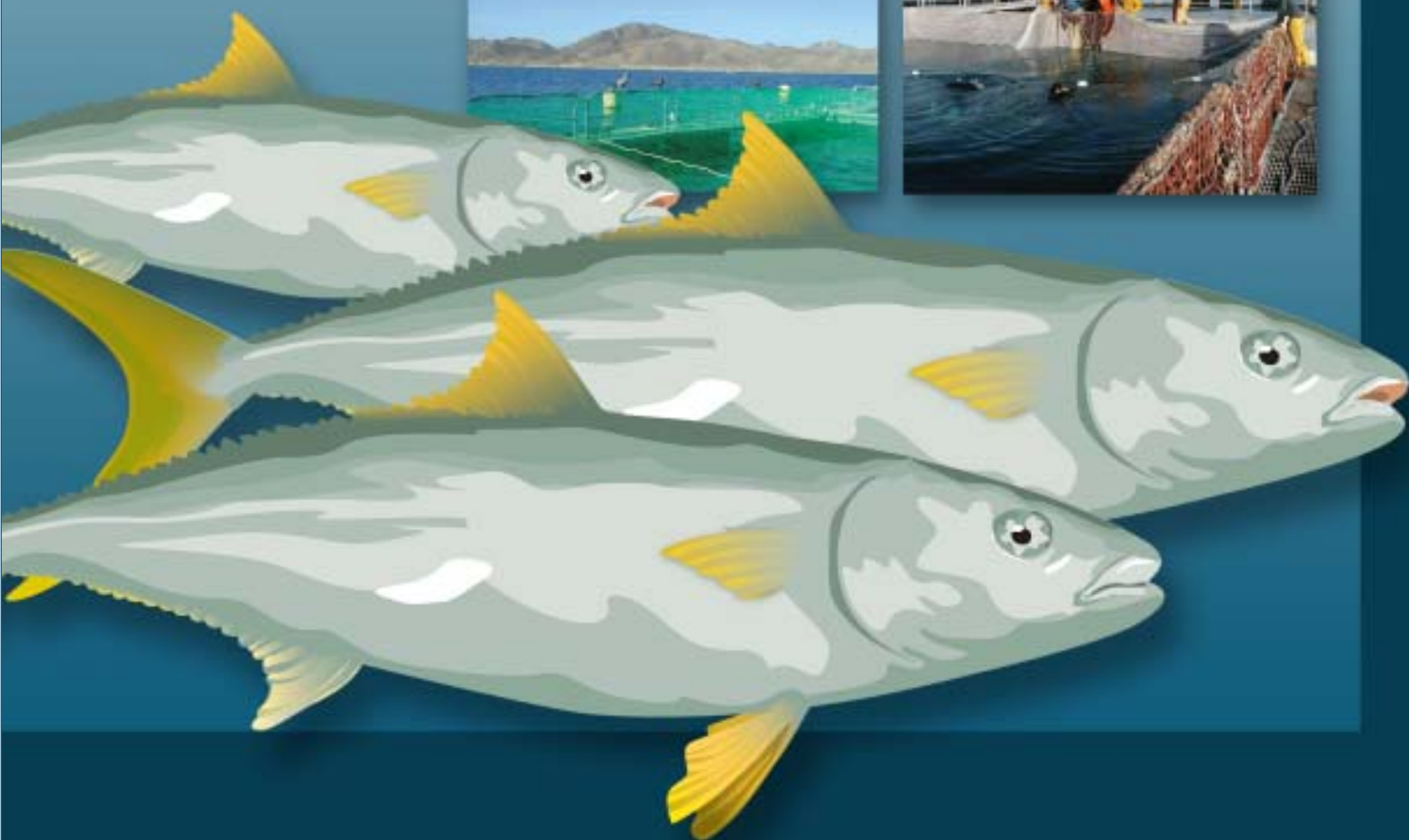


INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA

Dirección General de Investigación en Acuacultura

MANUAL PARA EL CULTIVO DEL JUREL





INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA

Dirección General de Investigación en Acuicultura

MANUAL PARA EL CULTIVO DE *Seriola lalandi* (PISCES: CARANGIDAE) EN BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

Araceli Avilés Quevedo

Francesc Castelló Orvay

DIRECTORIO

JAVIER B. USABIAGA ARROYO

Secretario de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación

DR. GUILLERMO COMPEÁN JIMÉNEZ

Director en Jefe del Instituto Nacional de la Pesca

DR. CARLOS RANGEL DÁVALOS

Director General de Investigación en Acuicultura

BIOL. LUIS FRANCISCO BELÉNDEZ MORENO

Director General de Investigación Pesquera en el Pacífico Norte

DR. RAFAEL SOLANA SANORES

Director General de Investigación Pesquera en el Atlántico

M. EN C. IGNACIO MÉNDEZ GÓMEZ-HUMARÁN

Director General de Investigación Pesquera en el Pacífico Sur

Coordinación Editorial

JUAN CUELLAR P.

Diseño y formación electrónica

CARLOS O. CADENA

Producción editorial

Noviembre del 2004 — Impreso en México — Printed in Mexico

ISBN: 968-800-580-0

© Instituto Nacional de la Pesca

Pitágoras No. 1320, Santa Cruz Atoyac

Delegación Benito Juárez, C.P. 03310, México, D.F.

Tels.: (55) 5604-9169 y 5688-1469, Fax: (55) 5688-8418

Todos los derechos reservados, prohibida la reproducción parcial o total, incluyendo cualquier medio electrónico o magnético, con fines comerciales. Esta publicación es de divulgación científica y para fines de investigación.



CONTENIDO

Lista de figuras	vi
Lista de cuadros	vii
Presentación	ix
Prólogo	xi
Agradecimientos	xiii
1. Introducción	1
2. Antecedentes	3
3. Descripción de la especie	3
3.1. Distribución y habitat	4
3.2. Características del sitio de cultivo	6
4. Metodología de cultivo	10
4.1. Cultivo en Jaulas	10
4.2. Unidad de cultivo	11
4.3. Tamaño y número de jaulas	11
4.4. Mantenimiento de las jaulas	12
4.5. Manejo	13
4.6. Aproveccionamiento de la semila	14
4.7. Siembra de juveniles	16
4.8. Alimentación	17
5. Crecimiento, mortalidad y factor de condición	21
6. Control de enfermedades	23
7. Cosecha y manejo postcosecha	26
8. Estudio económico orientativo	28
9 Bibliografía citada	31
Anexo fotográfico	35

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.-	Tendencia de la pesca y cultivo de <i>Seriola</i> spp en Japón (FAO, 2000).	1
Figura 2.-	<i>Seriola lalandi</i> (Cuvier & Valenciennes, 1833) o <i>S. aureovittata</i> (Temminck et Schlegel) conocido localmente como jurel de castilla o “yellowtail, goldstriped amberjack”.	4
Figura 3.-	Índice gonadosomático (IGS) y peso total de <i>Seriola lalandi</i> cultivado en jaulas flotantes en Bahía Magdalena, B.C.S.	4
Figura 4.-	Ciclo de vida del jurel de castilla o “yellowtail, goldstriped amberjack” <i>Seriola lalandi</i> (Cuvier & Valenciennes, 1833).	5
Figura 5.-	Localización de Bahía Magdalena, Baja California Sur, México.	6
Figura 6.-	Diversidad de fauna bentónica y batimetría de Bahía Magdalena, B.C.S., México (Fuente: Flores-Santillán <i>et al.</i> , 2002).	7
Figura 7.-	Ubicación del cultivo de <i>Seriola lalandi</i> en Bahía Magdalena, B.C.S., Mex., y estaciones de muestreo para el seguimiento del impacto ambiental en el área.	7
Figura 8.-	Instalación de la unidad de jaula flotantes para el cultivo de <i>Seriola lalandi</i> en Bahía Magdalena Baja California Sur, México	12
Figura 9.-	Distribución y abundancia de larvas de <i>Seriola lalandi</i> en la península de Baja California (Fuente: Moser <i>et al.</i> , 1993).	14
Figura 10.-	Técnica para el encierro de <i>Sargazo</i> en la colecta de juveniles de <i>Seriola lalandi</i> en Baja California Sur, México.	15
Figura 11.-	Selección de tallas (a) y morfometría (b) de los juveniles de <i>Seriola lalandi</i> en la embarcación recolectora.	15
Figura 12.-	Traslado de los juveniles de <i>Seriola lalandi</i> en tanques de plástico de 800L.	16
Figura 13.-	Macarela o sardina troceado mezclado con granulado para acondicionar a los ejemplares adultos de <i>Seriola lalandi</i> a comer solo el alimento seco.	17
Figura 14.-	Crecimiento de <i>Seriola lalandi</i> en jaulas flotantes en Bahía Magdalena, B.C.S., México, durante el periodo de noviembre de 2001 a octubre de 2003	22
Figura 15.-	Factor de condición (FC) y tasa de conversión alimenticia (TCA) de <i>Seriola lalandi</i> en jaulas flotantes en Bahía Magdalena, B.C.S., México.	22
Figura 16.-	<i>Benedenia</i> sp tremátodo monogéneo que infecta la piel de <i>Seriola lalandi</i> en jaulas flotantes en Bahía Magdalena, B.C.S., México. (a) vista macroscópica, (b) vista microscópica, 20 x	24
Figura 17.-	<i>Heteraxine</i> sp tremátodo monogéneo que se adhieren a las branquias de <i>Seriola lalandi</i> en jaulas flotantes en Bahía Magdalena, B.C.S., México. (a) vista macroscópica, (b) vista microscópica 40x	24



LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.- Condiciones hidrográficas en el sitio de cultivo de <i>Seriola lalandi</i> en Bahía Magdalena, B.C.S., México (Incluye periodo 1999-2003).	9
Cuadro 2.- Abundancia y diversidad estacional de fitoplancton en Bahía Magdalena, B.C.S., México (Periodo 2000-2002).	9
Cuadro 3.- Protocolo de la densidad de cultivo en jaulas flotantes (10 x 10 x 10 m) para <i>Seriola lalandi</i> en Bahía Magdalena, B.C.S., México.	16
Cuadro 4.- Programa de alimentación diaria para <i>Seriola lalandi</i> cultivado en jaulas flotantes en Bahía Magdalena, B.C.S., México.	20
Cuadro 5.- Estimación de la cantidad de alimento necesario para el cultivo de <i>Seriola lalandi</i> en jaulas flotantes de 1000m ³ en Bahía Magdalena, B.C.S., México.	21
Cuadro 6.- Síntomas y tratamientos de las enfermedades más frecuentes en el cultivo de <i>Seriola</i> .	25
Cuadro 7.- Estudio de viabilidad económica (en miles de pesos) del cultivo de <i>Seriola lalandi</i> en Bahía Magdalena, B.C.S., México (Periodo 2000-2003).	30



México cuenta con un gran potencial para el desarrollo de la maricultura, gracias a sus 11,500 km de litoral con una plataforma continental de 357,800 km² y aproximadamente 1,500,000 Ha de bahías, esteros y lagunas costeras con características oceanográficas apropiadas para la acuicultura, así como una amplia diversidad de especies tropicales y subtropicales de alta demanda en el mercado nacional e internacional.

La acuicultura es una actividad que hace posible la producción de peces, moluscos, algas y crustáceos en una gran diversidad de ambientes acuáticos controlados. Es también, una actividad económica con un alto potencial para generar trabajo de bajo impacto en el ambiente y divisas para la región.

Es por ello que el Gobierno mexicano, conociendo sus recursos naturales y viendo las ventajas que ofrece el país, ha decidido hacer un serio esfuerzo para promover la producción acuícola a través de programas diseñados para mejorar la calidad e incrementar y diversificar la producción. Para ello cuenta con una infraestructura académica y de investigación de alta calidad, así como recursos humanos calificados y un adecuado marco legal para su desarrollo.

Dentro de este marco, el Instituto Nacional de la Pesca (INP) tiene como una de sus funciones realizar investigación pesquera y acuícola, con el fin de dar las pautas para el ordenamiento de la pesca y apoyar la acuicultura mediante el desarrollo de tecnología, asesoría, capacitación, entrenamiento y transferencia de tecnología. De esta manera el INP en colaboración con la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI) y la Universidad de Barcelona han desarrollado el cultivo del jurel (*Seriola lalandi*) integrando a la empresa Kalada de México S.A. de C.V., con la población pesquera de Isla Magdalena en Baja California Sur.

Con este esquema de colaboración se logró asociar el conocimiento técnico con la mano de obra del sector social y el capital privado para desarrollar el cultivo comercial de una de las especies marinas con mayor potencial de cultivo en México, en donde a partir del tercer año de cultivo, se alcanzó a exportar semanalmente a Estados Unidos una tonelada de jurel cultivado, en donde fue muy bien aceptado debido a la calidad y frescura del producto.

Durante los últimos años se viene asistiendo a una reconversión del sector pesquero, ya que debido al retraso tecnológico de este sector y al incremento del esfuerzo, que ha logrado alterar el hábitat y afectado el desarrollo de las especies bentónicas y las especies que dependen de ellas, no se ha logrado responder a las

exigencias de producción de alimento que abastezca a una población en continuo crecimiento. Esto se complica más cuando se considera que los modelos de producción que tanto éxito han tenido en los países orientales y europeos, no siempre son transferibles a otras áreas del mundo, con lo que se hace necesario realizar investigación regional tendiente a identificar taxonómica y biológicamente las especies factibles de ser cultivadas por su valor comercial y gastronómico, conocer su distribución geográfica y ecológica, su fisiología nutricional y reproductiva, así como las enfermedades más comunes que afectan a la especie (tratamientos y prevención), para posteriormente adaptar y aplicar la tecnología ya desarrollada al cultivo de nuestras especies.

Esperamos que con la edición de este Manual cumpla con los objetivos de hacer públicos los resultados de esta experiencia para motivar el desarrollo de la piscicultura marina en Baja California Sur y en otras regiones del país.

Dr. Guillermo Campeán Jiménez

Director en Jefe del Instituto Nacional de la Pesca



Los autores hemos elaborado el presente *Manual para el cultivo del jurel* basándonos en la experiencia de más de 50 años que de este cultivo tiene el Japón y sobretodo, gracias a la experiencia y resultados obtenidos, personalmente, en aguas de México (Bahía Magdalena) durante tres años de trabajos de investigación realizados gracias a la ayuda concedida por la AGENCIA ESPAÑOLA DE COOPERACION INTERNACIONAL (AECI) a través de la convocatoria abierta y permanente para actividades de cooperación y ayuda al desarrollo.

La intención es que el presente manual sirva como base para el desarrollo de la “piscicultura marina” en el Estado de Baja California Sur y por extensión, a todo el litoral mexicano, rico en lugares idóneos y en especies aptas para su cultivo.

Si bien la Acuicultura en general ya tiene una larga experiencia en el mundo y en el país, en el caso de México se ha desarrollado de manera preferencial el cultivo del camarón y de algunos moluscos bivalvos. Sin embargo, hasta el presente son prácticamente nulas las instalaciones empresariales para la producción de peces marinos.

Los autores creemos firmemente en el desarrollo de este sector, por muchas y variadas razones: existencia de gran número de sitios apropiado en las costas con condiciones climatológicas adecuadas, presencia en las costas mexicanas de especies de peces de elevado valor en el mercado (unas pocas ya estudiadas, otras aún no) y a las que se puede aplicar, después de su adaptación, la tecnología existente en Asia y Europa, para especies muy similares. Creemos que la “piscicultura marina” es una manera racional y sustentable de aprovechar los recursos naturales del país y mejorar la situación social de determinados estratos de la población.

Si el presente manual, en el cual se tratan los aspectos más básicos del cultivo en jaulas, sirve para iniciar el desarrollo del cultivo del jurel en México, nuestro trabajo quedará perfectamente recompensado.

Los autores



AGRADECIMIENTOS

Los autores queremos agradecer a la AGENCIA ESPAÑOLA DE COOPERACION INTERNACIONAL (AECI) a través del Sr. D. CARLOS CANO CORCUERA, Coordinador General de Cooperación de la Embajada de España en México, por la ayuda económica para realizar el presente manual como parte del proyecto DESARROLLO ACUÍCOLA COMO ALTERNATIVA PARA MEJORAR LA CALIDAD SOCIOECONÓMICA DE LA COMUNIDAD PESQUERA DE LA SCPP BAHÍA MAGDALENA S.C.L. Asimismo agradecemos el apoyo de la empresa KALADA de MEXICO y todas las atenciones de los pescadores de Isla Magdalena, B.C.S., México.

Agradecemos también al Fideicomiso de Investigación para el Desarrollo del Programa de Aprovechamiento del Atún y Protección de Delfines y Otros en Torno a Especies Acuáticas Protegidas (FIDEMAR) por la administración de los recursos financieros.

Especial agradecimiento al Dr. Carlos Rangel Dávalos, Director General de Investigación en Acuicultura del INP por su apoyo incondicional para el desarrollo de este proyecto.

Finalmente agradecemos al Dr. Guillermo Campeán Jiménez Director en Jefe del INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA y al Rector de la UNIVERSIDAD DE BARCELONA sin cuyos apoyos hubiese sido difícil la realización de todas las campañas de campo, incluyendo la elaboración de este manual.

A todos ellos nuestro agradecimiento

M.C. Araceli Avilés Quevedo¹
Dr. Francesc Castelló Orvay²

1.- CRIP-La Paz, Km 1 carretera a Pichilingue C.P.23020, La Paz, B.C.S., México.

2.- Universidad de Barcelona, Diagonal 645 C.P. 08028, Barcelona, España.

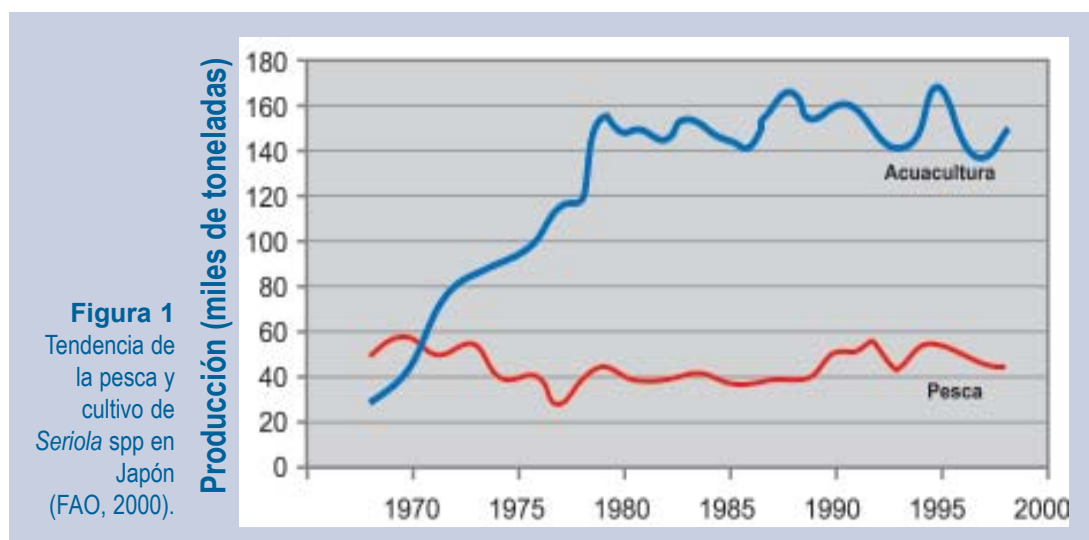
La Paz, Baja California Sur, México 27 de Noviembre de 2004

1. INTRODUCCIÓN

El jurel es un carángido pelágico de amplia distribución, agrupado en el género *Seriola*, estos peces son muy apreciados en la cocina japonesa, china, coreana y europea en donde se consume crudo fresco como “sashimi” y “sushi” o marinado y frito como “teriyaki”. Las especies de este género, se encuentran en todos los mares templados y subtropicales del mundo a profundidades de 20-70 metros, alcanzando tallas máximas de 190 cm de longitud total y 80 kg de peso.

Los peces del género *Seriola* son carnívoros depredadores que se alimentan principalmente de macarela, anchoveta, sardina y calamar, presentando una buena tasa de crecimiento en cautiverio: *S. dumerili* crece a razón de 5.8 g/día en verano (Cardona-Pascual, 1993) *S. quinqueradiata* 5.6 g/día (Ikenoue y Kafuku, 1992) y *S. lalandi* 22 g/día Nakada 2000.

En Japón el cultivo de *Seriola* spp constituye la empresa de acuicultura más exitosa, superando en mucho la producción acuícola de otras especies y de la misma pesquería de las poblaciones naturales (Fig. 1). En 1998 la producción acuícola de *S. quinqueradiata* alcanzó la cifra record de 169,964 Tm (FAO, 2000).



En México la captura de *S. Dorsalis*, *S. rivoliana* y *S. lalandi* (comunmente llamados medregal, jurel de castilla, jurel aleta amarilla, etc.) apenas alcanzó la cifra de 2000 toneladas, de las cuales Baja California Sur y Baja California aportaron el 64% de la producción Nacional. Estas especies son capturadas a lo largo de toda la costa del Pacífico mexicano, y sin ninguna restricción se pescan con anzuelo, palangre de media agua y red agallera de fondo durante todo el año (Rodríguez de La Cruz et al., 1994). Actualmente, son objeto de pesca deportiva en varias regiones del Pacífico Mexicano donde se conoce como pez fuerte.

Como consecuencia de la poca reglamentación que existe sobre la pesquería de este recurso, los volúmenes de producción han bajado de 1,791 toneladas que se pescaron en 1988 a 844 toneladas registradas en 1996 en la pesca de Baja California y Baja California Sur. La importancia que ha tomado este recurso como especie reservada a la pesca deportiva aunado a la disminución de su captura, justifica ampliamente los estudios enfocados a dar los elementos para regular la pesquería e incentivar la actividad acuícola.

Con el apoyo de la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI) y el Instituto Nacional de la Pesca a través del Centro Regional de Investigación Pesquera de La Paz, se realizó el estudio para evaluar la factibilidad técnico-biológica del cultivo de *Seriola lalandi* en jaulas flotantes en Bahía Magdalena, B.C.S., con la colaboración de la Soc. Cooperativa de Producción Pesquera Bahía Magdalena S.C.L., el apoyo de la empresa Kalada de México, S.A. de C.V. y la asesoría de la Universidad de Barcelona (UB). El estudio contempló la generación de conocimiento sobre la biología de *S. lalandi* en la zona, determinar su ciclo de reproducción en cautiverio y su relación con los parámetros ambientales del área, así como observaciones sobre su crecimiento, mortalidad, patologías más frecuentes y su control, Tasa de Conversión Alimenticia (TCA) y Factor de Condición (FC) como indicador del estado de salud o condición del pez asociado al contenido de grasas en músculo.

Las razones que han impulsado a trabajar con el jurel, son varias y de distinta índole ya que:

- 1)- Estos peces tienen un crecimiento rápido.
- 2)- A pesar de ser especies migratorias, son fáciles de domesticar, ya que aceptan el confinamiento en jaulas y el alimento seco esparcido en la superficie del agua.
- 3)- Su carne es de gran calidad y alto valor comercial.
- 4)- Es una especie ampliamente cultivada en Japón y sobre la cual se dispone de abundante información tecnológica.
- 5)- Es una especie frecuente en las costas mexicanas, lo cual permite la captura de alevines y juveniles del medio natural, lo que a su vez facilita el inicio del cultivo.



2. ANTECEDENTES

El cultivo de *Seriola*, a pesar de contar con más de 60 años de antigüedad, continúa dependiendo de la captura de juveniles silvestres, debido a la dificultad de controlar las técnicas de producción masiva de larvas y juveniles de estas especies. Esto, a pesar de países como Japón, que han desarrollado las técnicas de reproducción de más de 60 especies de peces de importancia comercial (Nakada, 2000), entre los que destacan las especies *Pagrus major*, *Paralichthys olivaceus* y *Seriola quinqueradiata* y los países del Mediterráneo que reproducen y cultivan *Sparus aurata* y *Dicentrarchus labrax*.

Para mantener la industria pesquera de *Seriola* en Japón, se han establecido cuotas de colecta y para incrementar los volúmenes de cultivo se ha permitido la introducción de “juveniles silvestres” procedentes de otros países, lo cual ha ocasionado la aparición de nuevas patologías en el cultivo de estos peces



3. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

La especie *Seriola lalandi* (Cuvier & Valenciennes, 1833) o *S. aureovittata* (Temminck et Schlegel) nueva sinonimia de esta especie encontrada en Japón (Masuda *et al.*, 1992) es localmente conocida como jurel cola amarilla o jurel de castilla. En Japón es conocido como “goldstriped amberjack”, “yellowtail” o “hiramasa”. Es muy popular en la pesca deportiva capturándose ejemplares hasta de 1 metro de longitud estándar (Fig. 2).

Estos peces se agrupan en la Clase Osteichthyes, Orden Perciformes y Familia Carangidae. Como todos los miembros de esta familia, los jureles se caracterizan por presentar una aleta anal precedida por dos espinas distintas, un pedúnculo caudal delgado, una aleta caudal profundamente furcada y escamas en la línea lateral formando un largo arco en posición inferior respecto al eje central, creando una ligera quilla o escudos sobre el pedúnculo caudal en los adultos.

Seriola lalandi se caracteriza por presentar las esquinas redondeadas en la parte posterior del maxilar y aletas pectorales más cortas que las pélvicas. La primera aleta dorsal tiene seis espinas unidas por una membrana y siete radios, seguida por una segunda aleta dorsal de 33 a 36 radios (D VI-VII-I, 33-36), en la primera aleta anal posee dos espinas y en la segunda anal de 20 a 22 radios (A II-I, 20-22).

En el arco branquial pueden encontrarse de ocho a nueve rastrillos en la parte superior y de 18 a 21 en la parte inferior (GR 8-9+18-21). El número de vértebras es de 11 precaudales y 14 caudales (V 11+14) (Masuda *et al.*, 1992). La coloración de las aletas dorsales son de color oscuro con una banda submarginal amarillenta, aletas pectorales oscuro amarillento, pélvicas amarillas y negruzcas y aleta anal negruzca con puntas pálidas (Jordan y Evermann, 1963).



Figura 2

Seriola lalandi (Cuvier & Valenciennes, 1833) o *S. aureovittata* (Temminck et Schlegel) conocido localmente como jurel de castilla o "yellowtail, goldstriped amberjack".

Seriola lalandi es una especie mediana, alcanza 45 Kg y 154-180 cm de longitud total, mientras que *S. quinqueradiata* alcanza 100 cm de longitud estándar y 13 kg de peso total y *S. dumerilii* llega a medir 190 cm y 80 Kg de peso (Jordan y Evermann, 1963).

La reproducción de *Seriola lalandi* se inicia a partir del primer año de vida, cuando alcanza un peso mayor de 1.5 Kg (Kraul, 1985). Las hembras son ligeramente más grandes que los machos y de acuerdo con la evaluación del índice gonadosomático (IGS) de los ejemplares engordados en jaulas flotantes en Bahía Magdalena, B.C.S., la reproducción se prolonga de mayo a diciembre cuando la temperatura del agua es mayor de 20°C (Fig.- 3).

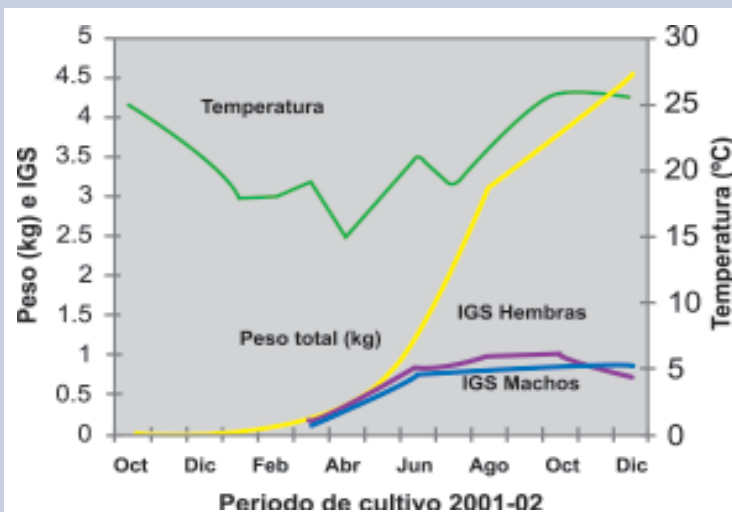
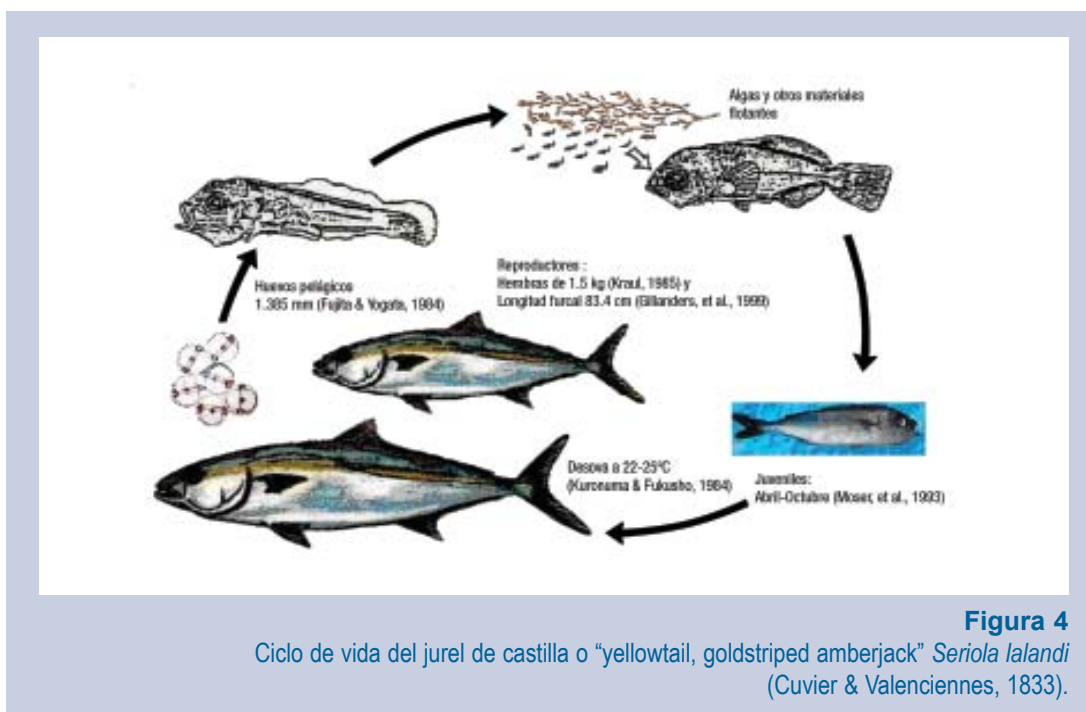


Figura 3

Evaluación del índice gonadosomático (IGS) del jurel *Seriola lalandi* cultivado en jaulas flotantes en Bahía Magdalena, B.C.S.

Estos peces son reproductores asincrónicos con desoves múltiples de aproximadamente 50,000 huevos por día (Kraul, 1985). En la zona costera de la península de Baja California se observan especímenes maduros casi todo el año, registrándose la mayor presencia de larvas en el plancton y juveniles de 2-7g de julio a septiembre (Moser *et al*, 1993) bajo la sombra de los mantos de Sargazo u otras algas (Fig.-4). El desove se da a una temperatura óptima de 22 a 25°C, sus huevos miden 1385 μ y son transparentes, redondos y pelágicos, con una sola gota de aceite (Harada, 1974; Kuronuma y Fukusho, 1984; Fujita y Yogata, 1984; Kraul, 1985).



Actualmente, la supervivencia larval de *S. lalandi* en el laboratorio es baja (1-2.5%) por lo que la investigación actual se ha enfocado a la producción de juveniles más fuertes y sanos, y al desarrollo de técnicas para prevenir el canibalismo y aumentar la supervivencia.

3.1 DISTRIBUCIÓN Y HABITAT

Los peces de la familia Carangidae conocidos como "Yellowtail" se restringen al "Japanese amberjack" *Seriola quinqueradiata*, al "Greater amberjack" *S. dumerili*, y al "Goldstriped amberjack" *S. aureovittata* o *S. lalandi*. Estos peces se encuentran en los mares del sur de Japón, en el Mar Amarillo, Hawaii, California, Pacífico Sudamericano, Australia, Sudáfrica y Brasil. En los mares del sur *S. lalandi* es más común que *S. quinqueradiata*, pero no se encuentra en mares ecuatoriales (Masuda *et al.*, 1992).

3.2 CARACTERÍSTICAS DEL SITIO DE CULTIVO

Para la elección de la zona donde ubicarán la granja de producción, se deben tener muy en cuenta una serie de condiciones previas, tomándo en consideración, que de la adecuada elección depende, de manera fundamental, el éxito económico de la empresa.

- (1).- **Áreas disponibles para el cultivo.** Protegidas de los vientos dominantes, oleaje menor de 4 m de altura, buen recambio de agua, corrientes de marea adecuadas, profundidad de más de 20 m y un rango de temperatura de 18 a 29°C y alejadas de posibles focos de contaminación urbana, industrial, minera, etc. (Fig. 5 y Fig. 6).
- (2).- **Relativa cercanía a la costa.** Lo cual facilita el control, vigilancia y manejo de las jaulas, abaratando los costos totales de producción (Fig. 7).
- (3).- **Disponibilidad de “semilla”.** De buena calidad, resistente a enfermedades y en la cantidad adecuada para su cultivo en las densidades óptimas. En principio esta semilla puede ser de origen silvestre, capturada en zonas próximas a las instalaciones. Sin embargo, es muy importante recalcar que el desarrollo de la piscicultura marina NO DEBE DEPENDER NUNCA de la producción natural de alevines, ni desde el punto de vista biológico, ni desde el punto de vista económico. La acuicultura marina debe siempre desarrollarse a partir de semilla cultivada y seleccionada en granjas de cría.
- (4).- **Seguridad y estabilidad del alimento.** el jurel se puede alimentar con una dieta “húmeda” compuesta de: sardina, macarela y calamar. Actualmente, el



Figura 5
Localización de Bahía Magdalena, Baja California Sur, México.

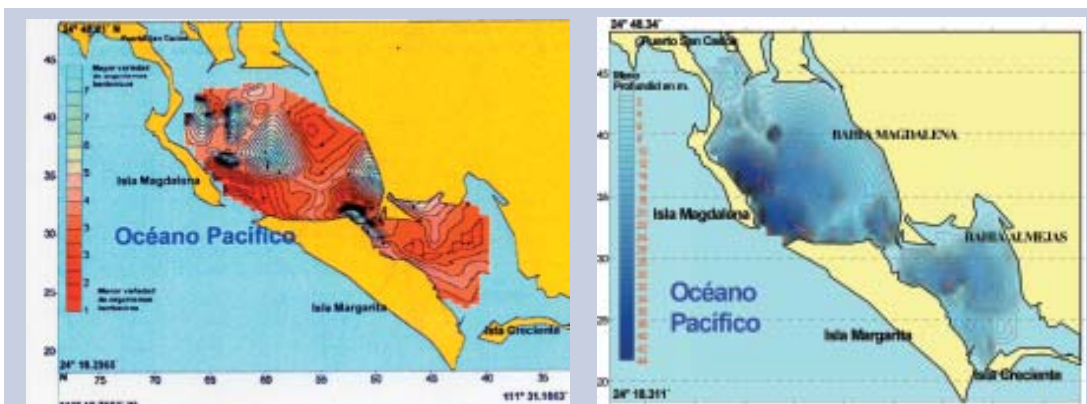


Figura 6

Diversidad de fauna bentónica y batimetría de Bahía Magdalena, B.C.S., México. (Flores Santillán et. al, 2002).

alimento “seco”, extruido o granulado, es el más utilizado ya que disminuye la TCA a 0.9 - 1.4 (Nakada, 2000) acelera el crecimiento, mejora la calidad del producto, disminuyendo significativamente el capítulo de “costo en alimento” y contaminación medioambiental.

- (5).- Mercado de consumo.** cercano y acceso rápido a través de la carretera transpeninsular (1231 km de Puerto San Carlos, B.C.S. a Tijuana, B.C.) y vía aérea a través de los vuelos de Aerocalifornia, Aeroméxico y Alaska Airlines de los aeropuertos de La Paz, San José del Cabo y Loreto, B.C.S. con destino a Los Angeles Ca. y otras grandes ciudades en donde se encuentra un mayor número de consumidores y en donde el producto puede alcanzar precios de venta más interesantes.

El jurel cultivado, va directamente al mercado de sashimi y sushi, por lo que su presentación y calidad deben ser excelentes. Dependiendo del tipo de traslado (aéreo o terrestre) el jurel se descabeza y se eviscera, su piel no debe llevar magulladuras, y su carne debe ser de color cremosa o rosada, no oscura como la que se oferta en el mercado local o nacional. Una vez sacrificado el jurel debe mantenerse en una temperatura de 3 a -1°C, el pescado no debe congelarse ni estar en contacto directo con el hielo durante el transporte. Otra condición del importador es que el producto llegue al consumidor en menos de 48 h a partir de la cosecha, por lo que su frescura es su mejor presentación.



Figura 7

Ubicación del cultivo de *Seriola lalandi* en Bahía Magdalena, B.C.S., Mex., y estaciones de muestreo para el seguimiento del impacto ambiental en el área.

CALIDAD DEL AGUA

Los factores físico-químicos más importantes a considerar para el cultivo de jurel en jaulas flotantes son:

- a)- **Concentración de oxígeno disuelto:** Siempre con valores **superiores a 5 mg.L⁻¹** ya que a niveles inferiores muestran poco apetito, nado anormal, sofocación y muerte a niveles menores de 2 mg.L⁻¹ (Cuadro 1).
- b)- **Temperatura:** máxima de 28°C. Ya que la exposición a temperaturas mayores, provoca que los peces de esta especie no se alimenten activamente, facilita la transmisión de infecciones y enfermedades, y su exposición prolongada a esas temperaturas puede causar el agotamiento y la muerte de los peces. Mientras que a temperaturas inferiores a 14°C, los peces pierden el apetito y no crecen (Cuadro 1).
- c)- **Salinidad: normal de 35 ups***. Una repentina baja salinidad a 20 ups, debido a una fuerte lluvia, puede afectar adversamente a los peces. Los jureles no muy sanos morirán y los peces sanos perderán su apetito. Sin embargo, estos peces son muy resistentes y toleran salinidades de 0 ups. por tiempos cortos, capacidad que se puede utilizar como medida profiláctica para eliminar parásitos.
- d)- **Profundidad mayor de 20 m.** Para evitar el contacto del fondo de la jaula con el fondo del mar. Una distancia igual a la profundidad de la jaula con respecto al fondo del mar se considera adecuada, ya que evita el contacto directo con el sustrato y con los organismos que allí habitan, además de facilitar el paso del flujo de agua y así, dispersar los exometabolitos a distancias recomendables.
- e)- **Corrientes de 0.5 m.seg⁻¹.** Son suficientes para permitir un buen intercambio de agua, aporte de oxígeno disuelto, eliminación de exometabolitos, heces y restos de alimento y no son demasiado fuertes como para deformar y arrastrar la jaula.
- f)- **Área protegida de los vientos dominantes.** Con olas no mayores de 4 m de altura y con un historial de poca o nula frecuencia de huracanes. Aún cuando los nuevos diseños de jaulas son resistentes a oleajes de hasta 6 m, es mejor no exponer los peces a esta turbulencia.
- g)- **Preferencia por el tipo de fondo lodo-arenosos.** Adecuados para el mejor agarre del anclaje. Además, este tipo de sustrato es de los más pobres biológicamente con lo cual el impacto ecológico es menor.
- h)- **Productividad primaria.** Moderada y poca o nula frecuencia de florecimientos de plancton, sobre todo de “marea roja” u otros (Cuadro 2).

*ups.- Unidades prácticas de salinidad

Condiciones hidrográficas en el sitio de cultivo de *Seriola lalandi* en Bahía Magdalena, B.C.S., México (Incluye periodo 1999-2003).

Cuadro 1

Parámetros físico-químicos	Mínimo	Máximo
Temperatura (°C)	15.0	28.3
Salinidad (ups)	34.0	38.8
Oxígeno disuelto (mg.L ⁻¹)	4.42	9.6
Potencial de Hidrógeno (pH)	7.49	8.24
*Porcentaje de saturación (%)	92.0	105.0
*N-NO ₃ (µg-at.L ⁻¹)	0.2	1.5
*P-PO ₄ (µg-at.L ⁻¹)	0.7	1.56
*Si-SiO ₃ (µg-at.L ⁻¹)	0.3	11.5
Precipitación (mm)	0.0	33.9

* Fuente: Alvarez-Borrego (1977).

Abundancia y diversidad estacional de fitoplancton en Bahía Magdalena, B.C.S., México (Periodo 2000-2002).

Cuadro 2

Estación	Temperatura (°C)	Oxígeno (mg-L ⁻¹)	Abundancia (No. de célulasx10 ³ .L ⁻¹)	Diversidad (No. de especies)
Primavera	16.67	8.49	3230	6
Verano	15.80	9.08	2427	12
Otoño	17.20	9.04	4080	14
Invierno	18.16	9.28	1742	14
Primavera	18.80	9.13	2394	23
Verano	20.23	8.95	4440	15
Otoño	24.50	8.76	6473	34
Invierno	21.50	8.97	5410	25
Primavera	16.30	9.80	1229	8
Verano	15.98	6.99	1144	12
Otoño	22.30	8.70	2480	19

4. METODOLOGÍA DE CULTIVO

4.1 CULTIVO EN JAULAS

El cultivo de peces en jaulas flotantes tiene como ventajas las:

- 1).- Facilidades para su construcción con relativa poca inversión, pudiendo iniciar la operación del cultivo desde una pequeña escala.
- 2).- La calidad del agua dentro de la jaula es extremadamente buena, gracias al recambio de agua que mantiene los niveles adecuados de oxígeno disuelto y remueve desechos metabólicos y restos de alimentos.
- 3).- Los peces pueden trasladarse de una jaula a otra a medida que van creciendo, para optimizar la operación del cultivo en altas densidades.
- 4).- Las jaulas pueden moverse de un área a otra, en caso de marea roja o sumergirse en peligro de huracán.
- 5).- Frente a los cultivos “en tierra”, permite el ahorro en el capítulo de gastos en energía al no tener que bombear el agua para su recambio, ni los aireadores para suministrar el oxígeno necesario.

Aunque, tiene como desventajas que:

- 1).- Cualquier daño en la red puede ocasionar la pérdida de los peces.
- 2).- La alta densidad de cultivo y lo abrasivo de la red, ocasiona que los peces se lastimen, propiciando la entrada de parásitos y enfermedades que se propagan rápidamente
- 3).- Debido a la dinámica del agua, no es fácil optimizar la administración del alimento, ni tampoco aplicar tratamientos terapéuticos.
- 4).- Dificulta el control y la vigilancia continua del cultivo, tanto más cuanto menos cuidada ha sido la selección del lugar de ubicación.



4.2 UNIDAD DE CULTIVO

La unidad flotante para el cultivo, se compone de:

La estructura de soporte, equipada de flotadores para dar forma y flotabilidad a las jaulas de cultivo y jaula de protección.

La jaula, o contenedor de los peces, es fabricada con tela de red o paño, de preferencia con antifouling. La luz de malla será mayor cuanto mayor sea el tamaño de los peces.

La fijación al sustrato, por bloques de concreto de 2-3 toneladas, y anclas para evitar el desplazamiento o arrastre por efecto de las corrientes (Fig.- 8).

Las redes de protección, que deben ser fuertes y de luz de malla grande para no detener el flujo del agua, solo son para evitar daños debido a grandes depredadores y materiales flotantes. Para proteger los peces de las aves, las jaulas también se cubren con red antipájaros.



4.3 TAMAÑO Y NÚMERO DE JAULAS

Tanto uno como otro dependerán de la cantidad de biomasa total que se quiera producir, tamaño individual de los peces y de la densidad (kilogramos de peces por m³) del cultivo.

Como recomendaciones prácticas, se aconseja no superar producciones de más de 12-15 Kg.m⁻³, tamaños no superiores a los 8-10 metros de diámetro, con una profundidad de 12-15 m. Es aconsejable disponer, como mínimo, de dos tamaños de jaulas, aptas para el cultivo de animales pequeños y animales de mayor tamaño. En este caso, las jaulas de menor tamaño pueden ir situadas en el interior de las jaulas mayores, sin necesidad de anclajes costosos y no medir más de cinco metros de diámetro.

La forma de la jaula también influye en los resultados finales. Se utilizan cada vez más jaulas “redondas”, cilíndricas, ya que ofrecen una menor resistencia al oleaje, permiten una mejor distribución de los peces, un nado más natural y un mayor aprovechamiento del espacio. Todo ello redunda en una mejor calidad de los peces, un crecimiento más rápido y una mayor producción por unidad de volumen (Fig.-8).

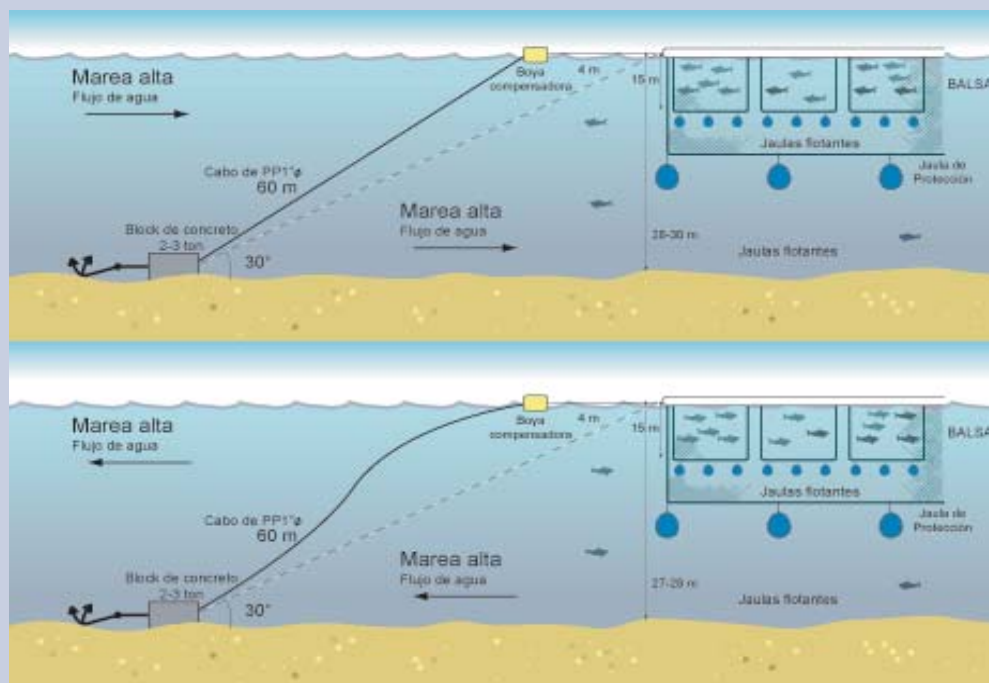


Figura 8
Instalación de la unidad de jaula flotantes para el cultivo de *Seriola lalandi* en Bahía Magdalena
Baja California Sur, México.

Las diferentes jaulas que componen el cultivo total pueden estar unidas entre sí por pasarelas o andadores, no rígidos, incluso disponer de una pequeña plataforma donde ubicar un almacén y un cubículo para el vigilante.

4.4 MANTENIMIENTO DE LAS JAULAS

Las redes o paños que conforman la jaula requieren una serie de atenciones, tanto para su mantenimiento como para su adecuación al cultivo.

De manera periódica, las redes deben cambiarse por otras nuevas ya que con el tiempo (más o menos corto, según la productividad del mar, tipo de tratamiento anti fouling, etc.) la luz de malla se obtura debido a la incrustación de distintos organismos marinos (algas, gusanos tubícolas, crustáceos, moluscos, etc.) lo cual dificulta cada vez más la circulación del agua y por lo tanto el aporte de oxígeno y la expulsión de heces y cadáveres.

Las redes ya incrustadas se dejan secar al sol y se lavan con chorros de agua a presión. Ya limpias y secas podrán ser utilizadas de nuevo como recambio.

Otro punto al que debe prestar atención el cultivador es al tamaño de la luz de malla, el cual debe estar en correspondencia con el tamaño del pez e impedir que este se escape. De ahí que se recomienda no cultivar peces de tamaño y peso muy pequeños (mínimo 5 cm y 2g) ya que la luz de malla sería tan pequeña y la red tan tupida que muy rápidamente quedaría obturada por las incrustaciones, y el costo derivado de los cambios hace no rentable el negocio.

Por lo tanto, se debe disponer de varios juegos de redes con diferente luz de malla, para adaptar la jaula al crecimiento de los peces.

Las redes deben revisarse diariamente, cosiéndose las posibles roturas, limpiando el exceso de algas y elementos que obturen la luz de malla; deben retirarse los posibles cadáveres que se observen y, de manera particular, aquellos especímenes de especies depredadoras que se hayan introducido en el interior de la jaula.



La metodología que se emplea para el cultivo del jurel *Seriola lalandi* en Bahía Magdalena, es la misma que la que se ha utilizado por más de cincuenta años en Japón para el cultivo del “yellowtail” y que se utiliza también con notable éxito, en el mar Mediterráneo en el cultivo de dorada (*Sparus auratus*) y lubina (*Dicentrarchus labrax*), desde los años 80.

El programa de manejo implica:

- ▶ Aprovechamiento de semilla, colecta, selección, traslado y profilaxis de juveniles silvestres o compra de semilla.
- ▶ Siembra, biometría, control de la densidad, tamaño de jaulas y luz de malla.
- ▶ Alimentación, tipos de alimentos, cálculo de la ración, frecuencia y observación del comportamiento alimenticio.
- ▶ Registro diario de las condiciones ambientales, mortalidad, patología y estado físico de las mallas.
- ▶ Estimación del crecimiento y periodo de cosecha.

4.5 APROVISIONAMIENTO DE LA SEMILLA

Actualmente, no se tiene, en México, disponibilidad comercial de semilla de *Seriola lalandi* ya que aún no se controla su reproducción ni la producción de alevines de esta especie. Por lo tanto, el cultivo de *S. lalandi* depende de la colecta de juveniles del medio natural.

En la evaluación del ictioplancton de la costa baja californiana, Moser *et al.* (1993) estiman una biomasa de 100,000 larvas.km⁻² a lo largo de 350 km del litoral de Cabo San Lázaro a Isla de Cedros, B.C., a 80 km de la costa, durante el periodo de Julio a Septiembre (Fig.- 9). Por lo que, se considera que inicialmente, la colecta anual de peces no afectará notablemente la población natural, ni la pesquería de esta especie.

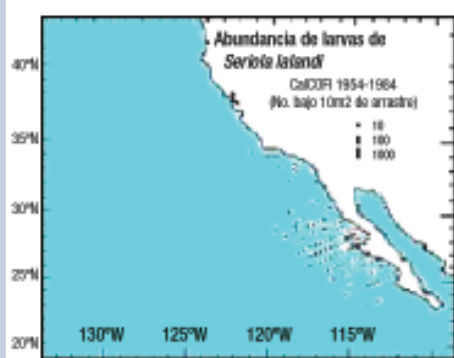
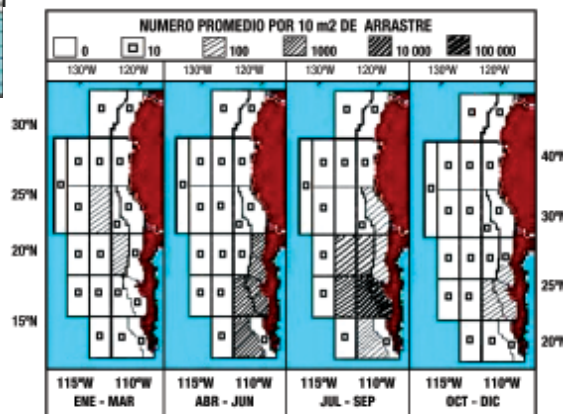


Figura 9

Distribución y abundancia de larvas de *Seriola lalandi* en la península de Baja California (Fuente: Moser *et al.*, 1993).



Para la colecta de los juveniles silvestres de esta especie se utilizan redes de cerco. La técnica empleada, se basa en la tendencia natural de los alevines de esta especie, a refugiarse en la sombra de objetos flotantes (Fig.- 10).



Figura 10

Técnica para el encierro de *Sargazo* en la colecta de juveniles de *Seriola lalandi* en Baja California Sur, México.

Los juveniles de *S. Lalandi* se pueden colectar desde abril hasta septiembre colocando plataformas flotantes hechas de hojas secas de palma o material sintético, en las zonas antes mencionadas, generalmente sobre fondos de arena desprovistos de vegetación. La colecta se realiza en las primeras horas de la mañana o en el crepúsculo. La red de cerco se extiende alrededor de la plataforma, atrapando los ejemplares allí presentes. Estas plataformas flotantes también sirven de refugio a otras especies como el dorado, atún y otras especies de *Seriola*, por lo que la selección de la especie debe ser inmediatamente en cuanto suben a bordo, seguido por una selección de tamaños (Fig.- 11).

La eficiencia de la colecta es mayor a principio de la temporada, cuando los alevines miden de 2 a 5 cm, ya que cuando estos son más grandes tienen mayor capacidad de nado y escapan más fácilmente de la embarcación.

El traslado se realiza preferentemente de noche o en las primeras horas de la mañana, una vez que se ha colectado el número suficiente de alevines y de acuerdo a la capacidad de transporte con que se cuente. Para el mismo se utilizan contenedores con agua marina filtrada, con suficiente oxigenación y temperatura al menos dos grados abajo de la temperatura normal en el momento de la captura. La densidad de transporte podrá ser de 50 g.L⁻¹ equivalente a 25 alevines de 2 g o 10 alevines de 5 g (Fig.- 12).



Figura 11

Selección de tallas de los juveniles de *Seriola lalandi* en la embarcación recolectora.



Figura 12

Traslado de los juveniles de *Seriola lalandi* en tanques de plástico de 800L.

Durante el traslado de los alevines, se pueden aplicar tratamientos profilácticos mediante la dilución de antibióticos en el agua y baños de agua dulce para eliminar ectoparásitos.

Cuando los alevines son trasladados de sitios muy distantes, es recomendable aplicar una cuarentena en estanques con sistema de circulación cerrado antes de introducir los alevines a las jaulas de cultivo.

4.7 SIEMBRA DE JUVENILES

La especie *Seriola lalandi* es conocido como un pez fuerte debido a su resistencia y tolerancia al manejo, resistiendo el estrés de la captura, traslado, tratamientos profilácticos, cuarentena y siembra. En el proceso de siembra se recomienda controlar la densidad de cultivo en $5 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ de acuerdo al protocolo del Cuadro 3 y llevar un minucioso registro del crecimiento mediante biometrías mensuales para controlar la densidad de cultivo, calcular la cantidad de alimento, y ampliar la luz de malla, con lo cual se mejorará la circulación del agua, el nivel de oxígeno, el arrastre de heces y restos de alimentos.

Protocolo de la densidad de cultivo en jaulas flotantes (10 x 10 x 10 m) para *Seriola lalandi* en Bahía Magdalena, B.C.S., México.

Cuadro 3

Mes	Peso (kg)	Biomasa No. de peces /m ³	Biomasa Kg/m ³	Mes	Peso (kg) peces /m ³	Biomasa No. de Kg/m ³	Biomasa
Oct	0.002	20.00	0.04	Abr	0.897	10.00	8.97
Nov	0.028	20.00	0.56	May	0.976	10.00	9.76
Dic	0.060	20.00	1.20	Jun	1.213	8.00	9.70
Ene	0.374	10.00	3.74	Jul	1.963	5.00	9.82
Feb	0.547	10.00	5.47	Ago	2.486	5.00	12.43
Mar	0.720	10.00	7.20	Sep	3.168	5.00	15.84

Las biometrías mensuales proporcionan información muy importante al piscicultor ya que permite conocer el estado de los peces, evaluar el crecimiento, facilita la aplicación de medicamentos y ahorrar en el gasto del alimento.

El correcto control de la densidad y selección de los tamaños, evita el canibalismo y la competencia intraespecífica, uniformizando el crecimiento de los peces y optimizando el consumo del alimento.

4.8 ALIMENTACIÓN

El alimento es uno de los factores más importante en el cultivo de peces marinos, ya que su conocimiento y elección representan un alto porcentaje en el gasto operativo de la empresa. Además, de que determina la tasa de crecimiento, la calidad de la carne y el aprovechamiento por parte del pez según el tipo de dieta.

La alimentación de *S. lalandi* en su medio natural consiste principalmente de sardina, calamar y macarela. En cautiverio, cuando son colectados como alevines, aceptan fácilmente el alimento seco, mientras que los ejemplares adultos (mas de 1.5 kg) no aceptan con facilidad este tipo de alimento, por lo que se requiere de algunos trucos (Fig.- 13).



Figura 13
Macarela o sardina troceado mezclado con "pellets" para acondicionar a los ejemplares adultos de *Seriola lalandi* a comer solo el alimento seco.

En Japón, país pionero en este cultivo, por muchos años se utilizó un alimento húmedo compuesto por una mezcla de varias especies de pescado barato congelado. Posteriormente se utilizaron las siguientes dietas:

- 1).- **Gránulo húmedo:** se prepara con varias clases de pescado fresco molido y mezclado con harina de pescado, harina de calamar, aglutinantes, aceites y una mezcla de vitaminas y minerales para formar una masa húmeda.
- 2.- **Gránulo seco:** en el proceso, se alcanza una humedad del 15% con la adición de vapor, aunque no hay calentamiento, durante el proceso se alcanzan los

65-75°C como consecuencia de la fricción. Tampoco se aplican altas presiones, solo la necesaria para dar forma al gránulo. En este proceso no hay cocción de la mezcla, los almidones se gelatinizan muy poco, por lo que son poco digestibles y no contribuyen a dar cohesión al gránulo.

3).- Gránulo seco expandido: a la mezcla de harina se le añade vapor de agua caliente en el “expander”, en donde alcanza un calentamiento de 110°C que produce la cocción y gelatiniza los almidones en un 75%. Las proteínas a su vez son texturizadas, formando una malla proteica, por lo que son más digestibles. Los almidones gelatinizados y las proteínas texturizadas ayudan a dar cohesión al gránulo, evitando el uso de aglutinantes que no son aprovechados por el pez.

4).- Gránulo seco extruido: todos los ingredientes que utilizan en la mezcla son previamente micropulverizados, a estos se les añade vapor y agua caliente para conseguir una humedad del 28-30% antes de entrar en el “extruder”. En el extruder, la mezcla es sometida a una fuerte presión y calentamiento (120-130°C) en un tiempo muy corto que no llega a dañar los nutrientes. La humedad y temperatura actúan directamente en la cocción, asegurando prácticamente la total gelatinización de los almidones y el texturizado de las proteínas. Ambos factores contribuyen a una mejor digestibilidad de la dieta y mayor estabilidad en el agua.

Actualmente, y a nivel mundial, se utiliza el “*alimento seco*” en forma de gránulos. Son alimentos perfectamente formulados y balanceados para cada especie y para cada edad. Se presenta en forma de migas, escamas y/o granulado de diferente tamaño según la edad de los peces a alimentar (Cuadro 4). En su composición está calculada la cantidad de proteína, grasas, vitaminas y minerales necesarios para una alimentación correcta de los animales. El alimento que se usa en el cultivo de jurel en Bahía Magdalena es elaborado bajo la marca “Taplow Feeds” y “Ewos” de Canadá, ambas dietas con un contenido de: un mínimo de proteína de 43%, un mínimo de grasa de 20-24%, un máximo de fibra de 3%, un máximo de ceniza en 14%, y humedad máxima del 10%.

Su composición, baja en contenido de agua, permite almacenarlos de manera fácil, en lugares frescos y sin necesidad de congelación, a la vez que permite guardarlos por un tiempo más o menos largo (de 2 a 3 meses, según la temperatura ambiente). También se facilita su acarreo y distribución, bien sea manual o automática.

Dadas las características alimenticias del jurel, el alimento utilizado debe contener un alto porcentaje de proteína (siempre por encima del 43%). Esta proporción de proteína (%) será más alta para los alevines y juveniles que para los animales grandes, variando desde un 54%, hasta un 40%.

Una adecuada alimentación del jurel, que proporcione el máximo crecimiento, con el menor tiempo y al mínimo costo, obliga a tener muy en cuenta una serie de reglas como las siguientes: cantidad de alimento que hay que ofrecerles diariamente (Ración Diaria) y la frecuencia con que el mismo se distribuye.

Ración diaria: es la cantidad de alimento diario que se proporcionará a los peces en relación a la biomasa total estabulada, edad de los peces y temperatura del

agua. Para el jurel se establece un máximo de un 7% de la biomasa, hasta un “mínimo” de un 0.4% para animales de más de 3 kg.

Por ejemplo, si se tienen 1000 peces de 5 g, la biomasa total será de 5000 g. La ración diaria será del 7% lo que equivale a $5000 \text{ g} \times 7/100 = 350 \text{ g}$. Por el contrario, si los peces cultivados pesan 3 kg, la ración diaria será del 0.4% lo que equivale a $3000 \text{ kg} \times 0.4/100 = 12 \text{ kg}$.

Como sea que la ración diaria se calcula siempre de manera aproximada, se recomienda dar a los peces solo lo que comen aquel día. Si se lo comen todo y de manera muy rápida, se puede aumentar la ración un poco al día siguiente. Si por el contrario no ingieren la dieta granulada según la ración calculada, al día siguiente se les disminuye la ración. Téngase muy en cuenta que **un exceso de comida es mucho peor que una pequeña subalimentación**. El exceso de alimento, además de no acelerar el crecimiento, provoca un deterioro de la calidad del agua y un aumento en los gastos de operación de la empresa.

Puesto que los peces son animales muy sensibles a los cambios de temperatura del agua del mar, la cantidad de alimento a proporcionar también depende muchísimo de la época del año.

En el caso del jurel, el rango de temperaturas que soportan es bastante amplio. Desde una mínima de 14°C hasta valores máximos de 28°C. Siendo la temperatura óptima para el crecimiento la de 24-26°C. Según esto, y para peces de más de 200 g, se puede establecer de manera práctica la siguiente tabla de alimentación:

Temperatura del agua del mar (°C)	Ración diaria de alimentación (R.D.) en % de biomasa
15	0*
18	1 - 1.5
20	2 - 2.5
22	2.5 - 3
24	3
26	3 - 2
28	0*

(*) Cuando la temperatura se salga de los valores mínimo o máximo del rango de tolerancia, se recomienda muy encarecidamente NO dar de comer a los peces.

Frecuencia: La Ración Diaria (**R.D**) **nunca** se ofrece a los peces en una sola vez, sino que se divide en diferentes partes según el tamaño de los mismos. De manera general, los peces pequeños comen más veces al día (hasta 7 veces), mientras que los mayores lo hacen con menos frecuencia (mínimo 2 veces al día). En el caso de los jureles, a partir de un peso superior a los 100 g se recomienda dividir la R.D. en dos dosis diarias (a primeras horas de la mañana y al atardecer).

Distribución: los jureles ingieren la dieta granulada casi a ras de agua aprovechando la poca velocidad a la cual éstos se hunden. La distribución se hace a “voleo”, bien manualmente, bien con cañones hidráulicos, distribuyéndose los gránulos por toda la superficie de la jaula. La distribución debe ser lenta para que todos los peces coman todo lo que quieran y siempre a favor de la dirección del flujo de corriente del agua.

OBSERVACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ALIMENTICIO

Durante la alimentación de los peces (Cuadro 4) tanto la persona encargada de distribuir el granulado como algún buzo, deberán observar el comportamiento de los peces (si comen rápido o lento, si tienen un nado normal, así como una distribución correcta; si se observa competencia entre animales de diferente talla o bien si los peces presentan anomalías en su aspecto (purulencias en la piel, aletas rotas o gastadas; etc.) Todas las observaciones serán anotadas en la bitácora diaria, con el fin de obtener toda la información que permita mejorar el cultivo.

Programa de alimentación diaria para <i>Seriola lalandi</i> cultivado en jaulas flotantes en Bahía Magdalena, B.C.S., México.					Cuadro 4
Peso promedio del pez (g)	Tasa promedio de alimentación diaria(%)	Frecuencia (veces/día)	Tamaño partícula de alimento (mm)	Temperatura agua de mar (°C)	
2 –10	4	6	1.4 - 2	23 - 24	
10 – 50	3	4	2	20 - 21	
50 – 200	1.5	2	4 - 4.5	15 - 18	
200 – 500	1.4	2	6 - 7	20 - 24	
500 – 2000	1.3-0.5	2	6 - 7	23 - 25	
2000-3500	0.5-0.4	2	8-XXL	17-18	

ESTIMACION DE LA TASA DE CONVERSION ALIMENTICIA

La tasa de conversión alimenticia (TCA) es un indicador de la cantidad de alimento que se requiere para obtener una biomasa de un kilogramo en un tiempo determinado. En el cultivo de *S. lalandi* la TCA fue 1:1.93. Este factor se calculó con la siguiente ecuación y de acuerdo al consumo y crecimiento observado en el cultivo de esta especie en Bahía Magdalena, B.C.S. (Cuadro 5 y Fig.- 15).

$$TCA = \frac{\text{Suma total de alimento utilizado (kg)}}{\text{Biomasa final (kg) – Biomasa inicial (kg)}}$$

Estimación de la cantidad de alimento necesario para el cultivo de *Seriola lalandi* en jaulas flotantes de 1000m³ en Bahía Magdalena, B.C.S., México. Cuadro 5

Mes	Peso (kg)	No. de peces /m ³	Biomasa Kg/m ³	Biomasa Kg/ jaula	RD % biomasa	Kg de alimento/ mes	TCA
Oct	0.002	20	0.04	40	4	48	1.20
Nov	0.028	20	0.56	560	4	672	1.38
Dic	0.060	20	1.20	1200	3	1080	1.55
Ene	0.374	10	3.74	3740	3	3366	1.40
Feb	0.547	10	5.47	5470	2	3282	1.56
Mar	0.720	10	7.20	7200	1	2160	1.48
Abr	0.897	10	8.97	8970	1	2691	1.49
May	0.976	10	9.76	9756	1	2927	1.67
Jun	1.213	8	9.70	9700	1	2910	1.98
Jul	1.963	5	9.82	9815	1	2945	2.26
Ago	2.486	5	12.43	12430	1	3729	2.08
Sep	3.168	5	15.84	15840	1	4752	1.93

RD: Ración Diaria de Alimentación , TCA: Tasa de Conversión Alimenticia

5. CRECIMIENTO, MORTALIDAD Y FACTOR DE CONDICIÓN

La tasa de crecimiento de los peces depende de sus hábitos alimenticios, los cuales son determinados por la temperatura del agua, la ración alimenticia basada en el apetito de los peces y la frecuencia determinada por los tiempos de digestión y la disponibilidad de la cantidad adecuada de la ración alimenticia. Cuando la cantidad de alimento es insuficiente, se observará una tasa de crecimiento diferencial dentro del mismo grupo de cultivo (Anónimo, 1989).

En el primer año de cultivo, la tasa de crecimiento mensual de *S. lalandi* cultivado en jaulas flotantes en Bahía Magdalena, B.C.S., fue de 264 g/mes alcanzando un peso promedio de 3.2 kg. En el segundo año de cultivo, la especie presentó una tasa de crecimiento de 600 g/mes alcanzando un peso promedio de 10.6 kg (Fig.- 14).

La mortalidad observada en el cultivo de *S. lalandi* se clasificó en cuatro categorías de acuerdo a su origen en :

- 1) Daños físicos debido a un mal manejo y transportación, y por contacto con la red durante tormentas y mareas fuertes;
- 2) Turbidez y contaminación del ambiente;
- 3) Deficiencias nutricionales y alimentación con dietas húmedas mal conservadas, y
- 4) Enfermedades. Las enfermedades generalmente se presentan en respuesta a uno o varios de los factores mencionados.

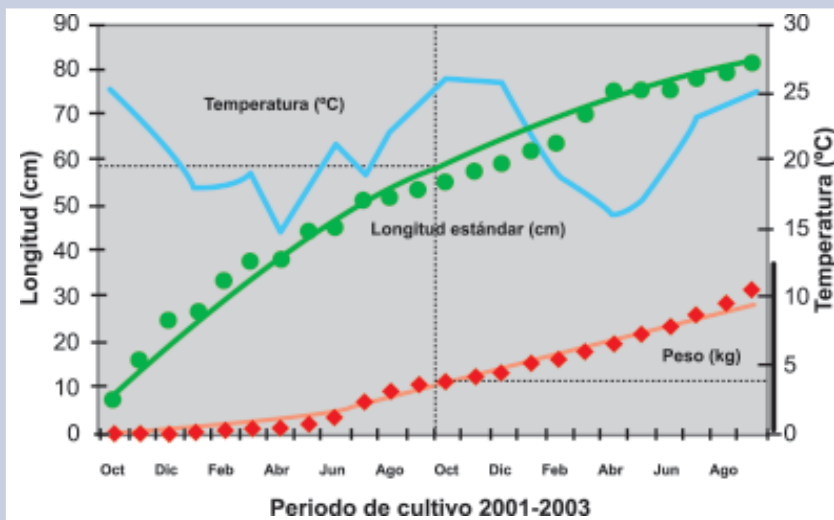
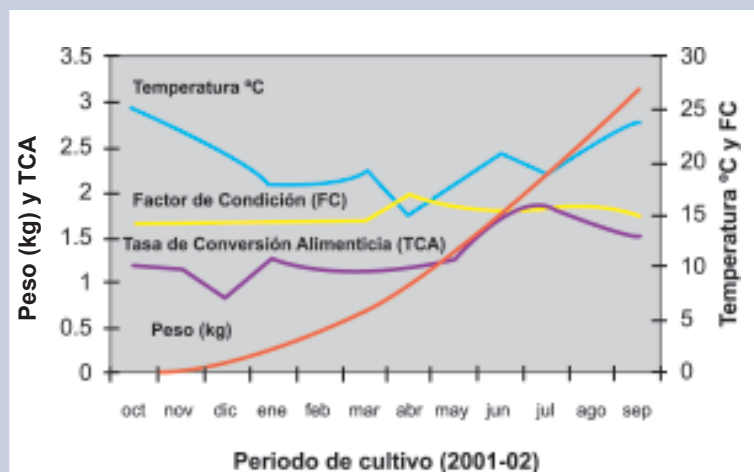


Figura 14
Crecimiento de *Seriola lalandi* en jaulas flotantes en Bahía Magdalena, B.C.S., México, durante el periodo de noviembre de 2001 a octubre de 2003.

En el cultivo de *Seriola* sp en Bahía Magdalena, B.C.S., las mortalidades se registraron en los meses de mayo a agosto cuando la temperatura empieza a incrementarse de 15 a 22°C, coincidiendo con la mortalidad masiva de langostilla (*Pleuroncodes planipes*) la cual deteriora significativamente la calidad del agua en Bahía Magdalena. Este problema se ha resuelto, mediante la reubicación de las jaulas en el área cercana a los canales. La mortalidad, sin considerar la presencia de la langostilla es menor de 5% y fue debida a un mal manejo que permitió la infección por ectoparásitos oportunistas (*Benedenia* sp y *Heteraxine* sp.).

El factor de condición (FC) como indicador del estado de salud o condición del pez, se estimó en base a la relación entre la longitud total y el peso total del pez. El valor de este factor puede modificarse de acuerdo a la calidad del alimento, temperatura del agua, edad, época reproductiva y al ambiente de cultivo (Fig.- 15). Asimismo, se hicieron análisis del contenido de grasas en músculo (por el método de extracción de Soxhlet) para valorar la condición del pez, principalmente un mes antes de la venta.

Figura 15
Factor de condición (FC) y tasa de conversión alimenticia (TCA) de *Seriola lalandi* en jaulas flotantes en Bahía Magdalena, B.C.S., México.



6. CONTROL DE ENFERMEDADES

Los peces, en condiciones de cultivo, son más susceptibles a enfermarse si son sobre alimentados y mantenidos en densidades altas. Asimismo, el deterioro del ambiente y las deficiencias nutricionales del alimento son agravantes de la situación.

En resumen, es más importante prevenir que curar, por ello es necesario mantener buenas condiciones de cultivo (en un ambiente saludable) y basados en la experiencia, predecir cuando y que clase de enfermedades podrían presentarse bajo las condiciones existentes. De esta forma se pueden tomar las medidas necesarias, bajando la densidad de cultivo y reduciendo la cantidad (no la frecuencia) del alimento. Esto incluye unas buenas prácticas del manejo de la operación del cultivo, manteniendo un registro diario de la salud de los peces, comportamiento durante la actividad alimenticia, y calidad del ambiente.

En Bahía Magdalena, es común observar en muchos peces silvestres (lenguados, corvinas, pámpanos, palometas y jureles entre otros) la presencia de trematodos monogeneos (*Benedenia* sp). Estos parásitos son transparentes y no se ven a simple vista, aunque llegan a medir hasta 2 cm. En condiciones de cultivo, *Benedenia* sp llega a ser un problema muy serio en los *Seriola*, ya que estos se adhieren a la piel de los peces mediante unas uñas que tienen en la cavidad oral (Figura 16), causando pérdida del apetito, debilitamiento, mal aspecto y muerte del pez. Este parásito es muy poco resistente a los cambios de salinidad, por lo que un baño de agua dulce (0-5 ups) por 2-5 min es suficiente para que estos mueran y se desprendan de la piel de los peces infectados. El tiempo de exposición al agua dulce es más corto en verano (2 min a 26°C) que en invierno (5 min a 16°C).

Otro tremátodo monogeneo que parasita a los *Seriola* en condiciones de cultivo es *Heteraxine* sp (Figura 17). Este parásito se adhiere a las branquias de los peces causándoles anemia lo cual puede matar a los peces. El tratamiento para eliminarlo es el baño de agua dulce (0-5 ups) por 2-4 min. Este tratamiento es el que menos daños ocasiona a los peces y al ambiente, aunque existen otros como a)- baños en una solución de "Tremaclean" por 30 segundos, y b)- mediante un tratamiento oral que incluye la ingesta de "Bitin" (4,5-dichlorophenol) en el alimento (Fujiya, 1969).

Los tratamientos para eliminar los trematodos monogeneos, requieren de tres a cuatro repeticiones cada seis días para romper el ciclo de vida de estos parásitos que tienen un crecimiento muy rápido.

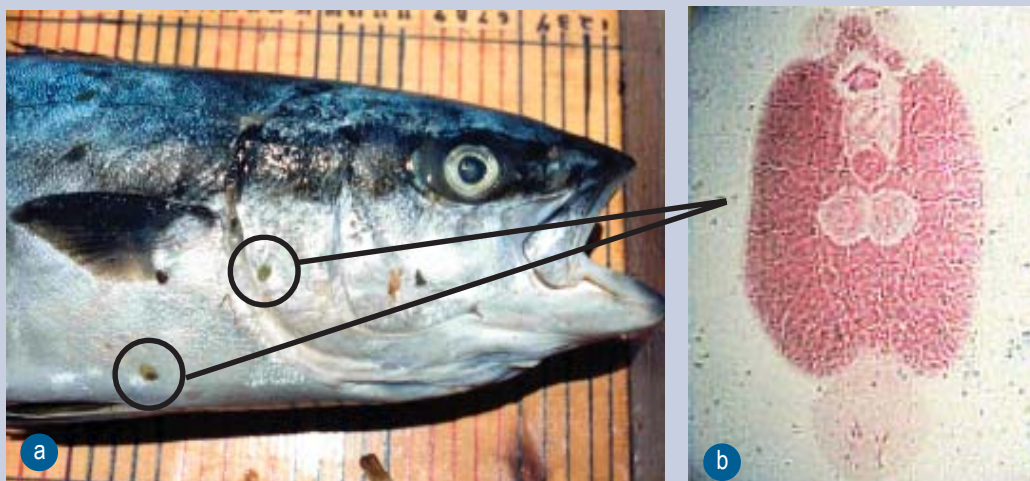


Figura 16

Benedenia sp tremátodo monogéneo que infecta la piel de *Seriola lalandi* en jaulas flotantes en Bahía Magdalena, B.C.S., México.

a) vista macroscópica, b) vista microscópica, 20x.

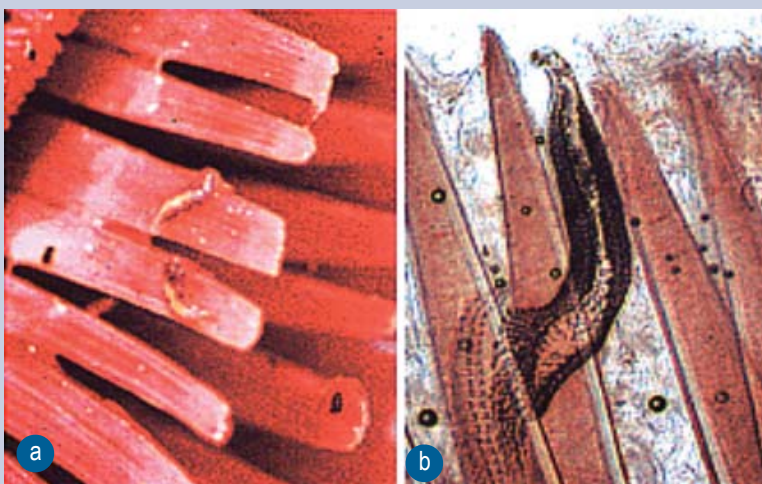


Figura 17

Heteraxine sp tremátodo monogéneo que se adhieren a las branquias de *Seriola lalandi* en jaulas flotantes en Bahía Magdalena, B.C.S., México.

a) vista macroscópica, b) vista microscópica, 40x.

En *Seriola*, las principales enfermedades causadas por bacterias son: **vibriosis** observada después de que los peces han sufrido heridas en la piel, **pseudotuberculosis** que frecuentemente se presenta después de la época de lluvias y la **streptococis** que se observa cuando la temperatura del agua es más caliente (Cuadro 6).

Síntomas y tratamientos de las enfermedades más frecuentes en el cultivo de *Seriola lalandi* en Bahía Magdalena, B.C.S., México (Periodo 2000-2003).

Cuadro 6

Nombre de la enfermedad	Causas y síntomas	Tratamiento
<i>Vibriosis</i>	Infección bacteriana debida a <i>Vibrio</i> sp. La abrasión de la piel es una causa primaria. Se observan ulceraciones en la piel.	Los sulfas y los antibióticos son efectivos. Se recomienda bajar la densidad del cultivo y manipular delicadamente a los peces para reducir los daños en la piel.
<i>Pseudotuberculosis</i>	Infección bacteriana debida a <i>Pasteurella</i> . La infección se presenta en peces de más de un año durante la épocas de lluvias, causando mortalidades masivas. Se observan manchas blancas en órganos internos.	Los antibióticos son efectivos.
<i>Streptococcis</i>	Infección bacteriana ocasionada por <i>Streptococcus</i> , el cual comúnmente vive en el mar, causando infecciones oportunistas en los peces débiles. Los ojos se observan saltones.	Se recomienda no proporcionar alimento cuando los antibióticos o inmonoestimulantes son suministrados. Esto reduce el factor estresante en los peces.
<i>Benedenia</i> sp (Pulgas en piel)	Ectoparásitos que infectan la piel de los peces. La mucosa de la piel se observa opaca, se rascan en el paño de la red ocasionando con esto una piel erosionada.	Baños de agua dulce por 2-5 min.
<i>Heteroxine</i> sp (Pulgas en branquias)	Ectoparásito que infecta las branquias de los peces.	Shock hialino aplicando baños de agua dulce por 2-5 min seguido de baños en salmuera (60-70 ups) por 5 min.
Síndrome del hígado verde	Desorden nutricional producido por lípidos hiperácidos debido a alimento viejo o carencia de vitaminas.	Cambio de alimento por otro de mejor calidad y añadir vitaminas C y E

7. COSECHA Y MANEJO POSTCOSECHA

La calidad del jurel cultivado debe ser excelente para poder competir en el mercado de Estados Unidos, la medida estándar de calidad es la pureza, integridad y frescura del producto. Así como el factor de condición mencionado anteriormente, en el que se alcanzó valores de 16, que corresponden a un contenido de grasa en músculo del 22-30%, de acuerdo con los análisis bromatológicos.

El mercado es muy específico, de acuerdo con la condición de calidad que debe presentar el producto. Además, el pescado no debe presentar marcas, o machucones ni abrasión en la piel debida al roce de los organismos con los nudos de la red o las adherencias que tienen las jaulas (balanos, conchas, y otros organismos incrustantes). Para evitar esto, es necesario poner especial atención al manejo de los peces durante la cosecha, tratando de evitar que sean lastimados exteriormente.

Cosecha: Como preparativos para la cosecha, se deja de proporcionar alimento dos días antes y se prepara todo el material que se va a utilizar: bolsas de plástico con burbujas, cajas de cartón encerado, cuchillos, bolsas de gel congelado, red de cuchara con malla de seda sin nudos y hielo molido. El hielo molido se mezcla con agua de mar para obtener una temperatura de 1°C bajo cero.

Para sacar los peces de la jaula se necesita la ayuda de dos buzos que arrean los peces a una red de cerco de paño de seda sin nudos, de 20 m de longitud por 28 m de profundidad y una luz de malla de 9 mm. Desde la balsa dos pescadores se alternan con un tercero para pasar el pescado de la red de cerco, utilizando una red de cuchara, a una mesa cubierta con hule espuma (esponja) y un marco de madera con barrotes de 10 cm para evitar que resbalen los peces. Una persona agarra al pez de la cabeza presionándolo contra la esponja de hule y levantándolo de la cola, una segunda persona sacrifica al animal con un cuchillo de 25 cm de largo y 5 cm de ancho. El corte se realiza introduciendo el cuchillo en la cabeza, en un ángulo hacia la derecha tomando el eje del pez como referencia, aproximadamente a 1 cm de la parte central del opérculo. En este sitio el corte es directamente sobre la columna vertebral y la aorta causando una muerte instantánea y un sangrado profuso. Inmediatamente después los pescados son metidos cabeza abajo dentro del agua hielo para dejarlos desangrar y enfriarlos entre -1 y 3°C. Otro método de matado rápido, consiste en hacer un corte dorsal a la altura del opérculo e introducir una varilla metálica delgada por debajo y a lo largo del cordón espinal.

Eviscerado: Después de muertos y desangrados, los pescados son descabezados, eviscerados, lavados y colocado de nuevo en agua hielo, de tal manera que el producto mantenga una temperatura interna por debajo de 1°C.

La combinación, muerte rápida y enfriamiento inmediato en agua hielo da como resultado un buen producto. La carne conserva una coloración crema y la piel brillante y sin manchas, con estos cuidados la carne se mantiene así hasta su consumo.

(seis días después de la cosecha). Esto contrasta con la presentación del jurel en el mercado local, donde el producto adquiere un color café después de ser capturado.

Empacado: cuando el envío de pescado es aéreo, debe ser procesado, (eviscerado y descabezado). Estos son empacados directamente en cajas de cartón encerado y de una medida estándar. Cada caja tiene una capacidad de 50 kilos en peso de pescado y hielo en gel para mantener la temperatura fría. Cada pescado es introducido dentro de una bolsa de burbujas de polietileno para aislarlo, procurando sacar todo el aire atrapado. Encima se coloca el gel congelado hasta el tope de la caja. Una vez colocadas las bolsas de polietileno y el gel, es cerrada la caja con cinta adhesiva y cinchos metálicos de 20 cm. Cada caja contiene 10 piezas de pescado descabezado y eviscerado, colocados cinco de un costado sobrelapando las colas. Posteriormente las cajas son colocadas en un camión con control de temperatura y caja aislante para su embarque en el avión. En esta presentación, el rendimiento del producto obtenido fue del 79% del peso del pez entero

Transporte: para el transporte aéreo la presentación es descabezado y eviscerado (para disminuir costos) y enfriado de -1 a 3°C, no debe congelarse. En el transporte por tierra el pescado se presenta entero y se coloca individualmente en bolsas de plástico, directamente sobre el hielo dentro de un camión refrigerado. En ambos casos, es condición del importador, que todo el pescado debe estar disponible para el consumidor hasta 48 horas después de la cosecha.

Mercado: el mercado para la producción del jurel cultivado se destina directamente al consumo humano de la población asiática de Estados Unidos para su consumo como sushi y sashimi principalmente. El mercado de Estados Unidos como primer importador de productos pesqueros probablemente acepte 6000 tm de producción anual. Otros países que importan jurel fresco refrigerado son Japón, Portugal y España. Por otro lado, el mercado mexicano, aunque es considerablemente menor debido al alto precio del producto, se encuentra en crecimiento gracias al desarrollo turístico del país.

8. ESTUDIO ECONÓMICO ORIENTATIVO

Como sea que el motivo principal de la instalación de un cultivo de peces en jaulas es el de obtener beneficios, es imprescindible que el inversionista conozca cuales van a ser los gastos en que va a incurrir con el fin de calcular el costo de producción de un kilo de jurel y determinar de esta manera a cuanto se puede vender y cuales son las ganancias que va a producir el cultivo.

En este sentido conviene recordar que el piscicultor va a tener unos **costos fijos** (permisos de concesión, instalación de las balsas flotantes, embarcación, materiales varios, etc.) que consideramos como bienes duraderos, y por otro lado unos **costos variables** derivados del ciclo de producción (compra de “semilla”, alimento, mano de obra, transporte, material perecedero, etc.)

Para realizar el estudio económico previo es recomendable fijar cual va a ser la **producción total** (Toneladas) y cual es el **tamaño** (peso individual en kilogramos) de los individuos que se pretenden vender en un ciclo. Esto permitirá calcular el número y tamaño de jaulas, así como el número de juveniles, mano de obra, los meses que se tardarán en obtener la producción prevista, etc.

Para el presente estudio práctico hemos supuesto una producción de **16 toneladas/jaula** con dos posibilidades: **venta de peces de 3.0 kg** o venta de peces de **6.0 kg** (el peso final de los individuos vendrá determinado por las preferencias del mercado). También se ha realizado el estudio para un período de **CINCO** años, tiempo que estimamos necesario para la amortización de las instalaciones.

COSTOS FIJOS

Necesidades en infraestructura

▶ TRES jaulas de 3 m de diámetro y 5 m de profundidad	
▶ TRES jaulas de 10 x 10 x10 m de profundidad (Incluye balsa y sistema de anclaje) Costo calculado:	\$ 2,273 mil pesos
▶ DOS EMBARCACIONES de fibra de vidrio y motores fuera de borda de 75 HP:	\$ 161 mil pesos
▶ UN PICK-UP de 6 cilindros con cap. de 1 TM:	\$ 173 mil pesos
▶ UN MONTACARGA	\$ 100 mil pesos
▶ UN GENERADOR DE CORRIENTE eléctrica	\$ 149 mil pesos
▶ BODEGA, taller, oficina y sala de preparación de los peces	\$ 150 mil pesos
▶ EQUIPAMIENTO, taller, oficina, cómputo, buceo, radios y sala de preparación y empaque:	\$ 387 mil pesos
▶ PERMISO de acuacultura:	\$ 5 mil pesos
TOTAL	\$ 3,398 mil pesos

COSTOS VARIABLES

Alevines: 6000 (\$4.00 pesos c/u). Los alevines se convertirán en 5000 individuos de 3.2 kg (16 TM de biomasa/jaula) o bien en 2000 peces de 6 kg cada uno (12 TM de biomasa/jaula).

Costo estimado para tres jaulas: \$ 72.00 mil pesos.

Alimento: el precio es de \$9,000.00 pesos/TM. Si la producción de peces será de individuos de 3.2 kg, se necesitarán **30.88** TM de alimento seco para una producción de 16 TM de biomasa por jaula a una TCA de **1.93**. De acuerdo a lo anterior se estima un gasto de:

\$277.920 mil pesos x 3 jaulas = \$883.76 mil pesos.

Personal: incluye aguinaldos y prestaciones de ley

2 operarios \$ 4000.00/mes

2 buzos \$ 4000.00/mes

1 Asesor técnico \$ 5000.00/mes

\$ 280.00 mil pesos/año

Energía: 5% de la suma de los conceptos mencionados

\$ 53.67 mil pesos

Varios: (profilaxis, reparaciones, misceláneas, imprevistos etc.,10% de la suma de los puntos anteriores)

\$ 128.94 mil pesos

TOTAL \$ 1,418.37 mil pesos

Amortización instalaciones (5 años) 20% anual del total de los Costos Fijos estimados:

\$ 679.60 mil pesos

PRECIO DE VENTA PREVISTO: entre \$7.00 y \$11.00 USD /kg.

Considerar que en un periodo de cinco años se pueden hacer cinco producciones de peces de 3 kg o de 6 kg. Es importante señalar aquí, que si el cultivo es bien manejado, se puede mejorar el índice de supervivencia, disminuir la TCA ahorrando costos en alimento, acelerar la tasa de crecimiento, etc.

Suponiendo un estudio de cinco años para dar un tiempo de amortizar el capital fijo (20%) y una producción de 16 tm/jaula, la producción total por año será de 48 tm por las tres jaulas.

El estudio de viabilidad económica del Cuadro 7, se realizó para un cultivo de un año (desde alevines de 2g a peces de 3 kg) con una TCA **1:1.93**, un costo de producción de **\$43.70 kg** y un precio de venta de **\$70.00/kg**.

Recordar que los peces se pueden cosechar al tamaño que lo demande el mercado y que las cosechas se pueden programar mensualmente después del primer año de producción.

Estudio de viabilidad económica (en miles de pesos) del cultivo de *Seriola lalandi* en Bahía Magdalena, B.C.S., México (Periodo 2000-2003).

Cuadro 7

miles de pesos

	Año1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
INGRESOS:					
Ventas (48 000 kg x \$70.00 pesos m.n.)	3,360.00	3,360.00	3,360.00	3,360.00	3,360.00
COSTOS VARIABLES:					
Compra de 18,000 alevines (\$4.00)	72.00	72.00	72.00	72.00	72.00
Compra de alimento (\$9.00/kg)	883.76	883.76	883.76	883.76	883.76
Salarios incluido aguinaldo y SS	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00
Combustibles y energía eléctrica	53.67	53.67	53.67	53.67	53.67
Varios (10% del total)	128.94	128.94	128.94	128.94	128.94
TOTAL:	1,418.37	1,418.37	1,418.37	1,418.37	1,418.37
COSTOS FIJOS:					
Jaulas	2,273.00				
Embarcaciones y vehículo	334.00				
Montacarga y gen. de electr.	240.00				
Bodega, planta y oficina	150.00				
Equipamiento	387.00				
Permisos	5.00				
Amortización (20% del total de costos fijos)	679.60	679.60	679.60	679.60	679.60
BENEFICIOS BRUTOS					
Venta-Costos	1,262.03	1,262.03	1,262.03	1,262.03	1,262.03



9. BIBLIOGRAFÍA CITADA

ANÓNIMO, 1989. Yellowtail culture. Pioneering the culture of saltwater fishes. *Fishery Journal* no. 29. Publicado por Yamaha Motor Co. Shizouka, Japan. 8 p.

ALVAREZ-BORREGO, S. 1977. Características hidroquímicas de Bahía Magdalena, Baja California Sur. Mem. V Congreso Nacional de Oceanografía. Guaymas, Son.

AVILÉS-QUEVEDO, A. y M. IIZAWA. 1993. Manual para la construcción y operación de jaulas flotantes para el cultivo de peces marinos. SEPESCA/JICA, Mex. 35 p.

CARDONA-PASCUAL, L. 1993. Otras especies de peces con interés en acuicultura. 467-476. *En:* F. Castelló-Orvay (ed). *Acuicultura marina: Fundamentos biológicos y tecnología de la producción.* Universitat de Barcelona. 739p.

FLORES-SANTILLAN, A., M.A. FLORES, F.GUERRERO-ESCOBEDO y E. TREVIÑO-GRACIA. 2002. Estudio Batimétrico de las Bahías Magdalena y Almejas de Baja California Sur, México. *Acta Científica CRIP-La Paz No.1:18-23*, 30p

FUJITA, S. y T. YOGATA. 1984. Induction of ovarian maturation, embryonic development and larvae and juveniles of the amberjack, *Seriola aureovittata*. Japan. *J. Ichthyol.* 30:426-434 (resumen en inglés)

FURUYA, K. 1995. Current condition and subject of marine fish culture in Japan. *En:* K.L. Main y C. Rosenfeld (eds.) *Culture of High-value Marine Fishes in Asia and United States.* Oceanic. Inst., Honolulu. 219-230

GILLANDERS, B.M., D.J. FERRELL y N.L. ANDREW. 1999. Size at maturity and seasonal changes in gonad activity of yellowtail kingfish (*Seriola lalandi*: Carangidae) in New South Wales, Australia. *New Zealand Journal at Marine and freshwater, Res.* Vol. 33, No.3 457-468

HARADA, T. 1974. Environmental parameters on maturation and spawning. *En:* Jpn. Soc. Sci. Fish. (eds.) *Maturation and Spawning of Fish – Basis and its Application.* Koseisha Kosekaku 7: 66-75

JORDAN, D.S. y B.W. EVERMANN. 1963. The fishes of north and middle America. Bull. 47 Smithsonian Institution, United State National Museum. Part 1, Vol 1. 23 reimpression Washington, USA. 954p

KITAJIMA, C., T. WATANABE, Y. TSUKASHIMA y S. FUJITA. 1994. Lordotic deformation and abnormal development of swim bladders in some hatchery-bred marine physoclistous fish in Japan. *J. World Aqua. Soc.* 25:64-77

KRAUL, S. 1985. Comparative hatchery characteristics of yellowtail jack, *Seriola lalandi* and mahi mahi, *Coryphaena hippurus*. Proc.2nd International Conference on Warm Water Aquaculture-Finfish. Bringham Young Univ., Hawaii. 99-108

KURUNUMA, K. y K. FUKUSHO. 1984. Rearing of marine fish larvae in Japan. Internal. Dev. Res. Ctr., Canadá. 109p.

LANKFORD, R.R. 1977. Coastal lagoon of Mexico. Their origin and classification. *En* Wiley, M. (ed). Estuarine processes. Academic press Inc. N.Y. 182-215

MASUDA, H., K. AMAOKA, Ch. ARAGA, T. UYENO, T. YOSHINO y K.M. MUZIK. (Eds.) 1992. The fishes of the japanese archipelago. Vol. II. Tokai University Press. Tokyo, Japan. 456p.

MOSER, H. G., R. L. CHARTER, P. E. SMITH, D. A. AMBROSE, S. R. CHARTER, C. A. MEYER, E. M. SANDKNOP, AND W. WATSON. 1993. Distributional atlas of fish larvae and eggs in the California Current region: taxa with 1000 or more total larvae, 1951-1984. CalCOFI Atlas No.31, 233 p.

MATEOS-VELASCO, A.M. 1993. Piscicultura en jaulas flotantes. 681-690. *En:* F. Castelló-Orvay (ed). Acuicultura marina: Fundamentos biológicos y tecnología de la producción. Universitat de Barcelona. 739p.

NAKADA, M. 2000. Yellowtail and related species culture. 1007-1035 *En:* Stickney, R.R. (ed) Encyclopedia of Aquaculture. New York. John Wiley & Sons.

POORTENAAR, C.W., S.H. HOOKER y N. SHARP. 2001. Assessment of yellowtail kingfish (*Seriola lalandi lalandi*) reproductive physiology as a basis for aquaculture development. *Aquaculture* Vol. 201 No. 3-4, 271-286

RODRIGUEZ-DE LA CRUZ, M.C., M.R. PALACIOS-FEST, R. CRUZ-SANTABALBINA y C.I. DIAZ-PULIDO. 1994. Atlas pesquero de México. SEPESCA, INP (ed). México. 234p.

TSUJIGADO, A. 1992. Yellowtail (*Seriola quinqueradiata*). 131-143 En: IKONOUE, H. y T. KAFUKU (eds.) Modern Methods of Aquaculture in Japan. Kodansha Ltd. Elsevier. Tokyo. 272p

WATANABE, T (ed). 1988. Fish nutrition and mariculture. JICA text book The General Aquaculture Course. Tokyo University of Fisheries., Japón. 233p



ANEXO

MEMORIA FOTOGRÁFICA



Foto 1.- Cultivo de jurel en jaulas flotantes. Al fondo se observa la población de Isla Magdalena, Baja California Sur.



Foto 2- Pueblo de pescadores en Isla Magdalena, Municipio de Comondú, B.C.S., México.



Foto 3.- Proceso de alimentación en el cultivo de jurel en Jaulas flotantes en Bahía Magdalena, B.C.S., México.



Foto 4.- Disponibilidad e interés de los pescadores por conocer otras prácticas de producción, durante las charlas de motivación para el cultivo del jurel (*Seriola lalandi*) en Isla Magdalena, B.C.S., México.





Foto 5.- Pesado del jurel (*Seriola lalandi*) cultivado en jaulas flotantes en Bahía Magdalena, B.C.S., México.



Foto 6.- Biometrías mensual del jurel (*Seriola lalandi*) cultivado en jaulas flotantes en Bahía Magdalena, B.C.S., México.

La medición mensual del peso y longitud de los peces, en relación a la temperatura del agua, es información básica para establecer las raciones de alimento diario (R.D.), observar la condición de los peces y determinar la luz de malla de la jaula de cultivo.



Foto 7.- Una desventaja notable de Bahía Magdalena, es la mortalidad masiva de langostilla (*Pleuroncodes planipes*) que se presenta anualmente entre mayo y julio, contaminando el agua de la Bahía a excepción de zonas profundas y de canales.



Foto 8- Tipos de jaulas vivero utilizados en la colecta del *Seriola lalandi* en Bahía Magdalena, B.C.S.



Foto 9- Colecta de *Seriola lalandi*, vivero en operación cerca de la bocana de Bahía Magdalena, B.C.S.



Foto 10.- Jaula de cuarentena y preengorda en el cultivo de *Seriola lalandi* en Bahía Magdalena, B.C.S., México.



Foto 11.- Boyas, anclas y bloques de concreto de 3 toneladas utilizados en la fijación de las jaulas flotantes para el cultivo del jurel (*Seriola lalandi*) en Bahía Magdalena, B.C.S., México.



Foto 12.- Maniobras de la cosecha del jureles cultivado en jaulas flotantes por KALADA de MEXICO S.A. de C.V. en Bahía Magdalena, B.C.S. Nótese el apoyo de los buzos para recoger la red de cerco (20 m x 28 m de paño de seda sin nudo y luz de malla de 9 mm para no lastimar a los peces)



Foto 13.- Maniobras durante la cosecha del jurel cultivado en jaulas flotantes por KALADA de MEXICO S.A. de C.V. en Bahía Magdalena, B.C.S. Los peces son reunidos para su selección.

Foto 14.- Los peces son seleccionados uno por uno con una red de cuchara durante las maniobras de la cosecha del jureles cultivado en jaulas flotantes por KALADA de MEXICO S.A. de C.V. en Bahía Magdalena, B.C.S.





Foto 15.- Biometría del jurel (*Seriola lalandi*) cultivado en Bahía Magdalena, B.C.S. Antes de la cosecha se analiza el contenido de grasas en músculo, posteriormente se seleccionan por peso y longitud los ejemplares que se comercializarán.





Foto 16. Los peces reciben un corte en la cabeza a la altura del opérculo durante las maniobras de cosecha del jurel cultivado en jaulas flotantes por KALADA de MEXICO S.A. de C.V. en Bahía Magdalena, B.C.S.





Foto 17.- Después del corte en la cabeza, los peces son desangrados y enfriados en agua-hielo (-1°C) para su posterior eviscerado como parte de las maniobras de post-cosecha del cultivo de jurel en Bahía Magdalena, B.C.S.



Foto 18.- Eviscerado del jurel cultivado por KALADA de MEXICO S.A. y la SCPP Bahía Magdalena, S.C. de R.L.



Fotos 19.- Jurel descabezado, eviscerado y lavado para su empaque individual en bolsas de polietileno con burbujas y cajas de cartón encerado.



MANUAL DE CULTIVO JUREL

SE TERMINÓ DE IMPRIMIR EN
NOVIEMBRE DE 2004
FUE UN TIRAJE DE 500 EJEMPLARES,
CIUDAD DE MÉXICO



DISEÑO E IMPRESIÓN
TEL. 01 55 56 11 62 46

