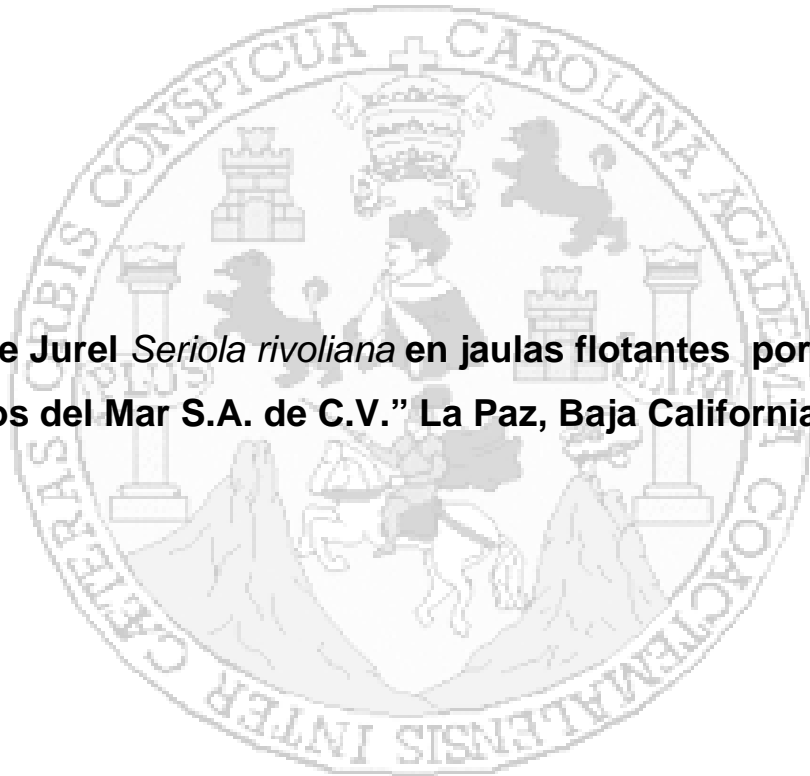


**Universidad San Carlos de Guatemala  
Centro de Estudios del Mar y Acuicultura**

**Informe Final  
Práctica Profesional Supervisada**

**Cultivo de Jurel *Seriola rivoliana* en jaulas flotantes por la Empresa  
“Rancheros del Mar S.A. de C.V.” La Paz, Baja California Sur- México.**



**Presentado por  
Pedro Daniel Rodríguez Hernández**

**Para otorgarle el Título de  
Técnico en Acuicultura**

**Guatemala, febrero del 2009**



Universidad de San Carlos de Guatemala

Centro de Estudios del Mar y Acuicultura

### **Consejo Directivo**

Presidente	M.Sc. Pedro Julio García Chacón
Coordinador Académico	M.Sc. Carlos Salvador Gordillo García
Secretario	M.Sc. Norma Gil de Castillo
Representante Docente	M.V. Salomón Medina Paz
Representante del Colegio de Médicos Veterinarios y Zootecnistas	M.Sc. Estrella de Lourdes Marroquín
Representante Estudiantil	T.A Diana Crespo Mendoza
Representante Estudiantil	T.A Manoel Cifuentes Marckword

## **Acto que Dedico**

A Dios, por darme la vida y la oportunidad de aprender que día con día se aprende algo nuevo para ser una persona de bien a pesar de tropezar constantemente.

A mis padres, por darme su amor, confianza, apoyar y respetar mis decisiones para llegar a ser un hombre de bien y defenderme en esta vida.

A mis hermanos, por darme cariño, apoyo y ejemplo de que si se pueden lograr los objetivos que uno se traza si se dedica esfuerzo y propone.

A Ana Lucia Alfaro Ochoa por su apoyo incondicional y darme momentos de gran alegría y ser un pilar importante en mi vida.

A la familia Alfaro Ochoa por brindarme su confianza y apoyo.

A Pablo José Cazali Vega por su amistad incondicional en épocas difíciles.

A Marlon Alexander García por su amistad y apoyo dentro y fuera de la Universidad.

A Liliana Maldonado por ser una gran amiga y una gran persona.

A la clase de sexto ciclo del año 2,008 por ser grandes compañeros, amigos y personas.

## **Agradecimientos**

A la Universidad San Carlos de Guatemala por darme la oportunidad de realizar mis estudios superiores.

Al Centro de Estudios del Mar y Acuicultura por abrirme las puertas a la educación y ser mi segundo hogar en todos los años dentro de esta institución.

A los Catedráticos del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura por darme las herramientas necesarias para defenderme dentro del campo de la acuicultura para poder ser un profesional honrado y exitoso.

Al M.Sc. Luis Franco por darme su apoyo incondicional.

A la Doctora Araceli Avilés por ayudarme en mi estadía en la ciudad de Baja California del Sur.

A la empresa Rancheros del Mar S.A. de C.V. por darme la oportunidad de realizar las prácticas profesionales supervisadas en la institución.

## Índice de Contenido

	Pagina
<b>1. Introducción</b>	1
<b>2. Objetivos</b>	
2.1. General	2
2.2. Específico	2
<b>3. Aspectos generales de la empresa Rancheros del Mar S.A. de C.V.</b>	
3.1. Ubicación geográfica	3
3.2. Condiciones climáticas	4
3.3. Altitud	4
3.4. Vías de acceso	4
3.5. Extensión y espejo de agua	5
3.6. Objetivo de la producción	6
3.7. Croquis de la granja	6
<b>4. Aspectos administrativos</b>	
4.1. Organigrama y descripción de puestos	7
4.2. Controles de personal	8
4.3. Evaluación del personal	8
<b>5. Características de la fuente de agua</b>	
5.1. Factores físico-químicos más importantes a considerar para cultivo de Jurel en jaulas flotantes	8
5.2. Fuente	9
5.3. Física del agua	9
5.4. Caudal	10
5.5. Filtros	10
5.6. Manejo general de los estanques	11
5.7. Sistema de registro de parámetros de calidad de agua.	11

<b>6. Aspectos generales de <i>S. rivoliana</i>.</b>	
6.1. Especie cultivada	12
6.2. Características biológicas de <i>S. rivoliana</i> .	12
6.3. Sistema de cultivo	13
6.3.1. Construcción de las jaulas	14
<b>7. Manejo general del cultivo de <i>S. rivoliana</i>.</b>	
7.1. Manejo de reproductores	17
7.1.2. Criterio para evaluar la calidad del proceso reproductivo	17
7.1.3. Calidad de los huevos	18
7.1.4. Genotipo	20
7.1.5. Edad de reproductores	20
7.1.6. Estrés	21
7.1.7. Ingredientes valiosos para las dietas de reproductores	22
7.1.8. Dietas practicas para reproductores: Húmedas y Secos	23
7.1.9. Ración de alimentos, periodo alimenticio	23
7.1.10. Dietas en el periodo de desove	24
7.2. Manejo de criaderos	24
7.3. Manejo de semilla y procedencia	25
7.4. Manejo de engorde	25
7.5. crecimiento mortalidad y factor de condición	26
7.6. Manejo sanitario	26
7.7. Implementación de normas internacionales de control de calidad	27
<b>8. Manejo del alimento</b>	
8.1. Control de calidad	27
8.2. Tipo de alimento utilizado en las diferentes etapas de producción	27
<b>9. Sistemas de alimentación</b>	
9.1. Registros de consumo de alimento	28
9.2. Horario de alimentación	28
9.3. Ajuste de la ración	29
9.4. Características nutricionales del alimento	30

<b>10. Manejo de la cosecha</b>	
10.1. Determinación del momento de la cosecha	31
10.2. Eviscerado	32
10.3. Empacado	32
10.4. Transporte	32
<b>11. Manejo de la comercialización</b>	
11.1. Mercado objetivo	33
<b>12. Conclusiones</b>	34
<b>13. Recomendaciones</b>	35
<b>14. Bibliografía</b>	36
<b>15. Anexo</b>	38

## Índice de Cuadros

	Pagina	
Cuadro No. 1	Área total de producción para Jurel	5
Cuadro No. 2	Descripción de granja peces marinos Rancheros del Mar	6
Cuadro No. 3	Parámetros fisicoquímicos de las jaulas de Jurel	9
Cuadro No. 4	Información Nutricional de alimento para peces marinos	30

## Índice de Figuras

	Pagina	
Figura No. 1	Ubicación Geográfica de Baja California Sur.	3
Figura No. 2	Batimetría de área donde se establece el proyecto de Jurel.	5
Figura No. 3	Empresa Rancheros del Mar S.A. de C.V.	6
Figura No. 4	Retro-lavado de filtro desarenador.	10
Figura No. 5	Limpieza de las paredes de los tanques de cuarentena	11
Figura No. 6	<i>Seriola rivoliana</i> conocido localmente como pez fuerte, Jurel.	13
Figura No. 7	Jaula flotante para cultivo de peces marinos.	15
Figura No. 8	Bateria de jaulas para cultivo de <i>S. rivoliana</i> .	16
Figura No. 9	Desinfección de agua que sale de tanques de cuarentena	26

## Índice de Anexo

- Anexo No. 1 Ubicación geográfica de la Bahía de la Paz.
- Anexo No. 2 Piedra difusora de aire.
- Anexo No. 3 Control de parámetros físico-químicos durante el traslado de *S. rivoliana* a jaulas
- Anexo No. 4 Caja receptora de salida de agua de tanques de cuarentena de Jurel
- Anexo No. 5 Alimento suministrado a los alevines de Jurel en cuarentena
- Anexo No. 6 Entrada de agua en estanques de cuarentena de *S. rivoliana*
- Anexo No. 7 Red de jaula flotante para cultivo de Jurel
- Anexo No. 8 Monitoreo de alimentación de Jurel en jaula flotante
- Anexo No. 9 Alimentación de Jurel en la jaula flotante

## 1. Introducción

La empresa Rancheros del Mar S.A. de C.V., México, está dedicada al cultivo de Jurel (*Seriola rivoliana*) en jaulas flotantes. Este es un pez cárangido de amplia distribución, está agrupado en el género *Seriola*. Estos se caracterizan por ser una especie resistente a los cambios climáticos y soportan altas condiciones de estrés a las que se pueden someter. Estos son peces muy apreciados en los países asiáticos y europeos en donde se consume el filete crudo fresco como “sashimi” y en otras presentaciones como marinado y frito como “tereyaki.

La semilla de Jurel proviene del laboratorio ubicado en la isla de Hawái, por lo que las autoridades mexicanas imponen a las empresas que tengan un programa de cuarentena. Durante cuatro semanas, los peces son aislados para su aclimatación y desinfección de posibles parásitos y/o enfermedades. El lote de Jurel viene de un peso promedio de 20 gramos, por lo que se aprovecha para alimentar *ad libitum* al pez durante este periodo y así lograr su máximo desarrollo corporal.

EL cultivo de Jurel en jaulas flotantes es una técnica utilizada por empresas que tienen concesiones en aguas someras donde se pueden mantener baterías de jaulas ancladas al fondo del océano.

La alimentación de *S. rivoliana* se basa en una dieta con concentrado tipo pellet que se usa actualmente para salmónidos. En otros proyectos anteriormente se utilizaba la macarela y sardina para el engorde de Jurel, pero por la disminución en los bancos naturales se está probando este tipo de pellet para lograr el crecimiento en el cultivo en jaulas.

Para el traslado de los tanques de cuarentena a las jaulas flotantes, se necesitan contenedores plásticos en los que se puedan adaptar piedras difusoras ya que los alevines tienden a estresarse por lo que es de vital importancia la sobresaturación del agua mientras se llevan los peces a las jaulas flotantes.

## **2. Objetivos**

### **2.1. Objetivo general:**

Introducir al estudiante en el ejercicio de la carrera de Técnico en Acuicultura en una práctica directa, en un espacio institucional.

### **2.2. Objetivos específicos:**

- a. Promover al estudiante de la oportunidad de participar en actividades reales propias de la Acuicultura del país.
- b. Retroalimentar el proceso de enseñanza-aprendizaje del estudiante, mediante la integración de los conocimientos y experiencias teórico-prácticas adquiridas.
- c. Propiciar el desarrollo y ejercicio de los valores morales y éticos del estudiante en el desempeño profesional.

### 3. Aspectos generales de la empresa Rancheros del Mar S.A. de C.V., México.

#### 3.1. Ubicación geográfica

El Estado de Baja California Sur es un territorio muy especial. La península es una especie de brazo alargado en la posición noroeste de México. Su longitud es de 1,270 km. Si se mide en línea recta, de los cuales 690 km corresponden a Baja California Sur. Tiene un ancho que fluctúa entre los 43km en su parte más angosta, Istmo de La Paz y los 227 km en su parte más ancha, precisamente en la península de Vizcaíno. Políticamente, la península se divide en dos partes, prácticamente iguales: 70,113 km<sup>2</sup> corresponden a la entidad federativa norte, Baja California y 73,677 km<sup>2</sup> a la parte Sur. (Flores 1998).



Figura No. 1 Ubicación geográfica de Baja California Sur.

### 3.2. Condiciones climáticas

Tres cuartas partes del Estado son áridas, la precipitación anual es de 100mm aproximadamente, esto es muy viable ya que las precipitaciones son muy escasas. En las zonas bajas del clima en verano y muy caluroso, con temperaturas máximas por arriba de los 40<sup>0</sup>C; por las tardes, sin embargo sopla un viento suave proveniente del mar. El invierno es templado y trae vientos fríos, con temperaturas mínimas de 10 <sup>0</sup>C, mientras que en la zona de la sierra de la Laguna, las temperaturas llegan a los 0 <sup>0</sup>C, con un promedio de 31<sup>0</sup>C en la bahía de Pichilingue.(Flores 1998).

### 3.3. Altitud

El área del proyecto se sitúa al norte de la caleta de Pichilingue, La Paz, Baja California Sur, se encuentra a 0 msnm, tiene una longitud de 110°20'23'' y una latitud de 24°18'17.2'' entre los sitios conocidos como punta del Diablo y el islote El Merito, en la costa sur oriental de la Bahía de la Paz. (Anexo No.1).

### 3.4. Vías de acceso

El acceso a la granja es a través de la carretera que se dirige al pueblo de Pichilingue, la cual está al sureste de la capital de la Paz. El bus que se dirige a Pichilingue se puede abordar en la terminal de buses de la Paz, el cual dura aproximadamente 30 minutos en arribar a la terminal de dicho pueblo. Para llegar a las jaulas se aborda una lancha hacia el área de concesión de la empresa.

### 3.5. Extensión y espejo de agua

La superficie total del cuerpo de agua que esta destinada al cultivo de Jurel en las jaulas es de 20 hectáreas. La superficie total de cultivo es de 2.1 hectáreas aproximadamente.

Cuadro No. 1. Área total de producción para Jurel

Área total de Bahía de La Paz	450,000 Ha	100.000 %
Área solicitada en concesión	20 Ha	0.0055%
Área de cultivo	2.1 Ha	0.0004%
Porcentaje de Ocupación de las Áreas solicitadas		

La distancia de la granja al punto mas cercano en la costa es de  $100 \pm 20$  m aproximadamente. La distancia de la granja al puerto industrial pesquero de Pichilingue es de 3 Km. La profundidad de la granja (zona de concesión) varía de 16 a 34 m.

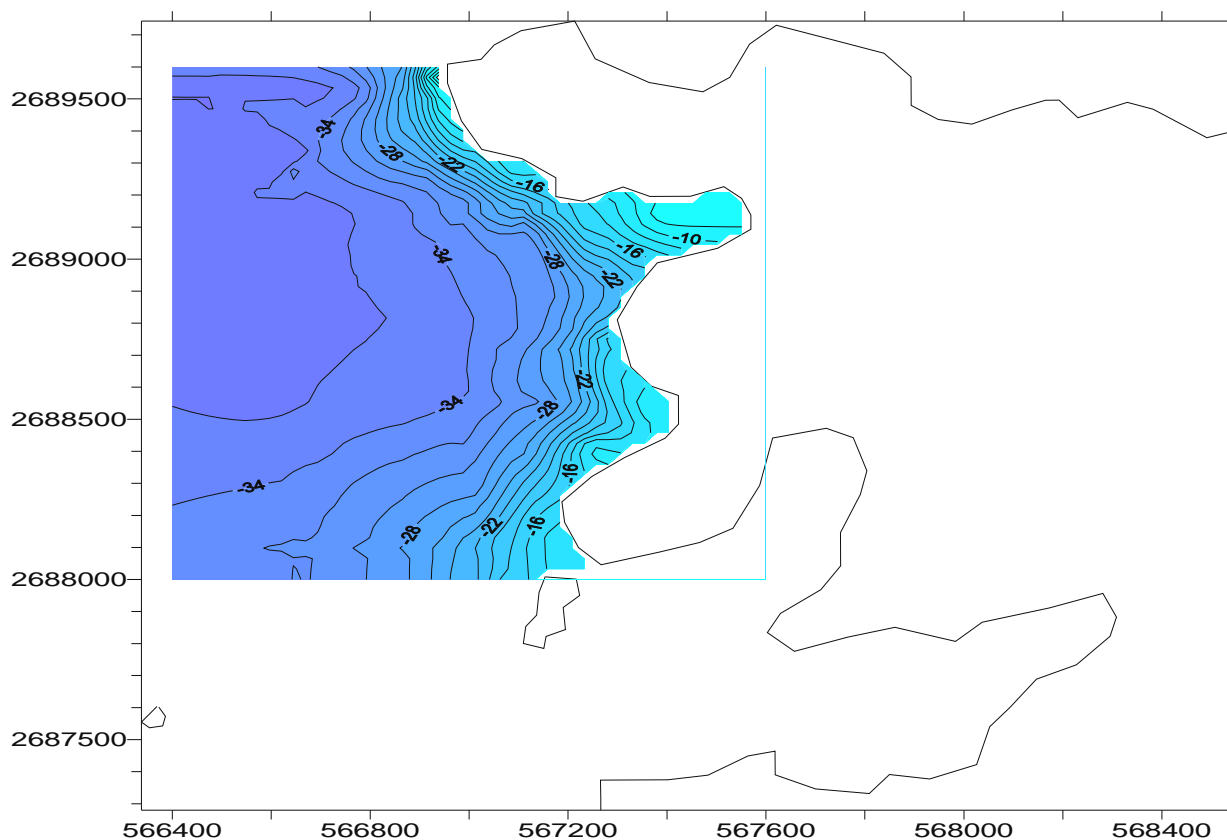
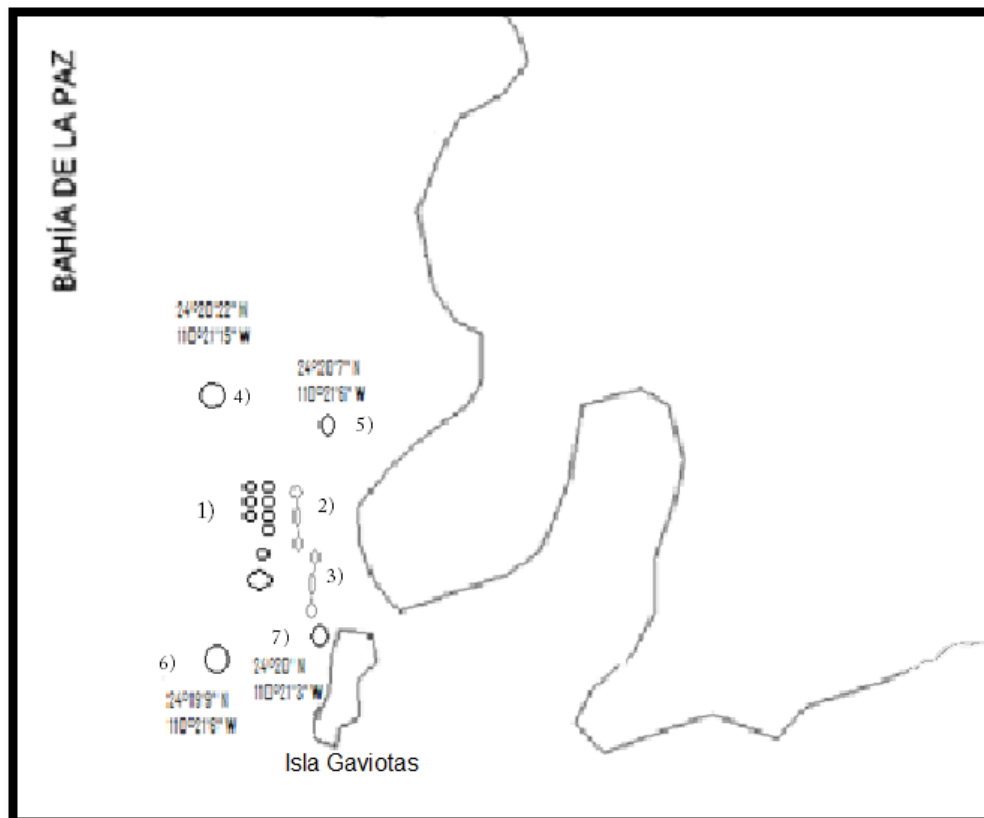


Figura No. 2. Batimetría de área donde se establece el proyecto de Jurel.

### Objetivo de la producción

El grupo Rancheros del Mar está dedicado a la captura y engorde de Atún, pero a causa de la sobreexplotación se ha mermado la cantidad de organismos disponibles en el mar. Esto llevo a la empresa a querer introducirse al cultivo de *S. rivoliana* con el fin de llevarlo a un peso comercial de 2 kilos.

### 3.6. Croquis de la empresa



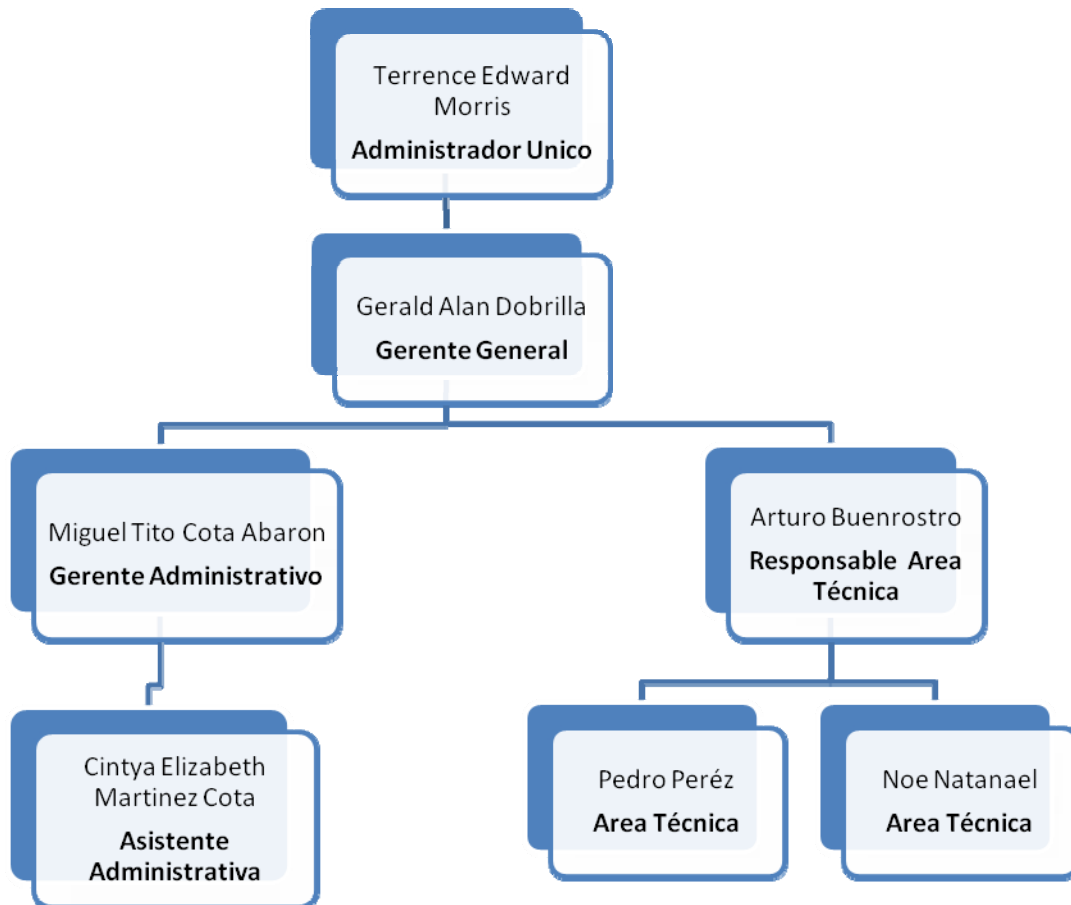
Numero	Descripción
1)	Bateria de jaulas flotantes
2)	Barco vigilante "Eurokleidon"
3)	Barco de maniobras "Bura"
4), 5), 6), 7)	Boyas perimetrales

Figura No. 3. Empresa Rancheros del Mar S.A. de C.V.

## 4. Aspectos administrativos

### 4.1. Organigrama y descripción de puestos

Rancheros del Mar S.A. de C.V.



Fuente: Trabajo de Campo

#### 4.2. Controles de personal

La empresa Rancheros del Mar S.A. de C.V. tiene un sistema de control por radio, con el cual todas las mañanas cuando se pasa el reporte de mantenimiento y suministro de los barcos, también se pasa el informe de los trabajadores que están en turno y si el velador llegó en las tardes al trabajo.

#### 4.3. Evaluación personal

La evaluación del personal estaba a cargo del Gerente General Gerald Alan Dobrilla, constantemente está inspeccionando las jaulas y al personal encargado del proceso operativo.

### **5. Características de la fuente de la fuente de agua**

#### 5.1. Factores físico-químicos más importantes a considerar para el cultivo de Jurel en jaulas flotantes

- Concentraciones de oxígeno disuelto: Siempre con valores superiores a  $5\text{mg.l}^{-1}$  ya que a niveles inferiores muestran poco apetito, nado anormal, sofocación y muerte a niveles menores de  $2\text{mg.l}^{-1}$ .
- Temperatura: máxima de  $28^{\circ}\text{C}$ . 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 agotamiento y la muerte de los peces. Mientras que a temperaturas inferiores a  $14^{\circ}\text{C}$ , los peces pierden apetito y no crecen.
- Salinidad: normal de 35 ups\*. Una repentina baja de 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 0ups.

Por tiempos cortos (generalmente se utilizan baños de inmersión en agua dulce para eliminar parásitos, los cuales duran de 3 – 5 minutos.).

\*ups.- Unidades practicas de salinidad

- Profundidad mayor de 20 m. Para evitar el contacto con el 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 a distancias recomendables.
- Corrientes de  $0.5\text{m}\cdot\text{seg}^{-1}$ . Son suficientes para permitir un buen intercambio de agua, aporte de oxígeno disuelto, eliminación de exometabolitos, heces y restos de alimentos y no son demasiado fuertes para deformar y arrastrar la jaula.
- Productividad primaria: Moderada y poca o nula frecuencia de florecimientos de plancton, sobre todo de “marea roja”.

## 5.2. Fuente

La fuente de agua utilizada para el cultivo en jaulas de Jurel es de mar. Por estar a mar abierto no hay necesidad de utilizar bombas ni otro método para la extracción de agua. Por lo que la empresa tiene un recorte de presupuesto en esta parte de la producción.

## 5.3. Física del agua

En el lugar donde se encuentran ubicadas las jaulas, los parámetros fisicoquímicos del agua son los siguientes:

Cuadro No. 3. Parámetros fisicoquímicos de las jaulas de Jurel

Parámetros	Niveles promedio
Temperatura	28 <sup>o</sup> C
Oxigeno	7 mg/litro
Turbidez	7.6 metros
Salinidad	34 ppm

#### 5.4. Caudal

Para la etapa de cuarentena los tanques tienen un caudal de 50 litros por minuto en cada uno de ellos. El caudal que se utiliza en el cultivo en jaulas de Jurel no se puede calcular por varios aspectos entre los que se encuentra las mareas, las corrientes y los nortes.

#### 5.5. Filtros

El agua que ingresa a los tanques de cuarentena es pasada por filtros desarenadores los cuales se tienen que retro-lavar cada dos horas para que el flujo de agua que llega a los tanques sea constante y no disminuya a causa de la arena.



Figura No. 4. Retro-lavado de filtro desarenador.

### 5.6. Manejo general de los tanques y jaulas

Los tanques que se utilizan para la cuarentena necesitan cuidados adecuados para que ningún tipo de microorganismos pueda desencadenar alguna enfermedad. Entre los cuidados que se necesitan en los tanques están el sifoneo tres veces al día de los tanques para mantener una buena calidad de agua. Se limpian las paredes de los tanques una vez al día para quitar la grasa que se impregna sobre estas por los aceites que suelta el alimento que se les suministra a los peces.



Figura No. 5. Limpieza de las paredes de los tanques de cuarentena

### 5.7. Sistema de registros de parámetros de calidad de agua.

El sistema de registros que se utiliza para apuntar los parámetros medidos en los tanques es individual para cada tanque de cuarentena. Esta es una hoja en la cual se apunta la hora en la que se hace el muestreo, la cantidad de Oxígeno disuelto que se encuentra en el tanque, la temperatura que tiene el cuerpo de agua a esa hora del día, la cantidad de alimento en gramos, se tiene que apuntar la cantidad de muertes que hay el cada tanque (si las hay), las observaciones que el cuidador en turno pueda reportar para mejorar el cuidado de los organismos y la firma del encargado en turno. Además de eso también se tiene que chequear si se sifoneo el tanque y marcar con iniciales quien fue el responsable, además de verificar el filtro de agua y la limpieza de cada uno de los tanques.

## 6. Aspectos generales de *Seriola rivoliana*

### 6.1. Especie cultivada

El cultivo de *Seriola*, a pesar de contar con más de 60 años de antigüedad, continua dependiendo de la captura de juveniles silvestres, debido a la dificultad de controlar las técnicas de producción masiva de larvas y juveniles de esta especie.

La especie *Seriola rivoliana* (*Valenciennes*), conocida comúnmente con los nombre de medregal, Castel, Pez fuerte, llega a medir hasta 1 metro de longitud. Tiene una distribución geográfica que va desde el Sur de California pasando por Estados Unidos, hasta Perú.

Los juveniles de *S. rivoliana* son pelágicos costeros, los adultos son pelágicos oceánicos y demersales, se alimentan de peces. Las artes de pesca utilizadas para la captura de estos organismos son red Agallera, línea de mano y buceo. (Agüero, J., 1997).

### 6.2. Características biológicas de *S. rivoliana*

*S. rivoliana*, se agrupa dentro de la clase Osteichthies, 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 quila o escudos sobre el pedúnculo caudal en los adultos. (Masuda et al, 1992).

Se distingue por tener un dorso suave, posee siete espinas dorsales con 32-33 radios (VI-I, 26-29); dos espinas anales con 19-21 radios (II-I, 19-21). En el arco branquial pueden encontrarse de siete a ocho rastrillos en la parte superior y de 17-19 en la parte inferior GR (7-8 + 17-19); El numero de vertebras es de 10 pre caudales y 14 caudales (V 11+ 14) (Masuda et al, 1992).

La especie *S. rivoliana* llega a tener una longitud estándar máxima de 101.00 cm y una mínima de 18.20 cm, con lo cual se tiene un promedio de longitud estándar de 36.71 cm con respecto a la longitud total se conoce que la longitud máxima que alcanza el Jurel ó pez fuerte es de 126.02 cm y una longitud mínima de 24.18 cm teniendo un promedio de 46.95 cm de longitud total. El peso máximo que alcanza el Jurel con relación a la longitud máxima (total y estándar) es de 13,674 g Y una mínima de 205 g para tener un promedio de 1,146 g (Chirinchigno et al. 1982).

El Jurel posee un rango de temperatura bastante amplio. Desde una temperatura mínima de 14°C hasta valores máximos de 28°C. Siendo la temperatura optima para el crecimiento la de 24-26°C.



Figura No. 6. *Seriola rivoliana* conocido localmente como pez fuerte, Jurel.

### 6.3. Sistema de cultivo

La especie *S. rivoliana* es cultivada en jaulas flotantes, las cuales tienen la función de mantener encerrados los peces en el mar. Cada jaula cuenta con una malla de forma cónica, que mantiene a los peces dentro de la jaula, la función de esta es que los peces queden dentro de la jaula mientras que por la luz de malla se permite el recambio constante de agua y la remoción de desperdicios al agua que los rodea. Las jaulas pueden construir en una gran variedad de formas, utilizando materiales como tubos de PVC, bambú, Nylon u otras mallas sintéticas, Las estructuras de soporte pueden sostener las jaulas sobre la superficie del agua o sobre el fondo del cuerpo de agua.

### 6.3.1. Construcción de las jaulas

Las jaulas pueden variar de tamaño entre uno a varios cientos de metros cúbicos y pueden ser de cualquier forma, pero las más comunes son las rectangulares, cuadradas o cilíndricas. Las jaulas pequeñas son más fáciles de manejar que las grandes y pueden proveer una ganancia económica mayor por unidad de volumen.

Los materiales usados para la construcción de jaulas:

- Deben ser fuertes y durables (resistentes a salinidades de 30-35ppm)
- Deben ser livianos.
- Deben permitir el recambio completo del volumen de agua cada 30 a 60 segundos, usando un mínimo de 13 milímetros cuadrados de abertura de malla (luz de malla).
- Deben ser resistentes a la colonización de otros organismos.
- No deben producir stress o heridas a los peces.
- Deben permitir una libre remoción de los desperdicios de los peces.

Equipo auxiliar para las jaulas:

- Una cubierta opaca completa o parcialmente removible para prevenir que los peces salten por fuera o para evitar la entrada de aves predatoras.
- Barras de acero, tubos de PVC u otros materiales fuertes para sostener las paredes de las jaulas (rectangulares o cuadradas).
- Flotadores.
- Anclas.
- Plataformas/puentes.
- Cajas o aros cilíndricos para mantener el alimento concentrado flotante. Estas estructuras deben poseer malla de alambre que se extienda aproximadamente 40 centímetros por debajo y 20 centímetros por encima de la superficie del agua.



Figura No. 7. Jaula flotante para cultivo de peces marinos.

Ventajas del cultivo de peces en jaulas flotantes:

- Facilidades para su construcción y poca inversión (dependiendo del tipo y calidad de los materiales), pudiendo iniciar la operación de cultivo desde una pequeña escala.
- La calidad de 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.
- Los peces pueden trasladarse de una jaula a otra a medida que van creciendo, para optimizar la operación del cultivo en altas densidades.
- Las jaulas pueden moverse de un área a otra, en caso de marea roja o sumergirse en peligro de huracanes.
- Frente a los cultivos “en tierra”, permite el ahorro de gastos en energía al no tener que bombear el agua para su recambio, ni los aireadores para suministrar el oxígeno necesario.

Desventajas de jaulas para peces en jaulas flotantes:

- Cualquier daño en la red de las jaulas pueden ocasionar la pérdida de los peces.
- La alta densidad de cultivo y lo abrasivo de la red, ocasiona que los peces se lastimen propiciando la entrada de parásitos y enfermedades.
- Debido a la dinámica del agua, no es fácil optimizar la administración de alimento, por consiguiente no se pueden aplicar tratamientos terapéuticos.
- Dificulta el control y la vigilancia del cultivo, por lo que se debe tomar en cuenta la selección del lugar.



Figura No. 8. Bateria de jaulas para cultivo de *S. rivoliana*.

## **7. Manejo general del cultivo de *S. rivoliana***

### **7.1. Manejo de reproductores**

El éxito del proceso reproductivo en peces marinos está determinado, en adición al valor nutricional, por otros factores esenciales, entre ellos las condiciones ambientales (calidad del agua y condiciones del sitio), manipulación y las técnicas del desove, que influyen decisivamente en la maduración y el desove de los reproductores. Estos factores o principios reproductivos determinan el éxito o el fracaso de la reproducción (Harvey & Carolsfed 1993) y están íntimamente relacionados, de tal forma que unos pueden afectar significativamente a los otros hasta el punto de atrasar e incluso evitar el logro de una progenie viable.

Para lograr los incrementos crecientes de juveniles, la piscicultura marina a nivel mundial, regional y local, requiere la mejora constante de las técnicas de cría y manejo de reproductores y de su inducción del desove, por lo que es esencial conocer adecuadamente las influencias de cada uno de estos factores y sus interacciones así como la forma de mejorar integralmente las condiciones requeridas, destacándose los requerimientos nutricionales para que el proceso reproductivo se optimice.

#### **7.1.2. Criterios para evaluar la calidad del proceso reproductivo**

Es necesario analizar los criterios de calidad de proceso reproductivo, para lo cual se emplean diversos métodos y criterios. Los criterios fundamentales se basan en la calidad de los huevos, pero también se incluyen otros respecto a la calidad de las larvas en sus primeros estadios, ya que se ha demostrado que los efectos del proceso reproductivo se pueden identificar hasta la primera etapa larval.

No se trata de que los factores que actuaron en la maduración y el desove no tengan efectos posteriores, sino que es prácticamente imposible identificarlos entre todos los que actúan en las etapas posteriores del desarrollo larval y juvenil por la complejidad de dichos procesos; además, los mayores esfuerzos se han concentrado en las primeras fases del proceso reproductivo pues es importante estimar la calidad de la progenie en

una etapa temprana para evaluar la conveniencia de continuar el proceso de cría de un lote de huevos o larvas que puede tener baja calidad para evitar que se ocupen las instalaciones y se invierta un tiempo y esfuerzos del personal del centro con lotes de huevos que puedan más tarde ser improductivos (Bromage 1995; Kjørsvik & Holmefjord 1995; Shelds et al, 1997), así como también para introducir las modificaciones requeridas en el tratamiento de los reproductores para obtener los resultados deseados a corto plazo.

Por lo dicho anteriormente se considera un pre-requisito esencial el aplicar métodos y criterios confiables para evaluar la calidad de los huevos y también de las larvas que a su vez permitan valorar las condiciones y tratamientos que los reproductores han tenido y posibilitar la optimización del proceso reproductivo para la producción masiva de juveniles, que es la base del cultivo comercial de las especies (Alvarez-Lajonchere & Hernandez Molejon 2001).

La calidad de los huevos se ha definido como las características de estos que determinan la capacidad para sobrevivir (Bromage 1995). Los criterios para evaluar la calidad de los huevos han sido discutidos por diversas autoridades; sin embargo no hay consenso general sobre los criterios y métodos para evaluar la calidad de los huevos, a pesar de ser un pre-requisito importante para llegar a conclusiones firmes sobre los factores que determinan la calidad de los huevos y larvas (Bromage 1995).

#### 7.1.3. Calidad de los huevos

Se demostró la existencia de una correlación positiva entre la calidad de los huevos, las tasas de eclosión, la tolerancia al estrés agudo, la supervivencia y el desarrollo, por lo que las larvas que eclosionan de lotes de huevos de baja calidad tendrán una viabilidad más baja. Por lo anterior, la estimación de la viabilidad de los huevos tiene una gran importancia, especialmente en los huevos obtenidos en circunstancias y con métodos que puedan tener efectos negativos sobre su calidad, (Kjørsvik et al, 1998):

- Durante las primeras etapas de de trabajo con una especie o población.
- Tratamientos de inducción fuertes o invasivos, especialmente agudos.
- A principios o finales de la temporada de desove.
- Reproductores al inicio o al final de su vida reproductiva útil.

Para evaluar la calidad de los huevos, es necesario tener un método confiable de incubación, por ello, a pesar de los diversos métodos de incubación en pequeños volúmenes aplicados en estas evaluaciones, el mejor método se considera el mas parecido al que se emplea posteriormente a mayor escala (Alvarez-Lajonchere y Hernández Molejón 2001).

En la evaluación de la calidad de los huevos se utilizan diversos criterios que pueden agruparse en dos categorías, las características de los huevos propiamente dichas y otras relacionadas con parámetros productivos:

Características de los huevos:

- Diámetro de los huevos y/o de las gotas de lípidos,
- Gorma irregular (no esférica) del huevo (oval o con protuberancias).
- Número y distribución de las gotas de aceite.
- La transparencia y homogeneidad del vitelo.
- Apariencia del corion: aparición de manchas irregulares o masas sobre la superficie exterior del corion.
- Presencia de espacio perivitelino antes de la fertilización
- Grandes espacios perivitelinos.
- Huevos no segmentados o abortivos.
- Malformaciones celulares en las primeras divisiones (estadios 2 – 16 células) especialmente blastómeros desiguales y márgenes no bien definidos.
- Forma irregular de la mórula o blastodisco.
- Presencia masiva de microorganismos.
- Composición química, sobre todo el contenido de los principales ácidos grasos polinsaturados.

### Parámetros productivos

- Porcentaje de huevos flotantes.
- Porcentaje de fertilización
- Porcentaje de eclosión (total, de larvas vivas y de larvas vivas normales).
- Porcentaje de supervivencia larval (al primer día y hasta la primera alimentación).

Factores que influyen en el proceso reproductivo (modificado después de carrillo et al., 2000):

Entre los factores que influyen en los diversos parámetros reproductivos se encuentran:

- Genotipo.
- Edad de los reproductores (pubertad y vejez).
- Estrés.
- Métodos de inducción del desove.
- Sobre maduración de los huevos.
- Estado nutricional de los reproductores.

#### 7.1.4. Genotipo

En peces marinos hay muy poca información aún sobre la influencia del genotipo en la determinación de diversos parámetros reproductivos de interés, como la fecundidad, tamaño de los huevos, edad a la primera maduración sexual, época de desove, duración de la temporada de desove, etc.

#### 7.1.5. Edad de los reproductores

El periodo de la primera maduración sexual (pubertad) puede estar unido a algunos cambios de desarrollo en el metabolismo en respuesta a cambio en la nutrición los animales con su crecimiento y ello se evidencia en la inflexión de la curva de crecimiento, después de lo cual la tasa de crecimiento disminuye notablemente (Alvarez-Lajonchere 1983), cambios que pueden ser detectados por el cerebro, que activa la producción de GnRH y con ello se inicia la “cascada hormonal” que inicia el

proceso reproductivo. Dada las dificultades implicadas en el establecimiento por primera vez de todo el proceso reproductivo, usualmente no se logra una producción de huevos con la calidad que se lograra en los años sucesivos. Igualmente, en reproductores de mucha edad, los huevos producidos no tiene mucha calidad, por lo que en la practica, se trata de evitar utilizar peces de primera maduración y peces de mucha edad (seniles).

#### 7.1.6. Estrés

El estrés en los reproductores puede causar degeneración en los ovocitos (especialmente los vitelogenicos), reducir la fecundidad, afectar la calidad de los huevos producidos, o impedir totalmente el proceso. Los reproductores salvajes sufren estrés debido a la captura y manipulación, mientras que a los de cautiverio los afectan las condiciones o el manejo inadecuados y por ello los ovocitos pueden degenerar, proceso notablemente rápido en los trópicos. En los ovocitos se produce el proceso de atresia o reabsorción, mientras que en los machos, los efectos del estrés pueden comenzar por disminuir o cesar totalmente la fluidez del semen.

Hay situaciones estresantes agudas y otras crónicas a las que están sometidos los individuos de cultivo y que muchas de ellas afectan a los reproductores directamente y otras indirectamente y otras indirectamente:

##### Agudas

- Captura por artes de pesca.
- Selección.
- Marcaje.
- Biopsias.
- Tratamientos profilácticos.
- Extracción de productos sexuales.
- Cambios ambientales bruscos en condiciones ambientales.
- Inyecciones e implantes aislados.

## Crónicas

- Densidades de siembra alta.
- Deterioro de la calidad del agua y del ambiente.
- Interacciones con otros organismos.
- Enfermedades.
- Alimentación inadecuada.
- Serie de inyecciones.

El estrés de la captura y la manipulación afectan mucho por alterar los parámetros sanguíneos (entre ellos las concentraciones hormonales y disminución de vitelogenina), el hipotálamo y la pituitaria, con las correspondientes afectaciones de los niveles sanguíneos de gonadotropina, esteroides y la hormona del estrés (el cortisol), así como alteraciones de conducta, intervalos de desove irregulares, etc.

Los efectos del estrés pueden presentarse también como pérdida de apetito, huevos de menor tamaño y pérdida en su calidad, que causan disminuciones en los porcentajes de individuos maduros, de fertilización, de eclosión y viabilidad de las larvas, por lo que se afectan los posibles beneficios de tratamientos alimenticios o de inducción, que pueden haber sido los adecuados y sin embargo dar los peores resultados. Todos los efectos ocasionan una menor producción del centro y a su vez una menor productividad y rendimiento, por lo que el estado de los reproductores en cautiverio debe ser un aspecto de importancia primordial de todo el personal (Tamaru et al., 1993).

### 7.1.7. Ingredientes valiosos para las dietas de los reproductores

Varios ingredientes de la dieta de los reproductores, tales como los calamares y los productos derivados de ellos, los carotinoides, vitaminas (especialmente E y C), kril congelado, aceite de kril y aceite de la órbita de atún, han demostrado que incrementan la calidad de los huevos en varias especies de peces marinos (Watanabe & Vassallo-Agius 2003).

Los calamares y sepias (crudos, en harina, aceite, etc.), reconocidos como componentes importantes en las dietas de varias especies de peces marinos son

considerados también como el componente más efectivo de la dieta de los reproductores, cuya influencia en la fecundidad, huevos flotantes, ausencia de anomalías en los huevos y porcentaje de eclosión, han sido atribuidos a varios aspectos, como su estrecha relación de los lípidos y composición de ácidos grasos de la dieta, su nivel proteico o de la mayor digestibilidad de esas proteínas, su alto contenido de fosfolípidos y colesterol, etc. (Watanabe & Kiron 1995).

Otro ingrediente alimenticio a menudo incluido en las dietas prácticas de los espáridos es el kril crudo que tiene un efecto de incrementar la tasa de consumo de alimento respecto a la harina de pescado. En el caso del Madai se han reportado más del doble de los porcentajes de huevos flotantes, eclosión total y de larvas normales con el kril (Watanabe & Kiron 1995), pero hay poca información en otros espáridos y otras especies. El krill con su contenido de astaxantinas, ha dado muy buenos resultados como suplemento de la dieta del Jurel hasta un nivel del 10% (Watanabe et al, 1996); sin embargo, un exceso (20%) de harina de kril causó deterioro de la calidad de los huevos de esa especie (Verakunpiriya et al, 1997a). Este ingrediente tiene las limitaciones de su disponibilidad y de costo elevado en muchas regiones del mundo.

#### 7.1.8. Dietas prácticas para reproductores: húmedas y secas

La dieta adecuada para promover la maduración gonadal son los alimentos congelados de alta calidad, por lo que en la práctica, muchos centros de producción de juveniles mejoran la nutrición de sus reproductores alimentándolos solo con derivados marinos frescos o en combinación con dietas comerciales (Harvey & Carolsfeld 1993). Los organismos marinos más frescos o congelados y generalmente cortados al tamaño de un bocado, como los peces de desecho de tipo aceitoso (sobre todo clupeidos, escombridos y carangidos), calamares, sepias y crustáceos y (especialmente camarones y kril). (Moretti et al 1999).

#### 7.1.9. Ración de alimentos, periodo de alimentación

El momento de suministrar el alimento es usualmente a primera hora del día. La ración es calculada a menudo con base en un determinado porcentaje del peso y los reportes

de dichos porcentajes son viables, tanto para una misma especie, como entre varias especies.

#### 7.1.10. Dieta en el periodo de desove

Durante la vitelogénesis, las hembras necesitan alimentos más ricos en proteínas y lípidos para durante la vitelogenina que es progresivamente almacenada como vitelo en los ovocitos. Debido a que el vitelo es la única fuente de alimento para la alimentación del embrión en desarrollo y los primeros estadios larvales hasta que comience a alimentarse de presas vivas, la calidad y cantidad de vitelo son factores clave para una reproducción exitosa.

En este periodo se utilizan tanto comprimidos como secos como alimento húmedo. Los comprimidos secos se deben incluir todos los elementos nutricionales que se consideran esenciales en el desarrollo de larvas viables, tales como PUFA n-3, en particular EPA y DHA, que deben ser suministrados como el alimento, ya que no pueden ser producidos por el metabolismo.

#### 7.2. Manejo de criaderos

La semilla de *S. rivoliana* después de ser importada se debe trasladar preferiblemente en horas de la madrugada, preferiblemente en contenedores con agua marina previamente filtrada. Se debe contar con cilindro de aire con sus respectivas piedras difusoras (Anexo No. 2). La inyección de aire es necesaria para mantener niveles altos de oxígeno mientras se transportan los contenedores ya que el movimiento de los mismos causa una gran cantidad de Estrés pudiendo matar a un alto porcentaje de los alevines. (Anexo No. 3).

La especie *Seriola rivoliana* conocido como medregal o 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. Al controlar las densidades en un tanque se puede facilitar la selección de tamaños, evitar el canibalismo y la competencia

intraespecífica, uniformizando el crecimiento de los peces y optimizando el uso de alimentos.

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

### 7.3. Manejo de semilla y procedencia

Actualmente, México no tiene disponibilidad comercial de semilla de *Seriola rivoliana*, ya que aún no se controla su reproducción ni la producción de alevines de esta especie. Por lo que el cultivo de esta especie depende de la importación de alevines, los cuales provienen del hatchery Kona Blue ubicado en la isla Kona en Hawái.

Kona Blue es una empresa que se dedica a la producción de alevines de alta calidad. En el cultivo de *S. rivoliana* que se produjo en Baja California Sur por parte de la empresa Rancheros del Mar, se compró la cantidad de 1,250 alevines de Jurel de los cuales en el traslado desde Hawái hasta México se tuvo la vigilancia de un Biólogo que se encargó de medir los parámetros constantemente para asegurar la sobrevivencia de los peces.

### 7.4. Manejo de engorde

El engorde de *S. rivoliana* se realiza en jaulas flotantes que se encuentran a mar abierto a 200 metros de las costas de la isla Gaviotas. Estas jaulas están construidas con tubos especiales de PVC de 10 metros de diámetro. En la parte inferior de la jaula está colocado un bolso de 30 pies de largo y con una luz de malla de 2.0 cm.

La jaula cuenta con 1200 Jureles que cuentan con un peso promedio de 45 gr. Y una talla promedio de 15 cm. La alimentación se da 4 veces al día a saciedad.

Actualmente 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 formas de migas, escamas y/o granulado de diferente tamaño según la edad de los peces a alimentar.

#### 7.5. 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 relación 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 observara una tasa de crecimiento diferencial dentro del mismo grupo de cultivo (Anónimo, 1989).

#### 7.6. Manejo sanitario

Durante el periodo de cuarentena realizada por la empresa Rancheros del Mar, los peces se mantuvieron en tanques revestidos. Los Jureles se dividieron en dos partes iguales y se mantuvieron con las mismas condiciones. El circuito de agua de ambos tanques es abierto con una entrada de agua de 50 litro X minuto y una salida de agua de la misma proporción. El agua que entra constantemente a los tanques es bombeada directamente del mar y pasa previamente por filtros desarenadores y filtros UV.

El agua que sale de los tanques es trasladada a una caja captadora (Anexo No.4) donde se le agrega 250 mg de cloro X un litro de agua, después de eso el agua clorada realiza un recorrido por el ducto de salida donde se retiene el agua para que el efecto del cloro sea efectivo y se pueda regresar el agua al océano. Esto se hace ya que por ser peces que provienen de otro país se tienen que tomar medidas para que no ingresen al país enfermedades que puedan ser peligrosas para la fauna de México.



Figura No. 9. Desinfección de agua que sale de tanques de cuarentena

#### 7.7. Implementación de normas internacionales de control de calidad

Según las Normas internacionales de Control de Calidad, la empresa Rancheros del Mar tiene que tomar medidas muy rigurosas al traer peces de otro país ya que por ser especies exóticas pueden ocasionar un impacto ambiental. Por lo que estas normas les dictan tener los peces que se introdujeron en un periodo de cuarentena.

## 8. Manejo del alimento

### 8.1. Control de calidad

El alimento proporcionado al Jurel es de tipo seco (pellets) el cual es debidamente almacenado en un recipiente de plástico con su respectiva tapadera para no tener contacto con roedores, insectos y otros contaminantes y con el suelo, además se mantiene a una temperatura de 24°C para evitar la proliferación de toxinas (hongos) que pueden causar problemas en los peces.

### 8.2. Tipo de alimento utilizado

El alimento utilizado para el engorde de Jurel en las jaulas de Rancheros del Mar es elaborado bajo la marca "Bio-oregon" de Canadá.

## 9. Sistemas de alimentación

### 9.1. Registros de consumo de alimento

Para el cultivo de *S. rivoliana* se utilizó una dieta a base de alimento pellets, en la primera etapa (cuarentena) se proporcionó alimento pellet de 1.5mm, En la etapa dos (pre-engorde) se utiliza alimento pellet de 2.0 mm de la misma marca, En la etapa de engorde se utiliza alimento de 3mm y 4 mm. La alimentación se daba a saciedad durante la etapa de cuarentena. El formato establecido para la alimentación indicaba que se les proporcionara el alimento cuatro veces al día, hasta que se saciaran. Los registros indicaron que los peces consumieron un promedio semanal de alimento de aproximadamente 8,400 gramos en cada uno de los tanques de cuarentena.

La alimentación en las jaulas en el periodo de engorde, cambió con respecto de la alimentación en cuarentena. En la etapa dos se proporcionó una alimentación hasta la saciedad, pero con una variación en las raciones que se les proporcionaban, se comenzó administrando cuatro raciones en los mismos intervalos que los de la cuarentena. Al momento de alimentar a los peces en la ración dos se observó que se desaprovechaba más del 75% del alimento.

Al ver esto se tomó la decisión de reacomodar el horario de alimentación y disminuir las raciones de alimento diario que se les daba a los peces. Se fraccionó el alimento en tres raciones, provocando que comieran más en cada ración y se aprovechara mejor el alimento por parte de los peces. Los registros indicaron que en la etapa de engorde se utilizó alimento de 2.0mm y 3.0 mm, consumiendo un promedio semanal de alimento de aproximadamente 43,400 gramos en una jaula que contiene 1,000 peces.

### 9.2. Horario de alimentación, veces al día, relación temperatura alimento

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

En las últimas semanas del mes de noviembre la demanda de alimento disminuyó a causa de las bajas temperaturas que comenzaron a presentarse, sin embargo, la especie *rivoliana*, es un organismo que aguanta muy bien los cambios de temperaturas que no están entre los rangos óptimos establecidos para estos peces.

El horario de alimentación que se utilizó en la cuarentena fue de fraccionado en cuatro partes: 08:00 hrs., 11:00 hrs., 14:00 hrs. y 17:00 hrs.

En la etapa de engorde se utilizó un horario diferente para tener un mejor aprovechamiento del alimento, esto previamente analizado. Se alimentó tres veces al día, siempre hasta la saciedad y en horarios de 8:00 hrs., 12:30 hrs., y 16:30 hrs.

### 9.3. Ajuste de la ración

Es la cantidad de alimento diario que se proporcionará a los peces en relación a la biomasa total establecida, 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.

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

Se recomienda dar a los peces solo lo que comen por 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 ración calculada, al día siguiente se les disminuye la ración. Se tiene que tener en cuenta que un exceso de comida es mucho peor que una pequeña subalimentación.

#### 9.4. Características nutricionales del alimento

Los alevines están con una dieta de alimento seco de 2.0 micras (Anexo No.5). Este alimento es de alto contenido proteínico ya que el mismo es para Salmónidos, por lo que se está adaptando para el engorde de Jurel. Los ingredientes que contiene el alimento balanceado que se le administra al Jurel son:

- Aceite de pescado
- Vitamina A
- krill
- Vitamina D3
- Calcio
- Magnesio
- Vitamina E
- Sulfato de Zinc
- Monohidrato de tiamina
- Vitamina K
- Acido fólico
- Calcio iodico
- D- Biotin
- Sodio
- Vitamina B-12
- Suplemento de vitamina E
- Astaxantina
- Ethoxyquin (antioxidante).

Cuadro No. 4. Información Nutricional de alimento para peces marinos

<b>Análisis de formulación</b>	
Proteína Cruda (min)	50%
Grasa Cruda (min)	22%
Fibras Cruda (máx.)	1.0%
Fosforo	1.7%

## 10. Manejo de la cosecha

### 10.1. Determinación del momento de la 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 para lograr una temperatura de 1 grado centígrado 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, de longitud por 28m de profundidad y una luz de malla de 9mm. Desde la lancha 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 chuchillo 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 pecados son metidos cabeza abajo dentro del agua hielo para dejarlos desangrar y enfriarlos entre -1°C 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.

## 10.2. 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 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.

## 10.3. 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 contiene una capacidad de 50 kilos en peso de pescado y hielo en gel para mantener la temperatura fría.

Cada pescado es introducido de una bolsa de burbujas de polietileno para aislarlo, procurando sacar todo el aire atrapado. Encima se coloca un gel congelado hasta el tope de la caja. Una vez colocadas las cajas 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 sobreponiendo 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.

## 10.4. Transporte

Para el transporte aéreo la presentación es descabezado y eviscerado (para disminuir costos) y enfriado de -1°C a 3°C, no debe congelarse. En el transporte por tierra 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.

## **11. Manejo de la comercialización**

### 11.1. Mercado objetivo

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.

## **12. Conclusiones**

- 12.1. La experiencia en la Empresa Rancheros del Mar S.A. de C.V. fue productiva y formativa en el área específica de piscicultura marina.
- 12.2. Se participó en actividades reales de la Acuicultura al momento de ser responsable del manejo de alevines *S. rivoliana* provenientes del laboratorio Kona Blue, ubicado en la isla de Hawái.
- 12.3. La Práctica Profesional Supervisada permitió aplicar los valores éticos y morales.

## **13. Recomendaciones**

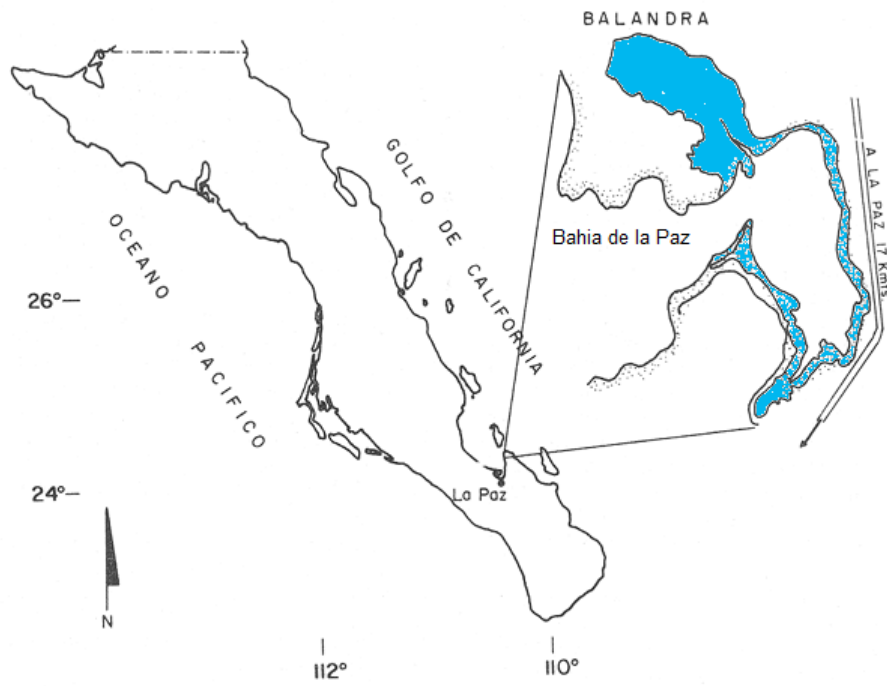
- 13.1. Dar seguimiento a la practica en el área de Piscicultura marina para que esta tenga un avance y así el desarrollo de la acuicultura en el país sea sobresaliente.
- 13.2. Integrar a los estudiantes a proyectos de investigación, para poner en práctica los conocimientos y experiencias adquiridas en las Prácticas.
- 13.3. Capacitar al sector estudiantil en el área de piscicultura marina de forma extra curricular, para tener una mejor preparación en el desarrollo de las pasantías.

## **14. Bibliografía**

- 12.1. Álvarez- Lajanchére, L. 1983. El desarrollo del cultivo de peces en áreas costeras, la selección de especies y las lisas (Pisces: mugilidae) como grupo para iniciar los trabajos en Cuba. *Revista Cubana de investigaciones Pesqueras* 8: 1-41.
- 12.2. Alvarez-Lajonchere, L; Hernández Molejón, OG. 2001. Producción de juveniles de peces estuarinos para un centro en América Latina y el Caribe: diseño, operación y tecnologías. Estados Unidos, The world Aquaculture Society. 424 p.
- 12.3. Bromage, N. 1995. Broodstock management and seed quality - general considerations. *In* Bromage, NR; Roberts, RJ. eds. Broodstock management and larval quality. Oxford, Blackwell Science Ltd, p. 1-24.
- 12.4. Chirichigno, N; Fisher, W; Nawen, CW (comps). 1982. INFOPECA, (Información sobre la Pesca, IT). Catálogo de especies de interés económico actual o potencial para América Latina: Parte 2. Pacifico Centro y Suroriental. Roma FAO; PNUD; SIC. 588 p.
- 12.5. Cruz- Agüero, Jdela. 1997. Catálogo de los peces marinos de Baja California Sur. México, IPM; CICIMAR; CONABIO. 346 p.
- 12.6. Fernandez-Palacios, H; Izquierdo, M; Robaina, L; Valencia, A; Salhi, M; Montero, D. 1997. The effect of dietary protein and lipid from squid and fish meals on the quality of broostock for gilthead seabream (spauris aurate). *Aquaculture* 148: 233-346.
- 12.7. Flores, E. 1998. Geosudcalifornia: Clima Primera Edicion, Mexico.
- 12.8. Harvey, B; Carolsfeld, J. 1993. Induced breeding in tropical fish culture. Ottawa, JP, International Development Research Centre. 144 p.
- 12.9. Kjorsvik, E; Hoehme, K; Reitan, KI; Rainuzzo, J. 1998. Evaluation of egg and larval quality criteria as predictive measures for juvenile production in turbot (*Scophthalmus maximus* L.). *In* Cuncil meeting off the international council for the Exploration of the Sea. Cascais, Portugal, ICES-CM. p. 12
- 12.10. Masuda, H; Amaoka, K; Araga, Ch; Uyeno, T; Yoshino, T; Muzik, KM (Eds). 1992. The fishes of the japanese archipelago. Tokio, JP, Tokai University press. v. 2, 456 p.

- 12.11. Moretti, A; Pedini Fernandez-Criado, M; Cittolin, G; Guidastrri, R. 1999. Manual on hatchery production of seabass and gilthead seabream. Rome, FAO. v.1, 194 p.
- 12.12. Shields, RJ; Brown, NP; Bromage, NR. 1997. Blastomere morphology as a predictive measure of fish egg viability. *Aquaculture* 155: 1-12.
- 12.13. Tamaru, CS; Fitzgerald, WJ; Sato, V. 1993. Hatchery manual for the artificial propagation of striped mullet (*Mugil cephalus* L.). Guam, Aquaculture development and training Center and The oceanic Institute. 167 p.
- 12.14. Valenciennes, MX. 1933. *Seriola rivoliana*. Mexico. Consultado 25 oct. 2008. Disponible en <http://www.fishbase.org/Summary/SpeciesSummary.php?id=1007>
- 12.15. Velázquez, J. 2007. Siembra de peces en jaulas. Gran Canaria, ES. Consultado 25 oct. 2008. Disponible en [http://tecultivosmarinos.blogspot.com/2007\\_09\\_01\\_archive.html](http://tecultivosmarinos.blogspot.com/2007_09_01_archive.html)
- 12.16. Verakumpiriya, V., Mushiake, K. Jawano, K. & Watanabe, T. (1997b) supplemental effect of astaxanthin in broodstock diets on the quality of yellowtail eggs. *Fish. Sci.* 63, 816-823.
- 12.17. Watanabe, T; Kiron, V. 1995. Broodstock management and nutritional approaches for quality offsprings in the red sea bream. *In* Bromage, NR; Roberts, RJ. eds. Broodstock management and larval quality. Oxford, Blackwell Science Ltd. p. 398 - 413
- 12.18. Watanabe, T; Vassallo- Agius, R. 2003. Broodstock nutrition research on marine finfish in Japan. *Aquacultura* 227: 35-61.
- 12.19. Watanabe, T; Fujimura, T; Lee, MJ; Fukusho, K; Satch, S; Takeuchi, T. 1991. Effect of polar and nonpolar lipids from krill on quality of eggs of red seabream *pagrus major*. *Nippon Suisan Gakkaishi* 57: 695-698.

## **15. Anexo**



Anexo No. 1. Ubicación geográfica de la Bahía de la Paz.



Anexo No. 2. Piedra difusora de aire.



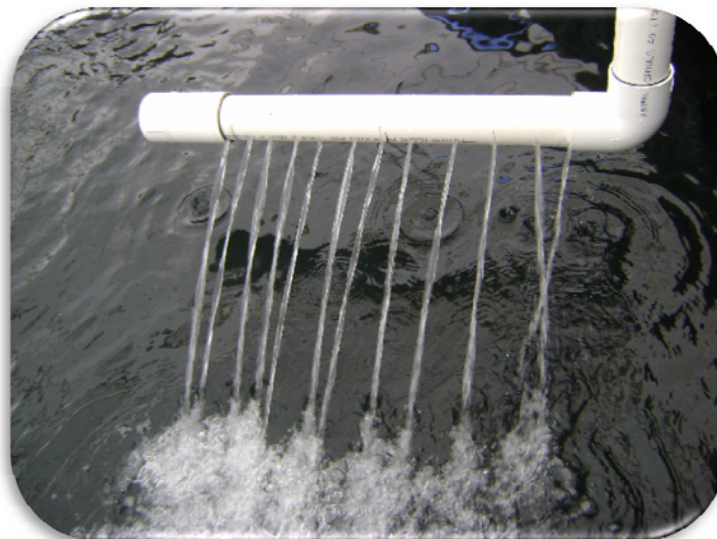
Anexo No. 3 Control de parámetros físico-químicos durante el traslado de *S. rivoliana* a jaulas



Anexo No. 4 Caja receptora de salida de agua de tanques de cuarentena de jurel



Anexo No. 5. Alimento suministrado a los alevines de Jurel en cuarentena



Anexo No. 6 Entrada de agua en estanques de cuarentena de *S. rivoliana*



Anexo No. 7. Red de jaula flotante para cultivo de jurel



Anexo No. 9. Monitoreo de alimentación de Jurel en jaula flotante



Anexo No. 10. Alimentación de jurel en la jaula flotante