuarios estadísticos para ostión como grupo; sin embargo, no se especifica a nivel de especie:

Producción nacional acuícola de ostión (2006-2016).



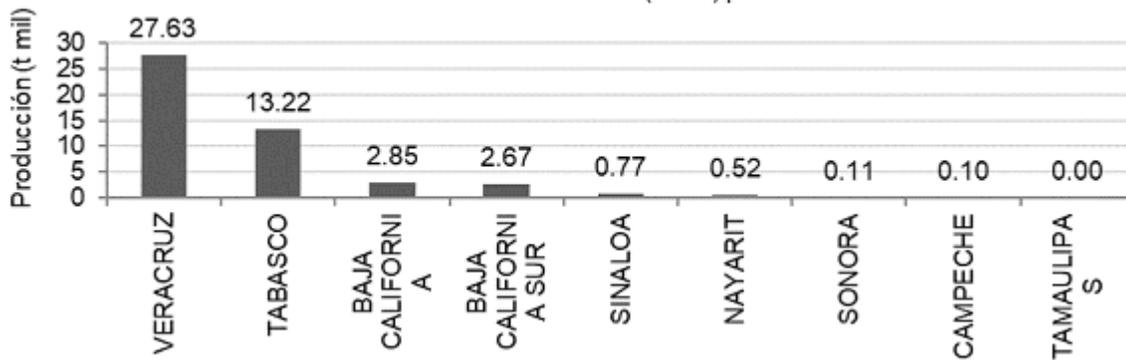
Fuente: Anuarios Estadísticos CONAPESCA (2017).

Media mensual (2006-2016) de la producción nacional acuícola de ostión.



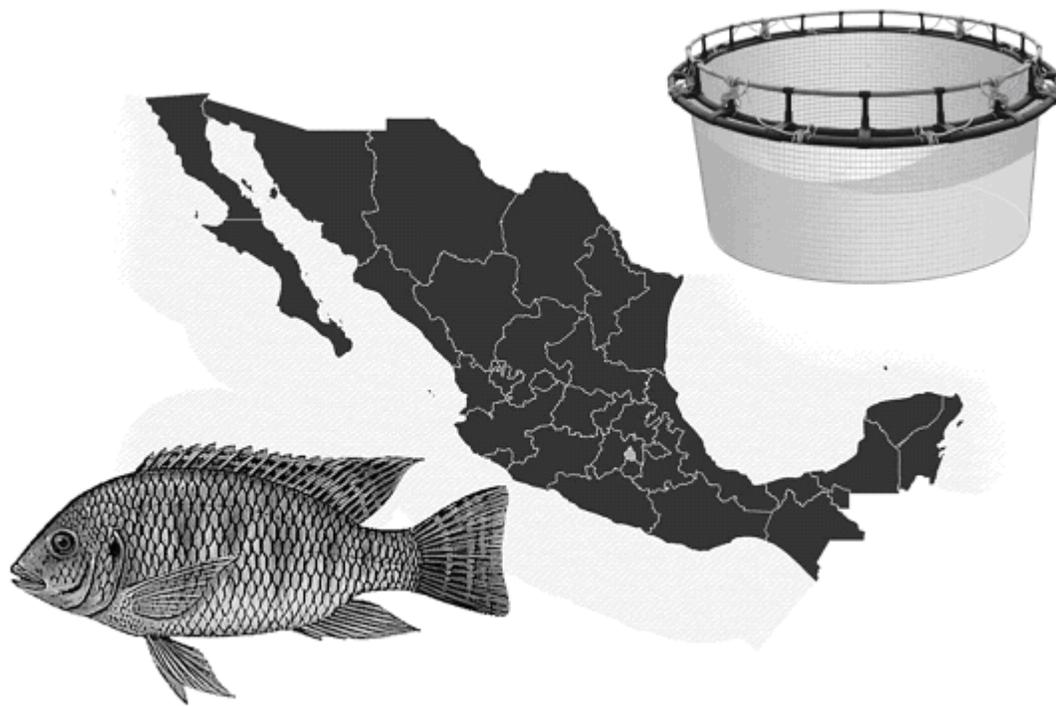
Fuente: Anuarios Estadísticos CONAPESCA (2017).

Producción acuícola anual de ostión (2016) por entidad.



Fuente: Anuarios Estadísticos CONAPESCA (2017).

2.8 Tilapia



GENERALIDADES

Nombre(s) común(es): Tilapia herbívora¹, tilapia del Nilo², tilapia Stirling³, tilapia blanca⁴, tilapia azul⁵, tilapia de Mozambique⁶, tilapia naranja⁷ y tilapia mojarra⁸ (Los superíndices relacionan el nombre común con su respectivo nombre científico).

Nombre científico: Las especies que se incluyen son: *Tilapia rendalli* (Boulenger 1897), *Oreochromis niloticus*² (Linnaeus 1758), *O. niloticus* Var. Stirling³, *O. niloticus* Var. Rocky Mountain⁴, *Oreochromis aureus*⁵ (Steindachner 1864), *Oreochromis mossambicus* (Peters 1852)⁶, *O. mossambicus* Var. Naranja⁷, *Oreochromis urolepis* (Norman 1922)⁸. Sinonimias *O. aureus* (Steindachner, 1864) (= *Tilapia aurea* (Steindachner 1864); *Chromis aureus* Steindachner, 1864); *O. mossambicus* (Peters 1852) (= *Sarotherodon mossambicus* (Peters 1852); *Tilapia mossambica* (Peters 1852); *Chromis mossambicus* Peters 1852); *O. niloticus* (Linnaeus 1758) (= *Tilapia nilotica* (Linnaeus 1758); *Perca nilotica* Linnaeus 1758); *O. urolepis* (Norman 1922) (= *Oreochromis urolepis hornorum* Trewavas 1966).

Nivel de dominio de biotecnología: Completo, se encuentran desarrolladas todas las etapas de cultivo: reproducción, crianza y engorda.

Origen: Nativas de África, introducidas en México.

Estatus del cultivo: Comercial.

Mercado: Nacional e Internacional.

Limitantes técnico-biológicas de la actividad: Abastecimiento de reproductores con calidad genética y sanitaria.

Entidades con cultivo: Baja California, Baja California Sur, Chiapas, Chihuahua, Ciudad de México, Coahuila, Colima, Estado de México, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Nayarit, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz, Yucatán y Zacatecas.

ANTECEDENTES DE LA ACTIVIDAD ACUÍCOLA

Las tilapias (*Oreochromis* spp. y *Tilapia* sp) fueron introducidas a México en 1964 procedentes de Estados Unidos y mantenidas primeramente en la Estación Piscícola de Temascal, Oaxaca. Es una de las especies que tienen gran importancia en la producción de proteína animal en aguas tropicales y subtropicales de todo el mundo, particularmente en los países en desarrollo.

Su cultivo, es uno de los más difundidos, la rentabilidad puede ser alta o baja según el sistema de cultivo. Es altamente productivo, debido a los atributos de la especie, como son: su rápido crecimiento, resistencia a enfermedades, elevada productividad, tolerancia a condiciones de alta densidad, capacidad para sobrevivir a diferentes salinidades (organismos eurihalinos), así como la aceptación de una amplia variedad de alimentos balanceados de tipo comercial de acuerdo a las necesidades de la especie. La acuicultura aporta 91% de la producción de tilapia en México, y se cultiva en 31 estados de la República Mexicana, siendo los mayores productores: Jalisco, Chiapas, Veracruz, Nayarit y Sinaloa.

INFORMACIÓN BIOLÓGICA

Distribución geográfica: Actualmente las especies del género *Oreochromis* se distribuye en América Central, sur del Caribe, sur de Norteamérica, sudeste asiático, Medio Oriente y África. La CONABIO la clasifica como especie invasora categoría "E" (CONABIO 2010).

Morfología: Cuerpo robusto comprimido y discoidal, raramente alargado. Boca protractil con labios gruesos, sólo en el caso de la especie *O. mossambicus*; mandíbulas anchas con dientes cónicos y en ocasiones incisivos. Aleta dorsal en forma de cresta con espinas y radios en su parte terminal. Aleta caudal redonda y trunca. El macho tiene dos orificios en la papila genital: el ano y el orificio urogenital, mientras que la hembra posee tres: el ano, el poro genital y el orificio urinario.

Ciclo de vida: La incubación es bucal y dura de 3-6 días. Los machos maduran de los 4-6 meses, y las hembras de los 3-5 meses.

Hábitat: Ambientes acuáticos dulceacuícolas (ríos, embalses, arroyos y lagos) y salobres (lagunas costeras y estuarios).

Alimentación en el medio natural: Omnívoras (fitoplancton, plantas acuáticas, algas, zooplancton, detritus, invertebrados, pequeños insectos y organismos bentónicos) a excepción de *T. rendalli* que es herbívora.

CULTIVOENGORDA

Biotecnología: Completa.

Sistemas de cultivo: Extensivo, intensivo y semi-intensivo. La clasificación depende de la densidad de siembra, suministro de alimento y tipo de sistema de cultivo.

Características de la zona de cultivo: Zonas tropicales cercanas a una fuente de agua natural (ríos, embalses, lagos y lagunas). Actualmente, se lleva a cabo el cultivo de tilapia en el estado de Hidalgo principalmente en presas.

Artes de cultivo: Estanques rústicos tanques de concreto o de geomembrana, rectangulares, circulares, cuadrados, hexagonales, octagonales y jaulas flotantes. Se pueden usar para mantenimiento de temperatura, estructuras tipo invernadero de malla sombra o para mantener la temperatura en zonas templadas.

Promedio de flujo de agua para el cultivo: El porcentaje de recambios de agua varía del 5 al 20%, según la etapa y sistema de cultivo hasta el 100% en sistemas intensivos.

Densidad de Siembra: Varía en cada etapa del cultivo y el tipo de sistema. En un sistema semi-intensivo se recomienda:

Etapa de Cultivo	Superficie de Cultivo (m2)	Densidad de Siembra* (org/m2)
Siembra	350-850	100-150
Pre-engorda	450 1 500	2050
Engorda	1 0005 000	10-30

Peso del organismo para siembra: 1-5 g.

Porcentaje de sobrevivencia: Extensivo 7580%; semi-intensivo e intensivo 8095%.

Tiempo de cultivo: Hasta dos ciclos por año de cinco a siete meses.

Peso de cosecha: 300-500 g.

PIE DE CRÍA

Origen y procedencia: Las crías nacionales son producidas en Centros Acuícolas de la CONAPESCA y en UPA particulares. En el 2010, se reporta la importación de 10 000 alevines procedentes de Cuba y 10 000 juveniles del Reino Unido, para ser usados como pie de cría.

ALIMENTO

Alimento comercial peletizado y extruido (flotante) para todas las etapas de cultivo, por lo cual varía en el tamaño de pellet y contenido de proteínas.

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

La reproducción se inhibe a temperaturas <20 °C, y resulta letal <11 °C. *La salinidad dependerá de la especie o línea de tilapia o de un proceso previo de aclimatación de las crías a cierta salinidad.

Parámetro	Óptimo	Límites
Temperatura	24 °C-29 °C	>22 <32 °C
Oxígeno disuelto	<5 mg/l	>3 mg/l
pH	7.5	>6.5 - <8.5
CO2	<30	<50
Amonio	0.1	<0.1 mg/l
Nitritos	4.6	<5 mg/l
Salinidad	<20*	<20
Turbidez	25	<30

SANIDAD Y MANEJO ACUÍCOLA

Importancia de la sanidad acuícola: Prevenir enfermedades con la finalidad de producir un producto inocuo, además de no tener pérdidas en la producción.

Enfermedades reportadas: Los principales agentes infecciosos son: *Pseudomona* sp., *Aeromonas* sp., *Vibrio* spp., *Flexibacter columnaris*, *Gnathostoma* spp., *Streptococcus initiae*, *Saprolegnia* sp., *Ichthyophthirius multifiliis*, *Trichodina* sp., *Contracaecum* sp., *Diplostomun* sp., *Cichlidogyrus* sp., *Gyrodactylus* sp., *Argulus* sp. y *Lernaea* sp.

Buenas prácticas de producción acuícola: Mayor información: Manual de Buenas Prácticas en la Producción Acuícola de Tilapia.

(https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/167794/7_Manual_Tilapia.pdf).

MERCADO

Presentación del producto: Entera fresca eviscerada y limpia (sin escamas), entera congelada eviscerada y en filete fresco o congelado.

Precios del producto: La tilapia chica se vende por un precio aproximado de \$35.00 MXN, máximo de \$38.00 MXN y mínimo de \$33.00 MXN este producto se vende por kg, mientras que la tilapia grande se vende por un precio aproximado de \$40.00 MXN, máximo de \$43.00 MXN y mínimo de \$38.00 MXN Para mayor información consultar la siguiente página: www.economia-sniim.gob.mx/

Talla promedio de presentación: 250-600 g.

Mercado del producto: Local, Regional, Nacional e Internacional.

Puntos de ventas: Se comercializa a pie de granja, mercados y restaurantes locales. En las grandes ciudades el producto sólo alcanza a abastecer los requerimientos del mercado local.

INFORMACIÓN Y TRÁMITES

1. www.gob.mx/conapesca
2. www.gob.mx/senasica
3. www.gob.mx/semarnat
4. www.gob.mx/conagua
5. <http://187.191.71.208/BuscadorTramites>

NORMATIVIDAD

Para esta especie no se cuenta con ninguna normatividad específica, revisar el anexo normatividad general.

MANEJO ECOSISTÉMICO

1. Cumplir al menos con las especificaciones emitidas en el Manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Tilapia.
2. Establecer un Programa Nacional de Bioseguridad para la certificación sanitaria de las líneas de reproductores, huevo y cría de tilapia nacionales.
3. El traslado de organismos sólo se realizará previo diagnóstico sanitario y certificado de movilización.
4. Fomentar el Análisis de Riesgo y Control de Puntos Críticos (HACCP, por sus siglas en inglés), en las unidades de producción.
5. Elevar los estándares de calidad del producto para penetrar en el mercado nacional y del extranjero, el cual es altamente competitivo.
6. Impulsar la creación de Unidades de Manejo Acuícola (UMAC) con sus respectivos planes de manejo, lo anterior para lograr el desarrollo, ordenado y sustentable de la acuicultura.
7. Enfocar esfuerzos por parte de la Dirección General de Organización y Fomento de la CONAPESCA, así como del SENASICA, para apoyar con mayor asistencia técnica a los productores.
8. En caso de existir descarga de efluentes a canales, ríos, lagos y aguas costeras y estos puedan causar eutrofización o cambios no deseados en los ecosistemas; se tienen que tomar las siguientes medidas:
 - I. Tratamiento de aguas residuales y sedimentos en la granja o en instalaciones a un nivel superior.
 - II. Uso más eficiente de los insumos.
 - III. Limitar la producción en función de la capacidad estimada del ambiente.
 - IV. Aumento de la capacidad del medio ambiente mediante el desarrollo o mejora de los sistemas de tratamiento natural o de infraestructura.
 - V. Rotación y descanso de sitios, con la finalidad de reducir los impactos bentónicos locales y permitir un tiempo necesario para la recuperación.
 - VI. Desalentar el uso no sostenible de semillas, juveniles y reproductores silvestre.

9. Promover el cuidado y reciclamiento del recurso agua.
10. Programa Nacional de Bioseguridad para la certificación sanitaria continua de las líneas de reproductores, huevo y crías.
11. Diseño de mejores sistemas de cultivos que permitan bajar los costos de operación.
12. Mejorar la eficiencia de la producción para ofertar el producto a precios competitivos.
13. Impulsar la creación de Unidades de Manejo Acuícola (UMAC) y planes de manejo, lo anterior para lograr el desarrollo ordenado y sustentable de la acuicultura.
14. Programa nacional (talleres) para implementar las buenas prácticas de producción en el cultivo de tilapia.
15. Implementación de proyectos estratégicos de planeación técnica, comercial y gubernamental.
16. Desarrollo y transferencia de tecnologías para el uso de dietas alternativas y/o complementarias.

INVESTIGACIÓN Y BIOTECNOLOGÍA

Desarrollo tecnológico: Desarrollar un programa de seguimiento y mejoramiento genético para producir líneas de calidad con buenos rendimientos de carne. Mejorar la tecnología en la obtención de crías masculinas o al menos obtener números por encima del 95% de machos.

Sanidad: Evaluar los efectos o daños de los agentes infecciosos en el crecimiento y calidad del producto. Realizar estudios epidemiológicos y estandarización de técnicas para el diagnóstico de enfermedades de alto riesgo.

Comercialización: Fomentar el Análisis de Riesgo y Control de Puntos Críticos (HACCP, por sus siglas en inglés), que permita obtener productos de mejor calidad. Establecer estrategias para minimizar la importación de tilapia, por lo cual se deberán establecer mejores estándares de producción que permitan la homogeneidad del producto, permitiendo la venta del producto a gran escala.

Tecnología de cultivo: Impulsar y apoyar la investigación sobre el cultivo de tilapia en sistemas de bajo costo de operación. La metodología del cultivo no tiene un patrón definido, el manejo para cada sitio es particular y está en relación a las condiciones y características de cada una de las UPA, así como el criterio del productor acuícola. Por lo anterior, se recomienda la implementación de bitácoras para el registro permanente de las actividades cotidianas en los centros de trabajo, así como también el desarrollo de investigación práctica paralela a las actividades de producción. Es necesario establecer un diseño de sistema hidráulico (entrada y salida de agua) para cada tipo de estructura/estanquería: cubos y/o circulares, esto es, la implementación de entradas horizontales y verticales, con opción de alineamiento y control del flujo del agua, para crear efectos rotacionales y tangenciales que permitan la adecuada remoción de sólidos, lo anterior, con la finalidad de dar al organismo una calidad de agua óptima, para un mejor aprovechamiento del alimento y que el productor suministre cantidades adecuadas, logrando así una forma eficiente de los recursos que se emplean.

Tecnología de alimentos: Elaborar nuevas propuestas de presentaciones de la tilapia para incrementar su consumo y su valor agregado al producto. Procesamiento para dar valor agregado a los productos, desarrollando nuevas presentaciones para incrementar su consumo y exportación.

EFFECTOS AMBIENTALES Y CAMBIO CLIMÁTICO

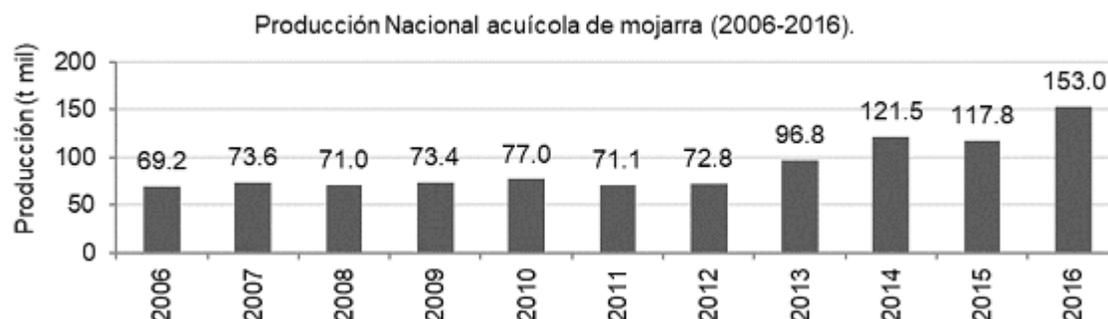
Como consecuencia de los efectos del cambio climático en el cultivo de peces, se dan las siguientes consideraciones:

Los cambios en la distribución, en la composición de las especies y en los hábitats, harán que se hagan modificaciones en las prácticas acuícolas, en donde se tendrá que modificar la ubicación de las instalaciones o de mejorar las prácticas alimenticias. O colocar estructuras tipo invernadero que mantengan el aire caliente y el agua tibia. Sobre las prácticas alimenticias se daría de comer una vez al día o cuando la temperatura del agua rebase los 20 °C.

Como medidas de adaptación, se recomienda lo siguiente:

1. Mejorar la selección de crías para conseguir la tolerancia a temperaturas más altas.
2. Reemplazo de la harina y aceite de pescado, nuevas formas de procesamiento de alimentos y adopción de productos no carnívoros.
3. Prevención y seguir las normas sanitarias para prevenir riesgos sanitarios.

ESTADÍSTICA DE PRODUCCIÓN



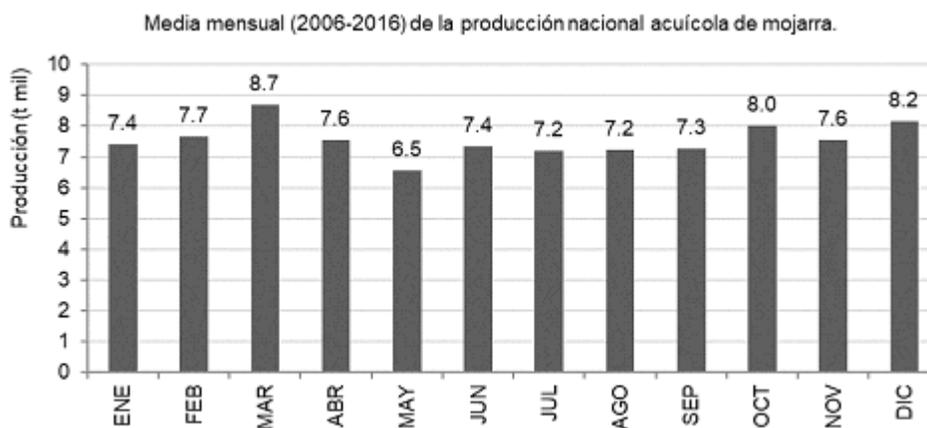
Fuente: Anuarios Estadísticos CONAPESCA (2017).

Unidades de producción acuícola por estado.

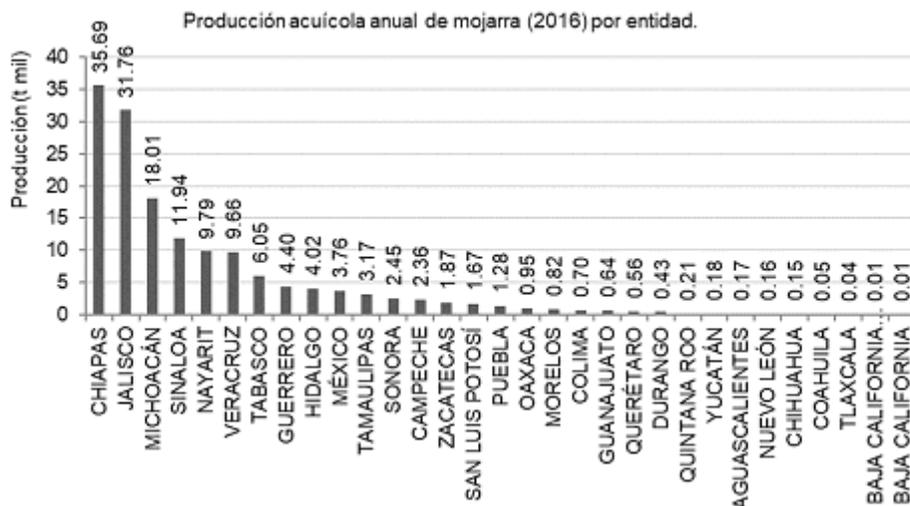
Etiquetas de Fila	Núm. de Granjas	Núm. Granjas de Autoconsumo	Suma de Superficie Total de Cultivo (ha)
Baja California	4	0	10
Baja California Sur	7	0	0.30
Chiapas	71	NR	693.15
Chihuahua	18	30	4.00
Ciudad de México	5	11	0.11
Coahuila	36	20	NR
Colima	82	0	91.57
Durango	10	NR	NR
Estado de México	152	102	5 147.00
Guanajuato	42	0	26.63
Guerrero	140	22	61.00
Hidalgo	190	282	15.90
Jalisco	9	0	0.77
Nayarit	14	NR	377.4
Quintana Roo	16	0	14 371
San Luis Potosí	20	NR	4.14
Sinaloa	95	0	85
Sonora	11	NR	24.20
Tabasco	350	990	133
Tamaulipas	7	0	0
Tlaxcala	26	5	0.00
Veracruz	1 114	488	516.27
Yucatán	16	10	16
Zacatecas	10	0	2.81

*NR: No hay registro

Fuente: Subdelegaciones de Pesca (2016).

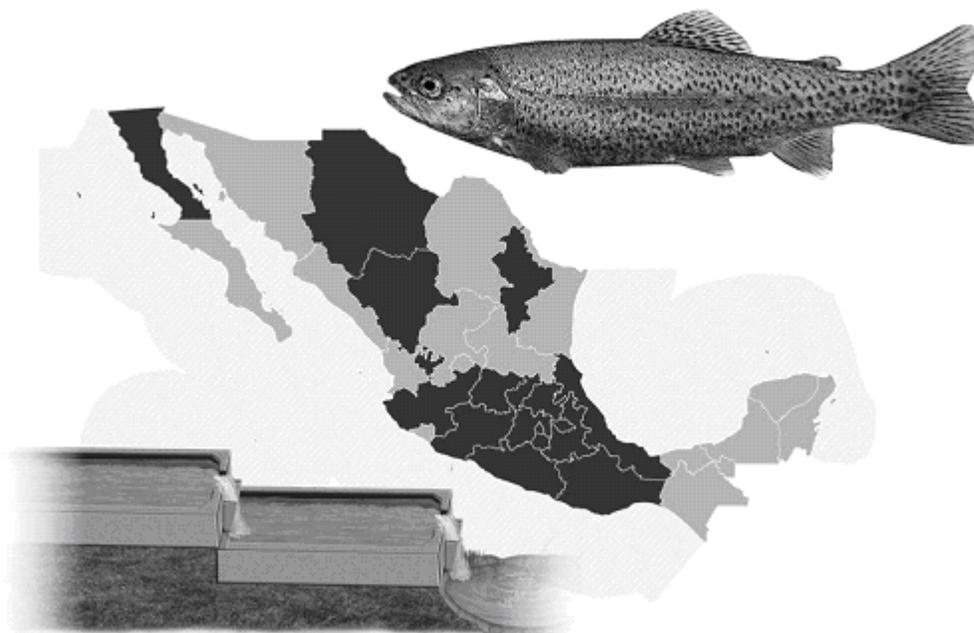


Fuente: Anuarios Estadísticos CONAPESCA (2017).



Fuente: Anuarios Estadísticos CONAPESCA (2017).

2.9 Trucha arcoiris



GENERALIDADES

Nombre común: Trucha arcoiris.

Nombre científico: *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum 1792). Sinonimia: *Salmo nelsoni* Evermann 1908; *Salmo mykiss* Walbaum 1792; *Parasalmo mykiss* (Walbaum 1792); *Salmo iridea* Gibbons 1855.

Nivel de dominio de biotecnología: Completo.

Origen: Costa Este del Océano Pacífico en Alaska.

Mercado: Nacional.

Limitantes técnico-biológicas de la actividad: Abastecimiento de reproductores para mejoramiento genético y biotecnología aplicada para la producción de huevo todo el año.

Entidades con cultivo: Baja California, Chihuahua, Ciudad de México, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Tlaxcala, Veracruz.

ANTECEDENTES DE LA ACTIVIDAD ACUÍCOLA

La trucha arcoiris fue introducida desde 1874 en las aguas de todos los continentes excepto la Antártica, con propósitos recreacionales para pesca deportiva y para acuicultura. Se han desarrollado varios linajes o cepas locales domesticadas como resultado de la expansión de su cultivo en las cuencas altiplánicas de muchos países tropicales y sub-tropicales, mientras que otras han surgido a través de selección masiva y entrecruzamiento para mejorar la calidad de los peces para cultivo.(FAO 2018). El cultivo de trucha arcoiris en México, inició a finales del siglo XIX proveniente de Estados Unidos (Álvarez del Villar 1970).

(Mendoza Alfaro *et al.* 2014), en el primer vivero natural en Chimela Lerma, Estado de México, con el fin de realizar repoblamiento en embalses y cuerpos de agua nacionales la actividad fue llamada piscicultura agrícola. (García-Mondragón *et al.* 2013). En 1937 se formalizó la reproducción de trucha arcoíris en la estación piscícola de Almoloya del Río (Mendoza Alfaro *et al.* 2014, y por Decreto se creó, en el Estado de México, el centro piscícola en Zalazar, que en 1943 se convirtió en el Centro Acuícola "El Zarco". Con esta acción el Estado de México se convirtió en la primera entidad federativa productora de crías de trucha arcoíris con fines de repoblación (Velásquez y Espinoza 1989). (García-Mondragón *et al.* 2013). En 1950 entró en funcionamiento el Centro Acuícola de Pucuat, Michoacán que actualmente es operado por el INAPESCA y se encuentra certificado como Unidad de Cuarentena por parte de SENASICA. La actividad es considerada como rentable; sin embargo ésta es afectada por diferentes enfermedades en los cultivos y en algunos casos por la falta de una buena calidad y volumen de agua.

La actividad trutícola se realiza principalmente en zonas con climas de templado a frío y en sitios con altitud superior a 1200 m sobre el nivel del mar.

INFORMACIÓN BIOLÓGICA

Distribución Geográfica: Se distribuye naturalmente en la costa Este del Océano Pacífico desde Alaska hasta la Península de Baja California en México. Introducida en diversos estados del país. Se encuentra en la lista de "Especies Exóticas Invasoras para México" (D.O.F. 07/XII/2016).

Morfología: Tiene el cuerpo de forma alargada y fusiforme, el dorso verdoso con flancos más claros y una banda irisada en todo el cuerpo. Presenta numerosas manchas negras en el dorso, flancos y sobre las aletas dorsal, adiposa y caudal. Los machos adultos tienen la cabeza más alargada que las hembras, mandíbula prominente, y coloración más acentuada.

Ciclo de vida: Se reproduce una vez al año durante los meses de octubre a marzo. El desove lo hacen sobre arena o grava en aguas con temperaturas de 8 a 13 °C. Los machos maduran a los 15-18 meses, las hembras después de los 2 años.

Hábitat: Ríos, lagos y lagunas de aguas frías, limpias y cristalinas. Prefieren corrientes moderadas y fondos pedregosos.

Alimentación en el medio natural: Se alimenta de pequeños peces, anfibios e insectos.

CULTIVOENGORDA

Biotecnología: Completa y estandarizada.

Sistemas de cultivo: Extensivo, intensivo y semi-intensivo.

Características de la zona de cultivo: Se cultiva tierra adentro usando como fuente, ríos, lagos y manantiales, con buena calidad de agua y oxigenación (>5 mg/l).

Artes de cultivo: Estanques rústicos, estanques rectangulares de concreto, tanques circulares de concreto o de geomembrana y "raceways" o canales de corriente rápida (ver Carta Nacional Acuícola en el apartado Artes de Cultivo, publicada en el D.O.F. el 06/VI/12).

Promedio de Flujo de agua para el cultivo: Varía en función de la infraestructura: En "raceways", mínimo de 90 l/s, con tres recambios por hora. En todos los casos el oxígeno disuelto en el agua no debe ser menor a 5 mg/l.

Densidad de Siembra: Depende del tipo de estanquería, flujo de agua, altitud y oxígeno disuelto. Se recomienda una densidad de 20-25 kg/m² a 10 °C. Se siembran crías de 5.08.0 cm.

Tamaño del organismo para siembra: 5.08.0 cm.

Porcentaje de sobrevivencia: Semi-intensivo 80%; intensivo 75%.

Tiempo de cultivo: Un ciclo por año con duración promedio de 7-12 meses, dependiendo de las condiciones ambientales del cultivo y del manejo.

Peso de cosecha: 250-300 g.

PIE DE CRÍA

Origen: El huevo oculado y crías de trucha se producen en Centros Acuícolas Federales. También se importa huevo oculado que proviene de Estados Unidos

Procedencia: Nacional y de importación. En el 2013, se reporta la importación de 902 500 huevos oculados de trucha, procedente de Estados Unidos de América (SENASICA 2013).

Centro acuícola	Estado	Producción de Cría
El Zarco	Estado de México	719,200
Apulco	Puebla	292,400
Total de la producción en el 2012		1,011,600

Fuente: CONAPESCA 2012.

Centros Acuícolas Federales: El Centro Acuícola de Pucuat actualmente se encuentra administrado por el Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura, transferido por la Delegación de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (antes SAGARPA) del Estado de México en 2012. Dicho Centro se ha transformado para el desarrollo de investigación para especies con potencial acuícola.

ALIMENTO

La formulación del alimento comercial para trucha varía en el contenido de proteínas, grasas y carbohidratos, así como en su tamaño, según la etapa de crecimiento del organismo. El porcentaje mayor de proteína, se presenta en las primeras etapas de crecimiento (52%) y más bajo para las últimas etapas de engorda (45%). Las presentaciones de alimento existentes en el mercado son peletizado, extruido, pigmentado para la producción de trucha salmonada, inmunopotenciado y alimento medicado en el caso de presencia de enfermedades.

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Parámetro	Mín.	Máx.
Temperatura °C	9	17
Oxígeno disuelto (mg/l)	5 (juveniles y adultos)	6 (huevos y alevines)
pH	4.5	10
Dureza (ppm)		25
Nitrito (mg/l)		<0.55
Nitrato (mg/l)		<100
Amonio (mg/l) (NH ₃)		<0.012
Alcalinidad (mg/l)	20	200
Sólidos en suspensión (ppm)		75

SANIDAD Y MANEJO ACUÍCOLA

Importancia de la sanidad acuícola: La prevención de enfermedades es el mejor elemento de control y juega un papel importante en los cultivos acuícolas. Las estrategias deben enfocarse en la prevención más que en el tratamiento de enfermedades.

Enfermedades reportadas: Necrosis Pancreática Infecciosa (IPNV), Necrosis Hematopoyética Infecciosa (IHN), Necrosis Eritrocítica Viral (VEN), Enfermedad viral por Herpes (HVSD), Enfermedad del torneo (Whirling disease), Enfermedad Bacteriana del Riñón (BKD), *Renibacterium salmoninarum*, y Septicemia Hemorrágica Viral (VHS).

Buenas Prácticas de Producción Acuícola: Algunos de los aspectos más relevantes son: a) utilizar huevos y crías certificados; b) oxigenación mayor a 5.5 mg/l; c) densidades de siembra adecuadas; d) agua limpia y con adecuada presión; e) desechar y enterrar los peces muertos o enfermos lejos del centro de producción; f) desinfectar el material utilizado en el cultivo; g) control adecuado de la alimentación; h) monitoreo mensual de la calidad del agua; i) prohibir animales domésticos en las instalaciones. Mayor información: Manual de Buenas Prácticas en la Producción Acuícola de Trucha (www.gob.mx/senasica).

MERCADO

Presentación del producto: Entera fresca, entera salmonada, entera ahumada.

Precios del producto:

1. www.economia-sniim.gob.mx
2. www.gob.mx/siap

Talla promedio de presentación: 250-300 g (aproximadamente 30 cm).

Mercado del producto: La comercialización se enfoca a mercados regionales.

Puntos de ventas: Corredores turísticos. Se comercializa a pie de granja con una estrategia de mercado en la que se asocia, en la mayoría de los casos, la creación de restaurantes regionales operados por comuneros aledaños a las áreas de producción. En las grandes ciudades, el producto tiene poca introducción debido a que el volumen de producción sólo alcanza para abastecer los requerimientos del mercado local. Sin embargo, se puede encontrar el producto en restaurantes, y cadenas comerciales.

INFORMACIÓN Y TRÁMITES

Para el desarrollo de la actividad deberán realizarse los trámites conducentes en Materia de Impacto Ambiental así como el trámite de Concesión Acuícola o Permiso para la acuicultura. En el caso de la acuicultura con la trucha nativa se debe realizar el registro como Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre ante la SEMARNAT.

1. www.gob.mx/conapesca
2. www.gob.mx/senasica
3. www.gob.mx/cofepris
4. www.gob.mx/semarnat
5. www.gob.mx/conagua

6. www.campomexicano.gob.mx/campo/index.php
7. <http://187.191.71.208/BuscadorTramites>

NORMATIVIDAD

Para esta especie no se cuenta con ninguna normatividad específica, revisar el anexo normatividad general.

MANEJO ECOSISTÉMICO

1. Desarrollo de salas de cuarentena para atender la demanda por Estado.
2. Normalización del cultivo de trucha: usos del agua, control de la entrada y salida del agua de las granjas, emisión de desechos al ambiente.
3. Programa Nacional de Bioseguridad para la certificación sanitaria continua de las líneas de reproductores, huevo y cría de trucha importados y nacionales.
4. Promover el cuidado y reciclamiento del recurso agua.
5. Políticas que promuevan consorcios o unidades de productores a diferentes escalas.
6. Elevar los estándares de calidad del producto para penetrar en el mercado extranjero, altamente competitivo.
7. Nuevos mercados para productos verdes.
8. Impulsa la transferencia de tecnologías existentes en el país.
9. Producción de huevo de trucha a través de la técnica de fotoperiodo para asegurar el abasto de huevo a nivel nacional.
10. Producción de alimentos de calidad y económicos que permitan la rentabilidad de las Unidades de Producción.
11. Impulsar la creación de Unidades de Manejo Acuícola (UMAC) con sus respectivos planes de manejo, lo anterior para lograr el desarrollo, ordenado y sustentable de la acuicultura.

INVESTIGACIÓN Y BIOTECNOLOGÍA

1. Desarrollo de técnicas para mejorar la producción; realizar cultivos monosexuales (sólo hembra), y con organismos estériles (triploides).
2. Producción de huevo de trucha a través de la técnica de fotoperiodo para asegurar el abasto de huevo a nivel nacional.
3. Producción de huevo y cría de trucha de la más alta calidad genética y sanitaria.
4. Desarrollo de centros de reproducción para conformar líneas genéticas propias y producir huevo de trucha arcoíris acordes a las condiciones regionales.
5. Tecnificación de los sistemas de producción a través de la introducción de oxígeno para incrementar la carga de los sistemas.
6. Desarrollo de técnicas para el aprovechamiento de agua (proyectos de recirculación y reusó de agua).
7. Utilización de energía renovable para operar las granjas de producción (solar, hidráulica y eólica).
8. Programa de seguimiento, manejo y mejoramiento genético, para producción de ovas de calidad genética y sanitariamente similares al huevo importado.
9. Realizar estudios epidemiológicos y la estandarización de técnicas de diagnóstico para enfermedades de alto riesgo.
10. Fomentar el Análisis de Riesgo y Control de Puntos Críticos (HACCP, por sus siglas en inglés), que permita obtener productos de mejor calidad.
11. Realizar estudios para diseñar e implementar estrategias de prevención y/o mitigación de los efluentes derivados de la actividad.
12. Desarrollo de nuevas formulaciones de alimentos que incluyan componentes de origen vegetal.

EFFECTOS AMBIENTALES Y CAMBIO CLIMÁTICO

La especie se cultiva en ecosistemas acuáticos continentales, donde los ciclos de producción siguen muy de cerca los cambios estacionales de la temperatura y las lluvias en el entorno terrestre circundante que crea un medio ambiente dinámico, donde la disponibilidad de hábitats acuáticos se modifica constantemente y los nutrientes se liberan intermitentemente, y los cuales se ven impactados por los efectos de los usos de tierras por el ser humano.

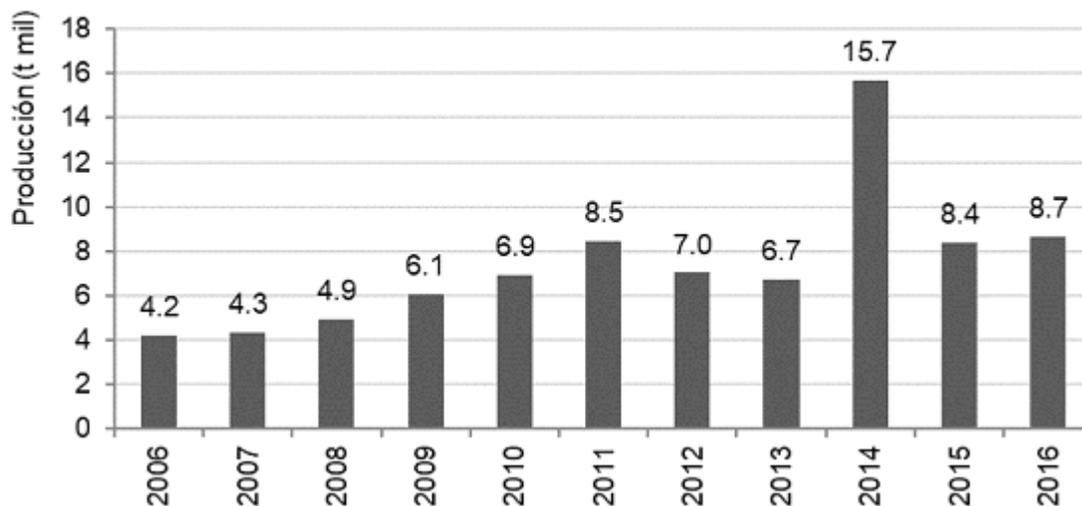
Debido al cambio climático, este tipo de ecosistemas se ven afectados por:

1. La variación en las precipitaciones anuales tienen un impacto directo en la perdurabilidad de los ambientes acuáticos afectando el tiempo de residencia del agua, ya que los niveles y caudales de la mayoría de ríos, lagos, embalses y humedales se vinculan a la precipitación a corto plazo de modo muy directo.
2. La temperatura del agua está directamente relacionada con el aumento de la temperatura global del aire causado por el efecto del aumento de gases efecto invernadero en la atmósfera.

3. Los aumentos de temperatura harán ascender la nitrificación de los suelos y, por escorrentía, el nitrato en los ríos. Teniendo el mismo efecto en el nitrógeno orgánico en cuencas predominantemente agrícolas.
4. La alteración de los regímenes de flujo resultantes del cambio climático puede influir en la frecuencia de los escapes desde instalaciones de acuicultura así como en la tasa de transmisión secundaria de especies no nativas a través de redes fluviales.

ESTADÍSTICA DE PRODUCCIÓN

Producción nacional acuícola de trucha (2006-2016).



Fuente: Anuarios Estadísticos CONAPESCA (2017).

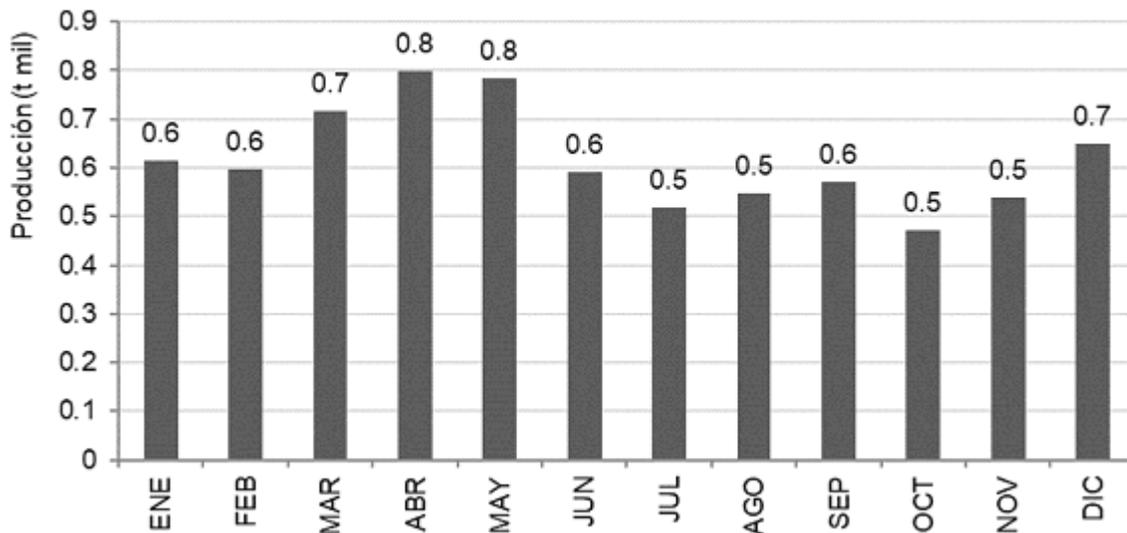
Unidades de producción acuícola por estado.

Etiquetas de Fila	Núm. de Granjas	Núm. Granjas de Autoconsumo	Superficie Total de Cultivo (ha)
Baja California	2	0	35.00
Chihuahua	150	0	15.00
Ciudad de México	7	0	0.08
Durango	12	NR	NR
Estado México	489	20	217.00
Guerrero	14	0	0.41
Hidalgo	60	70	2.19
Puebla	207	NR	2.45
Sonora	2	NR	1.68
Tlaxcala	5	3	0.02
Veracruz	217	63	14.73

*NR: No hay registro

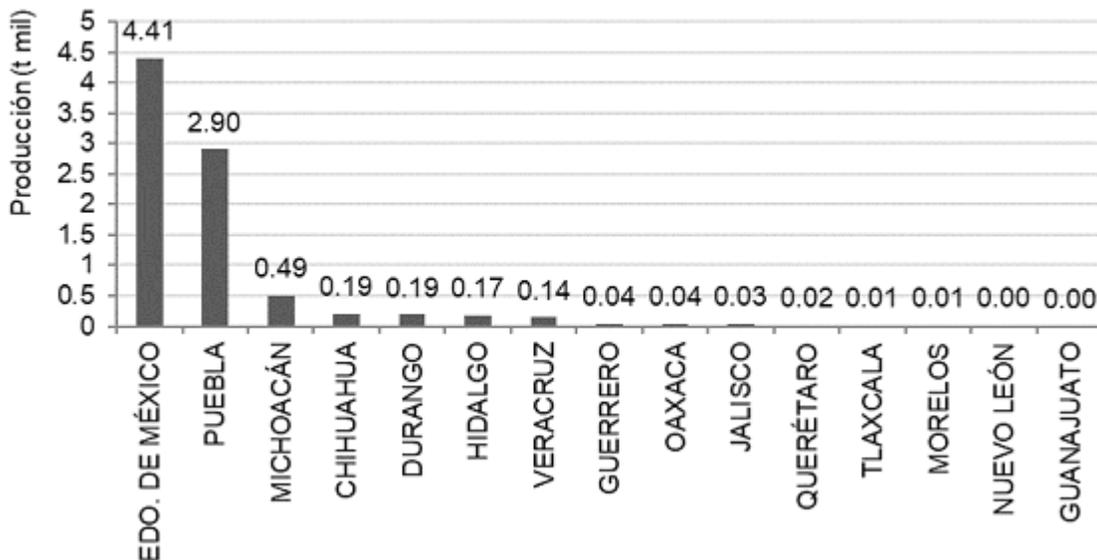
Fuente: Subdelegaciones de Pesca (2016).

Media mensual (2006-2016) de la producción nacional acuícola de trucha.



Fuente: Anuarios Estadísticos CONAPESCA (2017).

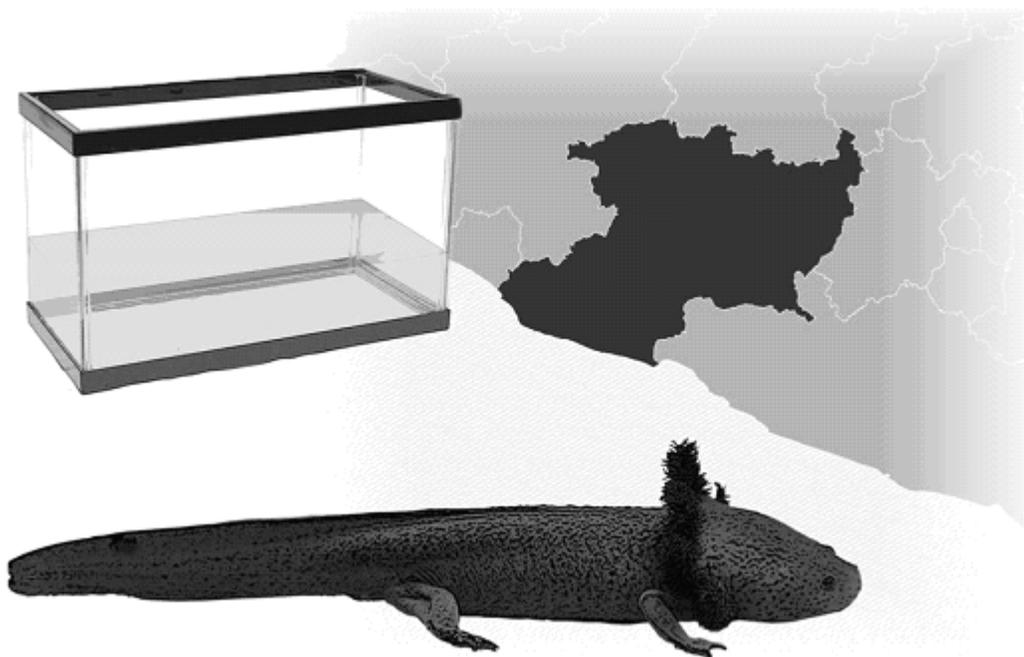
Producción acuícola anual de trucha (2016) por entidad.



Fuente: Anuarios Estadísticos CONAPESCA (2017).

III. ACUICULTURA DE FOMENTO

3.1 Achoque



GENERALIDADES

Nombre común: Achoque, achójki y ajolote de Pátzcuaro.

Nombre científico: *Ambystoma dumerilii* (Dugès 1870). Sinonimia: *Siredon dumerilii* Dugès 1870.

Nivel de dominio de la biotecnología: Incompleto.

Origen: Especie endémica del lago de Pátzcuaro.

Estatus del cultivo: Piloto y experimental.

Mercado: Local.

Limitantes técnico-biológicas de la actividad: La fragmentación del hábitat natural, escasez de vegetación, la presencia de toxinas en el agua y las variaciones térmicas, menores o mayores al intervalo óptimo de 16 °C a 22 °C, promueven la condición de estrés y aparición de enfermedades.

Entidad de cultivo: Michoacán.

ANTECEDENTES DE LA ACTIVIDAD ACUÍCOLA

Desde tiempos prehispánicos en la región de Pátzcuaro, el achoque se ha utilizado como fuente de alimento por tener un alto contenido energético y como medicina alternativa para tratamientos de asma y enfermedades respiratorias. Los primeros registros de la reproducción en cautiverio fueron en 1992, cuando, el Centro Regional de Investigación Acuícola y Pesquera (CRIAP) de Pátzcuaro, Michoacán adquirió un lote de 86 huevos; por lo que se desarrollaron investigaciones sobre el cultivo y manejo del achoque; actualmente cuenta con un lote de organismos reproductores, de los cuales se ha obtenido valiosa información de sus hábitos reproductivos, alimenticios y de sus requerimientos para el manejo en cautiverio.

INFORMACIÓN BIOLÓGICA

Morfología: Especie corpulenta de gran tamaño con cabeza plana más ancha que el tronco, redondeada y aplanada dorso-ventralmente, presenta aletas caudales y pocas branquias en la superficie anterior del arco branquial. Su cola es aplanada lateralmente y tiene una coloración verde olivo, con una mezcla de tonalidades marrones y pardas. En las extremidades y la región ventral la coloración es más pálida que en el resto del cuerpo. Es común encontrar especímenes con hendiduras en la parte de la cabeza y el dorso las cuales son producto de glándulas mucosas en la piel.

Este animal es de color marrón claro a marrón y homogéneo en su coloración. Las características distintivas incluyen una cabeza plana y ancha, aletas caudales y pocas branquias en la superficie anterior del arco branquial (se discute la cantidad exacta). La salamandra también se puede identificar por perennibranchio (de por vida), branquias hiperfilamentosas y dedos diminutos y palmeados, y el cuarto dedo posee tres falanges (Brandon, 1992, Smith, 1948). Un espécimen sexualmente maduro mide, desde el hocico hasta el orificio de ventilación, más de 122 mm; no hay diferencia de longitud corporal entre los sexos. De especímenes preservados, el tamaño total oscila entre 128-282 mm (Brandon, 1970).

Las extremidades anteriores y posteriores tienen una membrana interdigital que le permite desplazarse con mayor facilidad en el agua. La aleta dorsal caudal comienza en un punto de la línea media dorsal, a nivel de las extremidades anteriores, siendo continua hasta la punta de la cola. Las branquias son espesas y de una coloración rojiza y del café claro al oscuro. El pliegue gular es visible y sus dientes premaxilares-maxilares son de 63 a 64, su temperatura corporal refleja la temperatura de su entorno inmediato, por lo que intervalos óptimos en la temperatura del agua (menores a 20 °C) son fundamentales en la sobrevivencia del organismo.

Ciclo de vida: El achoque es un anfibio, que conserva su forma larval en la edad adulta, es decir es un organismo maduro sexualmente con la forma de una larva, presenta fertilización interna. Esta adaptación de mantener la forma de larva en la edad adulta se le conoce como neotenia, lo que le caracteriza que viva en tierra, y como consecuencia no pueda transformarse en salamandra y por ende no pueda colonizar otro hábitat. La madurez sexual se alcanza aproximadamente al año de edad y a partir de este momento tal vez se observen las diferencias entre machos y hembras. En los machos se presenta un incremento en el tamaño de las glándulas cloacales, el cual es perceptible a simple vista (Mena González y Servín, 2014).

El ciclo de vida del achoque se lleva a cabo en 5 etapas:

1. El huevo mide entre 2 y 4 mm de diámetro, abarca el embrión y una sustancia que se secreta alrededor del mismo.
2. El embrión sigue dentro del huevo en estadio de "yema caudal" mide aproximadamente 7 mm de longitud y gira en el interior de su cámara capsular por la acción de los numerosos cilios que recubren todo su tegumento. Al final de la primera semana son visibles algunos órganos. Se comienzan a ver manchas pigmentadas que indican los esbozos de los ojos, aparece una depresión que muestra el emplazamiento de la futura boca y, detrás de cada ojo una serie de tres crestas verticales que representan los rudimentarios arcos branquiales. En la segunda semana aparecen tres branquias rudimentarias sobre los arcos branquiales, mientras que en la zona inferoposterior de cada ojo se forma una evaginación corta y claviforme la cual dará lugar a un órgano llamado "balancín". También la cola se ha aplanado lateralmente y, aunque todavía sigue enrollada alrededor del cuerpo en el interior de la cubierta del huevo, ésta ya tiene movimientos esporádicos. A la tercera semana se ha formado el corazón que comienza a latir. Al final de la tercera y principios de la cuarta semana se produce la eclosión por la secreción de un complejo glandular situado sobre el hocico.
3. El achoque sale del huevo y se convierte en larva, transparentes hasta que la piel se engruesa y las células del pigmento proliferan sobre el cuerpo.
4. En esta etapa las extremidades delanteras se desarrollan primero y tiempo después las extremidades traseras.
5. El achoque es un adulto en miniatura; en el intervalo entre 18 meses y dos años alcanzará la talla promedio de 23 a 25 cm dependiendo de su alimentación y temperatura.

Hábitat: Habita en su medio natural, el Lago de Pátzcuaro, Michoacán (Brandon, 1970), en aguas turbias, consecuencia del azolve y de las descargas de aguas negras y desechos agroquímicos, sin embargo buscan zonas con una mejor calidad de agua, zonas menos turbias ubicadas en la zona este del lago (zona más profunda), conocido como "Cuello del lago". La presencia y distribución de macrófitas en el Lago representan sitios de alimentación de crías y juveniles, así como sitio de reproducción y puesta de huevos

Alimentación en el medio natural: Se alimenta de plancton, crustáceos, insectos, moluscos, peces pequeños, gusanos y renacuajos (Brandon, 1976; Orbe-Mendoza y Acevedo-García, 2002). En la etapa adulta el principal alimento es el acocil (*Cambarellus patzcuarensis*) y la pulga de agua (*Daphnia sp*) en sus primeros treinta días después de haber eclosionado. El único estudio publicado sobre análisis de contenidos estomacales del achójkí, reporta organismos y partes de acociles (*Cambarellus montezumae*) (Huacuz, 2002). En la literatura, se reporta que se pueden alimentar de plancton, crustáceos, insectos, moluscos, peces pequeños, gusanos y renacuajos (Brandon, 1976; Orbe-Mendoza y Acevedo-García, 2002).

Por ser una especie generalista y uno de los depredadores más importantes del lago, hubo una notable disminución de la población derivada de las condiciones actuales de deterioro del lago.

CULTIVOENGORDA

Biotecnología: A pesar de ser una especie protegida dentro de la NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección Ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestres-Categorías de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o cambio-Lista de Especies en Riesgo, es una especie fácilmente adaptable al cautiverio con alto potencial reproductivo, lo que le permite ser considerada con potencial acuícola. Se dispone del ciclo cerrado en algunas Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA). Los puntos críticos y esenciales a considerar durante el manejo de los diferentes contenedores son: a) Alimentación, b) Limpieza y desinfección, c) Diseño de infraestructura, d) Manejo de filtros y bombas de aire, e) Cambio de agua y límite de llenado y, f) Densidad de población. Dentro de las instalaciones del CRIAP-Pátzcuaro, se controlan las horas luz, teniendo un fotoperiodo 12 horas luz, 12 horas oscuridad se trabaja en etapa experimental, se siguen recabando datos para el manejo de la especie en condiciones controladas.

Sistemas de cultivo: Intensivo.

Características de la zona de cultivo: En etapas larvianas y hasta los 12 meses de edad, se recomienda un recipiente de fondo plano, con capacidad de 20 litros, para los adultos podemos mantenerlos en contenedores de mayor capacidad, colocados en parejas o hasta seis individuos. Para la ambientación de los albergues donde se llevará a cabo la reproducción, colocar sustratos como grava y rocas; también se pueden colocar plantas acuáticas, como cola de zorra y escondites, ya sean naturales o artificiales, usando por ejemplo rocas huecas, tejas de barro o tubos de PVC; los anfibios son sumamente sensibles a los desequilibrios que se presentan en su sistema.

Artes de cultivo: Acuarios, tinas, estanques o recipientes de diferentes capacidades.

Promedio de flujo de agua para el cultivo: Los ideales para esta especie son aquellos que no crean una fuerte corriente de agua. Dentro de los sistemas de recirculación con los que cuenta el CRIAP-Pátzcuaro y en los cuales se alberga a individuos en etapas larvianas hasta los nueve meses cuenta con un flujo de agua de 300 ml hasta 800 ml por minuto dependiendo de la densidad y la edad de los ejemplares, otro sistema el que alberga a los reproductores el flujo se mantiene en 300 ml por minuto. La colocación de una bomba de aire no es tan importante como en los acuarios para peces, pero tampoco podemos descartarla, ya que los achokes pueden respirar y aprovechar el oxígeno que está disuelto en el agua.

Densidad de siembra: Es aconsejable realizar dos cambios parciales de agua por uno total a intervalos de 15 a 20 días. Este último deberá incluir la limpieza y desinfección del contenedor y el equipo utilizado como filtro (grava, plantas artificiales etc.). La recomendación anterior se sugiere para contenedores de 40 litros con filtro sencillo, grava, con una densidad de 4 a 6 achoques adultos y rutinas de alimentación, dando tubifex diariamente y acociles tres veces por semana en cantidades adecuadas y según la demanda.

Tamaño del organismo para siembra: La talla que adquieran las larvas después de la eclosión (entre 15 días y un mes) es variable. El tamaño adecuado para la siembra tendría que ser entre los 3 a 5 meses de edad, con una talla de entre los 15 a 17 cm. La siembra puede ser en tanques, acuarios o tinas para su cultivo.

Porcentaje de sobrevivencia: En condiciones óptimas cerca de 80%. Para evitar la mortalidad actualmente se sugiere mantener 20 individuos de 90 días de nacidas, por contenedor de 20 litros, o bien 40 individuos si el contenedor es de 40 litros; esta medida, más la realización de sifoneos, cambios parciales de agua y una buena alimentación, disminuirá de forma considerable la presencia de enfermedades.

Tiempo de cultivo: Por lo general la ovoposición consta de 100 a 600 huevos por puesta, dependiendo de la edad de la hembra. El tiempo de incubación de los huevos dependerá de la temperatura ambiental, pero normalmente puede oscilar de entre 12 y 18 días. En sistemas intensivos el periodo es cercano a 12 meses promedio.

Tamaño promedio de cosecha: Estará enmarcado por la talla y capacidad de carga del sistema.

PIE DE CRÍA

Origen: Nacional.

Procedencia: Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) y Predios o instalaciones que Manejan Vida Silvestre fuera de su hábitat natural legalmente establecidos (PIMVS).

ALIMENTO

El primer alimento para larvas es zooplancton vivo, después del tercer día cuando haya absorbido su saco vitelino hasta los 4 meses de edad. Después de este tiempo se les puede alimentar con tubifex, peces pequeños, lombriz de tierra y acociles. En etapa adulta se alimentan con lombriz de tierra, peces de talla adecuada, tubifex y acociles.

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Parámetro	Mín.	Máx.
Temperatura °C	15	22
Oxígeno disuelto (mg/l)		5
pH	6.5	7
Amonio (mg/l)		0
Alcalinidad (mg/l)		300

SANIDAD Y MANEJO ACUÍCOLA

Importancia de la sanidad acuícola: Las crías son más susceptibles a la presencia de enfermedades de la cuarta a la sexta semana de crecimiento provocando alta mortalidad. Los posibles agentes infecciosos pueden ser de tipo fúngico, protozoarios o ectoparásitos del tipo de los oodinoideos, que atacan la piel debilitándola y favoreciendo la presencia de enfermedades secundarias. Para disminuir o prevenir la presencia de cualquier tipo de enfermedad en las crías es importante mantener una buena calidad del agua, buena alimentación y evitar la sobrepoblación en los contenedores, pues provoca un aumento en la concentración de amonio, originado por la excreción de orina y heces de los individuos; esto, junto con el alimento muerto no consumido o degradado, disminuye la calidad del agua, incrementa el estrés y provoca mortalidad.

Enfermedades reportadas: Enfermedades por bacterias: *Pseudomonas* causantes de septicemia hemorrágica, *Aeromonas* causante de la furunculosis, *Mycobacteria* causante de una enfermedad análoga a la tuberculosis y *Myxobacteria* la cual produce la enfermedad de las branquias, asociada a problemas de estrés ambiental y es provocada por altos niveles de sólidos suspendidos. En el medio natural, es común encontrar dentro de los achoques, especies de parásitos helmintos, provocado por la introducción al Lago de Pátzcuaro de especies alóctonas *Lernaea* y *Argulus*, de crustáceos copépodos parásitos.

Buenas prácticas de producción acuícola: Reducir riesgos en las unidades de producción y procesamiento primario de alimentos, para disminuir la incidencia de enfermedades y asegurar la comercialización interna y de exportación.

MERCADO

Presentación del producto: Con la piel elaboran jarabe al que se le han atribuido propiedades curativas contra enfermedades respiratorias y de desnutrición en los infantes. Su carne se consume fresca o seca al sol, en diferentes guisos, por lo que es considerada una especie de alto valor económico y social. (Llamas, 1935).

Precios del producto: Se está actualizando.

Mercado del producto: Local. Es importante señalar que la especie se encuentra en categoría de riesgo, por lo que el cultivo se realiza con fines de repoblamiento en el hábitat natural y recuperación de las poblaciones.

INFORMACIÓN Y TRÁMITES

Para el cultivo de esta especie se debe realizar el registro correspondiente como Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre ante la SEMARNAT.

1. www.gob.mx/conapesca
2. www.gob.mx/senasica
3. www.gob.mx/cofepris
4. www.gob.mx/semarnat
5. www.gob.mx/conagua
6. <http://187.191.71.208/BuscadorTramites>

NORMATIVIDAD

Además de considerar anexo normatividad general, revisar la siguiente normativa específica para la especie:

NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, en la cual se enlista como una especie sujeta a protección especial (D.O.F. 30/XII/2010).

Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), 2009. Anexo II de CITES, que incluye a las especies cuyo comercio debe controlarse.

MANEJO ECOSISTÉMICO

Esta información está en actualización.

INVESTIGACIÓN Y BIOTECNOLOGÍA

Desarrollo tecnológico: Para la alimentación de los organismos con alimento vivo, como peces, se debe considerar el uso de aireadores en los contenedores.

Sanidad y Tecnología de alimentos: Se constituyó la "Red de Achoque", cuya sede se encuentra en el estado de Michoacán. La Red Achoque surge a partir del interés de distintas organizaciones que deciden conjuntar esfuerzos para recuperar, salvaguardar y garantizar la permanencia útil del Achoque (*Ambystoma dumerilii*), especie emblemática y prioritaria del Lago de Pátzcuaro.

Comercialización: Pendiente.

EFFECTOS AMBIENTALES Y CAMBIO CLIMÁTICO

La especie se cultiva en ecosistemas acuáticos continentales, donde los ciclos de producción siguen muy de cerca los cambios estacionales de la temperatura y las lluvias en el entorno terrestre circundante que crea un medio ambiente dinámico, donde la disponibilidad de hábitats acuáticos se modifica constantemente y los nutrientes se liberan intermitentemente, y los cuales se ven impactados por los efectos de los usos de tierras por el ser humano.

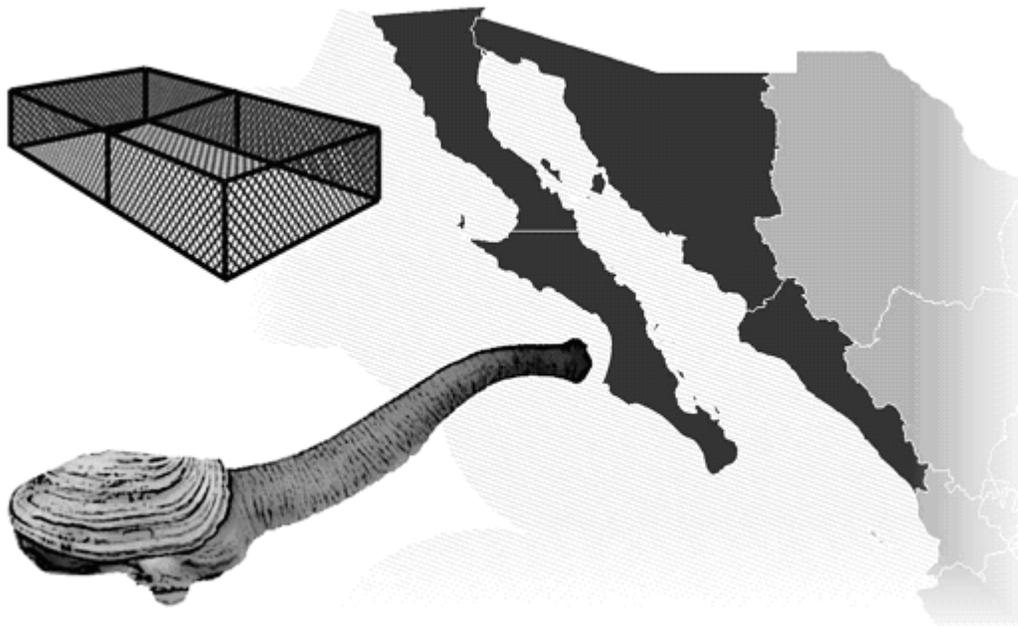
Debido al cambio climático, este tipo de ecosistemas se ven afectados por:

1. La variación en las precipitaciones anuales, tienen un impacto directo en la perdurabilidad de los ambientes acuáticos afectando el tiempo de residencia del agua, ya que los niveles y caudales de la mayoría de ríos, lagos, embalses y humedales se vinculan a la precipitación a corto plazo de modo muy directo.
2. La temperatura del agua está directamente relacionada con el aumento de la temperatura global del aire causado por el efecto del aumento de Gases Efecto Invernadero en la atmósfera.
3. Los aumentos de temperatura harán ascender la nitrificación de los suelos y, por escorrentía, el nitrato en los ríos. Teniendo el mismo efecto en el nitrógeno orgánico en cuencas predominantemente agrícolas.
4. La alteración de los regímenes de flujo resultantes del cambio climático puede influir en la frecuencia de los escapes desde instalaciones de acuicultura así como en la tasa de transmisión secundaria de especies no nativas a través de redes fluviales.

ESTADÍSTICA DE PRODUCCIÓN

No hay registros de producción.

3.2 Almeja de sifón



GENERALIDADES

Nombre(s) común(es): Almeja generosa, almeja de sifón o almeja globosa.

Nombre científico: *Panopea globosa* Dall 1898; *Panopea generosa* Gould, 1850.

Nivel de dominio de biotecnología: Completo para ambas especies; reproducción, etapa larvaria y producción de semilla.

Origen: *Panopea globosa* Alto Golfo de California (Costas de Baja California y Sonora) y en Bahía Magdalena, B.C.S.; *Panopea generosa* desde Alaska hasta Isla Cedros B.C.

Estatus del cultivo: Fomento.

Mercado: Nacional e Internacional.

Limitantes técnico-biológicas de la actividad: Falta validar la tecnología de pre-engorda y engorda para ambas especies.

Entidades con cultivo: Sinaloa, Sonora, Baja California y Baja California Sur.

ANTECEDENTES DE LA ACTIVIDAD ACUÍCOLA

Las almejas de sifón *Panopea* spp, mejor conocidas como almeja generosa (*Panopea generosa*) y almeja globosa (*Panopea globosa*), son uno de los moluscos bivalvos de mayor demanda en el ramo pesquero en las costas de la península de Baja California y Sonora. El estudio de la almeja generosa comenzó a finales de los 90 cuando investigadores del Centro Regional de Investigación Acuícola y Pesquera (CRIAP) Ensenada y de Canadá descubrieron la especie en el Golfo de California. En los últimos diez años esta pesquería ha mostrado un incremento en la producción pesquera. Por el valor que este producto alcanza en el mercado, se buscó el contar con la biotecnología para la producción de semillas de ambas especies, por lo cual, en 2007, el Instituto de Investigaciones Oceanológicas (IIO) de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), inicia la investigación para la reproducción de la almeja. Para 2008 se logra la reproducción de la almeja en el Golfo de California y en el 2010 en el Pacífico, lo cual crea el interés de algunas empresas del noroeste para desarrollar actividades de cultivo.

INFORMACIÓN BIOLÓGICA

Distribución geográfica: La almeja *Panopea globosa* se distribuye desde el Norte del Golfo de California hasta Bahía Magdalena en B.C.S., mientras que la almeja *P. generosa* desde Alaska hasta Isla Cedros en Baja California, México.

Morfología: Molusco bivalvo de gran tamaño, que puede llegar a pesar hasta 3.25 kg; tiene como principal característica un largo sifón que le sirve para alimentarse, expulsar desechos y gametos durante el periodo reproductivo. El sifón puede llegar a medir hasta 1 m de largo y constituye aproximadamente el 50% del peso total del organismo. Posee dos valvas o conchas frágiles con líneas de crecimiento bien marcadas, y llegan a medir hasta 25 cm. Debido al parecido entre ambas especies, comúnmente son denominadas como almeja generosa, sin embargo, la característica que distingue a ambas especies es la forma de la concha y el seno paleal (impresión en las conchas que graba el borde del manto). En la *P. generosa* la impresión es prácticamente nula, y en *P. globosa* el seno paleal es amplio y claramente visible.

Ciclo de vida: Las almejas del género *Panopea*, presentan sexos separados, no existe dimorfismo sexual y la fecundación es externa. Generalmente los machos maduran un año antes que las hembras. Para la especie *P. generosa* su ciclo reproductivo abarca los meses de abril a julio y para *P. globosa* de noviembre a enero. Sus etapas de crecimiento son: huevo, larva trocófora, larva "D", larva umbonada, larva pediveliger, juvenil y adulto. En su estadio larval esta es de nado libre, en el estadio postlarval se adhiere a partículas del sustrato usando el biso; y en estadio juvenil se entierran en el sustrato donde permanecerá hasta la etapa adulta.

Hábitat: Vive en sustratos arenosos y arcilloso-limoso. Se encuentra enterrada a una profundidad de 0.61 m. Su distribución batimétrica va de la zona intermareal hasta profundidades de 110 m.

Alimentación en el medio natural: Su alimentación es por filtración y se basa casi exclusivamente de fitoplancton. En su dieta predominan los dinoflagelados y diatomeas.

CULTIVOENGORDA

Biología: Se cuenta con la biotecnología para la producción de semilla, pre-engorda y engorda.

Sistemas de cultivo: Para la engorda se utiliza un sistema semi-intensivo.

Características de la zona de cultivo: Las etapas de pre-engorda y engorda se llevan a cabo en el medio natural. El sustrato debe ser arenoso limoso con corrientes marinas de baja energía.

Artes de cultivo: La etapa de pre-engorda es opcional y se realiza en canastas ostrícola de tipo "Nestier" (ver Carta Nacional Acuícola en el apartado Artes de Cultivo, publicada en el D.O.F. el 06/VI/12) suspendidas de una línea madre (denominada "Long-line"), la semilla se coloca dentro de bolsas elaboradas con "malla sombra" o utilizando canastas con arena, donde permanecerá por un tiempo no mayor a 1 mes. Para la engorda, se utiliza dos tipos de artes de cultivo: a) el "DOMO" y b) los tubos de ABS, como protección para la semilla (ver Actualización de la Carta Nacional Acuícola en el apartado Artes de Cultivo, publicada en el D.O.F. el 06/VI/12).

Promedio de flujo de agua para el cultivo: Variable dependiendo del sitio de cultivo.

Densidad de siembra: En pre-engorda se colocan aproximadamente 1 600 organismos de 5 mm por canasta ostrícola tipo "Nestier", o en canastas con arena, que tienen un área de 0.49 m². Para la etapa de engorda se siembran 100 organismos en cada "DOMO", y 5 organismos por tubo de ABS.

Tamaño del organismo para siembra: Alrededor de los 3 mm para pre-engorda y de 10 mm para la engorda.

Porcentaje de sobrevivencia: 40-50% en los primeros 2 años.

Tiempo promedio de engorda: En promedio el periodo estimado de cosecha para la almeja del pacífico (*P. generosa*) es de 4 años y para la almeja del golfo (*P. globosa*) es de 3 años.

Tamaño promedio de cosecha: El mercado exige un peso mínimo de 700 g en ambas especies, que se alcanza en el tiempo antes mencionado para cada especie.

PIE DE CRÍA

Origen: Nacional.

Procedencia: Los reproductores son colectados del medio silvestre.

ALIMENTO

Los moluscos bivalvos no requieren de alimento suplementario, ya que son filtradores cuyo alimento principal es el plancton y materiales en suspensión.

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Parámetro	<i>Panopea globosa</i>	<i>Panopea generosa</i>
Temperatura (°C)	15 - 32	10 - 20
Oxígeno disuelto (mg/l)	4.8 - 7.5	4.8 - 7.5
pH	7.5 - 8.5	7.5 - 8.5
Salinidad (ups)	34 - 36	34 - 36

SANIDAD Y MANEJO ACUÍCOLA

Importancia de la sanidad acuícola: Mantener cultivos libres de enfermedades.

Enfermedades reportadas: No se han registrado en el cultivo hasta el momento.

Buenas prácticas de producción acuícola: Es importante considerar los siguientes aspectos: a) procesos de laboratorio que logren la producción de semillas de calidad; b) la selección adecuada del sitio de cultivo; c) el manejo adecuado de los organismos; d) no realizar movimientos de esta especie para su cultivo, fuera de su área de distribución natural o de origen.

Higiene: Para protección de la salud pública, es necesario consultar la Guía Técnica del Programa Mexicano de Sanidad de Moluscos Bivalvos de la COFEPRIS, así como las disposiciones obligatorias y lineamientos en materia de buenas prácticas de manejo.

(https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/201813/Manual_2016_jun_esp_eng_Amd_201016_link.pdf)

MERCADO

Presentación del producto: Vivo, sifón congelado y empacado al alto vacío.

Precios del producto: El costo por pieza de la almeja (*P. globosa*) es de aproximadamente \$400 MXN por kilogramo y de la almeja (*P. generosa*) \$800 MXN por kilogramo.

Mercado del producto: Su comercialización y exportación se realiza hacia los mercados de China, Corea, Hong Kong, Japón y los Estados Unidos de América. La comercialización nacional es en restaurantes de la Ciudad de México y Guadalajara.

Puntos de ventas: Comercializadoras locales y exportación al extranjero.

INFORMACIÓN Y TRÁMITES

Para el desarrollo de la actividad deben realizarse los trámites conducentes en Materia de Impacto Ambiental ante la SEMARNAT, así como el trámite de Concesión Acuícola al desarrollar la actividad en maricultura o el Permiso para la recolección del medio natural de reproductores y organismos acuáticos vivos en cualquier fase de desarrollo destinados para la actividad acuícola.

1. www.gob.mx/conapesca
2. www.gob.mx/semarnat
3. www.oeidrus-bc.gob.mx
4. www.cesaibc.org
5. <http://187.191.71.208/BuscadorTramites>

NORMATIVIDAD

Además de considerar anexo normatividad general, revisar la siguiente normativa específica para la especie:

NOM-014-SAG/PESC-2015, Especificaciones para regular el aprovechamiento de almeja generosa (*Panopea generosa* y *Panopea globosa*) en aguas de jurisdicción federal del litoral del Océano Pacífico y Golfo de California (D.O.F. 25/VI/2015).

Acuerdo por el que se da a conocer el Plan de Manejo para la Pesquería de Almeja Generosa (*Panopea globosa*) en las Costas de Sonora, México (D.O.F. 07/XI/2012).

Acuerdo por el que se da a conocer el Plan de Manejo para la Pesquería de Almeja Generosa (*Panopea spp*) en las costas de Baja California, México (D.O.F. 23/III/2012).

NOM-031-SSA1-1993 Bienes y servicios. Productos de la pesca. Moluscos bivalvos frescos-refrigerados y congelados. Especificaciones sanitarias (D.O.F. 03/VI/95).

MANEJO ECOSISTÉMICO

Se sugiere tener en consideración las siguientes prácticas y medidas preventivas que pueden minimizar los impactos ambientales en las áreas de cultivo.

1. Operaciones adecuadas durante el ciclo productivo que minimicen perturbaciones ambientales (biológicas o químicas).
2. Realizar el mantenimiento y limpieza de estructuras de cultivo únicamente en tierra, nunca en la zona y área de influencia del proyecto.
3. Evitar verter hidrocarburos u otros residuos al medio marino procedentes de la operación y mantenimiento de las embarcaciones.

Para migrar a una Concesión Acuícola para la engorda en mar o el desarrollo de la actividad en zonas protegidas es necesario obtener previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la SEMARNAT.

INVESTIGACIÓN Y BIOTECNOLOGÍA

Genética: Desarrollar un programa de seguimiento y mejoramiento genético para producir organismos resistentes a enfermedades, y de rápido crecimiento.

Sanidad: Identificar posibles agentes infecciosos de los organismos durante la producción de semillas y en la etapa de engorda.

1. Realizar las actividades de captura y cultivo en zonas clasificadas sanitariamente por el Programa Mexicano de Sanidad de Moluscos Bivalvos (PMSMB).
2. Las plantas de proceso del producto deben cumplir con las disposiciones sanitarias de la Secretaría de Salud y con los requerimientos en la materia fijados por la COFEPRIS. www.gob.mx/cofepris
3. Utilizar semilla producida en laboratorio.
4. Establecer prácticas responsables de cultivo dirigidas a garantizar la producción sostenida y la calidad sanitaria e inocuidad del producto.
5. Estudiar las condiciones ambientales óptimas para la engorda donde se incluya profundidad, sedimentos, temperatura, pH, entre otros.
6. Promover las investigaciones en materia de inocuidad y salud pública.

Comercialización: Desarrollar tecnologías avanzadas de empaque y conservación, cumpliendo con las especificaciones sanitarias que establece la normatividad de COFEPRIS para los moluscos bivalvos.

Tecnologías de cultivo: Impulsar y apoyar la investigación sobre las artes de cultivo, con el fin de incrementar la producción a bajo costo y de manera sustentable.

EFFECTOS AMBIENTALES Y CAMBIO CLIMÁTICO

Como consecuencia de los efectos del cambio climático en el cultivo de moluscos bivalvos, se dan las siguientes consideraciones:

Los cambios en la distribución, en la composición de las especies y en los hábitats, harán que se hagan modificaciones en las prácticas acuícolas, en donde se tendrá que modificar la ubicación de las instalaciones o de mejorar las prácticas.

1. Mejorar la selección de crías para conseguir la tolerancia a temperaturas más altas y para poder mejorar el proceso de calcificación de la concha.
2. Mejorar la planificación y el emplazamiento de las instalaciones, ajuste al cambio climático, regulación del seguimiento.

ESTADÍSTICAS DE PRODUCCIÓN

Unidades de producción acuícola por estado.

Estado	Núm. de Granjas (Fomento)	Superficie Cultivada (ha)	Laboratorios de Semilla
Baja California	4	57	2
Baja California Sur	5	105	3

Fuente: Subdelegación de Baja California Sur y Sonora, 2016

3.3 Almeja mano de león



GENERALIDADES

Nombre(s) común(es): Almeja mano de león, garra de león.

Nombre científico: *Nodipecten subnodosus* (Sowerby 1835). Sinonimia: *Pecten subnodosus* G. B. Sowerby I 1835, *Lyropecten subnodosus* (G. B. Sowerby I 1835).

Nivel de dominio de biotecnología: Semi-intensivo Fomento acuícola (experimental).

Origen: Desde laguna Ojo de Liebre en Baja California Sur hasta Perú.

Mercado: Nacional e Internacional.

Límites técnico biológicas de la actividad: Disponibilidad de semilla, evaluación de sitios para posibles cultivos.

Entidades con cultivo: Baja California y Baja California Sur.

ANTECEDENTES DE LA ACTIVIDAD ACUÍCOLA

La actividad acuícola con la especie almeja mano de león (*Nodipecten subnodosus*), se ha desarrollado principalmente en diversos centros de investigación en Baja California y Baja California Sur, donde se han realizado cultivos experimentales, producción de semilla en laboratorio y engorda de individuos en el mar.

En México sólo se ha logrado cultivar a escala comercial la almeja catarina o voladora *Argopecten ventricosus* debido a que no hay abasto suficiente de semillas del medio natural de *Euvola vogdesi* y *N. subnodosus* para soportar un cultivo de escala

comercial. Los primeros intentos de cultivo de larvas y juveniles lo realizó Carbajal-Rascón (1987). Posteriormente, se han llevado a cabo algunos trabajos de investigación que aportan información valiosa sobre la biología del desarrollo (Petersen *et al.* 2008), reproducción (Villalejo-Fuerte *et al.* 2004; Pérez de León, 2006; Yee-Duarte *et al.* 2009; Ángel-Dapa *et al.* 2015), efectos de astaxantinas sobre la reproducción (Sühnel *et al.* 2014), técnicas de producción en ambiente controlado (López-Sánchez, 2003; Villegas-Carrasco, 2004; Garzón-Favela, 2011), sistema inmune (Ramírez-Castillo, 2005), elaboración de harinas a base de residuos (Flores-Félix, 2012), evaluación y caracterización de bacterias patógenas asociadas a mortalidades en bancos naturales (Castillo-Pérez, 2016), el efecto de la temperatura sobre el crecimiento de la especie (Garzón-Favela, 2011), evaluación de sitios para cultivos (Diarte-Plata, 2007). El primer lote de semillas que se obtuvo de almeja mano de león fue en el Centro Reproductor de Especies Marinas del Estado de Sonora (CREMES) en 1993 con 50 000 semillas aproximadamente. En 1997 se obtuvieron las primeras 20 000 semillas en el CIBNOR, y el proceso de maduración de la tecnología pudo continuarse hasta alcanzar una producción de aproximadamente dos millones de semillas en el 2001. Esta cifra se ha mantenido en los años siguientes y ha permitido el desarrollo de cultivos piloto-experimentales en diferentes localidades de la península de Baja California. Otros estudios que se han realizado con otros pectínidos y que han ayudado al cultivo de la almeja mano de león son: la rentabilidad del cultivo, el efecto de la densidad de cultivo en el crecimiento, supervivencia y rendimiento de la especie.

INFORMACIÓN BIOLÓGICA

Distribución geográfica: Se distribuye desde Laguna Ojo de Liebre, B.C.S., México hasta las costas de Perú (Álamo y Valdivieso, 1987; Rombouts, 1991).

Morfología: Molusco bivalvo de gran tamaño, su cuerpo está formado por dos valvas simétricas que se caracterizan por dos aurículas en cuyo centro se encuentra la charnela, como todos los moluscos su cuerpo está recubierto por el manto que es el responsable de la formación de la concha. Esta especie es monomiarria, lo que significa que tiene un músculo aductor colocado en posición central, rodeando a éste se encuentran las gónadas por debajo la masa visceral contiene el sistema digestivo; las branquias se localizan entre la gónada y el manto. Su concha, elongada-ovalada con aurículas notoriamente desiguales. Escultura externa formada por 10 u 11 costillas radiales algo nodosas y por numerosas costillas radiales secundarias de menor tamaño. Las aurículas, anterior y posterior son del mismo tamaño. El rango de colores varía, desde el púrpura opaco o blanco con líneas púrpura hasta brillantes de color naranja y magenta. Alcanza hasta 175 mm de altura con un grosor de ambas valvas al cerrarse de 75 mm aproximadamente.

Ciclo de vida: Son organismos hermafroditas funcionales, cuyos adultos desovan en septiembre y noviembre, se pueden encontrar larvas a finales de otoño (septiembre a diciembre) con un pico máximo en octubre. El ciclo reproductivo de esta especie sigue los patrones descritos para otros pectínidos en donde se pueden diferenciar perfectamente 5 estadios: *indiferenciado*, en *desarrollo o gametogénesis*, *maduro*, en *desove* y *desovado*. En su ciclo de vida, los gametos son liberados al medio en donde se realiza la fecundación, posterior a 1 hora se observan las primeras divisiones celulares, alcanzando el estadio trocófora después de aproximadamente 9 o 10 horas; 12 horas más tarde se pueden encontrar larvas en estadio veliger temprano o de charnela recta, la larva se desarrolla durante 22 días aproximadamente después de los cuales se puede observar que las larvas tienen mancha ocular y pie funcional. A partir de este momento las larvas pediveliger se fijan a sustratos filamentosos para iniciar su metamorfosis, a partir de la cual se inicia la etapa de juveniles la cual ya tiene una forma similar a la del adulto. Esta especie tiene una longevidad de aproximadamente 5 años.

Hábitat: En lagunas, bahías y canales de más de 6 m de profundidad y corrientes fuertes de marea, sobre varios tipos de fondo, desde el nivel bajo de la zona intermareal hasta 100 m de profundidad.

Alimentación en el medio natural: Esta especie es filtradora, por lo que su principal alimento es el fitoplancton marino.

CULTIVO-ENGORDA

Bioteconología: Existen dos tipos de sistemas, el cultivo extensivo o de repoblamiento de bancos y el cultivo intensivo que implica el manejo controlado de los individuos, a densidades por arriba de las que son usuales en las poblaciones naturales, utilizando para ello una gran variedad de artes de cultivo en suspensión, destacan las canastas perleras de forma piramidal, las linternas japonesas de forma cilíndrica y las canastas ostrícolas de plástico de forma cúbica divididas en cuadrantes.

Sistemas de cultivo: Para la engorda se utiliza un sistema semi-intensivo que consta de tres etapas, donde se utilizan canastas tipo ostioneras, conformando módulos los cuales quedarán en suspensión en una línea conocida como Long-line (250x60m), pasando a cercos en el fondo de 21 x 60 m, en un área de 0.55 hectáreas, teniendo una mortalidad del 50%. Se realiza un ciclo por año con dos siembras en primavera y otoño respectivamente, la duración del ciclo de cultivo es de 430-540 días.

Características de la zona de cultivo: La producción de la mayor biomasa posible en el menor espacio en sistemas a mar abierto en sistemas de suspensión y fondo requiere de áreas de crecimiento con calidad sanitaria. Ya que las áreas de cosecha (sitios de cultivo) pueden estar sujetas a contaminación microbiológica y química, a eventos meteorológicos predecibles en el tiempo, estar afectada por poblaciones estacionales, fuentes de contaminación no puntuales o por efectos antropogénicos (muelles, puertos, descargas urbanas, etc.). Por lo que las áreas de cultivo son clasificadas sanitariamente a través de un programa de manejo contemplando la evaluación de fuentes potenciales de contaminación en términos de sus efectos en el agua y en el área, con un monitoreo rutinario. Esta clasificación está determinada en función de límites máximos establecidos para bacterias coliformes totales y fecales; biotoxinas marinas, metales pesados y plaguicidas.

Artes de cultivo: Canastas Nestier. Linternas japonesas, encierros, cultivo en fondo, costales para hortalizas atadas a una línea madre.

Densidad de siembra:

1. **Siembra o Etapa inicial:** El tamaño de es <1 cm de longitud total (LT), utilizando 200 000 semillas en 100 canastas conformando 20 módulos en 2 Líneas ocupando 0.2 hectáreas, durante 30-60 días

- 2. Pre-engorda o Etapa Intermedia:** El tamaño de es 1.5 a 2 cm de longitud total (LT), utilizando 330 canastas en suspensión conformando 70 módulos en tres líneas ocupando 0.3 hectáreas. Pasando a cercos (21 x 6 m) por de 100 a 120 días.
- 3. Engorda o Etapa Final:** Se realiza en el fondo o sustrato, dejando en el fondo en cercos 40 org/m² con un tamaño de 3 a 3.5 cm LT durante 300 a 390 días.

Cosecha: 200 000 piezas.

Tamaño de organismo para siembra: <1cm LT.

Porcentaje de sobrevivencia: 50%

Tiempo de cultivo: Ciclo de cultivo 430-540 días. Siembra o Etapa inicial: Duración de esta etapa 30-60 días. Pre-engorda o Etapa Intermedia: Duración de esta etapa de 100 a 120 días. Engorda o Etapa Final: Se realiza en el fondo o sustrato, duración de esta etapa de 300 a 390 días.

Tamaño promedio de cosecha: 11 cm con un peso 20g.

PIE DE CRÍA

Origen: Laboratorio de producción.

Procedencia: UABCS, CIBNOR, A.C.; MARIMEX, S.A.

ALIMENTO

No requiere de alimento suplementario, ya que son filtradores, su alimento principal es el plancton y materiales en suspensión.

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Parámetro	Min.	Máx.
Temperatura (°C)	14	26
Salinidad (ups)	31	40
Oxígeno (mg/l)		> 7

SANIDAD Y MANEJO ACUÍCOLA

Importancia de la sanidad acuícola: Estudiar las enfermedades que afectan a los organismos acuáticos cultivados y silvestres, para evitar la pérdida de la producción. Asegurar la calidad e inocuidad del producto acuícola a través de prácticas preventivas del diagnóstico y control de agentes infecciosos.

Enfermedades reportadas: Hipertrofia Gametocítica Viral (*Papillomavirus*), inclusiones intracelulares tipo Rickettsias, *Nematopsis* sp., *Uratoma* sp. *Ancistrocoma* sp., *Sphenophrya* sp. Otros patógenos: protozoarios (*Halteria grandinella*, *Hexamita* spp. y *Bodo* spp.).

Buenas prácticas de producción acuícola: Para mayor información revisar el Manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Moluscos Bivalvos para la Inocuidad Alimentaria de SENASICA.

MERCADO

Presentación del producto: Músculos abductores conocidos como "Escalopa o Scalop", callos de almeja.

Precio del producto: \$600.00 MXN por kg aproximadamente.

Mercado del producto: Nacional e Internacional

INFORMACIÓN Y TRÁMITES

Para el desarrollo de la actividad deben realizarse los trámites conducentes en Materia de Impacto Ambiental ante la SEMARNAT, así como el trámite de Concesión Acuícola o Permiso.

1. www.gob.mx/conapesca
2. www.gob.mx/senasica
3. www.gob.mx/semarnat
4. www.gob.mx/conagua
5. <http://187.191.71.208/BuscadorTramites>

NORMATIVIDAD

Además de considerar anexo normatividad general, revisar la siguiente normativa específica para la especie:

NOM-031-SSA1-1993 Bienes y servicios. Productos de la pesca. Moluscos bivalvos frescos-refrigerados y congelados. Especificaciones sanitarias (D.O.F. 03/VI/95).

Para normatividad general revisar el anexo.

MANEJO ECOSISTÉMICO

Se sugiere tener en consideración las siguientes prácticas y medidas preventivas que pueden minimizar los impactos ambientales en las áreas de cultivo.

1. Operaciones adecuadas durante el ciclo productivo que minimicen los efectos negativos al ambiente (biológicas o químicas).
2. Realizar el mantenimiento y limpieza de estructuras de cultivo únicamente en tierra, nunca en la zona y área de influencia del proyecto.
3. Evitar verter hidrocarburos u otros residuos al medio marino procedentes de la operación y mantenimiento de las embarcaciones.

Para migrar a una Concesión Acuícola para la engorda en mar o el desarrollo de la actividad en zonas protegidas es necesario obtener previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la SEMARNAT.

INVESTIGACIÓN Y BIOTECNOLOGÍA

Desarrollo tecnológico: Reproducción en condiciones controladas para optimizar la producción sostenible de semilla, tanto en calidad como en cantidad. Conocimiento y control de la biotecnología productiva y dominio de los requerimientos físicos, químicos, sanitarios, nutricionales y de manejo tecnológico para cada una de las etapas, lo que constituye una herramienta ideal para optimizar su producción tanto en calidad como en cantidad. Investigación en desarrollo de sistemas a mar abierto o de suspensión de forma intensiva en sistemas *long-line* y corrales.

Sanidad: Clasificación sanitaria de las áreas de cultivo a través de un programa de manejo contemplando la evaluación de fuentes potenciales de contaminación en términos de sus efectos en el agua y en el área, con un monitoreo rutinario. Esta clasificación está determinada en función de límites máximos establecidos para bacterias coliformes totales y fecales; biotoxinas marinas, metales pesados y plaguicidas.

Cultivo: Para proponer una producción comercial sostenible es esencial contar con las herramientas suficientes que permitan realizar la selección de sitios apropiados para su crecimiento y el ajuste de la densidad de siembra, lo cual sustenta el objetivo de la acuicultura en el sentido de producir la mayor biomasa posible en el menor espacio. Normalmente, un incremento en la densidad de siembra afecta la producción de animales, el tamaño de los organismos a la cosecha, la calidad del agua, la incidencia a las enfermedades y los costos de producción.

Manejo: Control eficiente de la densidad en conjunto con adecuadas técnicas de limpieza y manejo para reducir la posibilidad de mayor mortalidad por predadores, parásitos y competidores.

Artes de cultivo: Un punto crítico de control es el cambio en el sistema de cultivo, de canastas al fondo arenoso, ya que puede producir drásticas mortalidades por las nuevas condiciones de cultivo, afectando directamente a la supervivencia.

EFFECTOS AMBIENTALES Y CAMBIO CLIMÁTICO

Como consecuencia de los efectos del cambio climático en el cultivo de moluscos bivalvos, se dan las siguientes consideraciones:

Los cambios en la distribución, en la composición de las especies y en los hábitats, harán que se hagan modificaciones en las prácticas acuícolas, en donde se tendrá que modificar la ubicación de las instalaciones o de mejorar las prácticas.

1. Mejorar la selección de crías para conseguir la tolerancia a temperaturas más altas y para poder mejorar el proceso de calcificación de la concha.
2. Mejorar la planificación y el emplazamiento de las instalaciones, ajuste al cambio climático, regulación del seguimiento.

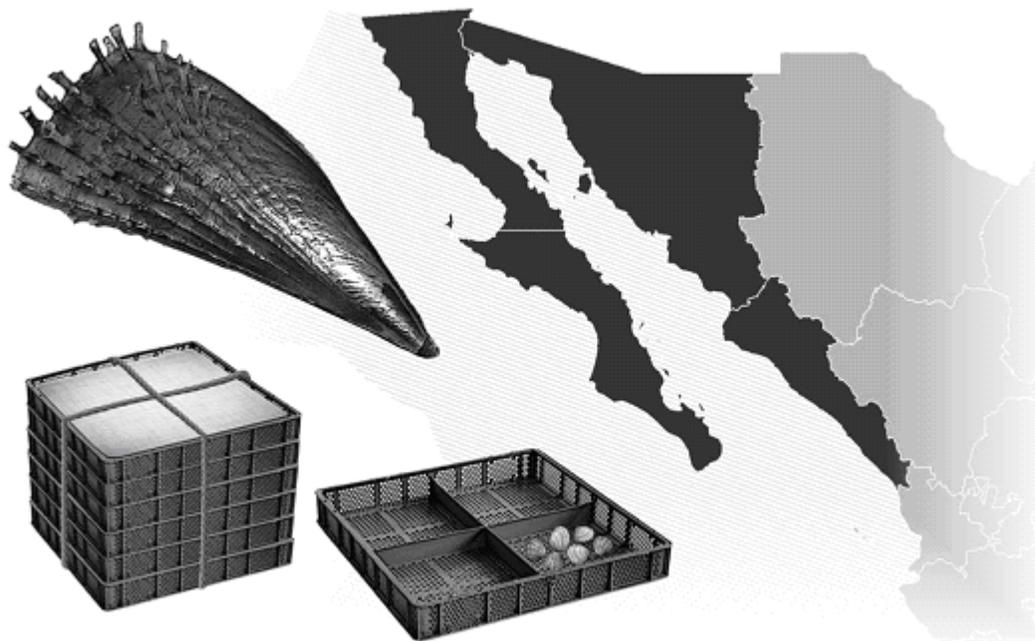
ESTADÍSTICAS DE PRODUCCIÓN

Unidades de producción acuícola por estados.

Estado	Núm. de Granjas	Núm. Granjas de Autoconsumo	Superficie Total de Cultivo (ha)
Baja California	2	0	5
Baja California Sur	25	0	13.5

Fuente: Subdelegaciones de Pesca (2016).

3.4 Callo de hacha



GENERALIDADES

Nombre común: Callo de hacha, Hacha China, media luna, cafecita o machona.

Nombre científico: *Atrina (Servatrina) maura*. (Sowerby 1835). Sinonimia: *Pinna maura* G. B. Sowerby I 1835, *Pinna lanceolata* G. B. Sowerby I, 1835.

Nivel de dominio de biotecnología: Semi-intensivo Fomento acuícola (experimental).

Origen: Desde Baja California hasta Perú.

Mercado: Nacional e internacional.

Límites técnico biológicas de la actividad: Disponibilidad de semilla.

Entidades con cultivo: Baja California, Baja California Sur, Sinaloa y Sonora. .

ANTECEDENTES DE LA ACTIVIDAD ACUÍCOLA

El callo de hacha se ha constituido como uno de los moluscos de mayor importancia de la costa noroeste del Pacífico Mexicano, no sólo por su demanda local, sino por el alto precio en el mercado internacional.

La excesiva pesca de este recurso produjo la inversión e interés del sector productivo vinculado con la investigación y el sector gubernamental para desarrollar técnicas apropiadas de acuicultura que permitan no sólo su aprovechamiento sustentable y controlado sino, también, la preservación de la especie en su medio natural. El callo de hacha es un molusco nativo de México, que por su gran importancia económica, es una especie sobreexplotada, que ha afectado los bancos naturales de este recurso. Por ello en los últimos años se ha investigado y experimentado más acerca de su cultivo, que permita al sector productivo contar con organismos juveniles del molusco para su engorda, y por otra parte contribuir en el repoblamiento de la especie en su hábitat natural.

El interés por cultivarlo comenzó a finales de los 70's en San Blas, Nayarit, cuando SEPESCA logró el desove de esta especie, aunque no se produjo semilla. Posteriormente el Instituto de Acuicultura de Sonora, logró una producción de 20 000 piezas en 1993; en 1994 produjo 40 000 piezas, llegando hasta 70 000 en 1995.

Las primeras pruebas de engorda, se realizaron en las costas de Sonora y Sinaloa en donde se llegó a cosechar en talla comercial hasta 300 kg de callo. Hoy en día, los principales lugares de engordan se ubican en los estados de Sonora y Baja California, a lo largo de los dos litorales del Golfo de California, donde se han originado la mayor cantidad de información científica.

Acorde a los datos del Departamento de Acuicultura de la Subdelegación de Pesca en Baja California Sur el cultivo de callo de hacha es de tipo semi-intensivo que consta de tres etapas: siembra, pre-engorda y

engorda donde se utilizan canastas tipo ostioneras, conformando módulos los cuales quedarán en suspensión en una línea conocida como Long-line, pasando a siembra de fondo en sistemas de corrales. Se realiza 1 ciclo por año con dos siembras en primavera y otoño respectivamente.

INFORMACIÓN BIOLÓGICA

Distribución geográfica: Desde ambos litorales de la península de Baja California, hasta Perú.

Morfología: Es un molusco bivalvo, su concha tiene aspecto trigonal, cuneiforme y delgada; las valvas, permanecen enterradas por su extremo puntiagudo y perpendicular al fondo, encontrándose fijas a piedras, conchas, o algún otro sustrato rígido, el color de la concha fluctúa de ámbar-purpúreo a café oscuro. En la parte interna de cada organismo se encuentra la

región blanda o visceral en la cual se localizan los holanes, los músculos retractores, el músculo abductor anterior y posterior, siendo este último el de mayor tamaño; estos músculos se conocen como "callo" y corresponden a la porción comestible.

Ciclo de vida: *A. maura* es un organismo gonocórico, su estado de madurez sexual es posible observarlo por la coloración de su gónada. En las hembras la coloración es naranja ladrillo, y en los machos es de un color blanquecino. La fecundación es externa y su desarrollo larval es planctónico, con larvas trocóforas, véliger y pedivéliger.

En el Pacífico Mexicano, en Bahía Magdalena, B.C.S., se han detectado organismos con proceso gametogénico y desove sincrónico principalmente de enero a marzo. En la Costa del Pacífico Tropical Mexicano, en la Bahía de Acapulco, Gro., se han detectado dos periodos reproductivos, uno de noviembre a enero y otro de abril a junio así como, en la desembocadura del Río Balsas, Michoacán, donde además se reportan individuos sexualmente maduros todo el año con talla de 16 cm de longitud valvar. En el sistema lagunar Corralero-Alotengo, Oaxaca, se reportan organismos de 10 cm de largo, con su primera maduración sexual, con dos periodos de desove al año (abril a julio, y octubre a noviembre).

Hábitat: Habita en bahías protegidas, principalmente en zonas de manglar con suelos arenosos, de limosos o arcillosos.

Alimentación en el medio natural: Son filtradores, su alimento principal es el plancton y materiales en suspensión.

CULTIVO-ENGORDA

Biotecnología: Se cuenta con la biotecnología para la producción de semilla, pre-engorda y engorda, el proceso de la producción de la semilla en etapa larvaria es de 42 días.

Sistema de cultivo: Existen tres tipos de sistemas, el cultivo extensivo o de repoblamiento de bancos y el cultivo intensivo que implica el manejo controlado de los individuos, a densidades muy por arriba de las que son usuales en las poblaciones naturales, utilizando para ello una gran variedad de artes de cultivo en suspensión, destacan las canastas perleras de forma piramidal, las linternas japonesas de forma cilíndrica y las canastas ostrícolas de plástico de forma cúbica divididas en cuadrantes. En Baja California Sur el tipo de cultivo es semi-intensivo que consta de tres etapas, donde se utilizan canastas tipo ostioneras, conformando módulos los cuales quedarán en suspensión en una línea conocida como Long-line (250 x 60m en 1.5 hectáreas), presentando una mortalidad promedio del 40%. En la primera etapa, se realiza la siembra y la semilla tiene una talla de <2 cm de longitud total (LT). En la segunda etapa, pre-engorda, alcanza 2-4 cm LT se siembran en costales con luz de malla de 2-3 dispuestos en canastas, apilables realizando módulos, sujetos a una línea madre (Long-line). A los 30 días se transfieren directamente a las canastas pasando a la tercera etapa, engorda, donde los juveniles alcanzan de 5-6 cm LT se siembra sobre el subsuelo en sistemas de corrales de 2x6 metros sembrando los organismos con una distancia de 20 cm entre ellos. Después de 16 a 18 meses se obtiene una supervivencia entre 50 y 60%. En el tercer sistema, al salir del laboratorio de 1.5 cm se pone en canastas "Nestier" forradas con malla para que puedan fijar el pie, las canastas se colocan en esteros con alta productividad con densidades de 1 000/canasta para lograr un tamaño de entre 3.5 y 4.2 cm en 45 a 60 días; finalmente se procede a la siembra en fondo en densidades de 50 piezas/m², en Sinaloa la sobrevivencia alcanzó 85%.

1. **Siembra o Etapa inicial:** Semilla de <2 cm de longitud total (LT), duración de la etapa 30-40 días.
2. **Pre-engorda o Etapa Intermedia:** Organismos de 2-4 cm de longitud total (LT), duración de la etapa 60-90 días.
3. **Engorda o Etapa Final:** Se realiza en el fondo o sustrato, en cercos, duración de la etapa 300-360 días.
4. **Cosecha:** 120 000 piezas, >20 cm con un peso 20g.

Características de la zona de cultivo: La producción de la mayor biomasa posible en el menor espacio en sistemas a mar abierto en sistemas de suspensión y fondo requiere de áreas de crecimiento con calidad sanitaria. Ya que las áreas de cosecha (sitios de cultivo) pueden estar sujetas a contaminación microbiológica y química, a eventos meteorológicos predecibles en el tiempo, estar afectada por poblaciones estacionales, fuentes de contaminación no puntuales o por efectos antropogénicos (muelles, puertos, descargas urbanas, etc.). Por lo cual las áreas de cultivo son clasificadas sanitariamente a través de un programa de manejo contemplando la evaluación de fuentes potenciales de contaminación en términos de sus efectos en el agua y en el área, con un monitoreo rutinario. Esta clasificación está determinada en función de límites máximos establecidos para Bacterias coliformes totales y fecales; Biotoxinas marinas, metales pesados y plaguicidas.

Artes de cultivo: Canastas ostrícolas de plástico de forma cúbica, cada una mide 55 x 55 x 7.5 cm y están divididas en cuadrantes. Líneas para la suspensión de 21 x 60 m.

Densidad de siembra:

1. **Siembra o etapa inicial:** El tamaño es <2 cm de longitud total (LT), utilizando 200 000 semillas en 200 canastas conformando 40 módulos en 2 Líneas ocupando 0.2 hectáreas.
2. En canastas ostrícolas no se deben de poner más de 1000 individuos por caja.
3. **Preengorda o etapa intermedia:** El tamaño es de 2-4 cm de longitud total (LT), utilizando 100 canastas en suspensión conformando 200 módulos en 10 Líneas ocupando 1.0 hectáreas.
4. **Engorda o etapa final:** Se realiza en el fondo o sustrato, enterrando de 20-25 organismos por metro² con una talla de 5-6 cm LT.

Tamaño de organismo para siembra: 2-4 mm/ 5-6 cm. Saliendo de cajas "Nestier", pueden alcanzar tamaño mayor de 3.5 cm.

Porcentaje de sobrevivencia: 60% sin embargo se ha alcanzado hasta 85%.

Tiempo de cultivo: El ciclo tiene una duración de entre 390 y 480 días.

Tamaño promedio de cosecha: 120 000 piezas, >20 cm con un peso 20g o músculo de entre 17 y 25 gramos.

PIE DE CRÍA**Origen:** Laboratorio**Procedencia:** Laboratorio de Acuicultura de la Unidad Pichilingue de la UABCS; Instituto de Acuicultura del estado de Sonora.**ALIMENTO**

Los moluscos bivalvos no requiere de alimento suplementario, ya que son filtradores cuyo alimento principal es el plancton y materiales en suspensión.

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Parámetro	Mín.	Máx.
Temperatura (°C)	24	27
Oxígeno disuelto (mg/l)	4.0	8.4
pH	7.9	8.0
Salinidad (ups)	35	36

SANIDAD Y MANEJO ACUÍCOLA**Importancia de la sanidad acuícola:** Estudiar las enfermedades que afectan a los organismos acuáticos cultivados y silvestres, para evitar la pérdida de la producción. Asegurar la calidad e inocuidad del producto acuícola a través de prácticas preventivas, del diagnóstico y control de agentes infecciosos.**Enfermedades reportadas:** Hipertrofia Gametocítica Viral (*Papillomavirus*), inclusiones intracelulares tipo Rickettsias, *Nematopsis* sp., *Urustoma* sp. *Ancistrocoma* sp., *Sphenophrya* sp. Otros patógenos: protozoarios (*Halteria grandinella*, *Hexamita* spp. y *Bodo* spp.).**Buenas prácticas de producción acuícola:** Para protección de la salud pública, es necesario consultar la Guía Técnica del Programa Mexicano de Sanidad de Moluscos Bivalvos de la COFEPRIS, así como las disposiciones obligatorias y lineamientos en materia de buenas prácticas de manejo. (https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/201813/Manual_2016_jun_esp_eng_Amd_201016_link.pdf).**MERCADO****Presentación del producto:** Músculos abductores conocidos como callo de aproximadamente 20 gramos.**Precios del producto:** Tiene un precio aproximado de \$380.00 pesos el kilogramo. En el macizo continental, el precio supera los \$450.00 MXN por kilogramo.(Consultar página: www.economia-sniim.gob.mx).**Mercado del producto:** Nacional e Internacional.**INFORMACIÓN Y TRÁMITES**

Para el desarrollo de la actividad deben realizarse los trámites conducentes en Materia de Impacto Ambiental ante la SEMARNAT, así como el trámite de Concesión Acuícola o Permiso.

1. www.gob.mx/conapesca
2. www.gob.mx/senasica
3. www.gob.mx/semarnat
4. www.gob.mx/conagua
5. <http://187.191.71.208/BuscadorTramites>

NORMATIVIDAD

Además de considerar anexo normatividad general, revisar la siguiente normativa específica para la especie:

NOM-031-SSA1-1993 Bienes y servicios. Productos de la pesca. Moluscos bivalvos frescos-refrigerados y congelados. Especificaciones sanitarias (D.O.F. 12/XII/1989).

MANEJO ECOSISTÉMICO

1. Realizar las actividades de captura y cultivo en zonas clasificadas sanitariamente por el Programa Mexicano de Sanidad de Moluscos Bivalvos (PMSMB).
2. Las plantas de proceso del producto deben cumplir con las disposiciones sanitarias de la Secretaría de Salud y con los requerimientos en la materia fijados por la COFEPRIS. www.gob.mx/cofepris
3. Utilizar semilla producida en laboratorio.

4. Establecer prácticas responsables de cultivo dirigidas a garantizar la producción sostenida y la calidad sanitaria e inocuidad del producto.
5. Estudiar las condiciones ambientales óptimas para la engorda donde se incluya profundidad, sedimentos, temperatura, pH, entre otros.
6. Operaciones adecuadas durante el ciclo productivo que minimicen perturbaciones ambientales (biológicas o químicas).

INVESTIGACIÓN Y BIOTECNOLOGÍA

Desarrollo tecnológico: Reproducción en condiciones controladas para optimizar la producción sostenible de semilla, tanto en calidad como en cantidad.

Conocimiento y control de la biotecnología productiva y dominio de los requerimientos físicos, químicos, sanitarios, nutricionales y de manejo tecnológico para cada una de las etapas, la cual constituye una herramienta ideal para optimizar su producción tanto en calidad como en cantidad.

Investigación en desarrollo de sistemas a mar abierto o de suspensión de forma intensiva en sistemas long-line y corrales.

Sanidad: Clasificación sanitaria de las áreas de cultivo a través de un programa de manejo contemplando la evaluación de fuentes potenciales de contaminación en términos de sus efectos en el agua y en el área, con un monitoreo rutinario. Esta clasificación está determinada en función de límites máximos establecidos para bacterias coliformes totales y fecales; biotoxinas marinas, metales pesados y plaguicidas.

Cultivo: Para proponer una producción comercial sostenible es esencial contar con las herramientas suficientes que permitan realizar la selección de sitios apropiados para su crecimiento y el ajuste de la densidad de siembra, lo cual sustenta el objetivo de la acuicultura en el sentido de producir la mayor biomasa posible en el menor espacio. Normalmente, un incremento en la densidad de siembra afecta la producción de animales, el tamaño de los organismos a la cosecha, la calidad del agua, la incidencia a las enfermedades y los costos de producción.

Comercialización: Desarrollar tecnologías avanzadas de empaque y conservación.

Manejo: Control eficiente de la densidad en conjunto con adecuadas técnicas de limpieza y manejo para reducir la posibilidad de mayor mortalidad por predadores, parásitos y competidores.

Artes de cultivo: Impulsar y apoyar la investigación sobre las artes de cultivo, con el fin de incrementar la producción a bajo costo y de manera sustentable.

EFFECTOS AMBIENTALES Y CAMBIO CLIMÁTICO

Como consecuencia de los efectos del cambio climático en el cultivo de moluscos bivalvos, se dan las siguientes consideraciones:

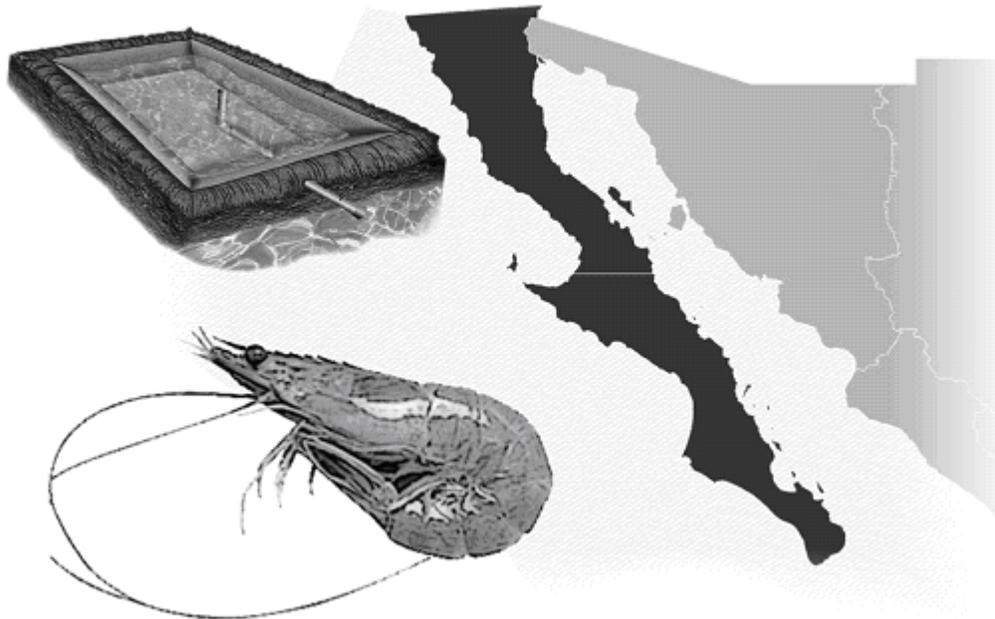
Los cambios en la distribución, en la composición de las especies y en los hábitats, harán que se hagan modificaciones en las prácticas acuícolas, en donde se tendrá que modificar la ubicación de las instalaciones o de mejorar las prácticas.

- a) Mejorar la selección de crías para conseguir la tolerancia a temperaturas más altas y para poder mejorar el proceso de calcificación de la concha.
- b) Mejorar la planificación y el emplazamiento de las instalaciones, ajuste al cambio climático, regulación del seguimiento.

ESTADÍSTICAS DE PRODUCCIÓN

Existen granjas de fomento en Baja California Sur para callo de hacha sin embargo se comparte con otras especies como: ostión japonés, almeja catarina, almeja chocolata y almeja generosa. Por tal motivo no existen estadísticas de producción específicas para esta especie.

3.5 Camarón azul



GENERALIDADES

Nombre común: Camarón azul.

Nombre Científico: *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson 1874) Sinonimias: *Penaeus stylirostris* Stimpson 1871, *Penaeus (Litopenaeus) stylirostris* Stimpson 1871.

Nivel de dominio de biotecnología: Completa.

Origen: Nativa de la costa Pacífico Central hasta Perú.

Estatus del Cultivo: Comercial.

Mercado: Nacional e Internacional.

Limitante técnico-biológico de la actividad: Reproductores para mejoramiento genético y organismos libres de patógenos. Actualmente no existe en el mercado la reproducción de camarón azul para la comercialización de postlarvas.

Entidades con cultivo: De acuerdo a la distribución geográfica de la especie su cultivo podría darse en los estados de Baja California y Baja California Sur.

ANTECEDENTES DE LA ACTIVIDAD ACUÍCOLA

Los primeros proyectos de cultivos controlados, datan de la década de 70; en 1972, se construyeron las primeras pozas experimentales en la Ensenada de los Carros, en la Laguna de Huizache localizada al Sur del Estado de Sinaloa (Cabrera, 1984), un año después el Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora (CICTUS) inició estudios tendientes al cultivo de camarón azul del Pacífico (*Litopenaeus stylirostris*) en Puerto Peñasco. Sin embargo, fue hasta 1978 que el CICTUS pudo disponer de instalaciones construidas expresamente para tal fin. Inicialmente los trabajos se desarrollaron en coordinación con la Universidad Norteamericana de Arizona y con financiamiento parcial de la Empresa Coca Cola (Morales, 1982; Anónimo, 1985). A finales de los años noventa, el cultivo del camarón azul fue reemplazado por el camarón blanco *L. vannamei* ya que se considera que éste es más resistente a las enfermedades que otros camarones. La actividad camaronícola se realiza principalmente en Estados que colindan con el Pacífico en sitios cercanos al mar. El cultivo de camarón a gran escala empezó en México durante los últimos años de 1980 y creció a través de los años 90's basado en el cultivo del camarón azul del Pacífico, *Litopenaeus stylirostris*. Entre los años de 1998 a 1999, las granjas se vieron gravemente afectadas por una posible mutación o la nueva cepa del Síndrome de Taura Virus (TSV). Esto provocó que la industria camaronicultora buscara alternativas e hiciera el cambio hacia el camarón blanco del Pacífico, *L. vannamei*, que tiende a ser más tolerantes a infecciones TSV.

INFORMACIÓN BIOLÓGICA

Distribución Geográfica: El camarón azul es nativo de la costa del Océano Pacífico, de Punta Abreojos, B.C., México, hasta Tumbes, Perú.

Morfología: Rostro con dientes dorsales (5 a 8) y ventrales (3 a 8), contados por delante del diente epigástrico; tercio anterior del rostro sin dientes. Surco y carina adrostrales cortos (especie no acanalada). Flagelo antenular más largo que el pedúnculo antenular. Petasma con posición distal libre del lóbulo lateral corta. Télico de la hembra de tipo "abierto" con elevada prominencia rígida terminada en quilla longitudinal medial en esternito XIV. Presenta una coloración blanquecina con tonos rosados, rosado-amarillento o azul-violáceos muy claros. Áreas azules en la región branquial, el rostro, los urópodos y el dorso; una franja azul en los segmentos abdominales.

Ciclo de vida: Huevo, larva (nauplio, protozoa y mysis), postlarva, juvenil y adulto. Los machos maduran entre los 15 y 20 g, mientras que las hembras después de los 20 g.

Hábitat: Viven en aguas costeras entre 5 y 45 m de profundidad. Prefieren fondos lodosos o arenosos (con una importante proporción de arcilla o limo).

Alimentación en el medio natural: Se alimenta de fitoplancton y zooplancton, son omnívoros.

CULTIVOENGORDA

Biotecnología: Completa y estandarizada.

Sistemas de cultivo utilizados: Semi-intensivo (densidad final de 5 org/m²), Intensivo (densidad final de 10 org/m²), e hiperintensivo (densidad final de 40 org/m²).

Características de la zona de cultivo: Se cultiva cerca de la línea de Costa donde se encuentren esteros, lagunas costeras, bahías o bien escolleras.

Artes de cultivo para engorda: Estanques rústicos o forrados con un material denominado "*liner*"; las dimensiones pueden variar. Estos deberán cumplir con las especificaciones adecuadas para su cultivo ya que de no ser así existen problemas durante el cultivo.

Promedio de Flujo de agua para el cultivo: La Tasa de Recambio de Agua (TRA) dependerá de la densidad de siembra; en el caso del cultivo intensivo será de más de un 20% y se utilizarán aireadores cuando se produzcan caídas de oxígeno.

Densidad de Siembra: Depende del tipo de estanquería, flujo de agua, altitud y oxígeno disuelto. En íntima relación con las condiciones hidráulicas. Se recomienda una densidad de 20 org/m². Se siembran postlarvas de 13 a 25 mm

Porcentaje de supervivencia (desde la siembra hasta la cosecha): Semi-intensivo e intensivo 75%, hiper-intensivo 80%.

Tiempo de cultivo: Pre engorda 7 semanas, engorda 18 a 19 semanas.

Talla promedio de cosecha: Pueden crecer hasta 25 gramos.

PIE DE CRÍA

Origen: No existen laboratorios en México que estén produciendo postlarvas de camarón azul ya que las unidades de producción sólo requieren camarón blanco.

Procedencia: Nacionales y de Importación.

Presentación y forma de entrega de insumo: Millar de postlarva.

ALIMENTO

Los estanques se fertilizan para la producción de plancton. Requerimiento proteínico del alimento balanceado (Pellet) para la fase de postlarva es de 44%, juvenil 30 y 35% adulto 28 a 30%. El alimento es el insumo más caro de la producción de camarón. La alimentación es a voleo o con el uso de canastas.

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

PARÁMETRO	MÍN.	MÁX.
Temperatura (°C)	13	30
Oxígeno disuelto (mg/l)	5 (juveniles y adultos)	6 (huevos y alevines)
pH	4.5	10
Salinidad (ups)	15	30
Turbidez (cm)	25 y 30 (condiciones óptimas)	
Dureza (ppm)	150	
Nitrito (mg/l)	<0.55	
Nitrato (mg/l)	<100	
Amonio (mg/l) (NH ₃)	<0.03	
Alcalinidad (mg/l como CaCO ₃)	100	
Sólidos en suspensión (ppm)	75	

SANIDAD Y MANEJO ACUÍCOLA

Importancia de la sanidad acuícola: La susceptibilidad del camarón azul *L. stylirostris* para las enfermedades principalmente IHNV que le ocasiona la muerte, favoreció el cultivo del camarón blanco *L. vannamei* ya que a éste sólo le produce el síndrome del enanismo. Por lo que debe promoverse y fomentar las buenas prácticas de manejo sanitario, para evitar la presencia y diseminación de los patógenos.

Enfermedades reportadas: Síndrome de Taura (TSV); Virus de la mancha blanca (WSSV); Virus de la cabeza amarilla (YHV); Baculovirus tetraédrica (*Baculovirus penaei* BP); Virus de la necrosis hipodérmica y hematopoyética infecciosa (IHNV);

Litopenaeus vannamei nodavirus (LvNv); virus de la necrosis de la glándula digestiva (BMN); enfermedad viral del órgano linfóide del tipo parvovirus (LPVD) y enfermedad de la vacuolización del órgano linfóide (LOVD). Estas no provocan zoonosis lo que implica que no son transmisibles al ser humano.

También los camarones silvestres o de cultivo son susceptibles a parásitos siendo los principales las Gregarinas, Microsporidios, Haplosporidios, Epicomensales (algas, bacterias filamentosas y protozoarios) y Metazoarios (trematodos y nematodos).

Buenas prácticas de manejo (BPM): Aspectos importante de las BPM: a) Utilizar huevos y PL certificados; b) densidades de siembra adecuadas, considerando edad y talla de los camarones, capacidad de carga de la granja, biomasa y talla esperada en la cosecha; c) estanques limpios; d) agua limpia y con adecuada presión; centro de producción; e) desinfectar el material utilizado en el cultivo; f) control adecuado de la alimentación; g) utilizar tapetes sanitarios en las entradas del área de producción; h) tratamiento periódico contra hongos y otras enfermedades; i) monitoreo semanal de la calidad del agua; j) prohibir animales domésticos en las instalaciones. Consultar Manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Camarón para la Inocuidad Alimentaria de SENASICA (<http://www.senasica.gob.mx/?doc=5263>). En cada unidad de producción se deberá contar con un laboratorio básico en el que se pueda determinar los aspectos anteriores, así como tener el equipo básico de medición. Establecer un secado sanitario que permita degradar la materia orgánica mediante la aplicación de cal y el movimiento de los fondos mediante la acción mecánica (rastreo con maquinaria).

MERCADO

Presentación del producto: Generalmente se comercializa en tres presentaciones que son: camarón fresco con cáscara (sin cabeza), camarón cocido y pelado (sin cabeza), camarón congelado con y sin cabeza.

Precios del producto: Consultar la siguiente página: <http://www.economia-sniim.gob.mx/2010prueba/Pesqueros.asp>

Mercado del producto: Local, Regional, Nacional e Internacional.

INFORMACIÓN Y TRÁMITES

Para el desarrollo de la actividad en tierra deben realizarse los trámites conducentes en Materia de Impacto Ambiental y, en su caso, de Zona Federal Marítimo Terrestre ante la SEMARNAT, o el Permiso para la recolección del medio natural de reproductores y organismos acuáticos vivos en cualquier fase de desarrollo destinados para la actividad acuícola.

1. www.gob.mx/conapesca
2. www.gob.mx/senasica
3. www.gob.mx/semarnat
4. www.gob.mx/sct
5. www.gob.mx/semar
6. <http://187.191.71.208/BuscadorTramites>

NORMATIVIDAD

Además de considerar anexo normatividad general, revisar la siguiente normativa específica para la especie:

NOM-002-SAG/PESC-2013 Para ordenar el aprovechamiento de las especies de camarón en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos (D.O.F. 11/VII/2013).

NOM-047-SAG/PESC-2014 Para la identificación del origen de camarones cultivados, de aguas marinas y de esteros, marismas y bahías (D.O.F. 15/IV/2014).

NOM-074-SAG/PESC-2014 Para regular el uso de Sistemas de Exclusión de Fauna Acuática (SEFA) en unidades de producción acuícola para el cultivo de camarón en el Estado de Sinaloa (D.O.F. 28/IV/2014).

MANEJO ECOSISTÉMICO

Se sugiere tener en consideración las siguientes prácticas y medidas preventivas que pueden minimizar los impactos ambientales en las áreas de cultivo.

1. En caso de que los laboratorios llegaran a producirla contar con postlarva de calidad que tenga los nutrientes óptimos para soportar el estatus salvaje en las unidades de producción.
2. Operaciones adecuadas durante el ciclo productivo que minimicen los efectos negativos al ambiente (biológicas o químicas).
3. Realizar el mantenimiento y limpieza de estructuras de cultivo únicamente en tierra, nunca en la zona y área de influencia del proyecto.
4. Evitar verter hidrocarburos u otros residuos al medio de cultivo procedentes de la operación y mantenimiento de los equipos como embarcaciones y bombas.
5. Mantener en buen estado los bordos, compuertas de entrada y salida, así como la estación de bombeo para evitar problemas durante el cultivo.
6. Establecer sistemas de filtrado en las compuertas de entrada para evitar la entrada de organismos que compitan con el cultivo, en cuanto al alimento y factores fisicoquímicos como el oxígeno.

Para migrar a una Concesión Acuícola para la engorda en mar o el desarrollo de la actividad en zonas protegidas es necesario obtener previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la SEMARNAT.

INVESTIGACIÓN Y BIOTECNOLOGÍA

Desarrollo tecnológico: Programa de seguimiento y mejoramiento genético, para producción de postlarvas de calidad genética y sanitariamente libres de patógenos.

Comercialización: Fomentar el análisis de Riesgo y Control de Puntos Críticos ARCP (HACCP), que permita obtener productos de mejor calidad, antes y después de que el producto se haya cosechado.

EFFECTOS AMBIENTALES Y CAMBIO CLIMÁTICO

El cambio climático global conlleva además del incremento de la temperatura media del planeta, una serie de otras alteraciones que son potencialmente negativas para la acuicultura, tales como: cambios en la temperatura del mar a nivel local, acidificación del océano, aumento en el nivel del mar, cambios en las concentraciones de oxígeno ambiental, incremento en la fuerza y frecuencia de tormentas, cambios en los patrones de circulación de corrientes marinas, cambios en los patrones de lluvias, cambios en los caudales de los ríos y cambios en los flujos biogeoquímicos.

Estos cambios traerán repercusiones en los ecosistemas, las sociedades y las economías y se piensa que a raíz de esto aumentará la presión sobre los medios de vida y el suministro de alimentos, incluidos los alimentos que provienen del sector acuícola.

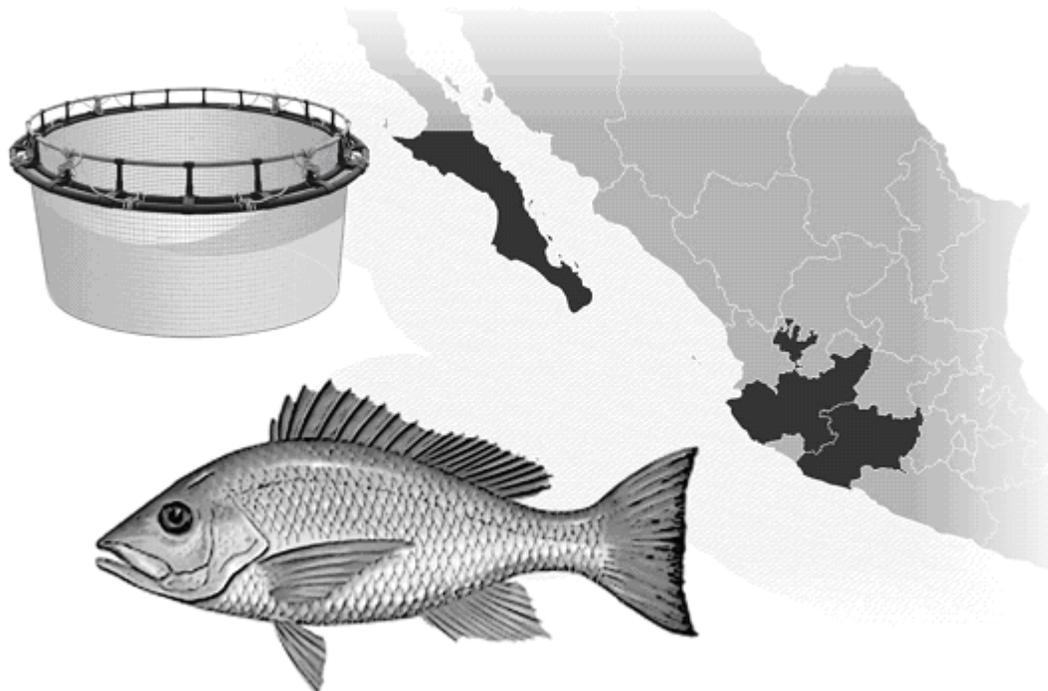
Como medidas de mitigación ante estos cambios, se recomienda lo siguiente:

1. La creación de seguros contra pérdidas o desastres provocados por fenómenos climáticos.
2. Llevar a cabo investigaciones específicas para adaptar las actividades acuícolas al cambio climático.
3. Crear mecanismos de transferencia de tecnología para los acuicultores, especialmente para los pequeños empresarios.
4. Mejorar la selección de crías para conseguir la tolerancia a temperaturas más altas.
5. Mejorar la planificación y el emplazamiento de las instalaciones, ajuste al cambio climático, regulación del seguimiento.
6. Remplazo de la harina y aceite de pescado, nuevas formas de procesamiento de alimentos y adopción de productos no carnívoros.
7. Prevención y seguir las normas sanitarias para prevenir riesgos sanitarios.

ESTADÍSTICAS DE PRODUCCIÓN

No hay registros de producción.

3.6 Huachinango



GENERALIDADES

Nombre común: Huachinango del Pacífico, pargo colorado o pargo rojo.

Nombre científico: *Lutjanus peru* (Nichols & Murphy, 1922). Sinonimia: *Neomaenis peru* Nichols & Murphy, 1922.

Nivel de dominio de biotecnología: Parcial en la reproducción, completa en la engorda y parcial en la crianza, se necesitan realizar pruebas de sistemas de cultivo para aguas oceánicas (offshore) con materias primas nacionales.

Origen: Cosmopolita del Pacífico Centro-Oriental.

Estatus del cultivo: Fomento.

Mercado: Local y Nacional.

Limitantes técnico-biológicas de la actividad: Protocolo de alimentación larvaria, producción masiva de crías y existencia de un alimento balanceado específico de origen nacional.

Entidades con cultivo: En la actualidad no existen granjas con cultivo aunque históricamente se presentaron en Jalisco, Michoacán y Baja California Sur.

ANTECEDENTES DE LA ACTIVIDAD ACUÍCOLA

El cultivo peces marinos comenzó en Japón, Canadá, Francia, España y Noruega, hace más de 50 años. En el país comenzó esta actividad en los 80. En el caso de las especies de la familia Lutjanidae, son pocas las que se han logrado cultivar debido a lo complejo de su cultivo. El huachinango del Pacífico es una de las pocas que han tenido éxito, debido a la resistencia al manejo, buena tasa de crecimiento, baja tasa de mortalidad, alta demanda comercial, y alto precio en el mercado nacional. El INAPESCA realizó estudios de la engorda de huachinango en diferentes partes del país (Guerrero, Colima, Jalisco y Nayarit) a partir del 2010 y hasta el 2015. El tiempo de la engorda varía dependiendo de las características del sitio de cultivo (temperatura y calidad del agua), manejo (densidad de siembra, ración alimenticia, talla de siembra) y el tipo de alimento (fresco o artificial), registrando periodos de hasta 8 meses de cultivo.

INFORMACIÓN BIOLÓGICA

Distribución geográfica: Desde Bahía Magdalena en la parte Norte del estado de Baja California Sur, México, hasta la costa del Norte de Perú.

Morfología: Cuerpo alargado comprimido, con el dorso poco elevado, hocico poco agudo, boca ligeramente oblicua, dientes mandibulares medianos, caninos pequeños los cuales sólo se encuentran en la mandíbula superior, dientes vomerianos agrupados en forma de diamante y en ocasiones con prolongaciones hacia atrás. Tiene radios espinosos en las aletas dorsal, anal y pélvica. La posición de las aletas pectorales inmediatamente por atrás de la cabeza, con las aletas pélvicas por debajo de ellas; con escamas ctenoideas. Generalmente de color rojo a rosa con un ligero color plateado, y aletas rojizas.

Ciclo de vida: Organismos longevos que viven de 15 a 20 años. Presentan dos desoves el primero de febrero a abril y de julio a noviembre el más importante. Su desarrollo gonádico es asincrónico y su periodo varía, dependiendo del área geográfica de distribución. La talla de primera madurez en machos es de 28 cm y en hembras de 33 cm de longitud total.

Hábitat: Es una especie demersal, habita en aguas tropicales y subtropicales del Pacífico; vive en aguas abiertas, se les encuentra frecuentemente en arrecifes costeros y zonas rocosas a profundidades de hasta 90 m.

Alimentación en el medio natural: Depredador activo que se alimenta principalmente durante la noche, con un amplio espectro de presas: peces, cangrejos, camarones y en menor proporción estomatópodos (langostilla), langostas y cefalópodos (pulpo y calamar).

CULTIVOENGORDA

Biotecnología: Completa en la fase de engorda, parcial en la reproducción e incompleta en la crianza de larvas.

Sistemas de cultivo: Semi-intensivo-Intensivo.

Características de la zona de cultivo: Para cultivo en jaulas, generalmente en bahías y en sitios con aguas marinas protegidas, con profundidad de 10 a 20 m, se requieren zonas con marea menor a un metro y que la relación profundidad-tamaño de la jaula sea 2:1, la velocidad de corriente marina de 30 a 50 cm/s y temperatura superficial del mar promedio de 28.7 °C, con valores superiores a 5 mg/l de oxígeno disuelto.

Artes de cultivo: Jaulas semi-sumergidas cuadradas con medidas de 5 m de ancho por 5 m de largo por 5 m de alto, con un volumen de 125 m³, jaulas circulares de polietileno de alta densidad, las cuales varían de 12-20 m de diámetro con una profundidad recomendada de 5-8 m y módulos de jaulas flotantes cuadradas de 5x5 por 5 m de profundidad, con flotador de polietileno de alta densidad, ancladas a un solo punto.

Promedio de flujo de agua para el cultivo: 30 cm/s y oleaje de 20 a 40 cm.

Densidad de siembra: Hasta 10 org/m³ para peces con una longitud total promedio de 20 cm y un peso promedio de 110 g.

Tamaño del organismo para siembra: Longitud total peso promedio de 18.2 a 19 cm y 70-90 g en promedio para organismos colectados del medio silvestre y >40 g para organismos obtenidos de laboratorio.

Porcentaje de sobrevivencia: 68%.

Tiempo de cultivo: 7-8 meses.

Tamaño y/o peso promedio del organismo de cosecha: De 435 a 461.4 g y 29.5 a 32.59 cm.

Fecundidad: Mediante la inducción con hormonas se han reportado desoves en un rango de 47.4±4.5h post inducción con una fecundidad relativa de 4.34x10⁴ huevos por kilogramo.

PIE DE CRÍA

Origen: Nacional.

Procedencia: Reproductores y juveniles recolectados del medio silvestre.

ALIMENTO

Se han realizado ensayos usando alimento fresco, que consta principalmente de "sardinita" que corresponde a las familias Engraulidae (*Anchoa ischana*, *A. lucida*) y Clupeidae (*Harengula thrissina*), el cual se proporciona diariamente en una proporción del 26% de la biomasa total del cultivo. Este tipo de alimento permite mantener su coloración y morfología dando buen aspecto al producto final.

También se han realizado ensayos en 2010 usando alimento formulado NutripecMarino 4015 de Agibrands de Purina México S.A., tanto para la pre-engorda y engorda con 40% de proteína y 15% de lípidos y 17% de carbohidratos.

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Parámetro	Mín.	Máx.	Prom.
Temperatura (°C)	26.4	30.0	28.7
Oxígeno disuelto (mg/l)	4.9	8	5.4
Salinidad (ups)	32.6	33.7	33.1

SANIDAD Y MANEJO ACUÍCOLA

Importancia de la sanidad acuícola: Dentro de la tecnología de cultivo, la sanidad acuícola ocupa un lugar de interés por la necesidad que existe de prevenir y controlar las enfermedades que potencialmente limitan la producción. La prevención de las enfermedades es el mejor elemento de control en los cultivos acuícolas, teniendo en cuenta las buenas prácticas de manejo y producción acuícola, lo que además minimiza cualquier impacto negativo sobre la salud humana y el medio ambiente.

Enfermedades o parásitos reportados: Se da la relación hospedero-parásito entre *Lutjanus peru* y el crustáceo simbiote *Cymothoa exigua*, el cual se alberga en la cavidad bucal. Se han presentado casos de exoftalmia que pueden estar causados por infección por Mycobacterias o por una deficiencia nutricional de vitamina. Estas enfermedades descritas no son transmisibles al ser humano.

Buenas prácticas de manejo acuícola: La importancia de aplicar un conjunto de procedimientos, condiciones y controles en las unidades de producción, reside en la reducción de riesgos, tanto para disminuir la incidencia de enfermedades como asegurar e incrementar la comercialización interna y exportación. Los encierros de engorda de *Lutjanus peru*, constituyen una actividad acuícola productiva con avances en el desarrollo biotecnológico, pero aún no existe el Manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Huachinango, sin embargo se recomienda realizar desdobles para minimizar la competencia del alimento, como también el monitoreo diario de los organismos. Si se utiliza alimento fresco, éste deberá de congelarse por lo menos a -6°C antes de darlo, para minimizar el crecimiento de parásitos. En cuanto al manejo de los sistemas de cultivo, deberá de mantenerse un programa para el mantenimiento y monitoreo del sistema de cultivo (Bolsos, flotadores y anclaje), se recomienda realizar por lo menos un recambio de bolso al mes, para garantizar el intercambio de agua dentro del bolso de cultivo.

El SENASICA actualmente construye los procesos con información técnica sanitaria, para implantar las verificaciones que sustenten la emisión del certificado sanitario tanto para laboratorios de producción de organismos acuáticos, como para las instalaciones en que se desarrollan las engordas.

MERCADO

Presentación del producto: Entero, fresco y fresco enhielado.

Precios del producto: Depende del tamaño del pescado y de la época de cosecha, se encuentra alrededor de los \$160.00 MXN por kg.

Consultar www.economia-sniim.gob.mx.

Mercado del producto: Local y Nacional.

INFORMACIÓN Y TRÁMITES

Para el desarrollo de la actividad deben realizarse los trámites conducentes en Materia de Impacto Ambiental ante la SEMARNAT, así como el trámite de Concesión Acuícola o Permiso, así como el Permiso para la recolección del medio natural de reproductores y organismos acuáticos vivos en cualquier fase de desarrollo destinados para la actividad acuícola.

1. www.gob.mx/conapesca
2. www.gob.mx/senasica
3. www.gob.mx/semarnat
4. www.gob.mx/sct
5. www.gob.mx/semar
6. <http://187.191.71.208/BuscadorTramites>

NORMATIVIDAD

Para esta especie no se cuenta con ninguna normatividad específica, revisar normatividad general consultar anexo.

MANEJO ECOSISTÉMICO

Se sugiere tener en consideración las siguientes prácticas y medidas preventivas que pueden minimizar impactos en las áreas de cultivo.

1. Es recomendable, que la zona donde se pretenda ubicar las artes de cultivo, no sea sobre comunidades bentónicas frágiles.
2. Se recomienda que después de cada ciclo, las estructuras de cultivo, sean ubicadas en otra área dentro del polígono concesionado, con la finalidad de disminuir el impacto que se pudiera ocasionar en el bentos.
3. Evitar el uso y aplicación de cualquier tipo de sustancia química en el cuerpo de agua, durante la etapa de engorda, cosecha y procesamiento.
4. Se deben de realizar las actividades de mantenimiento de embarcaciones y artes de cultivo únicamente en tierra, nunca en la zona y área de influencia del proyecto.
5. Impulsar el desarrollo de dietas específicas, las cuales permitan obtener resultados satisfactorios en la engorda de la especie, considerando las principales características del producto final en el mercado (color, forma y textura de la carne) además de garantizar la sostenibilidad de la actividad contribuyendo a mejorar la tasa de conversión de la especie y los costos de producción.
6. Elaborar un sistema de geo-mercado y clusters con el fin de lograr una apertura de mercados y expandir la distribución del producto de nivel local y nacional con miras a un mercado internacional. De esta manera se generan organizaciones más dinámicas y competitivas.
7. Promover la formación de plantas piloto para la producción de juveniles, tanto con fines de investigación como de escalamiento a nivel comercial, esto ofertaría cría para la actividad acuícola y reducirá la presión que existe en las poblaciones silvestres.
8. Tecnificación de la maricultura.
9. Establecimiento de un Programa Nacional de Bioseguridad, para la certificación sanitaria continua de las líneas de reproductores y crías-juveniles de huachinango.
10. Constituir políticas que promuevan sociedades o unidades de productores a diferentes escalas.
11. Establecer los requerimientos y medidas para prevenir y controlar la introducción y dispersión de enfermedades de alto riesgo en el cultivo de *L. peru*.
12. Estimular el comercio para consumo nacional: 1) Satisfacer la demanda interna del producto, 2) Elevar los estándares de calidad del producto.

INVESTIGACIÓN Y BIOTECNOLOGÍA

Desarrollo tecnológico: Desarrollar un Programa de producción masiva y continua de crías de *Lutjanus peru* con calidad genética y sanitaria.

Formular y desarrollar la producción de alimento específico para *L. peru*.

Sanidad: Realizar estudios para el desarrollo de las medidas sanitarias para la prevención, control y manejo de enfermedades y plagas durante todo el ciclo de producción de *L. peru*.

Comercialización: Fomentar la investigación económica, financiera y de rentabilidad que analice los diferentes aspectos del cultivo con el objeto de determinar los puntos clave que deban ser atendidos para la reducción de los costos de producción y comercialización, y maximizar los ingresos. Fomentar el Análisis de Riesgo y Control de Puntos Críticos (HACCP, por sus siglas en inglés), que permita obtener productos de mejor calidad.

Implementar un sistema de geo-mercado, como apoyo a las unidades Clúster o PYME.

Tecnología de cultivo: Determinar la capacidad de producción de las instalaciones en relación a la calidad del agua; los parámetros básicos del cultivo, densidad óptima de siembra, así como peso y longitud iniciales de siembra entre otros; las características y eficiencia del alimento, tasas de crecimiento y conversión, reproducción en cautiverio y el costo de producción. Se recomienda la implementación de registros permanentes sobre las actividades cotidianas en los centros de trabajo, así como también el desarrollo de investigación práctica paralela a las actividades de producción.

Realizar estudios de hidrodinámica, capacidad de carga e impacto ambiental, de los sitios de cultivos de huachinango que se realicen en aguas marinas de jurisdicción federal.

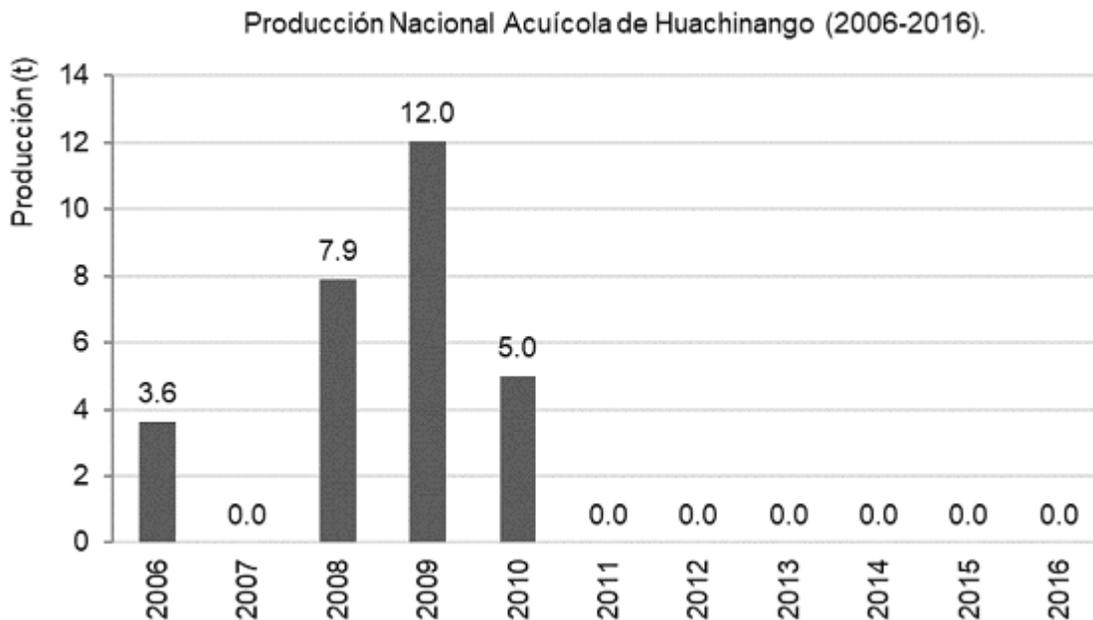
EFFECTOS AMBIENTALES Y CAMBIO CLIMÁTICO

El cultivo de peces marinos será influenciado por la variabilidad climática, por lo que son importantes las siguientes consideraciones:

1. La reducción factible en la cosecha de las especies cultivadas, debido entre otros factores a la variabilidad del clima marino y sus consecuencias en la alimentación y tasas de crecimiento de las especies marinas.

2. La temperatura ambiental es uno de los factores que influyen en la distribución, reclutamiento y abundancia de los organismos, cuya variabilidad a largo plazo, modificará principalmente las condiciones ambientales en el área de distribución de la especie.
3. Las especies de escama marina, cultivadas deberán tener una adaptación fisiológica y morfológica a la variabilidad climática en los sitios de cultivo.
4. La selección de los sitios de cultivo, exigirá una evaluación oceanográfica y ambiental actual de las condiciones físicas, químicas y geológicas del área de cultivo.
5. Será necesario fortalecer el mejoramiento de la selección de reproductores y crías en lo que se refiere a la tolerancia ambiental y con esto minimizar el impacto del efecto climático.
6. Desarrollar la elaboración de alimento comercial que tenga un menor impacto en la eutrofización del ambiente marino.
7. Será necesario la creación de seguros contra pérdidas o desastres ocasionados por fenómenos climáticos.
8. Prevenir y seguir la normatividad sanitaria, para minimizar los riesgos sanitarios.

ESTADÍSTICAS DE PRODUCCIÓN



Fuente: Anuarios Estadísticos CONAPESCA (2017).

3.7 Ostión de placer



GENERALIDADES

Nombre común: Ostión de placer o de Cortés.

Nombre Científico: *Crassostrea corteziensis* (Hertlein 1951). Sinonimia: *Ostrea corteziensis* Hertlein 1951

Nivel de dominio de biotecnología: Parcial.

Origen: Litoral del Pacífico Mexicano.

Mercado: Nacional y Regional.

Limitantes técnico-biológicas de la actividad: Abastecimiento de semilla para iniciar el cultivo, generalmente se colecta del medio natural y las variables ambientales deben ser las óptimas para su cultivo.

Entidades de cultivo: Sinaloa, Sonora y Nayarit.

ANTECEDENTES DE LA ACTIVIDAD ACUÍCOLA

Este ostión se cultiva desde finales de 1970 en el estado de Nayarit, a partir de la colecta de semillas silvestres y su engorda en sartas suspendidas de balsas flotantes. Anteriormente, se nombraba ostión de Guaymas o de Teacapán y se exportaba a Estados Unidos de América. Sus características de crecimiento le dan alto potencial acuícola para el Pacífico Tropical tanto de México como de Centroamérica. Cuenta con mercado local y regional. Si los organismos provienen de zonas clasificadas por COFEPRIS para la producción o se depura, se pueden comercializar en las regiones del Pacífico Norte y Pacífico Sur. Cuenta con un gran potencial para ser desarrollado en laboratorio lo cual mejoraría el desarrollo y la integración de tecnología para el cultivo intensivo de esta especie en otros sistemas y/o técnicas de cultivo. Actualmente la actividad se desarrolla de manera comercial, mediante balsas a las cuales se les colocan sartas; sin embargo, puede mejorarse la presentación del producto mediante la tecnificación de las artes de cultivo que permitan mejorar el producto final para venta. Esta tecnificación consiste en la utilización de canastas australianas, técnica que actualmente se encuentra en fase de experimentación por parte del INAPESCA y las Sociedades Cooperativas.

INFORMACIÓN BIOLÓGICA

Distribución geográfica: Desde el Golfo de California, México hasta Perú.

Morfología: Molusco bivalvo con concha de forma variable, alargada-ovalada y más alta que larga. La valva izquierda convexa, más grande que la derecha, frecuentemente con umbo encorvado hacia atrás, externamente lisa o con tenues surcos radiales. La valva derecha es aplanada, lisa o con lámelas concéntricas. Superficie externa blanquecina, valva derecha ligeramente café o gris-púrpura; superficie interna blanca brillante, frecuentemente con áreas irregulares de color blanco tiza; cicatriz del músculo aductor ocasionalmente teñida de púrpura.

Ciclo de vida: La reproducción inicia durante marzo y abril, termina en noviembre. Cambian de sexo al final del ciclo reproductivo (hermafroditismo), dependiendo del tamaño y edad de los organismos. A los seis meses predominan machos de los 5055 mm, en etapa de hermafroditismo las tallas van de 7075 mm. La fecundación es externa con desarrollo larvario planctónico. La etapa juvenil y adulta es bentónica a partir de la cual se mantienen fijos a un sustrato. Presenta longitudes máximas de 25 cm pero es común encontrarlos hasta 15 centímetros.

Hábitat: Habita principalmente en bahías, generalmente en mangles pantanosos y en la zona intermareal asociada a raíces de mangle.

Alimentación en el medio natural: Filtradores de fitoplancton y zooplancton.

CULTIVOENGORDA

Biotecnología: Parcial.

Sistemas de cultivo: Extensivo, intensivo y semi-intensivo. Esta clasificación depende de la densidad de siembra, y tecnificación del sistema de cultivo si son por sartas o canastas.

Características de la zona de cultivo: Zonas tropicales con profundidad de 1 a 40 m en aguas libres de contaminantes. Crece muy bien en fondos arenosos, arenosos calcáreos o en playas areno-rocosas.

Artes de cultivo: Básicamente el cultivo de ostión de placer se desarrolla en sartas de cultivo y se colocan en las lagunas costeras colectando de manera natural la semilla del ostión, se realiza la instalación de 500 balsas flotantes con dimensiones de 7 m de ancho por 10 m de largo, construidas de madera de pino de 2 plg. y flotadores compuestos de tambos de 200 litros sujetos a los extremos con cabo de ¾ plg. de polietileno, el sistema de anclaje es por medio de muertos de concreto aseguradas con el mismo cabo. No se utilizan líneas madres para este cultivo.

Promedio de flujo de agua para cultivo: Variable, dependiendo de la zona de cultivo.

Densidad de siembra: Debido a que la semilla es de fijación natural depende del medio el éxito de la fijación y por lo tanto la densidad.

Sistema de Cultivo	Etapas del Cultivo	
	Pre-Engorda* (Org/Caja)	Engorda* (Org/Costal)
Semi-intensivo	10002500	5080
Intensivo	2500-6000	<5050
Extensivo	80100	5-10

*Actualmente no se lleva este cultivo, sólo es en sartas colocadas en balsas.

Tamaño del organismo para siembra: 2 a 3 mm de longitud.

Porcentaje de sobrevivencia: Semi-intensivo del 7085% desde la siembra hasta la cosecha.

Tiempo de cultivo: Un ciclo por año con una duración en promedio de 8 a 10 meses.

Talla promedio de cosecha: De 8 a 10 cm en promedio para la cosecha por un periodo de 10 meses.

PIE DE CRÍA

Origen: Nacional.

Procedencia: La semilla utilizada de manera general es semilla fijada del medio natural. CONAPESCA otorga los permisos para la recolecta. Sin embargo el Centro Reprodutor de Especies Marinas (CREMES), del Gobierno del Estado de Sonora, cuenta con la tecnología para producir semilla de *C. corteziensis*, la cual se produce por pedido.

ALIMENTO

Fitoplancton y zooplancton que proviene del medio natural.

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Parámetro	Mín.	Máx.	Prom.
Temperatura (°C)	26	30	28
Oxígeno (mg/l)	2	4	3
pH	7.5	8.6	8.05
Salinidad (ups)	15	36	34

La reproducción se inhibe a temperaturas menores de 20°C y resulta letal por debajo de los 11°C.

SANIDAD Y MANEJO ACUÍCOLA

Importancia de la sanidad acuícola: Estudiar las enfermedades que afectan a los organismos acuáticos cultivados y silvestres, para evitar la pérdida de la producción. Asegurar la calidad e inocuidad del producto acuícola a través de prácticas preventivas, del diagnóstico y control de agentes infecciosos.

Enfermedades reportadas: Hipertrofia Gametocítica Viral (*Papillomavirus*), inclusiones intracelulares tipo Rickettsias, Perkinsiosis (*Perkinsus marinus*), *Nematopsis* sp., *Urostoma* sp. *Ancistrocoma* sp., *Sphenophrya* sp., *Halteria grandinella*,

Hexamita spp. y *Bodo* spp. Perkinsosis, la cual está presente durante todo el año y ocasiona atraso en el crecimiento; aunado a ello el manejo del cultivo, ya que al estar presente dicha enfermedad los productores de ostión deberían dar mantenimiento periódico a sus sartas sobre todo para el combate de epibiontes que compiten por el alimento y el espacio con los ostiones.

Buenas prácticas de producción acuícola: Hay que considerar los siguientes aspectos: a) Procesos que logren la producción de moluscos inocuos; b) Selección adecuada del sitio de cultivo; c) Manejo adecuado de la salud de los organismos; d) Operaciones adecuadas durante el ciclo productivo que minimicen perturbaciones ambientales (biológicas o químicas) y e) Medidas de bioseguridad para proteger la salud pública en el consumo de los moluscos bivalvos.

Buenas prácticas de higiene: Para protección de la salud pública, es necesario consultar la Guía Técnica del Programa Mexicano de Sanidad de Moluscos Bivalvos de la COFEPRIS, así como las disposiciones obligatorias y lineamientos en materia de buenas prácticas de higiene que marca la NOM-242-SSA-2009 D.O.F. 10/II/2011 y la NOM-210-SSA1-2014 D.O.F. 26/VI/2015.

MERCADO

Presentación del Producto: Entero fresco, desconchado y pulpa en bolsa.

Precios del Producto: Aproximadamente de \$60.00 MXN el kilo. Para mayor información consultar la página de: <http://www.economia-sniim.gob.mx/huevo/>

Talla promedio de presentación: 12 centímetros, en Nayarit es de 8 centímetros.

Mercado del producto: Local y Regional.

Puntos de ventas: Pie de granja, mercados y restaurantes locales. Se establecerá un estudio de mercado para obtener información sobre la comercialización.

INFORMACIÓN Y TRÁMITES

Para el desarrollo de la actividad deben realizarse los trámites conducentes en Materia de Impacto Ambiental ante la SEMARNAT, así como el trámite de Concesión Acuícola o Permiso, así como el Permiso para la recolección del medio natural de reproductores y organismos acuáticos vivos en cualquier fase de desarrollo destinados para la actividad acuícola.

1. www.gob.mx/conapesca
2. www.gob.mx/senasica
3. www.gob.mx/semarnat
4. www.gob.mx/cofepris
5. www.gob.mx/sct
6. <http://187.191.71.208/BuscadorTramites>

NORMATIVIDAD

Además de considerar anexo normatividad general, revisar la siguiente normativa específica para la especie:

NOM-031-SSA1-1993 Bienes y servicios. Productos de la pesca. Moluscos bivalvos frescos-refrigerados y congelados. Especificaciones sanitarias. D.O.F. 03/III/95.

MANEJO ECOSISTÉMICO

1. Realizar las actividades de cultivo en zonas clasificadas sanitariamente por el Programa Mexicano de Sanidad de Moluscos Bivalvos (PMSMB) de la COFEPRIS.
2. Continuar con la investigación y validación de sistemas con tecnología avanzada como el "cultivo en costales con densidades altas" y el cultivo de canastas australianas que contemple bajo costo de operación y sean amigables con el medio ambiente.
3. Promover la producción de semilla mediante laboratorios en cada sistema lagunar para garantizar el abasto para el cultivo como estrategia de producción y comercialización.
4. Las áreas de engorda y de cosecha del producto deben cumplir con las disposiciones sanitarias de la Secretaría de Salud, así como del Programa Mexicano de Sanidad de Moluscos Bivalvos.
5. Asistirse del Comité Estatal del Sistema Producto Ostión de Nayarit A. C. y el Comité Estatal de Sanidad Acuícola del Estado de Nayarit A. C. para elevar los estándares de calidad del producto y lograr la inserción en mercados competitivos.
6. Atender los lineamientos del Programa Mexicano de Sanidad de Moluscos Bivalvos (PMSMB), en atención al Acuerdo por el que se establecen los Criterios ecológicos de calidad del agua (CE-CCA-001(/89), D.O.F. 13/XII/1989), particularmente en lo referente a acuicultura de moluscos bivalvos.
7. Acuerdo por el que se establece una red de zonas de refugio pesquero para la protección del ostión de placer (*Crassostrea corteziensis*) en el sur de Sinaloa, publicado en el Diario Oficial de la Federación del 3/XII/2014.

INVESTIGACIÓN Y BIOTECNOLOGÍA

Desarrollo tecnológico: Generar un stock de reproductores y desarrollar biotecnologías de poliploides que garanticen una producción de semilla de calidad para el cultivo de ostión *C. corteziensis* en los estados de Sinaloa, Nayarit y Jalisco e implementar nuevas tecnologías de cultivo (canastas australianas) que permitan el cultivo de un producto de calidad.

Manejo: Mejorar la competitividad en el cultivo de ostión a través de la investigación y la innovación tecnológica.

Ecología: Estimar el impacto ambiental provocado por la actividad mediante el monitoreo de modificar las tecnologías de cultivo mediante el uso de plásticos resistentes (canastas australianas).

Especies nativas: Desarrollar cultivos experimentales a escala piloto y precomercial de las especies nativas, con el fin de recuperar las poblaciones silvestres.

Inocuidad: Promover las investigaciones en materia de inocuidad y salud pública. Llevar a cabo el seguimiento sanitario de las aguas y producto como una medida de garantía para la seguridad en los consumidores y con ello buscar los sitios adecuados para el cultivo de ostión.

Tecnología de cultivo: Implementar el uso de las canastas australianas como una tecnología aplicable en el cultivo de ostión que garantice un organismo de calidad y que su vez sea rentable y amigable con el medio ambiente.

Tecnología de alimentos: Diseñar procesos para dar valor agregado al producto ostión (ahumado enlatado, crema y paté) para incrementar su consumo en el mercado nacional e internacional.

EFECTOS AMBIENTALES Y CAMBIO CLIMÁTICO

Como consecuencia de los efectos del cambio climático en el cultivo de moluscos bivalvos, se dan las siguientes consideraciones:

Los cambios en la distribución, en la composición de las especies y en los hábitats, harán que se hagan modificaciones en las prácticas acuícolas, en donde se tendrá que modificar la ubicación de las instalaciones o de mejorar las prácticas.

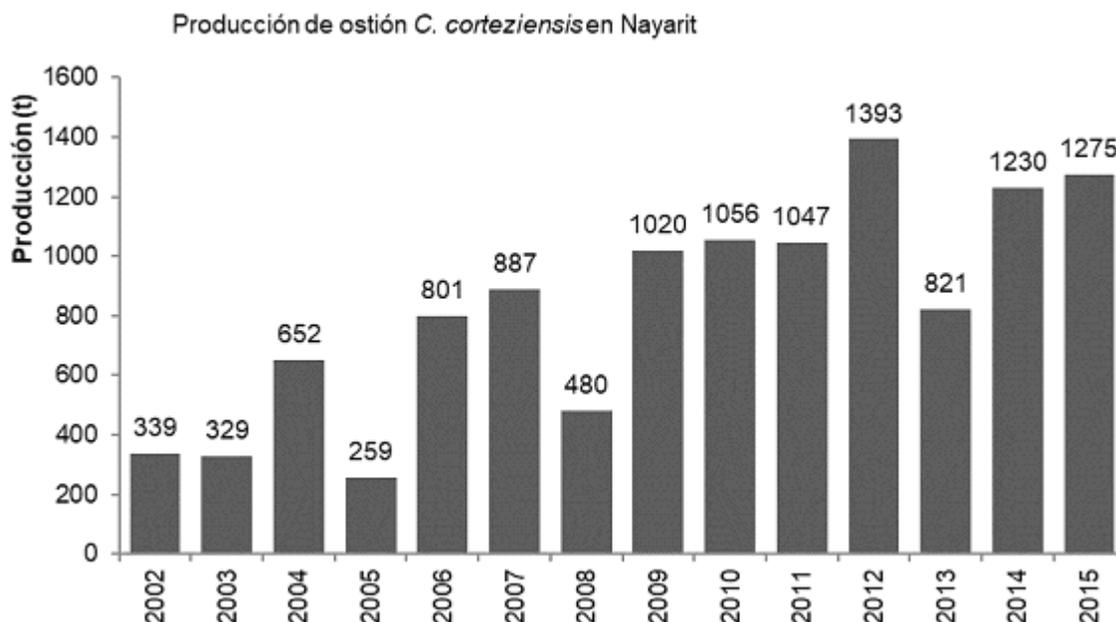
1. Mejorar la selección de los reproductores para la obtención de crías que puedan ser tolerantes a temperaturas más altas y mejorar el proceso de calcificación de la concha.
2. Mejorar las instalaciones de cultivo que permita cultivar un organismo tolerante al cambio climático, regulación del seguimiento.
3. Implementar sistemas de monitoreo de las condiciones climatológicas en los sitios de cultivo que permita tomar decisiones en el seguimiento del mismo.

ESTADÍSTICAS DE PRODUCCIÓN

Unidades de producción acuícola por estado.

Entidades	Suma de Núm. de Granjas	Suma de Superficie total de Cultivo (ha)
Nayarit	2	1512.02
Sonora	12	21.68

Fuente: Subdelegaciones de Pesca (2016).



Fuente: Comité Estatal de Sanidad Acuícola del Estado de Nayarit A. C. www.sesanay.org

3.8 Ostión del este



GENERALIDADES

Nombre común: Ostión, ostión del este.

Nombre Científico: *Crassostrea virginica* (Gmelin 1791). Sinonimia: *Ostrea virginica* Gmelin 1791.

Nivel de dominio de biotecnología: Artesanal extensivo para captación de semilla silvestre y engorda; tecnificado intensivo para la producción de semilla de laboratorio.

Origen: Litoral del Atlántico Americano.

Mercado: Nacional.

Limitantes técnico-biológico de la actividad: En Tabasco sólo se está engordando con sistemas de tipo japonés tanto semilla silvestre como de laboratorio (en chip); sin embargo, la falta de mantenimiento de estos sistemas no permite rendimientos más altos. Las temporadas de captación de semilla silvestre están limitadas por las condiciones ambientales, disponibilidad de alimento, infecciones y predación, por lo que las cosechas resultan azarosas. La falta de calidad en las aguas en donde se engorda sigue siendo un riesgo que compromete la inocuidad del producto final, además de que no existe una certificación de los procesos, ni el producto. Debido al uso de aros y sartas el crecimiento del ostión es en conglomerados, no existe diferenciación entre el ostión de un banco natural y el ostión de cultivo, disminuyendo la posibilidad de adquirir un mejor precio en el mercado. No hay estudios sobre enfermedades y presencia de parásitos, por lo que toda mortandad se asume como natural.

Entidades con cultivo: Tamaulipas, Veracruz y Tabasco.

ANTECEDENTES DE LA ACTIVIDAD ACUÍCOLA

La actividad ostrícola comenzó en los años 40's en el estado de Tabasco, sin embargo hasta los años 70's inició de manera ordenada y con asistencia técnica para los productores acuícolas; dicha asistencia se intensificó bajo el cobijo de un Comité Sistema Producto a inicios del 2000 como respuesta a la necesidad de producir ostión de manera complementaria a las temporadas de veda impuestas a su extracción.

Existe sólo un laboratorio de producción de semilla certificada (Centro Ostrícola Tecnológico ubicado en el poblado de Sánchez Magallanes, Tabasco), establecido en 2011 y funcionando desde 2012. La actividad pesquera se ha considerado como una pesquería acuacultural, debido al trato o manejo que se tiene que dar a los bancos como la rotación de cosechas, regado de concha, etc., con la finalidad de promover mayores cosechas, equivocadamente se han tomado estas acciones como acuícolas y bajo estas premisas se han promovido y permitido permisos de acuicultura de fomento en el estado de Veracruz desde el 2010 aproximadamente y siendo una estrategia equivocada que continúa ejerciendo presión por pesca.

INFORMACIÓN BIOLÓGICA

Distribución geográfica: Se localiza desde el Golfo de San Lorenzo en Canadá hasta Argentina.

Morfología: Molusco bivalvo. Tiene concha sólida, valvas desiguales, la valva izquierda (inferior) convexa y la valva derecha (superior) con tendencia aplanada, aunque a menudo doblada asentándose dentro de la izquierda; sus lados son desiguales, picos y umbones no prominentes, la especie tiene una tendencia a ser ampliamente oval en el contorno pero a menudo distorsionada. Ligamento interno, pegado a un canal central triangular, con extensiones laterales. Escultura de crestas concéntricas y líneas con unas pocas costillas radiales irregulares sobre la valva izquierda que normalmente no alcanzan el margen. La línea de la bisagra sin dientes en el adulto. Márgenes de la concha lisos. Color blanco, blanco sucio o café, algunas

veces con marcas púrpura oscuras. Periostraco delgado, café oscuro; interior de la concha blanco; impresión del músculo aductor cerca del margen posterior de color púrpura oscuro o café rojizo.

Ciclo de vida: El periodo de desove es permanente durante todo el año, presenta dos picos en septiembre-diciembre y otro en enero-junio los cuales están asociadas a cambios en los factores ambientales como salinidad y temperatura.

Son organismos hermafroditas protándricos, es decir, nacen con características masculinas y alternan al sexo femenino después de la primera maduración; sin embargo, se ha observado que el cambio de sexo, es un mecanismo de supervivencia poblacional de acuerdo a la densidad, proximidad y condiciones donde se desarrollen, pues las hembras requieren un consumo energético mayor.

Su tasa de crecimiento es variable dependiendo de la latitud, condiciones ambientales y disponibilidad de alimento, por lo que es necesario efectuar estudios para cada sitio y determinar las mejores temporadas de siembra/cosecha, por ejemplo, las tasas de crecimiento pueden variar de 2 a 12 mm/mes. Durante las temporadas de desove los gametos son liberados, los huevos fertilizados se desarrollan en larvas trocóforas que dependen de sus reservas internas en el huevo como suministro de energía. Después de 24 horas la trocófora se desarrolla en una larva véliger con concha, que usa un órgano ciliado (velum) para capturar alimento y nadar. Dos o tres semanas después y en función de las condiciones de alimento y temperatura, la véliger desarrolla una mancha ocular y un pie larval (pedivéliger) con el cual explora potenciales substratos para el asentamiento. Una vez estimulada para fijarse, cementa su valva izquierda al substrato y se transforma por metamorfosis en un juvenil de ostra descartando su velum, reabsorbiendo su pie, y agrandando sus agallas.

Hábitat: Lagunas costeras, estuarios y ambientes riparios con influencia marina.

Alimentación en el medio natural: Filtradores de fitoplancton.

CULTIVOENGORDA

Biotecnología: Parcial.

Sistemas de cultivo: Actualmente es extensivo con sartas para la captación de semilla y collares para engorda, se han utilizado de tipo semi-intensivos en bolsos de flotación, canastas Nestier, así como linternas japonesas (única tecnología validada, pero no adoptada por el sector). Para la colecta de semillas silvestres debe de tramitarse permiso de recoleta ante la CONAPESCA, por tratarse de una actividad extractiva la cual debe estimarse.

Características de la zona de cultivo: Áreas costeras protegidas o semiprotegidas con profundidades al menos de 1 a 1.5 m en aguas libres de contaminación. Se prefieren fondos arenosos calcáreos con presencia de ostión y conchas o fondos con limo-arcillosos que proporcionen carbonatos a la columna de agua, rangos de salinidades y temperaturas óptimas entre 14-28 UPS y 20-30°C respectivamente, así como un historial de eventos de mortandad masiva de bancos silvestres en ciclos no menores a 3 años.

Artes de cultivo: Actualmente se utilizan el sistema japonés basado en dos técnicas que son utilizadas como fases: a) Captación en sartas que sostienen 50 conchas limpias de ostión para la fijación de semilla silvestre y b) engorda en líneas madres (long-line), también llamados mazos que sostienen varios collares armados con alambre inoxidable 15 conchas con semilla fijada y separadas con trozos de manguera plástica. La cantidad de collares por línea varía en función del éxito en la captación de semilla. Cabe mencionar que en la etapa de engorda se pueden utilizar cajas de fondo tipo Nestier o de cualquier otro tipo, sin embargo, debido al tipo de fondo y baja profundidad de las lagunas, requieren limpieza varias veces a la semana. La engorda se puede efectuar también en lámparas japonesas, que de igual forma requieren mantenimiento semanal.

Promedio de flujo de agua para cultivo: Variable, dependiendo de la zona de cultivo y su profundidad.

Densidades: Varía en cada etapa del cultivo y el tipo de sistema:

Sistema extensivo	Etapas	
	Captación de semilla	Engorda
	60 a 70 conchas por sarta colocadas en mazos de 4 sartas	Collares con 5 conchas o sartas con 15 conchas con >10 semillas fijadas por concha
Densidad por unidad básica (ha por ciclo)	9 900 mazos por ha	126 000 collares o 42 000 sartas por ha (equivalente a 6.3 millones de semillas)
Supervivencia	<70%	>70%

Tamaño del organismo para siembra: Para la pre-engorda es recomendada la semilla de 3 a 4 mm por la facilidad de aclimatación y precio, para llevarla a una talla de al menos 20 mm para su engorda individual. En el caso de la semilla silvestre captada en mazos, son cambiadas de las sartas a los collares a más tardar a los seis meses, por lo que las tallas varían entre los 30 y 50 milímetros.

Porcentaje de sobrevivencia: Es muy baja para la semilla natural pues una concha puede captar entre 20 y 100 semillas; sin embargo, el éxito de crecimiento es de tan sólo de 5 a 10 semillas por concha individual que se colocan en los collares de engorda. Cabe destacar que, quienes utilizan semilla de laboratorio tienen que aclimatarla debidamente para evitar su mortandad por estrés, por lo que se sugiere un proceso de pre-engorda controlado.

Tiempo de cultivo: Actualmente los ciclos son de un año, debido a que no se les da mantenimiento y se efectúan para compensar la temporada de veda, sin embargo, podrían aprovecharse los dos picos de reproducción y tener al menos dos cosechas anuales. Así como múltiples, a lo largo del año si se utilizara semilla de laboratorio, pues la tasa de crecimiento es alta, pudiendo tenerse ostiones de talla comercial desde los cinco meses.

Talla promedio de cosecha: 80 mm para venta en concha, menores para venta en pulpa.

PIE DE CRÍA

Origen: Nacional.

Procedencia: La semilla puede ser colectada del medio natural y de cada sistema lagunar, para lo que se requiere Permiso de Recolecta ante CONAPESCA.

El Centro Ostrícola Tecnológico del Estado de Tabasco (COTET) se ubica en el Ejido San Rafael, Cárdenas, Tabasco y cuenta con la tecnología para producir semilla de *C. virginica* individual, en chip (semillas fijadas en conchilla) y en concha madre (semillas fijada en concha de ostión) así como otras especies de bivalvos en las temporadas que se deseen, su capacidad de producción mensual es de al menos 8.5 millones de semillas individuales y cinco millones de semillas en concha madre.

ALIMENTO

Fitoplancton y zooplancton que proviene del medio natural.

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Parámetro	Mín.	Máx.
Temperatura (°C)	20	35
Oxígeno (% saturación)	20	100
pH	6.8	9.25
Salinidad (ups)	10	32

SANIDAD Y MANEJO ACUÍCOLA

Importancia de la sanidad acuícola: Es importante reportar los efectos y riesgos probables de la presencia de agentes patógenos nativos e introducidos que afectan a ostiones silvestres y producidos en laboratorio. Así como su relación con las variables ambientales para evitar mermas en la producción. Se debe asegurar la calidad e inocuidad del producto acuícola a través de prácticas preventivas del diagnóstico y control de agentes patógenos de riesgo para la salud humana.

Enfermedades reportadas

1. Haplosporidiosis (MSX) certificable, causada por *Haplosporidium nelsoni*: Inhibe el crecimiento y la gametogénesis; mortandad con salinidades por arriba de 30 ups.
2. Dermo o Perkinsosis, causada por *Perkinsus marinus*: Apariencia pálida de la glándula digestiva; reducción del índice de condición; apertura de la concha; retracción del manto desde el borde externo de la concha; crecimiento retardado; presencia ocasional de cúmulos de pus; muerte.
3. Hipertrofia Gametocítica Viral / Papilomavirus de la familia *Papovaviridae*: Aparentemente no hay daño a los tejidos de organismos adultos; incapacidad de producción de gametos viables.
4. Infección bacteriana tipo rickettsia certificable / *Rickettsia sp.*: Invasión de células epiteliales del tracto digestivo, branquias y hepatopáncreas; reducción de actividad; mortandad.
5. Nocardiosis causada por *Nocardia pryertherchi*: Necrosis focal diseminada por la hemolinfa sobre tejidos y órganos que provoca mortandad durante el verano.
6. Enfermedad viral tipo herpes / Virus de la familia *Herpesviridae*: Enfermedad viral tipo herpes / Virus de la familia *Herpesviridae*.
7. Micosis larval causada por *Sirolopidium zoophthorum*: Desarrollo en los tejidos blandos con infección aguda que puede causar hasta la mortandad del 90% del cultivo.
8. Vibriosis larval o juvenil / *Vibrio sp.*, *Pseudomonas sp.*, *Aeromonas sp.*: Necrosis del epitelio branquial; mortandad.
9. Haplosporidiosis (SSO) - certificable / *Haplosporidium costale*: Pérdida de peso; mortandad.
10. Roseovarius Oyster Disease (ROD) (Antes conocida como JOD: *Juvenile Oyster Disease*) / *Roseovarius crassostreae*: Reducción drástica en el crecimiento de los individuos; Ahuecamiento extremo de la valva inferior; Lesiones en tejidos como el manto y las branquias; Secreción excesiva de conchiolina sobre ambas valvas, la cual, interrumpe la actividad del músculo aductor, haciendo que los tejidos blandos se encuentren expuestos; Afecta, sobre todo, a ostiones con tamaño entre 10 y 25 mm
11. Enfermedad de la Bahía de Malpeque / Agente desconocido: Los ostiones infectados presentan regresión del manto; valvas abiertas; edemas y abscesos de hasta 1cm de diámetro en el manto; cicatrices de tonalidad verde-amarillento sobre la superficie interna de la valva. Nota: Sin reporte en

áreas mexicanas.

Buenas prácticas de producción acuícola: Hay que considerar los siguientes aspectos: a) Procesos que logren la producción de moluscos inocuos; b) Selección adecuada del sitio de cultivo; c) Manejo adecuado de la salud de los organismos; d) Operaciones adecuadas durante el ciclo productivo que minimicen perturbaciones ambientales (biológicas o químicas) y e) Medidas de bioseguridad para proteger la salud de los moluscos bivalvos.

Para mayor información consultar: Manual de buenas prácticas en la producción acuícola de moluscos bivalvos para la inocuidad alimentaria

(www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/167791/5_Manual_Moluscos_Bivalvos.pdf).

Para protección de la salud pública, es necesario consultar la Guía Técnica del Programa Mexicano de Sanidad de Moluscos Bivalvos de la COFEPRIS, así como las disposiciones obligatorias y lineamientos en materia de buenas prácticas de higiene, disponibles en las páginas electrónicas: www.gob.mx/cofepris y www.cofepris.gob.mx/az/documents/guiapmsmb2009.pdf.

MERCADO

Presentación del Producto: Entero fresco en concha y pulpa en bolsa.

Precios del Producto: Para mayor información consultar la siguiente página: <http://www.economia-sniim.gob.mx/2010prueba/Precios.asp>

Mercado del producto: Local y Nacional.

Puntos de ventas: Pie de granja, mercados, restaurantes locales y en volumen a través del Comité Estatal Sistema Producto Ostión Tabasco, A.C.

INFORMACIÓN Y TRÁMITES

Para el desarrollo de la actividad deben realizarse los trámites conducentes en Materia de Impacto Ambiental ante la SEMARNAT, así como el trámite de Concesión Acuícola, así como el Permiso para la recolección del medio natural de reproductores y organismos acuáticos vivos en cualquier fase de desarrollo destinados para la actividad acuícola.

1. www.gob.mx/conapesca
2. www.gob.mx/senasica
3. www.gob.mx/semarnat
4. www.gob.mx/cofepris
5. <http://187.191.71.208/BuscadorTramites>

NORMATIVIDAD

Además de considerar anexo normatividad general, revisar la siguiente normativa específica para la especie:

NOM-031-SSA1-1993 Bienes y servicios. Productos de la pesca. Moluscos bivalvos frescos-refrigerados y congelados. Especificaciones sanitarias (D.O.F. 06/III/1995).

MANEJO ECOSISTÉMICO

1. Realizar las actividades de captura y cultivo en zonas clasificadas sanitariamente por el Programa Mexicano de Sanidad de Moluscos Bivalvos (PMSMB).
2. Continuar con la investigación y validación de sistemas con tecnología avanzada como el "cultivo en costales con densidades altas" que contemple bajo costo de operación y sean amigables con el medio ambiente.
3. Promover la introducción de laboratorios piloto para la producción de semilla en cada sistema lagunar como estrategia para la rehabilitación y potenciación comercial.
4. Las áreas de engorda y de cosecha del producto deben cumplir con las disposiciones sanitarias de la Secretaría de Salud, así como del Programa Mexicano de Sanidad de Moluscos Bivalvos.
5. Asistirse del Consejo Nacional Ostrícola y el Comité Estatal Sistema Producto Tabasco para elevar los estándares de calidad del producto y lograr la inserción en mercados competitivos.
6. Impulsar la creación de Unidades de Manejo Acuícola (UMAC) con sus respectivos planes de manejo, lo anterior para lograr el desarrollo, ordenado y sustentable de la acuicultura.
7. Atender los lineamientos del Programa Mexicano de Sanidad de Moluscos Bivalvos (PMSMB), observando los criterios ecológicos de calidad del agua (CE-CCA-001/89, D.O.F. 13/XII/1989), particularmente en lo referente a acuicultura de moluscos bivalvos.
8. En aspectos sanitarios se observarán las especificaciones de la NOM-242-SSA1-2009 D.O.F 10/II/2011 Productos y servicios. Productos de la pesca frescos, refrigerados, congelados y procesados. Especificaciones sanitarias y métodos de prueba, publicada por la Secretaría de Salud, así como las recomendaciones y especificaciones de la NMX-FF-001/2FF-SCFI-2011 D.O.F. 27/II/2012 sobre el ostión del Atlántico del género *Crassostrea* spp. en concha vivo y pulpa envasada que establece la Secretaría de Economía.

INVESTIGACIÓN Y BIOTECNOLOGÍA

Desarrollo tecnológico: Generar un stock de reproductores y desarrollar biotecnologías de triploides y tetraploides que garanticen una producción de semilla de calidad.

Manejo: Mejorar la competitividad en el cultivo de ostión a través de la investigación, la implementación y la innovación tecnológica.

Ecología: Estimar el impacto ambiental provocado por la actividad mediante el monitoreo de plancton, depredación y competencia.

Especies nativas: Con el fin de recuperar las poblaciones silvestres, es necesario obtener larvas y semillas en laboratorio para el repoblamiento de las áreas habitadas por estas especies. Y de forma paralela el desarrollar cultivos experimentales a escala piloto y pre-comercial de estas especies.

Inocuidad: Promover las investigaciones en la detección de enfermedades y detección de agentes patógenos que sean considerados riesgo para la salud humana o vector de enfermedad para otros organismos, así como la clasificación y certificación sanitaria de áreas para el cultivo, y certificación de procesos entre otros.

Tecnología de alimentos: Diseñar y validar comercial y económicamente procesos para dar valor agregado al producto ostión (sistemas de eliminación de patógenos, diversificación de presentaciones, así como el uso del ostión en otras fórmulas alimenticias) para incrementar su consumo en el mercado nacional y abrir las posibilidades en el mercado internacional.

EFFECTOS AMBIENTALES Y CAMBIO CLIMÁTICO

Como consecuencia de los efectos del cambio climático en el cultivo de moluscos bivalvos, se dan las siguientes consideraciones:

Los cambios en la distribución, en la composición de las especies y en los hábitats, harán que se hagan modificaciones en las prácticas acuícolas, y en la ubicación de las instalaciones o de mejorar las prácticas.

1. Mejorar la selección de crías para conseguir la tolerancia a temperaturas más altas y para poder mejorar el proceso de calcificación de la concha.
2. Mejorar la planificación y el emplazamiento de las instalaciones, así como el monitoreo continuo de variables fisicoquímicas de la columna de agua.

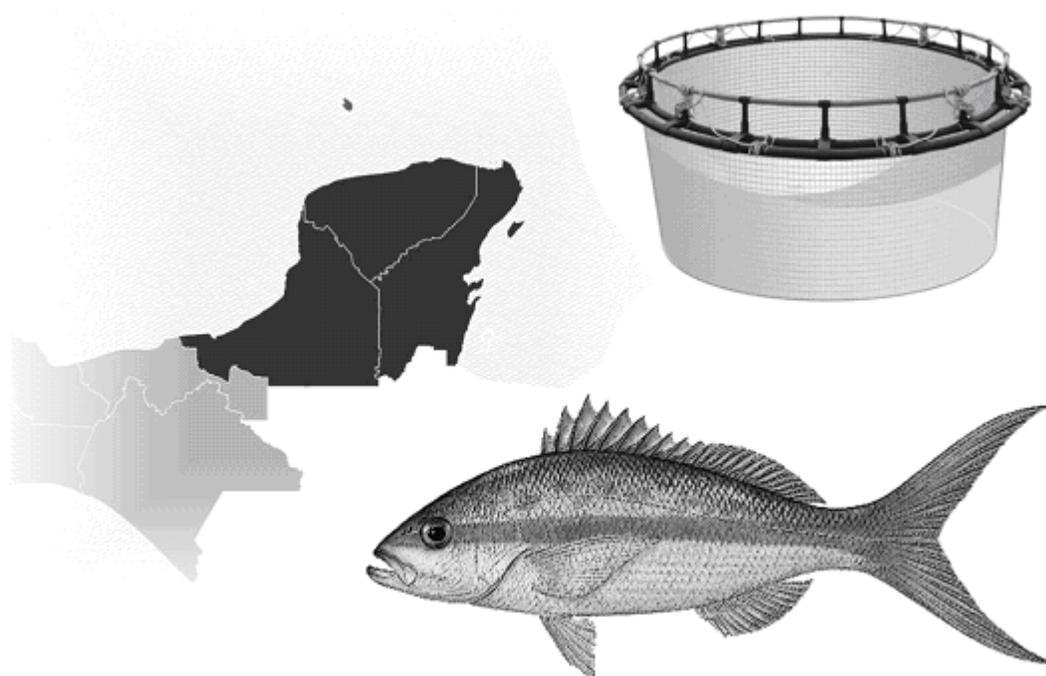
ESTADÍSTICA DE PRODUCCIÓN

Unidades de producción acuícola por estados 2016

Etiquetas de Fila	Núm. de Granjas	Núm. Granjas de Autoconsumo	Superficie Total de Cultivo (ha)
Tabasco	35	0	32
Veracruz	8	0	126.38

Fuente: Subdelegaciones de Pesca (2016).

3.9 Pargo canané



GENERALIDADES

Nombre(s) común(es): Pargo canané, rubia, rabirrubia, rabirrubio, colirubia o Pargo cola amarilla.

Nombre científico: *Ocyurus chrysurus* (Bloch 1790). Sinonimia: *Sparus chrysurus* Bloch 1791; *Lutjanus chrysurus* (Bloch 1790)

Nivel de dominio de biotecnología: Completo en la reproducción e incompleta en cría larvaria, pre-engorda y engorda comercial.

Origen: Cosmopolita del Atlántico Centro-Occidental.

Estatus del cultivo: Fomento.

Mercado: Nacional e internacional (EEUU).

Limitantes técnico-biológicas de la actividad: Avances en la cría larvaria. No existe el alimento balanceado específico para *O. chrysurus* y hay una baja disponibilidad de juveniles (semilla) debido a la falta de centros de producción acuícola y comercial a precio accesible.

Entidades con cultivo: Campeche, Yucatán y Quintana Roo.

ANTECEDENTES DE LA ACTIVIDAD ACUÍCOLA

Los estudios para generar la biotecnología de cultivo del pargo canané *Ocyurus chrysurus* en México, se iniciaron en 2008, por la Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UMDI-UNAM) en Sisal, Yucatán. Después de algunos años en la línea de investigación de reproducción se logró el control y dominio de ésta y la obtención de larvas de pargo canané en laboratorio, la cual es considerada como la parte más difícil para el desarrollo de la maricultura en México. Las larvas obtenidas fueron producto de desoves naturales e inducidos con destete a los 45 días. Se desarrollan líneas de investigación en el área de alimentación y nutrición en lo que se refiere a los requerimientos nutricionales de juveniles, además se cuenta con bancos de reproductores en algunas instituciones. En 2010 el Instituto Nacional de Pesca INAPESCA a través del Centro Regional de Investigación Pesquera de Puerto Morelos, Quintana Roo realizó el cultivo en la etapa de engorda de juveniles de pargo canané, en Puerto Juárez, Q. Roo. Con evaluación de la tasa de crecimiento específico, factor de condición simple y múltiple. Son escasos los antecedentes de engorda en jaulas flotantes, de ésta especie, limitados a los realizados en Sisal Yucatán, INAPESCA y los Institutos Tecnológicos de Lerma, Campeche y Boca del Río, Veracruz, así como el estudio realizado en la Estación Marina del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional de Mérida, Yucatán, referente a la evaluación de dietas con diferentes niveles de proteína para crecimiento de *O. chrysurus* en sistemas controlados. Se reportan cultivos de engorda de juveniles silvestres a baja escala en Campeche, Yucatán y Quintana Roo.

INFORMACIÓN BIOLÓGICA

Distribución geográfica: Atlántico tropical y subtropical desde Massachusetts hasta el Archipiélago Los Abrolhos, Brasil, incluyendo Bermuda, las Bahamas, y toda la región del Caribe.

Entidades con cultivo: Campeche, Yucatán y Quintana Roo.

Morfología: Pez óseo de cuerpo alargado fusiforme, ojos y boca pequeña oblicua y dientes caninos pequeños, 19-23 branquiespinas en la rama inferior del primer arco, dorsal continua X-12-14, anal III-9, caudal muy ahorquillada, pedúnculo caudal largo y delgado, lóbulos muy prolongados y franja amarillo brillante desde el hocico a la caudal. El animal adulto, es un pez pequeño comparado con otros pargos. Color oliváceo o azuloso en la parte superior con manchas olivo-amarillas, rosado en el vientre, con una banda amarilla brillante que comienza en la cabeza, recorre el costado y se ensancha en la caudal de este mismo color.

Ciclo de vida: Fertilización externa con ontogenia indirecta. Huevo pelágico transparente de 750 a 960 µm de diámetro. La eclosión ocurre entre 18 a 22 horas después de la fertilización, las larvas recién eclosionadas miden 2.51±0.7 mm longitud total con una gota de aceite de 150±2.5 µm y un saco vitelino de 1.125±0.3 mm. A las 24 horas de la eclosión comienza la formación de la boca y la pigmentación de los ojos, a las 48 horas las larvas presentan la boca y el tracto digestivo completamente formados, los ojos totalmente pigmentados y la gota de aceite notablemente disminuida (25 µm) al igual que el saco vitelino (100 µm). A las 72 horas se observa movimientos peristálticos en el tracto digestivo. Periodo larvario; sistema esquelético constituido por el notocordio y estructuras cartilaginosas mandibulares. A los 11-12 días después de la eclosión inicia la flexión del notocordio, y a los 16-18 el final. La primera indicación de la coloración adulta es visible en juveniles de aproximadamente 14.0 mm de longitud estándar donde los cromatóforos amarillo, forman una línea horizontal a través del ojo al hocico. El pigmento amarillo también se presenta a lo largo de la línea media lateral a la cola. El periodo juvenil inicia con la formación de escamas ctenoideas y termina con la primera maduración sexual a los 29 y 31 cm de longitud total en machos y hembras. El patrón de maduración gonádica en adultos, es gonocórica con desarrollo asincrónico y desoves parciales. La fecundidad individual fluctuó de 90 000 a 145 000 huevos con un promedio de 125 000. Asimismo, la fecundidad relativa varió entre 57 y 303 huevos/g con una fecundidad relativa media de 123 ovocitos/g, en el Banco de Campeche. Se reporta una longevidad de 17 años.

Hábitat: Es un pez de arrecife que se encuentra en aguas costeras y plataforma de la región tropical y subtropical del Atlántico Oeste. Los juveniles habitan fondos duros, preferentemente en pastos marinos interiores y exteriores de las islas y plataformas continentales a una temperatura de 24 a 30°C. Los adultos son semipelágicos o demersales en zonas costeras, preferentemente con aguas claras, alrededor de los arrecifes coralinos, hasta 50-70 m de profundidad, temperatura de 18 a 28°C y salinidad de 30 a 37 ups.

Alimentación en el medio natural: Tienen amplio espectro de alimentación los organismos pequeños se alimentan de zooplancton, detritus, fango, algas, esponjas, poliquetos, insectos, cuando son adultos su dieta es de cangrejos, crustáceos y peces.

CULTIVOENGORDA

Biotecnología: Completa en la reproducción e incompleta en la cría larvaria, pre-engorda y engorda comercial.

Sistemas de cultivo utilizados: Semi-intensivo e intensivo.

Características de la zona de cultivo: Zona costera protegida, sin influencia de aporte fluvial, o descargas antropogénicas, con más de 10 m de profundidad, con corrientes de marea de 30 a 50 cm/s y tipo de fondo arenoso o rocoso.

Artes de cultivo: Jaulas flotantes cuadradas que pueden ser de 5 x 5 x 5 m, de 5 x 5 y 3 m de alto, de 3.6 m de largo por 3.3 m de ancho y 1.80 m de altura o jaulas circulares de 7 a 13 m de diámetro y 5 o 6 m de profundidad.

Promedio de flujo de agua para el cultivo: Mayor de 10 cm/s y menor de 50 cm/s, el flujo óptimo es de 20-30 cm/s.

Densidad de siembra: En jaulas de 15 a 20 organismos /m³ para subadultos de 18 a 20 cm de longitud total y peso total promedio de 100 gramos.

Tamaño del organismo para siembra: Juveniles con peso promedio de 7.0 gramos.

Porcentaje de sobrevivencia: 97% durante el proceso de engorda.

Tiempo promedio de engorda: 12 meses.

Tamaño y/o peso promedio del organismo de cosecha: Peso promedio de cosecha de 326 g con un mínimo de 277 g y un máximo de 394 g para una longitud total promedio de 31 cm. Con Tasa de Crecimiento Específico de 0.879% g/día y Tasa de Crecimiento en Peso de 1.77 g/día con alimento fresco de sardina *Harengula jaguana*. Otra evaluación indicó una Tasa de Crecimiento Específico de 1.05% g/día con alimento elaborado con harina de atún, en juveniles con peso inicial de 7.7 g y peso final de 54.6 g con una tasa de conversión alimenticia de 2.20.

PIE DE CRÍA

Origen: Nacional.

Procedencia: Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación (UMDI-UNAM) Sisal, Yucatán, donde se cuenta también, con organismos reproductores nacidos en laboratorio y de población silvestre del Banco de Campeche, Canal de Yucatán y Mar Caribe Mexicano.

ALIMENTO

Para la etapa larval, solamente se utilizan alimento vivo y seco comercial. Para juveniles y adultos, se ha utilizado alimento natural fresco; como sardina *Harengula jaguana* y alimentos experimentales diseñados en algunas instituciones con resultados variables.

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Parámetro	Promedio
Temperatura (°C)	28.47±1.11
Oxígeno disuelto (mg/l)	6.61±0.28
pH	8.05±0.36
Salinidad (ups)	37±0.87

SANIDAD Y MANEJO ACUÍCOLA

Importancia de la sanidad acuícola: El apego riguroso a las buenas prácticas sanitarias (profilaxis, terapias, sanitización, entre otras) permite prevenir y controlar las enfermedades, garantizar la salud de los individuos en cultivo, y certificar sanitariamente los procesos de cultivo, zonas de cultivo y por lo tanto al producto, con estándares nacionales e internacionales; aspecto que permite la exportación.

Enfermedades reportadas: Se reporta la presencia del isópodo *Cymothoa exigua*, generalmente el parásito se encuentra adherido a la lengua del pez, se considera que dicho parásito parece ser benigno y no provoca daños aparentes en el pez. También se reportan protozoarios del género *Trichodina* sp. y algunos Monogénos.

Buenas prácticas de manejo: Es fundamental la operación dentro de los reglamentos y normas sanitarias de bioseguridad para garantizar la salud de los peces en cultivo, así como la aplicación de los procedimientos para el análisis de riesgos y control de puntos críticos con los que se asegure la inocuidad del producto. Es indispensable mantener alta calidad de agua para su cultivo, pues de otra manera se enfermaran.

MERCADO

Presentación del producto: Entero fresco, eviscerado, enhielado o congelado. También en filete es aceptado para exportación.

Precios del producto: De \$45.00 MXN a \$60.00 MXN kilogramo.

Talla promedio de presentación: De 25 a 35 cm de longitud total.

Mercado del producto: Nacional y EEUU.

Puntos de ventas: Mercados Regionales.

INFORMACIÓN Y TRÁMITES

Para el desarrollo de la actividad deben realizarse los trámites conducentes en Materia de Impacto Ambiental ante la SEMARNAT, así como el trámite de Concesión Acuícola o Permiso.

1. www.gob.mx/conapesca
2. www.gob.mx/senasica
3. www.gob.mx/semarnat
4. www.gob.mx/sct
5. www.gob.mx/semar
6. <http://187.191.71.208/BuscadorTramites>

NORMATIVIDAD

Para esta especie no se cuenta con ninguna normatividad específica, revisar el anexo normatividad general.

MANEJO ECOSISTÉMICO

1. Establecer el Programa Nacional Acuícola Marino con objetivos dirigidos a la diversificación de las especies marinas de cultivo, que promueva la formación de plantas piloto públicas o privadas para la producción de juveniles, con fines de investigación y de escalamiento a nivel comercial, esta medida reducirá la presión que existe sobre las poblaciones silvestres, permitiendo el reclutamiento y reproducción de los juveniles y subadultos, respectivamente.
2. Establecer un programa de bioseguridad que faculte la certificación sanitaria de cada fase del cultivo.
3. Constituir políticas que promuevan la formación de sistemas productivos integrados: con esquema Sistema Producto.
4. Promover programas de investigación en alimentación y nutrición para el desarrollo y producción nacional de alimentos balanceados formulados para cada especie y fase de cultivo, así como también estrategias de alimentación que permitan la máxima eficiencia de asimilación y la mínima producción de desechos.
5. Impulsar la mejora de los estándares de calidad para poder incursionar en el mercado extranjero con productos con certificados de origen y de inocuidad.

Impacto ambiental: Esta actividad actualmente es de Fomento y no requiere autorización en materia de impacto ambiental de la SEMARNAT, por lo que se sugiere considerar las siguientes prácticas y medidas preventivas que pueden minimizar impactos en las áreas donde sean instaladas jaulas de engorda de pargo canané.

1. Que la zona donde se pretenda ubicar las artes de cultivo, no tenga comunidades bentónicas frágiles.
2. Realizar el mantenimiento de embarcaciones únicamente en tierra, nunca en la zona y área de influencia del proyecto.
3. Evitar verter hidrocarburos u otros residuos líquidos fortuitos al medio marino procedentes de la operación y mantenimiento de las embarcaciones, así como de los desechos sólidos y líquidos producto de la cosecha o del lavado de artes de cultivo.
4. Que después de cada ciclo, las estructuras de cultivo, sean transferidas a otra área, dentro del polígono permisionado, con la finalidad de disminuir el impacto que se pudiera ocasionar en el bentos.
5. Evitar la utilización y aplicación de cualquier tipo de sustancia química orgánica o inorgánica en el cuerpo de agua, durante la etapa de engorda y procesamiento.

INVESTIGACIÓN Y BIOTECNOLOGÍA

Genética: Establecer y desarrollar programas de mejoramiento genético.

Sanidad: Realizar estudios epidemiológicos en todo el ciclo de producción de pargo canané.

Comercialización: Fomentar la investigación económica que analice los diferentes aspectos del cultivo con el objeto de determinar los puntos clave que deban ser atendidos para la reducción de los costos de producción y comercialización, y maximizar los ingresos.

Medio ambiente: Realizar estudios, con un enfoque ecosistémico, sobre las alteraciones ambientales que pueden causar los cultivos de engorda que se realicen en jaulas flotantes, así como los mecanismos que permitan disminuir el impacto ecológico en las zonas de cultivo.

Nutrición: Investigar los requerimientos nutricionales de la especie en cada fase del cultivo para formular alimentos específicos que permitan alta asimilación y baja producción de desechos, lo cual permite reducir costos de producción y disminuir el impacto ambiental.

Técnica de cultivo: Realizar estudios sobre la reproducción, larvicultura, pre-engorda y engorda de esta especie en sistemas de recirculación, los cuales permiten mantener condiciones ambientales y sanitarias controladas. En los cultivos en jaulas, realizar estudios sobre medios de biorremediación del bentos con el enfoque de los sistemas de cultivo multitrofos, en los cuales pueden

efectuarse cultivos simultáneos de especies bentónicas de valor comercial (por ejemplo: pepino de mar, almeja, etc.) que puedan consumir la materia orgánica particulada que se sedimenta en la zona de influencia del cultivo, la cual constituye un foco de contaminación para el propio cultivo.

EFFECTOS AMBIENTALES Y CAMBIO CLIMÁTICO

El cultivo de peces marinos será influenciado por la variabilidad climática, por lo que son importantes las siguientes consideraciones:

1. La reducción factible en la cosecha de las especies cultivadas, debido entre otros factores a la variabilidad del clima marino y sus consecuencias en la alimentación y tasas de crecimiento de las especies marinas.
2. La variabilidad de la temperatura ambiental en el mediano y largo plazo es uno de los factores que influyen en la distribución, reclutamiento y abundancia de los organismos.

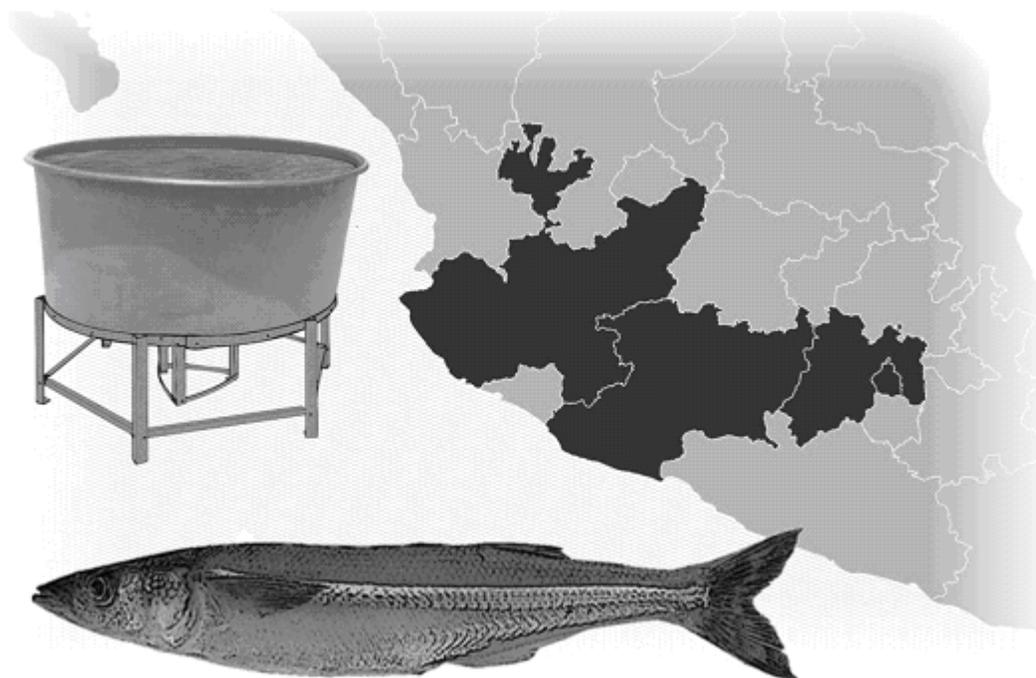
Acciones de adaptación:

1. En las especies de escama marina cultivadas, sería conveniente propiciar un proceso de selección para generar variedades más resilientes a la variabilidad climática en los sitios de cultivo.
2. La selección de los sitios de cultivo, exigirá una evaluación oceanográfica y ambiental actual de las condiciones físicas, químicas y geológicas del área de cultivo.
3. Será necesario fortalecer el mejoramiento de la selección de reproductores y crías en lo que se refiere a la tolerancia ambiental y con esto minimizar el impacto del efecto climático.
4. Desarrollar la elaboración de alimento comercial que tenga un menor impacto en la eutrofización del ambiente marino.
5. Será necesario contratación de seguros contra pérdidas o desastres ocasionados por fenómenos climáticos.
6. Prevenir y seguir la normatividad sanitaria, para minimizar los riesgos sanitarios.

ESTADÍSTICAS DE PRODUCCIÓN

No hay registros de producción.

3.10 Pescado blanco



GENERALIDADES

Nombre común: Pescado blanco.

Nombre científico: *Chirostoma estor* Jordan 1880; *Chirostoma humboldtianum* (Valenciennes 1835). Sinonimia: *Chirostoma estor* Jordan 1880 (= *Chirostoma estor tecuena* de Buen 1940; *Chirostoma estor pacanda* de Buen 1940; *Chirostoma michoacanae* de Buen 1940; *Atherinichthys albus* Steindachner 1894; *Chirostoma estor estor* Jordan 1880; *Menidia estor estor* (Jordan, 1880)); *Chirostoma humboldtianum* (Valenciennes 1835) (= *Atherina vomerina* Valenciennes 1835; *Chirostoma regani* Jordan, 1919; *Chirostoma ocampoi* Álvarez 1963; *Atherina humboldtiana* Valenciennes 1835).

Nivel de dominio de biotecnología: Incompleto.

Origen: *Chirostoma estor*, es una especie endémica del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. En el caso de *Chirostoma humboldtianum*, es nativa de Michoacán, Valle de México, Estado de México, Jalisco y Nayarit.

Estatus del Cultivo: Experimental en laboratorio y piloto en granjas de producción acuícola. Experimental y piloto.

Mercado: Local y regional.

Limitantes técnico-biológico de la actividad: Abastecimiento de crías de laboratorio, aspecto que ya se comenzó a resolver, material genético de reproductores silvestres para evitar procesos de endogamia, contar con una dieta específica disponible en el mercado para las diferentes etapas de cultivo, alta susceptibilidad al estrés.

Entidades con cultivo: Históricamente su cultivo se ha llevado a cabo en universidades y centros de investigación en los estados de Jalisco, Michoacán, Estado de México y Ciudad de México.

ANTECEDENTES DE LA ACTIVIDAD ACUÍCOLA

La investigación en acuicultura de *Chirostoma estor estor* inicia con Fernando de Buen en 1940, Aurelio Solórzano en 1963, seguidos por Mateo Rosas en 1970. A partir de 1988 la Secretaría de Pesca (en la actualidad INAPESCA) a través del Centro Regional de Investigación Acuícola y Pesquera de Pátzcuaro, Michoacán (CRIAP-Pátzcuaro), y posteriormente el Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IIAF) de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), la Escuela de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (IPN) y la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM-I), han trabajado en el estudio de esta especie en sus diferentes etapas de vida, logrando avances importantes. Sin embargo, se requiere profundizar conocimientos en las áreas de nutrición, genética, sanidad y prácticas de manejo para lograr cultivos semi-intensivos e intensivos de ciclo completo a escala comercial. Actualmente, se realiza la transferencia tecnológica en unidades de producción acuícola de Michoacán, con la asesoría técnica y científica del CRIAP-Pátzcuaro del INAPESCA.

INFORMACIÓN BIOLÓGICA

Distribución geográfica: La distribución de las especies de pescado blanco está relacionada con la historia geológica de la región central de México, de grandes elevaciones montañosas en el Pleistoceno condujo a la formación de lagos y cuencas endorreicas (Barbour, 1973). *Chirostoma estor* tiene como lugares de distribución natural, el Lago de Pátzcuaro y el Lago de Zirahuén en Michoacán, así como el Lago de Chapala, Jal. Sin embargo, no se ha capturado desde 1901 (Miller *et al.* 2005). En la década de los 70's se amplió su distribución a otros embalses del mismo Michoacán, así como de Chihuahua, Puebla, Tamaulipas, Hidalgo, Querétaro, Guanajuato y Estado de México (Rosas, 1976). Estrada *et al.* 2015 corroboró presencia en la presa El Bosque y Lago Zirahuén. Recientemente se tienen registros en la presa Necaxa en Puebla. Para *Chirostoma humboldtianum* es nativo de la laguna de Zacapu en Michoacán, lago de Xochimilco, Cd México laguna de Juanacatlán, Jalisco y laguna de San Pedro Lagunillas, Nayarit. Se ha ampliado su distribución a embalses del Estado de México, en la Presa Tepuxtepec (Paulo-Maya *et al.* 2000, Estrada *et al.* 2015), Valle de Bravo, San Felipe Tiacaque, Trinidad Fabela, Huapango y Danxhó (Paulo-Maya *et al.* 2000). En Michoacán en la Presa Cointzio, Presa del Bosque y Lago de Pátzcuaro (Alaye 1993, Rojas-Carrillo *et al.* 1993).

Morfología: Pez de cuerpo esbelto y alargado, comprimido y fusiforme, rostro no es muy agudo, ojos y cabeza grandes. La mandíbula inferior se proyecta ligeramente sobre el hocico, exponiendo dientes "pequeños". La boca es pequeña con apertura de 21 mm con respecto a peces en promedio de 22 cm (Ross *et al.* 2006) y el. Su cuerpo está cubierto por pequeñas escamas cicloides. Las aletas pectorales son redondeadas o ligeramente agudas con coloración plateada y una marcada banda lateral plateada

Ciclo de vida: Es en promedio de un año y medio. Organismo precoz, desde los 8 a 9 meses alcanza la edad reproductiva. Especie ovípara, presenta una maduración gonadal de tipo asincrónico. Desova durante todo el año, pero se intensifica entre los meses de febrero a mayo. Para el desove en su hábitat natural prefiere sitios cerca de la ribera con aguas claras y poco oleaje, con profundidad de 25 a 130 cm, con suaves declives y presencia de algas filamentosas que facilitan la fijación de los huevecillos.

Hábitat: Especie neártica. Generalmente habita cuerpos de agua lénticos ubicados en altitudes cercanas a los 2 035 metros sobre el nivel del mar (msnm). Prefiere zonas profundas con fondo arenoso o grava.

Alimentación en el medio natural: Las larvas de *C. estor* consumen protozoarios, rotíferos y microcrustáceos. Los juveniles se alimentan de perifiton animal de la zona litoral y de fauna bentónica como *Hyalella azteca*, *Cambarellus montezumae* y ostrácodos. Por sus características anatómicas y estructuras bucales, se les clasifica como zooplánctófago, depredador pelágico de presas pequeñas y en etapas adultas consumidor ocasional de peces pequeños y crustáceos.

CULTIVOENGORDA

Biotecnología: Incompleta, ciclo cerrado. Se puede controlar la reproducción en cautiverio por fotoperiodo a 18L: 6 D se obtiene más desoves mientras en fotoperiodos cortos 6L:18D se reducen o se detienen. Para la incubación se realiza en salinidades de 10 ups y temperaturas de 20-25°C. Para mejores rendimientos en el crecimiento se recomienda el uso de luz continua acompañada de una temperatura controlada de 25°C. La alimentación de larvas y juveniles tempranos se basa principalmente en alimento vivo durante el primer mes, posteriormente se incorpora gradualmente en la dieta alimento balanceado. La nutrición en la etapa de larva en condiciones controladas es la principal limitante que es donde presentan menor supervivencia. La dieta en estado juvenil es principalmente a base de alimento inerte, con porcentajes de 40 a 50 de proteína y 5-8 de lípidos. Al alcanzar la edad de tres a cuatro meses, los peces están listos para su siembra en estanquerías de mayores dimensiones para su engorda. Así mismo, la reducción de la población natural limita el flujo de *pool* genético a los laboratorios.

Sistemas de cultivo: Semi-intensivo para la experimentación con juveniles e Intensivo para el mantenimiento de reproductores y la producción de larvas.

Características de la zona de cultivo: Para la producción bajo condiciones controladas se requiere de agua con características fisicoquímicas adecuadas para la especie; localización lejos de áreas agrícolas, industriales o zonas que impliquen la presencia de riesgos físicos, químicos y biológicos; entrada y salida de agua independientes y entradas de agua controladas para prevenir la introducción de fauna y flora indeseable, entre otras.

Artes de cultivo: Dependiendo de la etapa de cultivo: para las larvas se emplean tanques rectangulares de material plástico o fibra de vidrio de 50 a 100 L, los juveniles tempranos pueden cultivarse en tanques circulares de fibra de vidrio con fondo cónico de 1 a 2 m de diámetro y 1 de altura, los juveniles requieren de tanques de geomembrana de 6 a 12 m y 1.20 de altura. Mientras que los adultos se recomiendan este mismo tipo de tanques pero de 4 m de diámetro para facilitar la recolección de huevo y manejo de organismos.

Promedio de flujo de agua para el cultivo: La cantidad de flujo (l/min), cambia en función de la infraestructura utilizada para el cultivo, densidad de carga y las características de la calidad del agua de la fuente abastecedora. Cultivo larvario: 2 l/min. Juveniles; 10 l/min. Adultos: 10 a 20 l/min. Estas condiciones son en sistemas de recirculación en unidades experimentales, por lo que se deberá tener un estricto control de los parámetros físico-químicos del agua para que se conserven los rangos de tolerancia requeridos por la especie.

Densidad de siembra: La cantidad de peces a sembrar depende de la talla, características del agua y del arte de cultivo, disponibilidad del agua y la eficiencia de los sistemas de recirculación. Sin embargo, la práctica recomienda en sistemas semi-intensivo de 5-10 peces/m³ y para sistemas intensivos a partir de 20 hasta 100 peces/m³.

Tamaño de siembra: Juveniles de 4 a 6 cm.

Porcentaje de sobrevivencia: Desarrollo embrionario 80%; etapa larvaria 50%; juveniles tempranos (<6 cm) 80%; juveniles 90%.

Tiempo de cultivo: Se requieren de 12 a 16 meses aproximadamente, dependiendo de las condiciones ambientales, alimentación y del manejo de los organismos.

Talla y peso de cosecha: de 20 a 24 cm y de 100-120 gramos.

PIÉ DE CRÍA

Origen: Nacional.

Procedencia: De laboratorios ubicados en el estado de Michoacán: laboratorio de Producción de crías de pescado blanco "Blanco de Pátzcuaro" de reciente creación, Centro Regional de Investigación Acuícola y Pesquera en Pátzcuaro (INAPESCA-AGRICULTURA), del Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IIAF) de la UMSNH y de la Reserva de Urandén del gobierno del estado Michoacán en reciente renovación.

ALIMENTO

Los rotíferos del género *Brachionus* son utilizados generalmente en la primera alimentación larvaria, pero tienen dimensiones mayores (>100 µm) que la abertura de la boca del pescado blanco al inicio de la alimentación exógena, lo que ha generado una baja supervivencia. Sin embargo, recientemente, se ha incorporado el rotífero *Proales similis* (longitud 90±1.94 µm, ancho 56±1.66 µm) en la primera alimentación, mejorando con ello en la supervivencia después de eclosión, posteriormente continúa con los del género *Brachionus*. Asimismo, se ha evaluado el enriquecimiento de alimento vivo (rotíferos y Artemia) utilizando bacterias probióticas (*Lactobacillus acidophilus* y *L. casei*) y ácidos grasos poliinsaturados (PUFAs), obteniendo incrementos en el crecimiento y supervivencia de larvas y juveniles. En la etapa juvenil y adulta, se utiliza alimento vivo (*Artemia* adulta y pulga de agua) de manera complementaria al alimento balanceado, es importante enriquecer con ácidos grasos 18:2n6, y 18:3n3 en 1.0% (Monroy Mendoza, 2006) y suplementar al menos 3% ácido araquidónico (Palacios *et al.* 2007) en el alimento de reproductores y larvas cultivadas. Los requerimientos de ácidos grasos esenciales (EFA) podrían ser más parecidos a los de una especie carnívora marina y estar menos relacionados con los de una especie dulceacuícola. Si esta aseveración es verdadera, ARA, EPA y DHA deben ser incluidos en la dieta para cubrir los requerimientos nutricionales de la especie (Martínez-Palacios *et al.* 2006). Actualmente, no existen alimentos balanceados comerciales formulados específicamente para pescado blanco, generalmente se utilizan alimentos para otras especies de peces, principalmente de trucha o para peces marinos con porcentajes de 48-55 de proteína y 8-14 en lípidos con buenos resultados. Si bien en algunos estudios en aspectos nutricionales se ha reconocido las estructuras bucofaríngeas, tipo de alimentación y capacidades digestivas que se presentan en la especie; además de estudios sobre los requerimientos en la dieta como el contenido de aminoácidos esenciales necesarios en la dieta como porcentaje de la proteína, cuando esta es del 45%: Lisina 0.7; Metionina 0.78; Tirosina 3.08; Fenilalanina 2.54; Treonina 0.61; Valina 1.59; Isoleucina 0.84; Leucina 2.48. El porcentaje de proteína óptima (41%), lípidos (5%), vitamina C (93.2 mg/kg), límites sugeridos de carbohidratos (5 a 15 g/100g), 1% de ácido linoleico (Ross *et al.* 2006, Martínez Palacios, 2006, Peñaloza, 2007, Canseco Murillo, 2008).

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Parámetro	Min.	Máx.
Temperatura (°C)	22	25
Oxígeno (mg/l)	4.7	8.7
pH	7.1	8.9
Dureza (mg/l)	100	158
Nitritos (mg/l)	0.001	0.060
Nitratos (mg/l)	0.070	0.425
Amonio (mg/l)	0	0.5
Salinidad (ups)	0	10

SANIDAD Y MANEJO ACUÍCOLA

Importancia de la sanidad acuícola: En lo que se refiere al aspecto sanitario de las poblaciones de pescado blanco, es importante considerar que las enfermedades pueden limitar el crecimiento poblacional de los hospederos o incidir directamente en la supervivencia, crecimiento y reproducción, de ahí la importancia en la aplicación de buenas prácticas de manejo para reducir las mortalidades en cultivo y mantener la calidad del producto, considerando que es una especie de escamas pequeñas.

Enfermedades reportadas: Existen registros documentados de diversos grupos de agentes patógenos, reportando Hongos acuáticos (Oomycetos del género *Saprolegnia* principalmente), Bacterias (*Pseudomonas*, cocos, diplococos y estreptococos Gram positivos y bacilos Gram negativos del tipo flexibacter, mixobacterias o flavobacterias), Protozoarios (*Mixobolus* sp., *Trichodina*, *Costia* e *Ichthyophthirius multifiliis*), Trematodos (*Allocreadium mexicanum*, *Diplostomum*, *Posthodiplostomum minimum*, *Gyrodactylus* sp. y *Clinostomum complanatum*), Céstodos (*Bothriocephalus acheilognathi*, *Proteocephalidae* sp., *Ligula intestinalis* y *Cyclophyllidae*), Nemátodos (*Capillaria patzcuarensis*, *Spinitectus carolini*, *Spinitectus osorioni*, *Pseudocapillaria tormentosa* y *Eustrongyldes* sp.), Acantocéfalos (*Polymorphus brevis*), Hirudíneos (*Myzobdella patzcuarensis*), Crustáceos (*Argulus* sp., *Ergasilus* y *Lernaea* sp.), algunas malformaciones de la columna vertebral (lordosis y escoliosis), exoftalmia, de origen nutricional o por factores físicos. Enfermedad de las burbujas, provocada por utilizar agua proveniente de pozos con altos niveles de nitrógeno, anhídrido carbónico y ácido sulfhídrico (Rojas-Carrillo, 2013).

Buenas prácticas de manejo acuícola: No existe un manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola para el Pescado Blanco, pero si un manual de producción de crías (<https://www.gob.mx/inapesca/documentos/manual-para-la-produccion-de-crias-de-pescado-blanco>). Sin embargo, se recomienda tomar en cuenta algunos lineamientos establecidos para otras especies acuícolas, tales como: a) Mantener a los organismos en agua de acuerdo a los rangos de tolerancia, b) Mantener las artes de cultivo limpias para facilitar la oxigenación y evitar la presencia de agentes patógenos, c) Suministro de agua limpia de calidad y en cantidad suficiente, d) Eliminar (enterrar o incinerar) los peces muertos o enfermos lejos del centro de producción, e) Lavar y desinfectar todo el material utilizado durante el proceso de cultivo, f) Mantener protegido el alimento balanceado evitando su almacenaje por más de tres meses, llevar un control adecuado de la alimentación y el horario en el que éste se suministre, h) Evitar la entrada de materia extraña a las instalaciones por lo que es recomendable colocar tapetes sanitarios en todas las entradas posibles del área de producción para prevenir enfermedades, i) Aplicar tratamientos profilácticos periódicamente, j) Realizar monitoreo periódico de calidad del agua del centro de producción, k) Evitar la entrada y permanencia de animales domésticos y silvestres en las instalaciones ya que pueden ser vectores de enfermedades y contaminantes del proceso de producción, l) Implementar barreras físicas (mallas, toldos, filtros), que impidan la entrada de fauna indeseable que puede ser vector de enfermedades o depredadores ocasionando grandes pérdidas en la producción.

MERCADO

Presentación del producto: Fresco-entero y corte mariposa.

Precios del producto: En Pátzcuaro de \$200.00 MXN por kg - \$700.00 MXN por kg dependiendo de la talla y temporada.

Talla promedio de presentación: de 20-30 centímetros.

Mercado del producto: Local, Regional y Nacional.

Puntos de ventas: Directamente por los pescadores a orillas del lago o a través de intermediarios, pescadería local.

INFORMACIÓN Y TRÁMITES

Para el desarrollo de la actividad deben realizarse los trámites conducentes en Materia de Impacto Ambiental ante la SEMARNAT, así como el trámite de Concesión Acuícola o Permiso.

1. www.gob.mx/conapesca
2. www.gob.mx/senasica
3. www.gob.mx/semarnat
4. www.gob.mx/conagua
5. <http://187.191.71.208/BuscadorTramites>

NORMATIVIDAD

Para esta especie no se cuenta con ninguna normatividad específica, revisar el anexo normatividad general.

MANEJO ECOSISTÉMICO

1. Cumplimiento de la normatividad vigente.
2. Preservación del ambiente natural y la biodiversidad.
3. Preservación de recursos hídricos.
4. Preservación de biodiversidad de especies y poblaciones silvestres (evitar en todo momento escapes al medio natural).
5. Uso responsable de alimento de origen animal y otros recursos.
6. Salud animal (no uso innecesario de antibióticos y químicos).
7. Responsabilidad social.
8. Realizar las buenas prácticas de producción acuícola dirigidas a garantizar la calidad sanitaria e inocuidad del producto.
9. Utilizar crías producidas en laboratorios libres de patógenos.

INVESTIGACIÓN Y BIOTECNOLOGÍA

Nutrición: Formular y evaluar dietas específicas para todas las etapas de desarrollo de esta especie. Priorizando la etapa larvaria que es donde se requieren reducir los costos de producción del uso de alimento vivo ya que el uso de *Artemia* sp. encarece el proceso de producción de crías y es un insumo cada vez más escaso.

Pesca: Se requiere la recuperación de las poblaciones silvestres, que actualmente se encuentran en estado de sobreexplotación.

Genética: Realizar la certificación genética del pie de cría. Desarrollar un programa de seguimiento y selección de ejemplares para la conformación de familias con mejores tasas de crecimiento, factor de condición y conversión alimenticia, así como de resistencia a enfermedades y al manejo. Establecer un banco de genoma. Producción de organismos monosexo.

Sanidad: Continuar con los estudios sobre desarrollo y aplicación de tratamientos profilácticos y para el control de enfermedades. Aplicación de técnicas rápidas de diagnóstico de enfermedades de origen viral y bacteriano. Evaluación de microorganismos y vitaminas que fortalezcan el sistema inmunológico de los peces.

Manejo: Se requiere el saneamiento y recuperación del lago de Pátzcuaro.

Tecnología de cultivo: Diseñar y desarrollar sistemas de tratamiento post-utilización de agua, recirculación de bajo costo y tecnología alternativa para la generación de energía eléctrica (solar, eólica, etc.) para mejorar la rentabilidad del cultivo. Desarrollar sistemas integrales como la acuaponía. Generar valor agregado que pudiera establecerse en el producto.

EFFECTOS AMBIENTALES Y CAMBIO CLIMÁTICO

La especie se cultiva en ecosistemas acuáticos continentales, donde los ciclos de producción siguen muy de cerca los cambios estacionales de la temperatura y las lluvias en el entorno terrestre circundante que crea un medio ambiente dinámico, donde la disponibilidad de hábitats acuáticos se modifica constantemente y los nutrientes se liberan intermitentemente, y los cuales se ven impactados por los efectos de los usos de tierras por el ser humano.

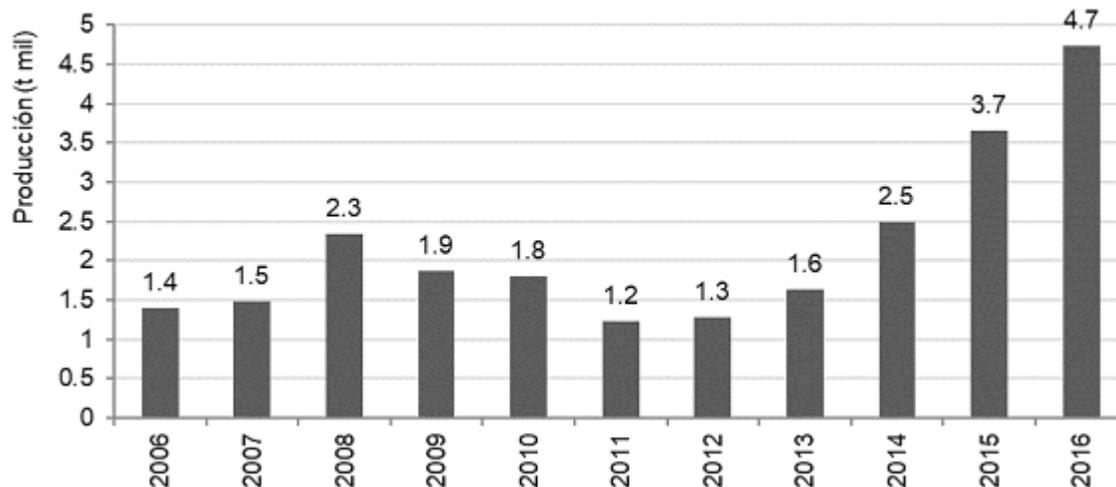
Debido al cambio climático, este tipo de ecosistemas se ven afectados por:

1. La variación en las precipitaciones anuales, tienen un impacto directo en la perdurabilidad de los ambientes acuáticos afectando el tiempo de residencia del agua, ya que los niveles y caudales de la mayoría de ríos, lagos, embalses y humedales se vinculan a la precipitación a corto plazo.
2. La temperatura del agua está directamente relacionada con el aumento de la temperatura global del aire causado por el efecto del aumento de Gases Efecto Invernadero en la atmósfera.
3. Los aumentos de temperatura harán ascender la nitrificación de los suelos y, por escorrentía, el nitrato en los ríos. Teniendo el mismo efecto en el nitrógeno orgánico en cuencas predominantemente agrícolas.
4. La alteración de los regímenes de flujo resultantes del cambio climático puede influir en la frecuencia de los escapes desde instalaciones de acuicultura así como, en la tasa de transmisión secundaria de especies no nativas a través de redes fluviales.

ESTADÍSTICAS DE PRODUCCIÓN

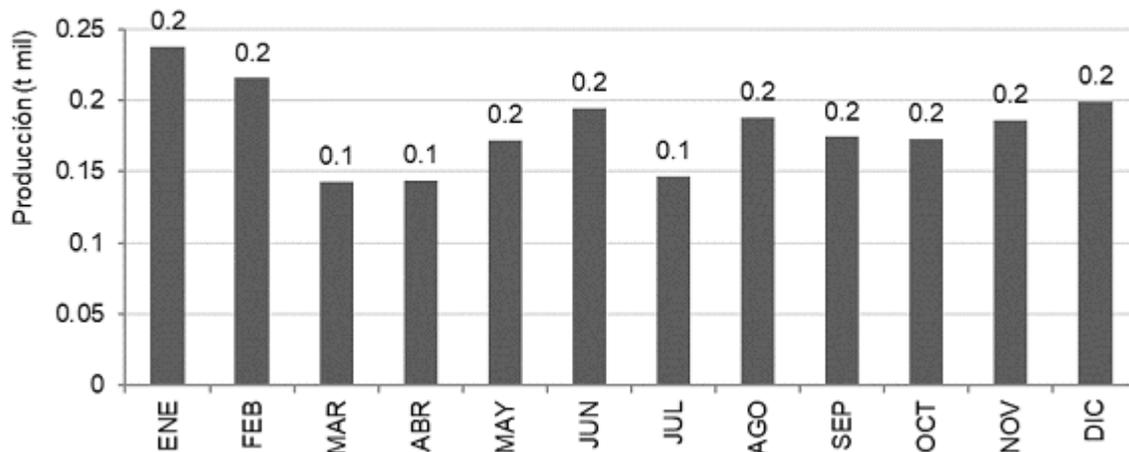
No se presentan estadísticas de cultivo para pescado blanco; sin embargo, en muchas ocasiones se presenta a la especie dentro del grupo de charal, el cual engloba diferentes especies del género *Chirostoma*. Con base en este comentario se presentan las siguientes estadísticas:

Producción Nacional Acuícola de Charal (2006-2016).



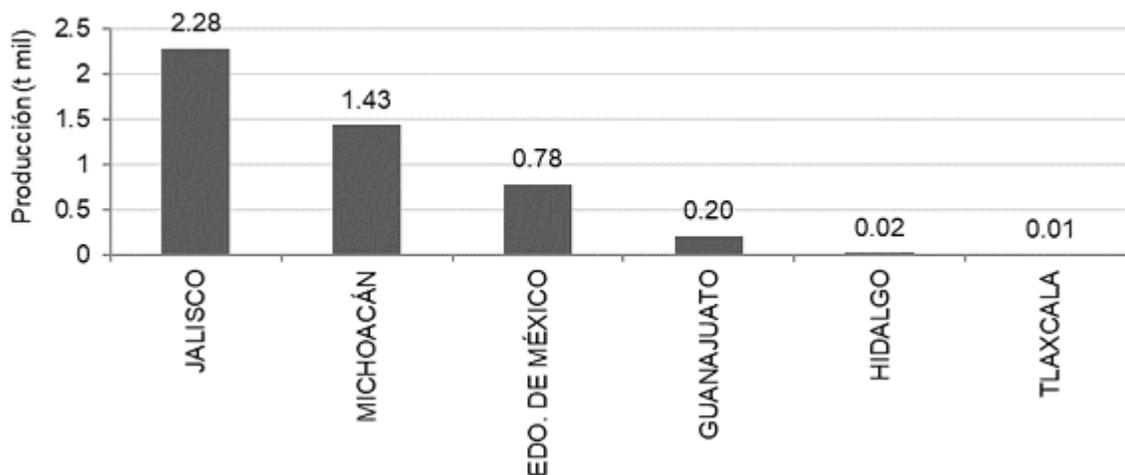
Fuente: Anuarios Estadísticos CONAPESCA (2017).

Media mensual (2006-2016) de la Producción Nacional Acuícola de charal.



Fuente: Anuarios Estadísticos CONAPESCA (2017)

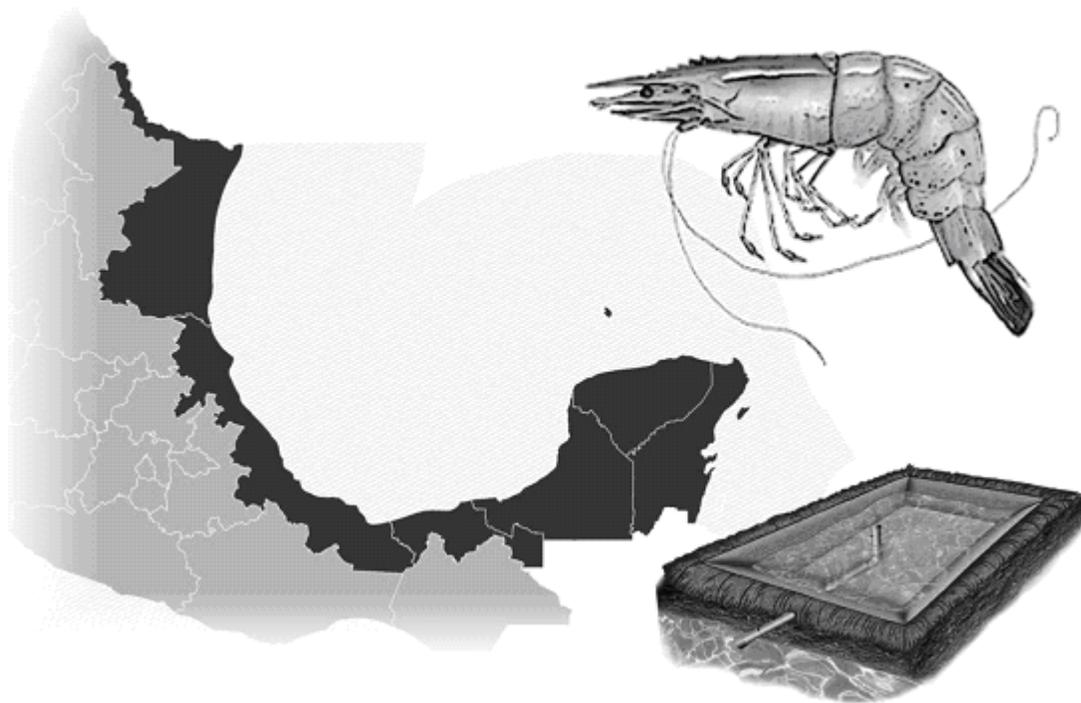
Producción Acuícola Anual de charal (2016) por entidad.



Fuente: Anuarios Estadísticos CONAPESCA (2017).

IV. ESPECIES CON POTENCIAL ACUÍCOLA

4.1 Camarón blanco del Golfo de México



GENERALIDADES

Nombre común: Camarón blanco del Golfo.

Nombre científico: *Litopenaeus setiferus* (Linnaeus 1767). Sinonimias: *Cancer setiferus* Linnaeus 1767, *Penaeus setiferus* (Linnaeus 1767), *Penaeus (Litopenaeus) setiferus* (Linnaeus 1767).

Nivel de dominio de biotecnología: Experimental.

Origen: Desde el sur de Nueva York, Estados Unidos de América, hasta la Península de Yucatán, México.

Estatus del Cultivo: Experimental.

Mercado: Nacional e Internacional.

Insumo necesario para su cultivo: Abastecimiento de reproductores para mejoramiento genético y reproducción. Más estudios de nutrición y manejo.

Entidades de cultivo: De acuerdo a la distribución geográfica de la especie su cultivo podría darse en Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo.

ANTECEDENTES DE LA ACTIVIDAD ACUÍCOLA

El cultivo de camarón blanco del Golfo de México, inició en los años 90, en las instalaciones del CRIAP-Lerma, donde se desarrolló la técnica de maduración y desarrollo larval. A finales de los 90 el grupo de investigación se mudó a las instalaciones de Limnología y Ciencias del mar en Ciudad Del Carmen, Campeche, donde continuaron con los estudios. Finalmente, a principios del año 2000, el mismo grupo de investigadores se traslada a nuevas instalaciones en el poblado de Sisal, Yucatán. Es en este nuevo laboratorio donde completaron el ciclo del cultivo de esta especie. Aún se está probando a escala Piloto comercial.

INFORMACIÓN BIOLÓGICA

Distribución Geográfica: Desde el sur de Nueva York hasta la Península de Yucatán. En México se encuentra con mayor abundancia en la Laguna de Términos, Campeche y Chiltepec y desembocaduras de los Ríos Grijalva y San Pedro en Tabasco.

Morfología: La especie tiene *rostrum* largo con 5 a 11 dientes en el borde superior y dos en el inferior, surcos profundos junto a la pila carina. Petasma superficie interna de la parte lateral del lóbulo. Télico un par de crestas filosas, anterolateral convergen posteriormente y un par de lóbulos posteriores muy juntos en el esternito. El cuerpo se divide en dos partes, caparazón que es el escudo sobre el cefalotórax y el abdomen. El caparazón es conocido como la cabeza (contiene la cabeza y los órganos vitales, incluyendo el estómago) y el abdomen como la cola que está dividido en seis segmentos, el último segmento termina en una estructura llamada telson.

Ciclo de vida: Está dividido en seis fases: embrión, larva, juvenil, adolescente, sub-adulto y adulto. Liberan sus huevos directamente en el mar. El estado larvario es planctónico y ocurre cerca de la costa. Los machos maduran a los 15 a 20 g y las hembras después de los 20 g.

Tallas y pesos promedio: Huevo 0.26 mm 15 h después de eclosionar, NI a NV 0.35 0.5 mm; PI a PIII 0.96 a 2.59 mm; MI a MIII 3.3 a 4.3 mm; postlarva 4.6 mm; adulto LT macho 175 mm y hembra 257 mm.

Hábitat: Vive en aguas costeras entre 0 y 30 m de profundidad, generalmente fondos limosos o fango-arenosos, así como en substratos terrígenos con gran cantidad de material orgánico. Son estuarinos hasta 27 m raramente a 45 m de profundidad.

Alimentación en el medio natural: Se alimenta de fitoplancton y zooplancton, son omnívoros.

CULTIVOENGORDA

Biotecnología: Semi-completa, faltan pruebas a escala piloto comercial.

Sistemas de cultivo utilizados: Semi-intensivo (densidad final de 5 org/m²).

Características de la zona de cultivo: Se cultiva cerca de la línea de costa donde se encuentren esteros, lagunas costeras, bahías o bien escolleras.

Artes de cultivo para engorda: Raceway o estanques rústicos o forrados con un material denominado "*liner*" las dimensiones pueden variar.

Promedio de Flujo de agua para el cultivo: Dependiendo de la densidad de siembra es la TRA que necesitan intensivo más de un 20% y se utilizarán aireadores cuando se produzcan caídas de oxígeno.

Densidad de Siembra: Depende del tipo de estanquería, flujo de agua, altitud y oxígeno disuelto. En íntima relación con las condiciones hidráulicas. Se recomienda una densidad de 204 org/m². Se siembran crías de 0.12.0 gramos.

Porcentaje de supervivencia (desde la siembra hasta la cosecha): Semi-intensivo pruebas a escala piloto comercial.

Tiempo de cultivo: Preengorda 7 semanas, engorda 18 a 19 semanas.

Talla promedio de cosecha: Pueden crecer hasta 20 gramos.

Insumos: Nacionales y de Importación.

PIE DE CRÍA

Origen: Nacional.

Procedencia: Las postlarvas de *L. setiferus* provienen de laboratorios de la unidad de la UNAM en Sisal, Yucatán.

Presentación y forma de entrega de insumo: Miles.

ALIMENTO

Los estanques se fertilizan para la producción de plancton. Requerimiento proteínico del alimento balanceado (Pellet) para la fase de postlarva es de 50%, juvenil 30 y 35% adulto 28 a 30%. El alimento es el insumo más caro de la producción de camarón.

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Parámetro	Mín.	Máx.
Temperatura (°C)	13	30
Oxígeno disuelto (mg/l)	4 nivel crítico para el cultivo	
pH	4.5	10
Dureza (ppm)		25
Nitrito (mg/l)		<0.55
Nitrato (mg/l)		<100
Amonio (mg/l) (NH ₃)		<0.22
Alcalinidad (mg/l como CaCO ₃)	20	200
Sólidos en suspensión (ppm)	5	35

SANIDAD Y MANEJO

Importancia de la sanidad acuícola: La susceptibilidad del camarón blanco *L. setiferus* para las enfermedades no es del todo conocida pues al no ser una especie que se cultive comercialmente.

Enfermedades reportadas: Para esta especie no se tiene reportada ninguna enfermedad.

Buenas prácticas de manejo (BPM): Lo recomendable es lo que se utiliza para el cultivo de otras especies. Aspectos importante de las BPM: a) huevos y PL certificados; b) densidades de siembra adecuadas, considerando edad y talla de los camarones, capacidad de carga de la granja, biomasa y talla esperada en la cosecha; c) estanques limpios; d) abastecimiento de agua en calidad y cantidad; e) desinfectar el material utilizado en el cultivo; f) control adecuado de la alimentación; g) utilizar tapetes sanitarios en las entradas del área de producción; h) tratamiento periódico contra hongos y otras enfermedades; i) monitoreo mensual de la calidad del agua; j) prohibir animales domésticos en las instalaciones. Consultar Manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Camarón para la Inocuidad Alimentaria de SENASICA.

(www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/167789/4_Manual_Camar_n.pdf).

MERCADO

Presentación del producto: Fresco con cabeza, congelado.

Precios del producto: Depende del tamaño del camarón y la presentación, así como la época de cosecha.

Para mayor información consultar la página www.economia-sniim.gob.mx.

Valor agregado: Congelado con o sin cáscara, con o sin cabeza, desvenado.

Mercado del producto: Local, regional y nacional.

Puntos de ventas: Pie de granja.

INFORMACIÓN Y TRÁMITES

Para el desarrollo de la actividad en tierra deberán de realizarse los trámites conducentes en Materia de Impacto Ambiental y, en su caso, de Zona Federal Marítimo Terrestre ante la SEMARNAT, así como el trámite de Concesión Acuícola.

1. www.gob.mx/conapesca
2. www.gob.mx/senasica
3. www.gob.mx/semarnat
4. <http://187.191.71.208/BuscadorTramites>

NORMATIVIDAD

Además de revisar el anexo normatividad general, verificar la siguiente normativa específica para la especie:

NOM-002-SAG/PESC-2013 Para ordenar el aprovechamiento de las especies de camarón en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos. (D.O.F. 11/VII/2013).

NOM-047-SAG/PESC-2014 Para la identificación del origen de camarones cultivados, de aguas marinas y de esteros, marismas y bahías (D.O.F. 15/IV/2014).

NOM-074-SAG/PESC-2014 Para regular el uso de sistemas de exclusión de fauna acuática (SEFA) en unidades de producción acuícola para el cultivo de camarón en el Estado de Sinaloa (D.O.F. 28/IV/2014).

MANEJO ECOSISTÉMICO

Se sugiere tener en consideración las siguientes prácticas y medidas preventivas que pueden minimizar los impactos ambientales en las áreas de cultivo.

1. Operaciones adecuadas durante el ciclo productivo que minimicen perturbaciones ambientales (biológicas o químicas).
2. Realizar el mantenimiento y limpieza de estructuras de cultivo únicamente en tierra, nunca en la zona y área de influencia del proyecto.

Para migrar a una Concesión Acuícola para la engorda en mar o el desarrollo de la actividad en zonas protegidas es necesario obtener previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la SEMARNAT.

Evaluar la capacidad de carga en los ecosistemas. Ordenamiento de la actividad acuícola. Tratamiento de aguas residuales.

También se recomienda:

1. Certificación de la actividad camaronera.
2. Políticas que promuevan consorcios o unidades de productores en diferentes escalas.
3. Tecnificación de la actividad.
4. Implementar normas vigentes.
5. Estimular el comercio para consumo nacional y extranjero.
6. Generar nuevos mercados (productos verdes, etc.).
7. Asegurar la sustentabilidad, por lo cual es necesario: 1) marcos económicos, 2) institucionales y 3) legales, sólidos y eficaces.
8. Impulsar la creación de Unidades de Manejo Acuícola con sus respectivos planes de manejo, lo anterior para lograr el desarrollo, ordenado y sustentable de la acuicultura.

INVESTIGACIÓN Y BIOTECNOLOGÍA

Desarrollo tecnológico: Crear un proyecto a escala comercial para determinar su rentabilidad.

Sanidad: Infecciones experimentales para determinar el daño.

Comercialización: Fomentar el análisis de Riesgo y Control de Puntos críticos ARPCP (HACCP), que permita obtener productos de mejor calidad.

Tecnología de los alimentos: Probar a escala piloto comercial los alimentos diseñados para esta especie.

EFFECTOS AMBIENTALES Y CAMBIO CLIMÁTICO

El cambio climático global conlleva además del incremento de la temperatura media del planeta, una serie de otras alteraciones que son potencialmente dañinas para la acuicultura, tales como: cambios en la temperatura del mar a nivel local, acidificación del océano, aumento en el nivel del mar, cambios en las concentraciones de oxígeno ambiental, incremento en la fuerza y frecuencia de tormentas, cambios en los patrones de circulación de corrientes marinas, cambios en los patrones de lluvias, cambios en los caudales de los ríos y cambios en los flujos biogeoquímicos.

Estos cambios traerán repercusiones en los ecosistemas, las sociedades y las economías y se piensa que a raíz de esto aumentará la presión sobre los medios de vida y el suministro de alimentos, incluidos los alimentos que provienen del sector acuícola.

Como medidas de adaptación ante estos cambios, se recomienda lo siguiente:

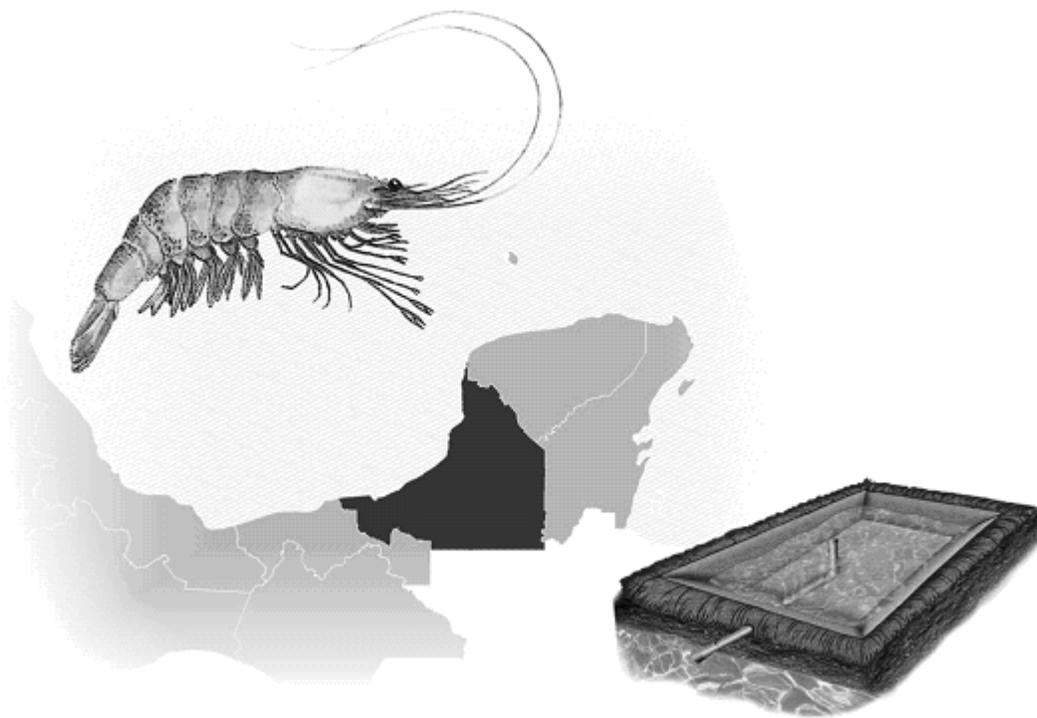
1. La creación de seguros contra pérdidas o desastres provocados por fenómenos climáticos.
2. Llevar a cabo investigaciones específicas para adaptar las actividades acuícolas al cambio climático.
3. Crear mecanismos de transferencia de tecnología que puedan a los acuicultores, especialmente a los pequeños productores.
4. Mejorar la selección de crías para conseguir la tolerancia a temperaturas más altas.
5. Mejorar la planificación y el emplazamiento de las instalaciones, ajuste al cambio climático, regulación del seguimiento.
6. Reemplazo de la harina y aceite de pescado, nuevas formas de procesamiento de alimentos y adopción de productos no carnívoros.

Prevención y seguir las normas sanitarias para prevenir riesgos sanitarios.

ESTADÍSTICA DE PRODUCCIÓN

No existen datos de producción.

4.2 Camarón rosado del Golfo de México



GENERALIDADES

Nombre común: Camarón rosado del Golfo de México.

Nombre científico: *Farfantepenaeus duorarum* (Burkenroad 1939). Sinonimia: *Penaeus duorarum* Burkenroad 1939, *Penaeus (Melicertus) duorarum* Burkenroad 1939, *Penaeus (Melicertus) duorarum duorarum* Burkenroad 1939, *Penaeus (Farfantepenaeus) duorarum* Burkenroad 1939.

Nivel de dominio de biotecnología: Incompleta.

Origen: Nativo de la Sonda de Campeche, Estados Unidos Mexicanos y Florida, Estados Unidos de América.

Estatus del cultivo: Experimental.

Mercado: Regional y Nacional.

Limitantes técnico-biológicas de la actividad: Lograr la cópula en laboratorio o inseminación artificial. Mejorar el proceso de engorda y diseñar un alimento específico para la especie y abastecimiento de reproductores.

Entidades con cultivo: De acuerdo a la distribución geográfica de la especie su cultivo podría darse en Campeche.

ANTECEDENTES DE LA ACTIVIDAD ACUÍCOLA

Desde la década de los años 70 diversos investigadores empezaron a estudiar la posibilidad de cultivar el camarón rosado sin embargo se obtuvieron pocos resultados. A mediados de los 80, en Campeche se realizaron otras investigaciones pero tampoco

concluyeron satisfactoriamente; debido a que no cuentan con la infraestructura necesaria para realizar los recambios de agua de los juveniles sembrados provocando altos índices de mortalidad. El CRIAP Lerma desde 1996, inició el cultivo del camarón rosado, con la producción de postlarvas a través de hembras grávidas capturadas en alta mar, acondicionó tres estanques de concreto en el municipio de Champotón y que actualmente pertenece al Instituto Tecnológico de Lerma. En los años 90 se inició el trabajo con la tabla básica de alimentación para el desarrollo larvario y se hicieron confinamientos en estanquería rústica, y se recomendó, que para obtener tallas mayores a 5 g, era necesario cultivarlo en forma extensiva. En caso de aumentar la densidad y cultivar en forma semi-intensiva éste habría que cosecharlo a los dos meses obteniendo tallas pequeñas como camaroncito o camarón pacotilla.

INFORMACIÓN BIOLÓGICA

Distribución geográfica: En la costa Atlántica de Estados Unidos de América, desde la punta sureste de la Florida y Cay Sal Bank, hasta la parte sur de la Bahía de Chesapeake, Maryland. También presente en las Islas Bermudas, en el Golfo de México, desde las Islas Dry Tortugas, Florida hasta Cabo Catoche y sur de Islas Mujeres, Quintana Roo.

Morfología: Es un organismo acanalado, la forma de rostro es recta, la posición del rostro con respecto al flagelo antenular es larga, su forma rostral es LR/LC 68.7%. La relación quilla surco es estrecha. Las hembras son de télico cerrado y una conformación de placas laterales divergentes o con esa tendencia y el petasma presenta espinas distomarginales. Su coloración es normalmente rosada, pero puede cambiar dependiendo el sustrato. Los estadios larvarios son: Protozoa I a PIII: 0.86 a 2.7 mm; Mysis I a MIII: 2.7 a 4.4 mm; Postlarva: 10 a 17 mm; Juveniles: 18 a 90 mm; Adulto: 55 a 220 mm.

Ciclo de vida: Es de aproximadamente un año y medio, los adultos se reproducen en mar abierto donde ocurre el desove, los estadios larvarios migran hacia la costa y el crecimiento de postlarvas y juveniles ocurre en los estuarios, lagunas o bahías. Los preadultos migran al océano y completan su ciclo. Los peneidos son crustáceos con marcado dimorfismo sexual. Los machos depositan el espermatóforo dentro del télico de la hembra recién mudada e inmadura. Cuando la hembra madura, durante el proceso de desove esta rompe el espermatóforo al momento en que los huevos salen para irse fecundando. Época de reproducción: En medio natural presenta dos picos en mayo y septiembre.

Hábitat: Los adultos viven en fondos arenosos. Las postlarvas y juveniles crecen en los pastos marinos a lo largo de la costa o lagunas, esteros o bahías.

Alimentación en el medio natural: Los nauplios se nutren de su reserva vitalina. Las siguientes etapas larvales (protozoa y mysis) y postlarvales tempranas son planctónicas. Las postlarvas juveniles y adultos se alimentan del detrito béntico.

CULTIVO ENGORDA

Biotecnología: Incompleta.

Sistemas de cultivos: Experimental extensivo y semi-intensivo.

Características de la zona de cultivo: El cultivo se desarrolla, generalmente cerca de la línea de costa donde se encuentren esteros, lagunas costeras, bahías o bien escolleras, en zonas con una buena fuente de abastecimiento de agua.

Artes de cultivo: Estanques de concreto y rústicos de aproximadamente 0.25 ha (ver Actualización de la Carta Nacional Acuícola en el apartado Artes de Cultivo, publicada en el D.O.F. el 06/VI/12).

Promedio de flujo de agua para el cultivo: Se utilizan los mismos que en camarón blanco. La "Tasa de recambio de agua" (TRA, en porcentaje) depende del sistema utilizado: extensivo, 510%; semi-intensivo, 10-20%.

Densidad de siembra: Extensivo: 4-10 PL/m²; semi-intensivo: 10-30 PL/m².

Tamaño del organismo para siembra: PL10 - PL 15.

Porcentaje de sobrevivencia: No se tiene registrado.

Tiempo promedio de ciclo de cultivo: Pre-engorda: 30-40 días, engorda: 100 días.

Peso promedio de cosecha: 12 g.

PIE DE CRÍA

Origen: Nacional.

Procedencia: Actualmente el Tecnológico de Lerma.

Presentación y forma de entrega del insumo: Miles de postlarvas.

ALIMENTO

Se maneja el mismo que para el camarón blanco *L. vannamei* en las diferentes etapas, el cual se encuentra en el mercado nacional.

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

No se han trabajado rangos óptimos para cada fase de desarrollo, por lo que se manejan los mismos que para el camarón blanco.

Parámetro	Mín.	Máx.
Temperatura (°C)	20	35
Oxígeno disuelto (mg/l)	4	10

pH	7	9
Salinidad (ups)	5	35
Turbidez (cm)	35	45
Nitrito (mg/l)	<0.1	
Nitrato (mg/l)	0.4	0.8
Amonio (mg/l) (NH3)	0.1	1
Alcalinidad (mg/l como CaCO3)	100	140

No alimentar cuando las concentraciones de oxígeno sean menores a 2.5 mg/l

SANIDAD Y MANEJO

Importancia de la sanidad acuícola: Como no es una especie que se cultive comercialmente, hasta la fecha no se han reportado enfermedades que afecten el cultivo o desarrollo de esta especie.

Enfermedades reportadas: Hasta el momento ninguna.

Buenas prácticas de manejo: Mayor información: Manual de Buenas Prácticas en la Producción Acuícola de Camarón (https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/167789/4_Manual_Camar_n.pdf) o con los Comités de Sanidad Acuícola.

MERCADO

Presentación del producto: Fresco con cabeza, congelado.

Precios del producto (MXN): Los precios varían según tamaño y época del año.

Para mayor información consultar la página de <http://www.economia-sniim.gob.mx>

Talla promedio de presentación: 3 y 12 g.

Mercado del producto: Local y Regional.

Puntos de ventas: Pie de granja, supermercados y mercados locales.

INFORMACIÓN Y TRÁMITES

Para el desarrollo de la actividad en tierra deberán de realizarse los trámites conducentes en Materia de Impacto Ambiental ante la SEMARNAT y, en caso, de Zona Federal Marítimo Terrestre, además el trámite de Concesión Acuícola.

1. www.gob.mx/conapesca
2. www.gob.mx/semarnat
3. www.gob.mx/conagua
4. <http://187.191.71.208/BuscadorTramites>

NORMATIVIDAD

Además de revisar el anexo normatividad general, verificar la siguiente normativa específica para la especie:

NOM-002-SAG/PESC-2013 Para ordenar el aprovechamiento de las especies de camarón en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos (D.O.F. 11/VII/2013).

NOM-047-SAG/PESC-2014 Para la identificación del origen de camarones cultivados, de aguas marinas y de esteros, marismas y bahías (D.O.F. 15/IV/2014).

NOM-074-SAG/PESC-2014 Para regular el uso de sistemas de exclusión de fauna acuática (SEFA) en unidades de producción acuícola para el cultivo de camarón en el estado de Sinaloa (D.O.F. 28/IV/2014).

MANEJO ECOSISTÉMICO

Se sugiere tener en consideración las siguientes prácticas y medidas preventivas que pueden minimizar los impactos ambientales en las áreas de cultivo.

1. Manejo adecuado de los sistemas durante el ciclo productivo que minimice perturbaciones ambientales (biológicas o químicas).
2. Realizar el mantenimiento y limpieza de estructuras de cultivo únicamente en tierra, nunca en la zona y área de influencia del proyecto.
3. Evitar verter hidrocarburos u otros residuos al medio marino procedentes de la operación y mantenimiento de las embarcaciones.

Para migrar a una Concesión Acuícola para la engorda en mar o el desarrollo de la actividad en zonas protegidas es necesario obtener previamente la manifestación en materia de impacto ambiental de la SEMARNAT.

Evaluar la capacidad de carga en los ecosistemas. Ordenamiento de la actividad acuícola. Tratamiento de aguas residuales.

También se recomienda:

1. Certificación de la actividad camaronera.
2. Políticas que promuevan consorcios o unidades de productores en diferentes escalas.
3. Tecnificación de la actividad.
4. Implementar normas vigentes.
5. Estimular el comercio para consumo nacional y extranjero.
6. Generar nuevos mercados (productos verdes, etc.).
7. Asegurar la sustentabilidad, por lo cual es necesario: 1) marcos económicos, 2) institucionales y 3) legales, sólidos y eficaces.
8. Impulsar la creación de Unidades de Manejo Acuícola con sus respectivos planes de manejo, lo anterior para lograr el desarrollo, ordenado y sustentable de la acuicultura.

INVESTIGACIÓN Y BIOTECNOLOGÍA

Desarrollo tecnológico: Programa de seguimiento y mejoramiento genético, para producción de postlarvas de calidad genética, inseminación artificial, así como la mejora del proceso de engorda.

Sanidad: Infecciones experimentales para determinar el daño.

Comercialización: Fomentar el análisis de Riesgo y Control de Puntos críticos ARCPC (HACCP), que permita obtener productos de mejor calidad.

Tecnología de los alimentos: Probar a escala piloto comercial los alimentos diseñados para esta especie, así como el diseño específico para la especie.

EFFECTOS AMBIENTALES Y CAMBIO CLIMÁTICO

El cambio climático global conlleva además del incremento de la temperatura media del planeta, una serie de otras alteraciones que son potencialmente dañinas para la acuicultura, tales como: cambios en la temperatura del mar a nivel local, acidificación del océano, aumento en el nivel del mar, cambios en las concentraciones de oxígeno ambiental, incremento en la fuerza y frecuencia de tormentas, cambios en los patrones de circulación de corrientes marinas, cambios en los patrones de lluvias, cambios en los caudales de los ríos y cambios en los flujos biogeoquímicos.

Estos cambios traerán repercusiones en los ecosistemas, las sociedades y las economías y se piensa que a raíz de esto aumentará la presión sobre los medios de vida y el suministro de alimentos, incluidos los alimentos que provienen del sector acuícola.

Como medidas de adaptación ante estos cambios, se recomienda lo siguiente:

1. La contratación de seguros contra pérdidas o desastres provocados por fenómenos climáticos.
2. Llevar a cabo investigaciones específicas para adaptar las actividades acuícolas al cambio climático.
3. Crear mecanismos de transferencia de tecnología deben de poder llegar a los acuicultores, especialmente a los pequeños empresarios.
4. Mejorar la selección de crías para conseguir la tolerancia a temperaturas más altas.
5. Mejorar la planificación y el emplazamiento de las instalaciones, ajuste al cambio climático, regulación del seguimiento.
6. Reemplazo de la harina y aceite de pescado, nuevas formas de procesamiento de alimentos y adopción de productos no carnívoros.

Prevenir y seguir las normas sanitarias para prevenir riesgos sanitarios.

ESTADÍSTICA DE PRODUCCIÓN

No hay registros de producción.

V. ARTES O SISTEMAS DE CULTIVO

BALSAS

Ver el apartado Artes de Cultivo de la Carta Nacional Acuícola publicada en el D.O.F. el 06/VI/2012 (<https://www.gob.mx/inapesca/acciones-y-programas/acuacultura-sistemas-de-cultivo-para-moluscos-bivalvos>)

CANASTAS OSTRÍCOLAS O NESTIER

Ver el apartado Artes de Cultivo de la Carta Nacional Acuícola publicada en el D.O.F. el 06/VI/2012 (<https://www.gob.mx/inapesca/acciones-y-programas/acuacultura-canastas-ostricolas>).

DOMO

Ver el apartado Artes de Cultivo de la Carta Nacional Acuícola publicada en el D.O.F. el 09/IX/2013 (<https://www.gob.mx/inapesca/acciones-y-programas/acuacultura-domo>).

ESTANQUE RÚSTICO

Ver el apartado Artes de Cultivo de la Carta Nacional Acuícola publicada en el D.O.F. el 06/VI/2012 (<https://www.gob.mx/inapesca/acciones-y-programas/acuacultura-estanque-rustico>).

ESTANQUES O CANAL DE FLUJO CONTINUO ("RACEWAYS")

Ver el apartado Artes de Cultivo de la Carta Nacional Acuícola publicada en el D.O.F. el 06/VI/2012 (<https://www.gob.mx/inapesca/acciones-y-programas/acuacultura-estanques-o-canales-de-flujo-continuo-raceways>).

JAULAS FLOTANTES DE BLOQUES

Ver el apartado Artes de Cultivo de la Carta Nacional Acuícola publicada en el D.O.F. el 06/VI/2012 (<https://www.gob.mx/inapesca/acciones-y-programas/acuacultura-jaulas-flotantes-de-bloques>).

JAULAS FLOTANTES

Ver el apartado Artes de Cultivo de la Carta Nacional Acuícola publicada en el D.O.F. el 06/VI/2012 (<https://www.gob.mx/inapesca/acciones-y-programas/acuacultura-jaulas-flotantes>).

LÍNEA MADRE O LARGA

Ver el apartado Artes de Cultivo de la Carta Nacional Acuícola publicada en el D.O.F. el 06/VI/2012 (<https://www.gob.mx/inapesca/acciones-y-programas/acuacultura-sistemas-de-cultivo-para-moluscos-bivalvos>).

LINTERNA CILÍNDRICA MULTINIVEL "TIPO JAPONESA"

Ver el apartado Artes de Cultivo de la Carta Nacional Acuícola publicada en el D.O.F. el 06/VI/2012 (<https://www.gob.mx/inapesca/acciones-y-programas/acuacultura-linterna-cilindrica-multinivel-tipo-japonesa>).

MÓDULO DE LÁMINAS PARA ABULÓN

Ver el apartado Artes de Cultivo de la Carta Nacional Acuícola publicada en el D.O.F. el 06/VI/2012 (<https://www.gob.mx/inapesca/acciones-y-programas/acuacultura-modulo-de-laminas-para-abulon>).

RACKS O ESTANTE

Ver el apartado Artes de Cultivo de la Carta Nacional Acuícola publicada en el D.O.F. el 06/VI/2012 (<https://www.gob.mx/inapesca/acciones-y-programas/acuacultura-sistemas-de-cultivo-para-moluscos-bivalvos>).

SARTAS

Ver el apartado Artes de Cultivo de la Carta Nacional Acuícola publicada en el D.O.F. el 06/VI/2012 (<https://www.gob.mx/inapesca/acciones-y-programas/acuacultura-sartas>).

TANQUES CIRCULARES DE CONCRETO

Ver el apartado Artes de Cultivo de la Carta Nacional Acuícola publicada en el D.O.F. el 06/VI/2012 (<https://www.gob.mx/inapesca/acciones-y-programas/acuacultura-tanque-circular-de-concreto>).

TANQUES CIRCULARES DE GEOMEMBRANA

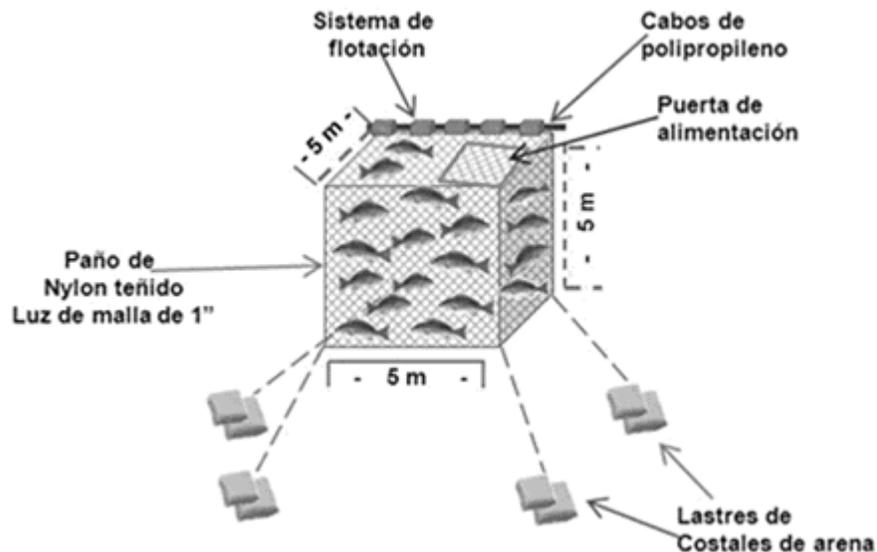
Ver el apartado Artes de Cultivo de la Carta Nacional Acuícola publicada en el D.O.F. el 06/VI/2012 (<https://www.gob.mx/inapesca/acciones-y-programas/acuacultura-tanque-circular-de-geomembrana>).

TUBO DE ABS

Ver el apartado Artes de Cultivo de la Carta Nacional Acuícola publicada en el D.O.F. el 09/IX/2013 (<https://www.gob.mx/inapesca/acciones-y-programas/acuacultura-tubo>).

JAULA ENGORDA HUACHINANGO-PARGO

DESCRIPCIÓN: Las dimensiones de la jaula son de 5 m x 5 m x 5 m, está construida con un paño (red) poliamida de 1.91 a 2.54 cm ($\frac{3}{4}$ a 1") unidad de tamaño de malla, con hilo del número 15 teñido y tratado, encabalgado a cabos de polipropileno de 6 mm de diámetro. Las jaulas son instaladas sobre una estructura flexible con capacidad de albergar seis jaulas por módulo, constituida a base de cabo de polietileno de 2.54 cm (1") de diámetro, dimensiones de 10 m de ancho y 25 m de largo, la cual se mantiene a flote, cuando se utiliza a su máxima capacidad, utilizando seis tambos de 200 L de capacidad y aproximadamente 60 garrafones de plástico de 18 L.



DIMENSIONES: Cada una de las jaulas, cuenta con dimensiones de 5 m de largo por 5 m de ancho y 5 m de profundidad, para una capacidad de 125 m³, además de la estructura principal de cabos y el anclaje de fondo, así como la estructura de flotación.

ESPECIES OBJETIVO: Huachinango y pargo.

JAULA PRE-ENGORDA DE ABULÓN

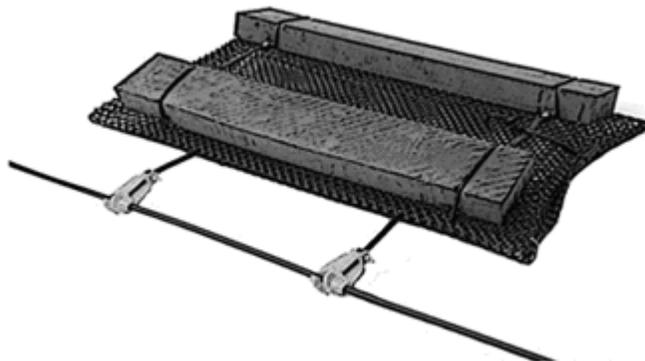
DESCRIPCIÓN: Estructura externa: Malla tipo Langostera de 65 cm x 65 cm x 85 cm, luz de malla 5 cm y una tapadera como seguridad. Estructura interna: bolsa de 60 cm x 60 cm x 77.5 cm, luz de malla 0.64 cm (¼") y un módulo con cinco láminas de plástico o fibra de vidrio utilizado como sustrato por el abulón.



DIMENSIONES: Los marcos miden 0.65 m de ancho por 0.65 m de largo por 0.85 m de altura.

ESPECIES OBJETIVO: Abulón rojo *Haliotis rufescens*.

COSTALES



Descripción: Se trata de un sistema de cultivo de ostiones en la zona intermareal en donde se colocan los artefactos de cultivo. Estos consisten en "camas" o estantes contruidos por tres porterías de 90 cm x 55 cm (ancho y alto), a los cuales se sueldan tres tramos de varilla corrugada de 3 m de largo y son colocados directamente sobre el fondo del mar; sobre dichas camas se disponen los costales que se sujetan a los estantes usando ganchos de metal o plástico unidos a ligas de caucho.

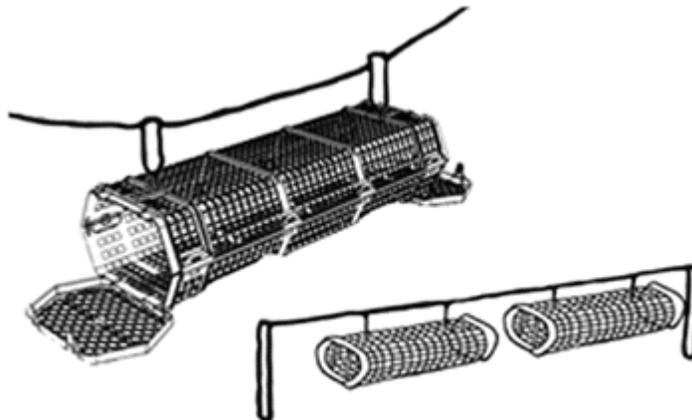
Esta técnica de cultivo tiene la ventaja de que el ostión crece individualmente y nunca queda en contacto con los fondos lodosos. Desde su nacimiento, el ostión se alimenta exclusivamente de microorganismos vegetales (fitoplancton), que flotan libremente en el agua de mar.

Características: Los costales están contruidos por una malla fina de polietileno. Estas bolsas o sacos impiden que los ostiones, por su pequeña talla (semilla) se pudieran salir a través de los orificios y aberturas de las estructuras de cultivo, además de evitar la depredación por parte de jaibas, peces, rayas y otros depredadores.

Una de las ventajas de este sistema es que ayuda que las corrientes marinas y las mareas provoquen un recambio continuo de agua lo cual sumado a la exposición directa a los rayos solares durante la bajamar, mantiene limpia la zona de cultivo y permite lograr un producto de excelente calidad, y gran vida de anaquel.

Dimensiones: Malla mosquitero de 1 o 2 mm de polietileno tipo Redlon inerte. Los costales tienen forma rectangular y con un tamaño que oscila alrededor de 100 cm x 55 cm x 15 cm (largo, ancho y largo).

CANASTA AUSTRALIANA

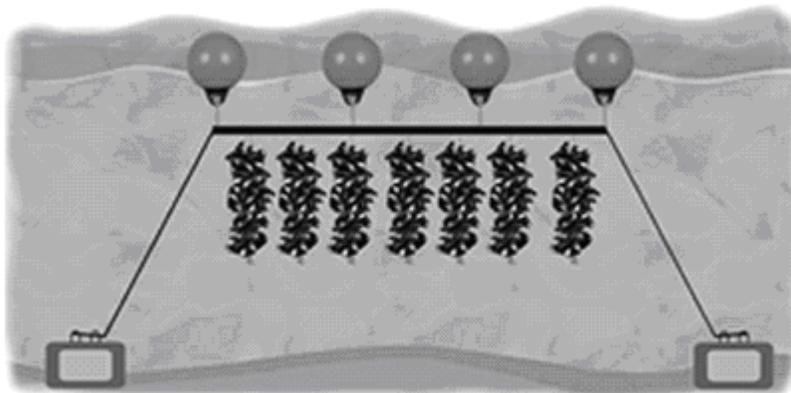


Descripción: La canasta australiana se usa para el término de la engorda de algunos bivalvos, particularmente el ostión del Pacífico, están diseñadas en forma de prisma trapezoidal forradas de una malla de material de poliuretano flexible de color oscuro. Su estructura permite la posibilidad de apilarse en forma de módulos. El sistema Long-line se forma con una línea madre equipada con flotadores, que por lo general es de poliestireno o nylon de entre $\frac{3}{4}$ a una pulgada, a partir de la línea madre, se suspenden mediante líneas de nylon distribuidas equidistantemente a lo largo de esta, las canastas australianas, por lo que se mantienen suspendidas y sumergidas permanentemente.

Características: Presentan gran resistencia y su manejo puede ser realizado en zonas de alta energía de oleaje y corrientes. Su diseño es adecuado para mantener el espacio mínimo entre las conchas y favorecer su separación, lo cual mejora la presentación del producto.

Dimensiones: En general miden 90 cm de largo y 25 cm de alto, con malla flexible de 0.5 a 1 centímetros.

MALLA TUBULAR "CALCETINES"



Descripción: El diseño de las mallas tubulares se usa para captar larvas de mejillón y retenerlas a lo largo de su crecimiento hasta la formación de racimos formados por individuos adultos. Está elaborado con malla de aproximadamente tres metros de longitud, su estructura es de plástico flexible, tipo algodón elástico de color claro con un entramado de 5 y 7 cm de tamaño de malla. Al interior de la malla se coloca una cuerda gruesa de material resistente como soporte del calcetín, con la cual se prende o engancha a la línea madre del sistema en suspensión o Long-line.

Características: La forma alargada y suspendida facilita la revisión de tallas. Presentan gran resistencia y su manejo puede ser realizado en zonas de alta energía de oleaje y corrientes. Su diseño es adecuado para procurar el flujo continuo al interior de la canasta, al mantenerse en movimiento constante debido al oleaje. La malla se desintegra en un tiempo adecuado cuando los racimos crecen y se consolidan.

Dimensiones: Malla flexible de 3 m de longitud y aproximadamente 50 cm de diámetro.

CANALETAS ACUICULTURA



Descripción: Las canaletas son estructuras prefabricadas de distintos materiales como cemento, lona plástica, madera, plástico y fibra, entre otros, utilizadas para la crianza de peces en etapas de alevines y juveniles de tamaño pequeño; se deben colocar bajo sombra, ya que en estas etapas son muy susceptibles a las quemaduras del sol, sobre todo en el caso de la trucha.

Características: Las canaletas de cría deben tener las mismas características que las de alevinaje, pudiendo ser las mismas o tener mayor tamaño. Dentro de las especificaciones para su elaboración tenemos que las paredes deben ser completamente lisas, la entrada del agua debe estar del lado contrario al de la salida para evitar zonas de hipoxia.

Dimensiones: Dependen de las necesidades de la siembra y cultivo de la especie de interés.

VI. ANEXO NORMATIVIDAD GENERAL

LEYES

1. **Ley de Aguas Nacionales** D.O.F. 01/XII/1992 Última modificación D.O.F. 24/III/2016
2. **Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados** D.O.F. 18/III/2005
3. **Ley de Navegación y Comercio Marítimos** D.O.F. 01/VI/2006 Última modificación D.O.F. 19/XII/2016
4. **Ley Federal de Sanidad Animal** D.O.F. 25/VII/2007 Última modificación D.O.F. 16/II/2018
5. **Ley Federal del Mar** D.O.F. 08/I/1986 Fe de erratas D.O.F. 09/II/1986
6. **Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables** D.O.F. 24/VII/2007 Última modificación D.O.F. 24/IV/2018

7. **Ley General de Salud** D.O.F. 07/II/1984 Última modificación D.O.F. 12/VII/2018
8. **Ley General de Vida Silvestre** D.O.F. 03/VII/2000 Última modificación D.O.F. 19/II/2018
9. **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente** D.O.F. 28/II/1988 Última modificación D.O.F. 05/VI/2018

REGLAMENTOS

1. **Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios** D.O.F. 30/XI/2006 Última modificación D.O.F. 09/V/2014
2. **Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales** D.O.F. 12/II/1994 Última modificación D.O.F. 25/VIII/2014
3. **Reglamento de la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados** D.O.F. 19/III/2008 Última modificación D.O.F. 06/III/2009
4. **Reglamento de la Ley de Pesca** D.O.F. 29/IX/1999 Última modificación D.O.F. 28/II/2004
5. **Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Áreas Naturales Protegidas** D.O.F. 30/XI/2000 Última modificación D.O.F. 31/X/2014
6. **Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental** D.O.F. 30/V/2000 Última modificación D.O.F. 11/X/2014
7. **Reglamento de Ley General de Vida Silvestre** D.O.F. 30/XI/2006 Última modificación D.O.F. 09/V/2014

NORMAS OFICIALES MEXICANAS

1. **NOM-001-SEMARNAT-1996**, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales (D.O.F. 06/II/1997).
2. **PROY-NOM-001-SEMARNAT-2017**, Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación, que sustituye la NOM-001-SEMARNAT-1996 (D.O.F. 16/II/2014).
3. **NOM-002-SAG/PESC-2013** Para ordenar el aprovechamiento de las especies de camarón en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos (D.O.F. 11/VII/2013).
4. **NOM-003-SEMARNAT-1997** Establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público (D.O.F. 21/IX/1998).
5. **NOM-009-SAG/PESC-2015** Que establece el procedimiento para determinar las épocas y zonas de veda para la captura de las diferentes especies de la flora y fauna acuáticas, en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos (D.O.F. 12/II/2016).
6. **NOM-011-PESC-2000** Regular la aplicación de cuarentenas, a efecto de prevenir la introducción y dispersión de enfermedades certificables y notificables, en la importación de organismos acuáticos vivos en cualesquiera de sus fases de desarrollo, destinados a la acuicultura y ornato en los Estados Unidos Mexicanos, que sustituye la NOM-011-PESC-1993 (D.O.F. 11/V/2016).
7. **NOM-030-PESC-2000** Que establece los requisitos para determinar la presencia de enfermedades virales de crustáceos acuáticos vivos, muertos, sus productos o subproductos en cualquier presentación y artemia (*Artemia* spp.), para su introducción al territorio nacional y movilización en el mismo. (D.O.F. 23/II/2002).
8. **NOM-047-SAG/PESC-2014** Para la identificación del origen de camarones cultivados, de aguas marinas y de esteros, marismas y bahías (D.O.F. 15/IV/2014).
9. **NOM-059-SEMARNAT-2010** Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo (D.O.F. 30/XII/2010).
10. **NOM-074-SAG/PESC-2014** Para regular el uso de sistemas de exclusión de fauna acuática (SEFA) en unidades de producción acuícola para el cultivo de camarón en el estado de Sinaloa (D.O.F. 28/IV/2014).
11. **NOM-128-SSA1-1994** Establece la aplicación de un sistema de análisis de riesgos y control de puntos críticos en la planta industrial procesadora de productos de la pesca (D.O.F. 28/IV/2014).
12. **NOM-242-SSA1-2009** Productos y servicios. Productos de la pesca frescos, refrigerados, congelados y procesados. Especificaciones sanitarias y métodos de prueba (D.O.F. 10/II/2011).
13. **NOM-251-SSA1-2009** Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios (D.O.F. 01/III/2010).

OTROS

Acuerdo por el que se determina la Lista de las Especies Exóticas Invasoras para México (D.O.F. 7/XII/2016).

VII. BIBLIOGRAFÍA

CONABIO (comp.) 2018. Catálogo de autoridades taxonómicas de especies de la biota con distribución en México. Base de datos SNIB-CONABIO, México. Disponible para consulta en la página: <http://enciclovida.mx/>

ABULÓN ROJO

ANGUIANO-BELTRÁN C, R Searcy-Bernal, ML Lizárraga-Partida. 1998. Pathogenic effects of *Vibrio alginolyticus* larvae and postlarvae of the red abalone *Haliotis rufescens*. Diseases of Aquatic Organisms 33: 119122.

CIFUENTES-LEMUS JL, MP Torres-García, M Frías. 1997. Pesquería de abulón. En: *El océano y sus recursos X. Pesquerías*. Fondo de Cultura Económica, México.

ROBERT-THOMAS L. 2005. Biology of the red abalone, *Haliotis rufescens*, in Northern California. U.S.A. Master of Science Thesis. San Jose State University. 84p. Alga Mar, <http://www.grupoalgamear.com/>, Visitado 15/03/2018.

ATÚN ALETA AZUL

CIFUENTES-LEMUS JL, MP Torres-García y M Frías 1997. Pesquerías de Atún. En: *El Océano y sus Recursos. X. Pesquerías*. Fondo de Cultura Económica, México.

DEL MORAL-SIMANEK RJ y JG Vaca- Rodríguez. 2009. Administración de la pesquería del atún aleta azul en Baja California: una visión global. *Frontera Norte*, 21(41): 151-175 p.p.

DEL MORAL-SIMANEK RJ y JG Vaca- Rodríguez, 2009. Captura de atún aleta azul en Baja California, México: ¿pesquería regional o maquiladora marina? *Región y Sociedad*. El Colegio de Sonora, XXI (46): 159- 190 p.p.

SÁNCHEZ-SERRANO S y J Cáceres-Martínez, 2011. Registro helmintológico en el atún aleta azul del norte (*Thunnus thynnus orientalis*) de la costa del Pacífico mexicano. *Ciencia Pesquera*. 19 (1), 6-12 p.p.

ZERTUCHE-GONZÁLEZ JA, O Sosa-Nishizaki, JG Vaca-Rodríguez, R del Moral-Simaneke, C Yarish y BA Costa-Pierce. 2008. Marine science assessment of capture-based tuna (*Thunnus orientalis*) aquaculture in the Ensenada region of Northern Baja California.

BAGRE DE CANAL

RUSH MR 2009. Peces dulceacuícolas de México. CONABIO/SIMAC/ECOSUR/DESERT FISHES COUNCIL. 27, 40, 177-178, 183-184 p.p.

SENASICA, 2003. Manual de Buenas Prácticas de Producción. Acuícola de Bagre para la Inocuidad Alimentaria.

TRUCHA ARCO IRIS

GARCÍA-MONDRAGÓN D, I Gallego-Alarcón, A Espinoza-Ortega, A García-Martínez, y CM Arriaga-Jordán, Desarrollo de la producción de Trucha Arco Iris (*Oncorhynchus mykiss*) en el Centro de México. *Revista AquaTIC* Núm. 38 pp. 46-56, Año 2013.

ACHOQUE

COPE ED, 1889. *Amblystoma dumerili* Cope, 1889. Bull. U.S. Nat. Mus. 34 (7).

DUGÉS AAD, 1870. *Siredon dumerilii* Dugés, 1870. *Naturaleza*. 1 (241).

HUACUZ D, 2001. Estado de Conservación del Género *Amblystoma* en Michoacán, México. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México.

MENA GONZÁLEZ H, y E Servín Zamora, 2014. Manual básico para el cuidado en cautiverio del axolote de Xochimilco (*Amblystoma mexicanum*), Instituto de Biología. UNAM. 34p.p.

TIHEN JA, 1958. *Amblystoma (Bathysiredon) dumerili*. Bull. Florida St. Mus. Biol. Sci. 3 (3).

ALMEJA MANO DE LEÓN

KOCH V, JM Mazón Suástegui, F Sinsel, MR Mungaray y D Dunn, 2005 Lion's paw scallop (*Nodipecten subnodosus* Sowerby 1835) aquaculture in Bahía Magdalena, México: effects of population density and season on juvenile growth *Aquaculture Research* 36 (5) p505-512

PARGO CANANÉ

BRUSCA RC y MR Gilligan, 1983. Tongue replacement in a marine fish (*Lutjanus guttatus*) by parasitic isopod (Crustacea: Isopoda). *Copeia*, 3:813-816.

GARDUÑO-DIONATE M y A López-Cuevas, 1985. Análisis preliminar de la población de rubia *Ocyurus chrysurus* (Bloch: PISCES LUTJANIDAE) en el Banco de Campeche. Tesis Licenciatura. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México. 53 p.

GARDUÑO-DIONATE M, ML Unzueta-Bustamante, M Hernández-Martínez, RM. Lorán-Núñez y FR Martínez-Isunza. 2010. Crecimiento de huachinango juveniles silvestres (*Lutjanus peru*) en un encierro de engorda en Puerto Vicente Guerrero, Guerrero, México. Instituto Nacional de Pesca. *Ciencia Pesquera* 18 (1): 93-96 p.p.

GARDUÑO-DIONATE M, M Hernández-Martínez, F Soto-Aguirre y A Sánchez-Zamora, 2016. Evaluación de tres alimentos balanceados en la engorda de juveniles de pargo lunarejo *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) en Nayarit, México. *Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, México. Hidrobiológica* 2016, 26 (1): 87-92 p.p.

ROJAS-HERRERA A, 2001. Aspectos de dinámica de poblaciones de huachinango *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922) y del flamenco *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) (Pisces:Lutjanidae) del litoral de Guerrero, México. Tesis de Doctorado. Universidad de Colima. Facultad de Medicina, Veterinaria y Zootecnia. 207 p.

PESCADO BLANCO

ROJAS CARRILLO PM, 2005. El Pescado Blanco. Revista Digital Universitaria. Vol. 6, núm. 8.

ROJAS CARRILLO PM, 2013. Avances en el Cultivo de Pescado Blanco. Instituto Nacional de Pesca. Primera edición.

Investigadores desarrollan biotecnología que potencia el cultivo de pescado blanco. SAGARPA/Sala de Prensa/Boletines, 2015. Disponible en: www.sagarpa.gob.mx/saladeprensa/2012/Paginas/2014B369.aspx

MARTÍNEZ PALACIOS CA, MG Ríos-Durán, A Campos Mendoza, M Toledo Cuevas y LG Ross, 2002. Avances en el cultivo del pescado blanco de Pátzcuaro *Chirostoma estor estor*. En: Cruz-Suárez LE, Ricque-Marie, D, Tapia-Salazar M, Gaxiola-Cortés MG y Simoes N (Eds.). Avances en Nutrición Acuícola VI. Memorias del VI Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. 3 al 6 de septiembre del 2002. Cancún, Quintana Roo, México.

MARTÍNEZ PALACIOS CA y LG Ross, 2005. Pátzcuaro hoy: Rescate del Pez Blanco. Ciencia y Desarrollo.

MARTÍNEZ-PALACIOS CA, M Toledo-Cuevas, E Racotta Dimitrov, MG Ríos-Durán, E Palacios Metchenov, J Fonseca Madrigal, A Campos Mendoza y LG Ross, 2006, Aspectos nutricionales del pescado blanco de Pátzcuaro (*Chirostoma estor estor* Jordan, 1879), Avances en Nutrición Acuícola VIII. Simposium Internacional de Nutrición Acuícola 15-17 noviembre. Universidad Autónoma de Nuevo León, México.

ALMEJA DE SIFÓN

ARAGÓN-NORIEGA EA., E Alcántara-Razo, LE Calderón-Aguilera y R Sánchez-Fourcade, 2012. Status of Geoduck Clam Fisheries in Mexico. *Journal of Shellfish Research*, 31(3):733-738 p.p.

ARÁMBULA-PUJOL EM, 2006. Ciclo Reproductivo de la almeja de Sifón *Panopea globosa* en la Playa de Sol, Empalme, Sonora, México. Tesis de Maestría. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste., S. C. 56 p.

CORTEZ-LUCERO G, JA Arreola-Lizárraga, J Chávez-Villalba y EA Aragón-Noriega. 2011. Edad, crecimiento y mortalidad de la almeja de sifón, *Panopea globosa* (Bivalvia: Hiatellidae) en la región central del Golfo de California, México *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 46 (3): 453-462.

KEEN AM, 1971. Sea Shells of Tropical West America: Marine Mollusks From Baja California to Peru. Second edition. Stanford University Press: Stanford, ed. CA. USA. 1064 p.

ROCHA-OLIVARES AL, E Calderón-Aguilera, EA Aragón-Noriega, NC Saavedra-Sotelo y VM Moreno-Rivera. 2010. Genetic and morphological variation of northeast Pacific *Panopea* clams: evolutionary implications. *Journal of Shellfish Research*. 29(2): 327-335.

HUACHINANGO

ACERO A y J Garzón, 1985. Los Pargos (Pisces: Perciformes: Lutjanidae) del Caribe Colombiano. *Actualidades Biológicas*, 14(53): 89-99.

ALLEN GR, 1995. Lutjanidae, *En*: Fischer, A.W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V. Niem (Eds.) Guía FAO para Identificación de Especies para los Fines de la Pesca, Pacífico Centro-Oriental. Vol. 3. FAO, Roma. P. 1231-1244.

ALLEN GR, 1985. Snappers of the world. An annotated and illustrated catalogue of lutjanid species known to date. FAO species catalogue. Vol. 6., FAO Fish. Synop. No 125, 125:208 pp.

AMEZCUA-LINARES F, 1996. Peces demersales de la plataforma continental del Pacífico Central de México. UNAM/ICMyL/CONABIO, 184 p.

AVILÉS-QUEVEDO A, L Reyes-Juárez, O Hirales-Cosío, R Rodríguez-Ramos y U McGregor-Pardo, 1996. Resultados Preliminares en el cultivo del huachinango del Pacífico *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922) en jaulas flotantes en Bahía Falsa, B.C.S., México: 248-250. En: Silva, A. Y G. Merino (eds). 2º Simposio Avances y Perspectivas de la Acuicultura en Chile, Universidad de Chile, Santiago de Chile.

CABRERA-MANCILLA E y RM Gutiérrez-Zavala. Cultivo de huachinango (*Lutjanus peru*) en jaulas flotantes en Puerto Vicente Guerrero, Guerrero. Resumen de la IV Reunión Nacional de Innovación Acuícola y Pesquera. Boca del Río, Veracruz, 10 al 13 de septiembre de 2013.

CHIRICHIGNO W, C Fischer y W Nauen (comps), 1982. INFOPECA. Catálogo de especies marinas de interés económico actual o potencial para América Latina. Infopesca. Parte 2. Pacífico Centro y Suroriental. FAO/PNUD, SIC/82/2: 588 p.

CRUZ-ROMERO M, E Espino-Barr, J Mimbela-L, A García-Boa, LF Obregón y E. Girón-Botello. 1991. Biología reproductiva en tres especies del género *Lutjanus* en la costa de Colima, México. Secretaría de Pesca, INP, CRIP Manzanillo, Manzanillo, Colima, 118 p.p.

DE LA CRUZ AJ, M Arellano Martínez y VM Cota Gómez 1997. Catálogo de los peces marinos de Baja California Sur. IPN/CICIMAR/CONABIO. 314 p.

FISCHER W, F Krupp, W Schneider, C Sommer, KE Carpenter y VH Niem, 1995. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro Oriental. Vol. II y III. P. 644-1813.

GARDUÑO-DIONATE M, A Pérez-Velázquez, E Márquez-García, V Zamora-Domínguez, G Iracheta-Romero y F Ramos-Perdomo. 2008. Evaluación de tasas de crecimiento, factor de condición simple y múltiple de huachinango (*Lutjanus peru*) en diferentes densidades de siembra en Puerto Vicente Guerrero, Guerrero. Informe de Investigación. SAGARPA/INAPESCA. Documento interno, México. 53 p.

GARDUÑO-DIONATE M, ML Unzueta-Bustamante, M Hernández-Martínez, RM Lorán-Núñez y FR Martínez-Isunza, 2010. Crecimiento de huachinango juveniles silvestres (*Lutjanus peru*) en un encierro de engorda en Puerto Vicente Guerrero, Guerrero,

México. Instituto Nacional de Pesca. Ciencia Pesquera 18 (1): 93-96.

GUTIÉRREZ-ZAVALA RM y E Cabrera-Mancilla, 2011. Análisis del crecimiento del huachinango *Lutjanus peru* en jaulas flotantes en Puerto Vicente Guerrero, Guerrero. *Memorias III Reunión Nacional de la Sociedad Mexicana de Pesquerías y de la American Fisheries Society*. Mazatlán, Sinaloa. 16-20 de mayo 2011.

GUTIÉRREZ-ZAVALA RM y E Cabrera-Mancilla, 2012. *La pesca ribereña de Guerrero*. Instituto Nacional de Pesca. México, D.F. 86 p.

ISOTECO-PALEMÓN J, Determinación de la edad y crecimiento del huachinango *Lutjanus peru*. (Nichols y Murphy) por medio de la lectura de los anillos de crecimiento en escamas, en las costas de Guerrero. Tesis de licenciatura. UNAM- FES Zaragoza.

PARRISH DJ, 1987. The trophic biology of snappers and groupers. In: Polovina and Ralston (eds). *Tropical Snappers and Groupers*. Westview Press/Boulder and London. P. 405-465.

PINTOS-TERÁN PA, MO Rosales, S Dumas, H Pliego-Cortés y JP Alcántar, 2003. Características reproductivas del Huachinango del Pacífico (*Lutjanus peru*) en cautiverio. CICIMAR/IPN, La Paz, B.C.S., México. 3 p.

RUIZ A y J Madrid, 1992. Estudio de la biología del isópodo parásito *Cymothoa exigua* Schioedte y Meinert, 1884 y su relación con el huachinango *Lutjanus peru* (Pisces:Lutjanidae) Nichols y Murphy, 1922, a partir de capturas comerciales en Michoacán. *Cienc. Mar.* 18(1):19-34.

SANTAMARÍA-MIRANDA A, 1998. Hábitos alimenticios y ciclo reproductivo del huachinango, *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1992) Pisces: Lutjanidae en Guerrero, México. Tesis de maestría, CICIMAR-IPN, México, 64 p.p.

WEINSTEIN MP y KL Heck, 1977. Biology and host-parasite relationships of *Cymothoa exigua* (Isopoda: Cymothoidae) with three species of snappers (Lutjanidae) on the Caribbean coast of Panama. *Fish. Bull.*, 75: 875-877.

CAMARÓN ROSADO

CORBALÁ J, 1990. Desarrollo larvario de *Penaeus duorarum* bajo tres regímenes alimenticios. Tesis de Licenciatura. UAM Xochimilco, México, 50 p.

DOBKIN S, 1960. Early developmental stages of pink shrimp *Penaeus duorarum* from Florida waters. *Fisheries Bulletin* 61:321-348.

LÓPEZ N, 1990. Desarrollo post - larvario de *Penaeus duorarum* bajo dos regímenes alimenticios. Tesis de Licenciatura. UAM Xochimilco, México, 50 p.

LÓPEZ N y H Ramírez, 1996. Avances en el proceso de engorda para postlarvas de camarón rosado *Penaeus duorarum* en estanquería rústica. Primer *Symposium* Estatal sobre Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico. Campeche, Campeche. 12 a 13 junio 1996.

LÓPEZ N, 1998. Densidad óptima de alimento vivo para larvas de camarón rosado *Penaeus duorarum* Burkenroad 1939, y su posible sustitución con alimento microencapsulado. Tesis de Maestría. Facultad de Biología, UNAM. 78 p.

LEÓN T, G Gaxiola, A Sánchez, L Ramos, L Soto, C Durruti, N López y H Ramírez, 1992. Efectos del color de la luz sobre la maduración de hembras de camarón blanco *Penaeus setiferus* y de camarón rosado *Penaeus duorarum* parcialmente opletomizadas. *Resúmenes IX Congreso Nacional de Oceanografía*. Veracruz, Veracruz. Noviembre 1992.

PÉREZ FARFANTE I, 1970. Diagnostic Characters of juveniles of the shrimps *Penaeus aztecus*, *P. duorarum* and *P. brasiliensis* (Crustacea decapoda, Penaeidae). U.S. Fish Wildlife Service, Special Report Fisheries, Núm. 599, 26 p.

ARTES DE CULTIVO

BENETTI DD, MR Orhun, IC Zink, FG Cavalin, B Sardenberg, K Palmer y BC O'Hanlon, 2007. Aquaculture of Cobia (*Rachycentron canadum*) in the Americas and the Caribbean. In Liao, I.C. and E. M. Leano (Eds.), *Cobia aquaculture: Research Development and Commercial Production*. Asian Fisheries Society. Manila, Philippines, pp. 57-77.

Canaletas.

http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/p_estudios/apuntes_zoo/unidad_9_zootecniaacuicola.pdf. Antecedentes de la acuicultura en México Visitado 15/02/2018.

Costales. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-88972014000300002. Jorge Chávez-Villalba. Cultivo de ostión *Crassostrea gigas*. Análisis de 40 años de actividades en México Visitado 11/03/2018.

VIII. ABREVIATURAS Y SIGLAS

ABS	Acrilonitrilo-butadienestireno.
B.C.	Baja California.
B.C.S.	Baja California Sur.
BMN	Virus de la necrosis de la glándula digestiva en el camarón.
BP	Baculovirus tetraédrica (<i>Baculovirus penaei</i>) en el camarón.
BPM	Buenas Prácticas de Manejo.
cm	centímetro.
CONAPESCA	Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura.

CREMES	Centro Reproductor de Especies Marinas.
CRIP	Centro Regional de Investigación Pesquera.
EUA	Estados Unidos de América.
g	Gramos.
Ha	Hectárea.
HACCP	Análisis de Riesgo y Control de Puntos Críticos.
IHHNV	Virus de la necrosis hipodérmica y hematopoyética infecciosa en el camarón.
INAPESCA	Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura.
IQF	Congelado rápido individual con cáscara.
IQF P&Dtail-on	Pelado y desvenado con cola IQF.
kg	kilogramos.
l	litro.
Lb	Libra.
LOAPF	Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.
LOVD	Enfermedad de la vacuolización del órgano linfoide en el camarón.
LPVD	Enfermedad viral del órgano linfoide del tipo parvovirus en el camarón.
LvNv	<i>Litopenaeus vannamei</i> nodavirus en el camarón.
m	metros.
M.N.	Moneda Nacional
m ²	metros cuadrados.
m ³	metros cúbicos.
MARIPOSA	P&D con cola con un pequeño corte para aplanar ligeramente el camarón.
MARQUETA	Bloque de camarón congelado en diferentes presentaciones y diferentes cantidades (con cáscara, pelado, entero).
mg	miligramo.
msnm	metros sobre el nivel del mar.
OIE	Organización Mundial de Sanidad Animal.
P&D	Pelado y desvenado.
pH	potencial de hidrógeno.
PL	Postlarva de camarón.
plg.	pulgada
PMSMB	Programa Mexicano de Sanidad de Moluscos Bivalvos.
ppm	Partes por millón.
PVC	Policloruro de vinilo.
REDONDO	Pelado y desvenado con cola, "corte western".
AGRICULTURA	Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.
SEFA	Excluidores de Fauna Acuática
SENASICA	Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria.
sp	especie
spp	especies
SPF	Libre de Patógenos Específicos (Por sus siglas en inglés Specific Pathogen Free)
SPR	Resistente a Patógenos Específicos (Por sus siglas en inglés Specific Pathogen Resistant)
SVC	Ascitis de la Carpa.
TRA	Tasa de Recambio de Agua en porcentaje.
TSV	Síndrome de Taura en el camarón.

UMAC	Unidades de Manejo Acuícola.
UPA	Unidad de producción acuícola.
ups	Unidades prácticas de salinidad.
VBC	Virosis del Bagre de Canal.
VHS	Septicemia Hemorrágica Viral.
WSSV	Virus de la mancha blanca en el camarón.

IX. SIGNOS Y SÍMBOLOS

%	Porcentaje
>	Mayor que
<	Menor que
°C	Grados centígrados
±	Más menos
µm	Micrómetro
