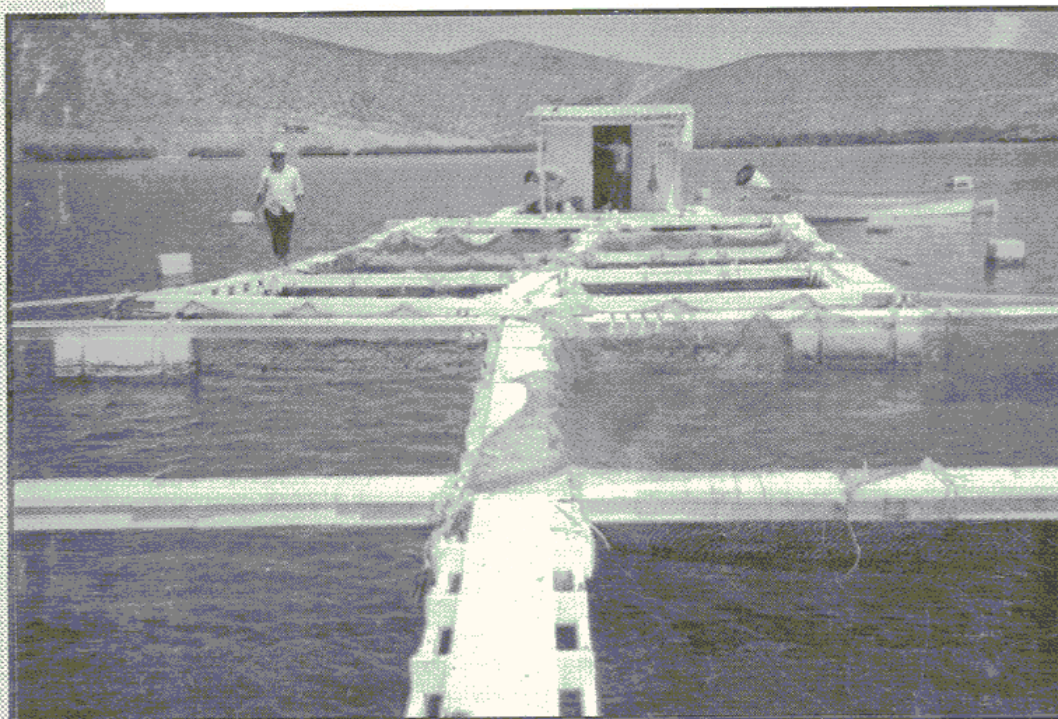


MANUAL PARA LA CONSTRUCCION, INSTALACION Y OPERACION DE JAULAS FLOTANTES PARA EL CULTIVO DE PECES MARINOS



**ARACELI AVILES QUEVEDO
MASATO IIZAWA**



**SECRETARIA DE PESCA
INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON**

La Paz, B.C.S., México

**MANUAL PARA LA CONSTRUCCION, INSTALACION
Y OPERACION DE JAULAS FLOTANTES
PARA EL CULTIVO DE PECES MARINOS**

Por

**ARACELI AVILES QUEVEDO¹
MASATO IIZAWA²**

Febrero de 1993

¹Centro Regional de Investigación Pesquera-La Paz
Secretaría de Pesca I.N.P.

²Agencia de Cooperación Internacional del Japón

CONTENIDO

	pags.
PRESENTACION	(i)
AGRADECIMIENTOS	(ii)
1- INTRODUCCION	1
2- PECES POTENCIALES PARA ACUACULTURA	2
3- SELECCION DE SITIO	5
4- CONSTRUCCION DE BALSAS	9
5- INSTALACION DE BALSAS	17
6- CONSTRUCCION DE JAULAS	19
7- CULTIVO	22
8- COSTOS	25
9- BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA	27

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este Manual expresamos nuestro agradecimiento al Instituto Nacional de la Pesca por el financiamiento para llevar a cabo la construcción de balsas y jaulas.

Asimismo, se le hace un reconocimiento a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón por el financiamiento necesario para la publicación de este Manual.

Finalmente damos las gracias al C. Biol. Amado Laureano Pérez, Director de la Dirección de Fomento Pesquero del Estado de Baja California Sur, al C. Lic. Lucio Santos Estrada, Director de la Unidad de Educación a Distancia de la carrera de Ingeniería en Acuicultura del Instituto Tecnológico de Guaymas, por la participación activa de sus técnicos y estudiantes en la construcción de las balsas y jaulas, así como a los técnicos del Departamento de Acuicultura de la Delegación Federal de Pesca y del Centro Regional de Investigación Pesquera de la Paz, Baja California Sur por la ayuda proporcionada en la operación y mantenimiento de la unidad de cultivo experimental en Bahía Falsa, B.C.S.

La Paz, B. C. S., México, a 4 de Febrero de 1993



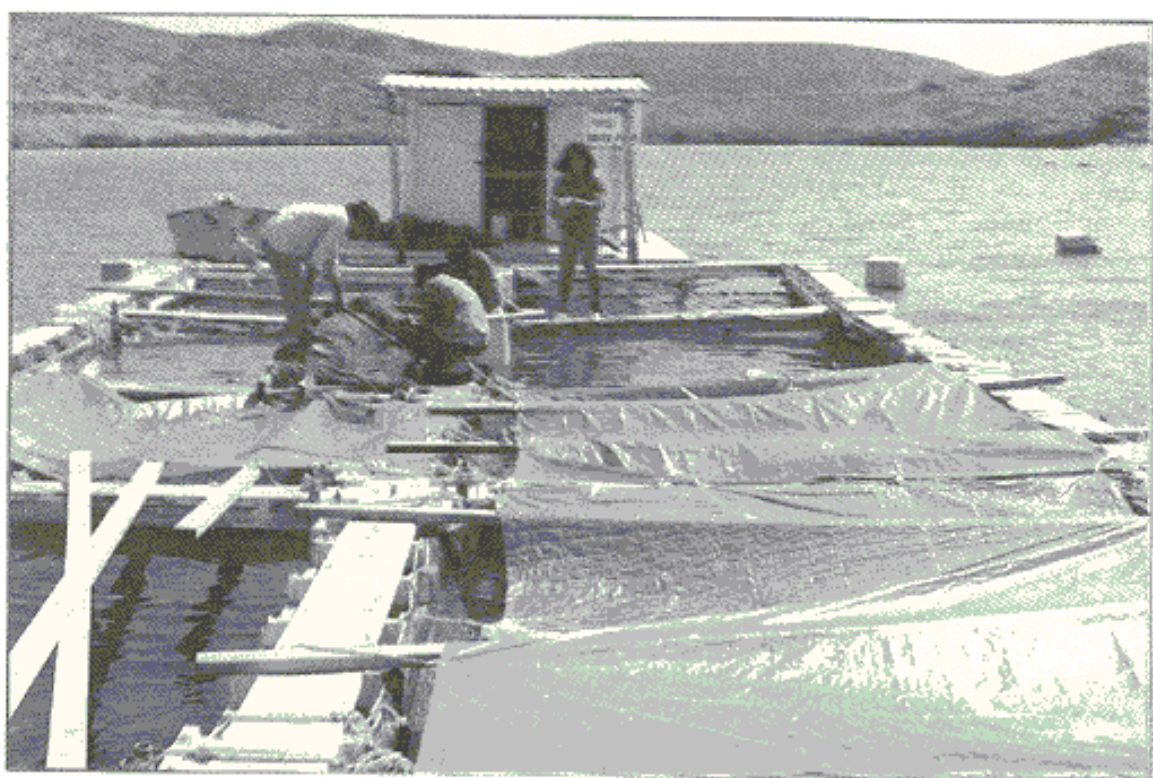
La unidad de cultivo de peces marinos se constituye básicamente de una plataforma para maniobras y almacén, una balsa para el crecimiento de alevines y juveniles y una balsa para la engorda a tamaño comercial.



La rutina diaria es revisar las balsas y jaulas para mantener en buena condición la unidad de cultivo.



Maniobras para el cambio de jaula.



Biometría de los peces bajo cultivo para llevar un seguimiento de la biomasa total de la jaula y del crecimiento de los peces.

1- INTRODUCCION

México como país consumidor de pescados y mariscos, requiere de una investigación biotecnológica tendiente a desarrollar métodos y técnicas de producción acuacultural con el fin de reproducir, repoblar y aumentar la producción de aquellas especies que son o han sido sometidas a una fuerte presión de pesca.

Baja California Sur por su situación geográfica y las dimensiones de sus litorales tiene a la actividad pesquera como una de sus principales fuentes productivas, además por sus características ecológicas y oceanográficas es un lugar adecuado para fomentar el desarrollo de la maricultura. Actualmente, el desarrollo de la producción acuacultural se ha visto frenado principalmente por la falta de un suministro continuo de píd de crfa, y un financiamiento eficiente.

En México, el Instituto Nacional de la Pesca (INP) tiene como objetivos fomentar el desarrollo de la acuicultura a través de los Centros Regionales de Investigación Pesquera (CRIPs). En La Paz, B. C. S. el CRIP en colaboración con la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) está desarrollando el cultivo de peces marinos en jaulas flotantes, para ello cuenta con el apoyo de otras instituciones de investigación y docencia como lo son el Instituto Tecnológico del Mar de Guaymas, Unidad La Paz, la Delegación Federal de Pesca en B. C. S. y la Dirección Fomento Pesquero del Gobierno del Estado, esto es con el fin de evitar la duplicación de esfuerzos y aprovechar los recursos e infraestructura disponible; así como capacitar y formar recursos humanos en el campo del cultivo intensivo de los peces marinos.

El cultivo de los peces marinos en jaulas flotantes se identifica a nivel mundial como un método de acuicultura intensiva. Estos métodos optimizan el uso del agua debido al intercambio continuo de agua a través de las redes, gracias a las corrientes preexistentes en el área que facilita la dispersión de los exometabolitos y restos de alimento. Además porque se aprovecha la columna de agua lo que permite tener una mayor densidad de peces en las jaulas, dando como resultado una buena cosecha y captación de mejores ingresos económicos.

Los métodos de cultivo de peces marinos en jaulas flotantes están siendo utilizados en muchos países del mundo como China, Japón, India, Indonesia, Filipinas, Tailandia, Francia, España, Israel, etc., mientras que en América se encuentra en sus inicios en los países de la región del Caribe como Rep. Dominicana, Pto. Rico, Jamaica, Haití, Cuba, Martinica, Colombia, y Venezuela, así como en Estados Unidos de Norteamérica (Tucker y Jory, 1991). En México el INP con el apoyo de JICA, ha iniciado en forma experimental el cultivo de peces marinos en jaulas flotantes, seleccionándose a Bahía Falsa, B.C.S. por su localización y buenas condiciones oceanológicas para el crecimiento de peces. Además, posee un alto índice de productividad, está libre de contaminantes y presenta una buena dinámica de corrientes. Estas características nos permiten considerarla un

buen campo para la investigación sobre cultivo de peces, adoptando tecnologías existentes o generando nuevos diseños.

El cultivo en jaulas flotantes tiene como ventaja su bajo costo, y como desventaja su poca durabilidad, estimada aproximadamente en cinco años. Este tipo de cultivo es de alta densidad, lo que permite recuperar fácilmente su inversión y ampliar la capacidad de cultivo, es por esto que puede resultar atractiva esta actividad para el pescador, como una alternativa o complemento a su trabajo, para que eleven el volumen de sus capturas y provea de alimento proteico de buena calidad a la población.

El objetivo de la publicación de este manual, es parte de una transferencia técnica del Gobierno de Japón para el desarrollo de peces marinos en México. Pocos manuales existen sobre este tema, dificultándose las referencias para la construcción de los sistemas de cultivo en jaulas flotantes para peces marinos, por lo que básicamente se pretende presentar de una forma fácil y sencilla, la construcción de un tipo de balsas de madera y de jaulas, explicando también qué materiales y en qué cantidad son necesarios para cada cosa, así como sus costos en la región.

2- PECES POTENCIALES PARA ACUACULTURA

En la selección de peces para cultivo es de primordial relevancia la aceptación de su consumo y mercado, algunos criterios importantes a considerar, según Marquez-Arias (1982) son:

- a)- Aceptación del producto en varias formas de procesado y presentación que influyen en la posibilidad de sacar al mercado grandes cantidades de pescado a precios favorables.
- b)- Criterios biológicos que proporcionan a las especies las características fisiológicas, etológicas y la maleabilidad genética necesaria para la domesticación, así como el costo de alimentación, facilidad de propagación o reproducción, resistencia a enfermedades, velocidad de crecimiento y tasa de supervivencia.
- c)- Adaptabilidad a las zonas y técnicas de cultivo, a los sistemas de explotación y posibilidades económicas concretas.

En Baja California Sur las especies con potencial para ser cultivadas debido a la calidad de su carne y a su alto valor en el mercado son:

De la familia Centropomidae

- el robalo (seabass, snook, barramundi, robalo prieto, robalo de aleta amarilla),

De la familia Serranidae

- las cabrillas (meros, seabass, groupers),

De la familia Lutjanidae

- los pargos (snapper), y

De la familia Carangidae

- los pámpanos (pompanos)

De acuerdo al Servicio Nacional de Información de Mercados (1991) y del Marine Fisheries Information System (1989-1990) las especies con más alto valor comercial son los robalos, los pámpanos, los pargos y cabrillas (Cuadro 1)

Cuadro 1. Precio de mercado del pescado entero (1 Kg) para 1989, 1990 y 1991.

Especie	Florida, Fl	México, D.F.
	1	2
Pámpano	6.49	5.08
Robalo	8.89	4.76
Cabrilla	2.96	4.44
Pargo	5.45	2.54

Fuente: ¹Florida Department of Natural Resources
²Precios de venta al mayoreo en el mercado de La Viga Méx. D.F.

ROBALOS

El robalo es un buen candidato para cultivarse por su calidad alimenticia y alta aceptabilidad, estos peces son gregarios y toleran altas densidades bajo condiciones de cultivo, se desarrollan normalmente a temperaturas de 27 - 28°C pero pueden sobrevivir a temperaturas extremas de 10 a 35°C y pueden soportar concentraciones de hasta 1.0mg/litro de oxígeno disuelto. El principal problema para su cultivo es la pobre sobrevivencia larval durante la primera semana de vida (Chávez, 1981).

Las poblaciones de robalo en Baja California no son muy importantes, debido a que requieren de la influencia del agua dulce de los ríos para su reproducción.

CABRILLAS

Las cabrillas igual que los meros son nombres comúnmente dados a algunas especies de la familia Serranidae (Cuadro 2), estos peces son generalmente de boca grande y mandíbulas y dientes fuertes, tienen una o más espinas operculares proyectadas hacia atrás justo antes del opérculo. Muchas de las cabrillas son hermafroditas sincrónicos

durante toda su vida, otras presentan reversión sexual con la edad (hermafrodita secuencial). Todas son predadoras voraces de peces y crustaceos y presentan un amplio rango en tamaños, los hay desde una libra hasta 1000 lb como el *Epinephelus itajara* (Thomson, et al, 1987).

Cuadro 2. Especies de cabrillas con valor comercial.

Nombre científico	Nombre común	Tamaño (cm)	Peso (Kg)
<i>Epinephelus itajara</i>	mero	240	318
<i>E. analogus</i>	c.pinta	80	9
<i>Paralabrax</i> <i>maculatofasciatus</i>	c.arenera	56	
<i>E. acanthistius</i>		100	9
<i>Mycteroperca</i> <i>jordani</i>		150	91
<i>M. rosacea</i>	c. sardinera	100	12

PARGOS

Los pargos constituyen una de las más grandes familias (Lutjanidae) de peces marinos de aguas tropicales altamente apreciados como alimento (Cuadro 3), la mayoría son peces de arrecifes, pero algunas especies, especialmente los juveniles son habitantes del manglar estuarino. Algunos son peces de aguas profundas, como el pargo rojo explotado comercialmente, otros pocos se encuentran en media agua. En los mares tropicales éstos tienen fama de ser ciguatóxicos (veneno de los peces carnívoros tropicales), afortunadamente en el Golfo de California no se ha dado la ciguatera (Thomson, et al, 1987).

En el Golfo de California se han identificado nueve especies de la Familia Lutjanidae pertenecientes a tres géneros; cinco especies son comunmente encontradas alrededor de los arrecifes costeros, dos se encuentran en aguas profundas, uno a media agua y la otra es una especie estuarina (Thomson, et al, 1987 y Gotshall, 1987).

La mayoría de los pargos se reconocen por su hocico o morro moderadamente largo, boca pequeña, mandíbulas fuertes y robustos dientes caninos. La especie *Lutjanus analis* mantenida en cautiverio con un alimento a base de sardina fresca ha crecido de 44 g hasta 209 g en 153 días con un Factor de Conversión Alimenticia (FCR) de 13.6:1 (Tucker y Jory, 1991).

Cuadro 3. Especies de pargos con valor comercial.

Nombre científico	Nombre común	Tamaño (cm)	Peso(Kg)
<i>Hoplopagrus guentheri</i>	coconaco	80	13.6
<i>Lutjanus argentiventris</i>	pargo amarillo yellow snapper	60	9.0
<i>L. novemfasciatus</i>			45.0
<i>L. guttatus</i>	spotted rose snapper	80	
<i>L. aratus</i>	mullet snapper		
<i>L. peru</i>	pacific red snapper pargo colorado, y huachinango.		

PAMPANOS

Los pámpanos pertenecen a la familia Carangidae del grupo de los jureles, caballas, palometas y pámpanos. Los peces de género *Trachinotus* son mundialmente apreciados como alimento, por lo que se les ha dado mucha atención como candidatos para la acuicultura. Algunos factores que justifican el interés de su cultivo son su alto valor en el mercado, su resistencia a enfermedades, manipulación y hacinamiento, relativa capacidad de tolerancia a rigurosas condiciones ambientales ya que pueden sobrevivir a temperaturas de 12 a 34°C, toleran alta turbidez, cambios rápidos de pH y concentraciones de oxígeno disuelto hasta de 3 mg/l (Tucker y Jory, 1991). Asimismo presentan un buen crecimiento bajo condiciones de cultivo, por ejemplo las palometas pueden crecer de 15 a 260 g en cinco meses alimentándose con pescado de desecho y alimentándose con pellets crecen hasta 300 g (Tucker y Jory, 1991)

3- SELECCION DE SITIO

Una premisa importante a considerar en la selección de los sitios para acuicultura es la calidad del agua, este concepto engloba todos los factores físicos, químicos y biológicos que influyen en el uso benéfico del agua. En el cultivo de peces, cualquier factor que afecte la sobrevivencia, reproducción, crecimiento, producción o manejo de los organismos es una variable de la calidad del agua (Peñaloza-Millán y Muñoz-Cabrera, 1990). Algunos de estos factores importantes son: corrientes, profundidad, oxígeno disuelto, temperatura, salinidad y niveles de contaminación del agua. Además, el sitio seleccionado deberá estar protegido de los vientos fuertes y la acción de las mareas. Otro factor importante es que el sitio debe ser fácilmente accesible.

Los cuerpos de agua costeros que circundan la Bahía de La Paz son sitios favorables para la instalación de jaulas flotantes para el cultivo de peces marinos, porque la calidad del agua cumple con las características mencionadas. El sitio o área elegida para iniciar ex-

perimentalmente el cultivo de peces marinos en jaulas flotantes en La Paz, Baja California Sur fué Bahía Falsa.

3.1- DESCRIPCION DEL AREA

Las instalaciones flotantes para el cultivo de peces marinos se ubican en Bahía Falsa (Figura 1), entre los paralelos $24^{\circ}16'$ y $24^{\circ}14'$ de latitud Norte y entre los meridianos $110^{\circ}18'30''$ y $110^{\circ}19'10''$ de Longitud Oeste. Este cuerpo lagunar costero se localiza a 3 Km. al sur del Puerto de Pichilingue y a 14 Km. de la Ciudad de La Paz. Esta zona posee buen acceso por carretera y por agua, esta protegida de los vientos y alejada del canal de navegación del Pto. de Pichilingue y de la Bahía de La Paz.

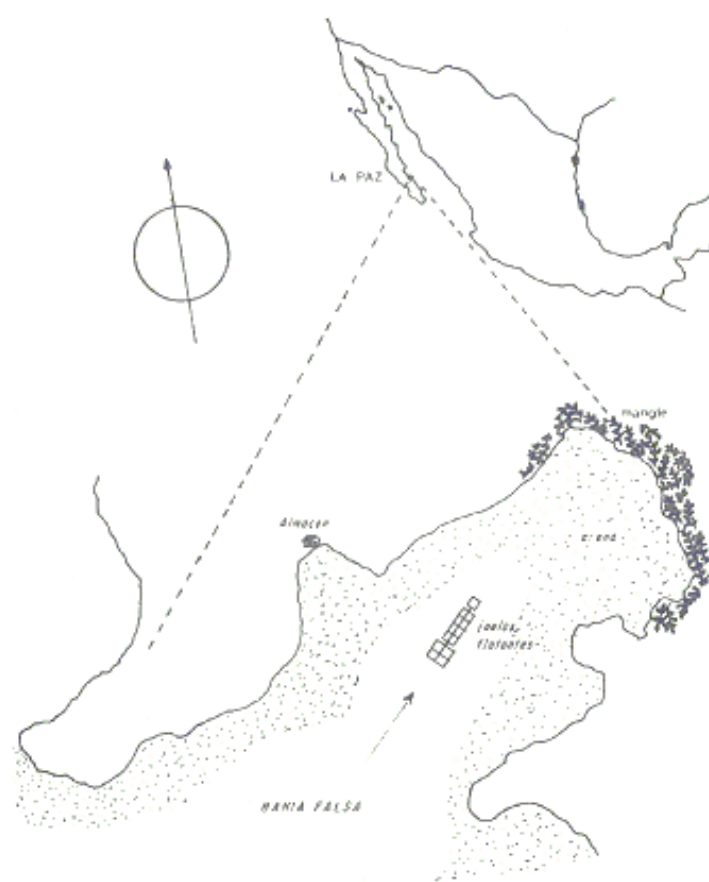


Fig. 1.- Localización del cultivo de peces marinos en jaulas flotantes en Bahía Falsa, La Paz, B.C.S.

CLASIFICACION:

Bahía Falsa se clasifica como una laguna costera tipo Karstica (Contreras, 1985), sin barrera física, con o sin escurrimiento, salinidad normal, boca abierta con una longitud aproximada de 1.625 Km. y profundidad media de 12 m.

CLIMA:

Semicálido muy seco con temperatura media anual de 39°C y una mínima de 6°C, con lluvias ocasionales en verano e invierno con una precipitación promedio de 75 - 350 mm y una evaporación de 276 mm. Los vientos dominantes de Noviembre a Marzo son del noroeste "Collas" con una velocidad promedio de 12.2 m/seg de Abril a Octubre los vientos tienen dirección Sureste "Coromueles" con una velocidad promedio de 2m/seg y un máximo en Septiembre con 20 m/seg.

PROFUNDIDAD:

Bahía Falsa tiene un canal principal con una profundidad media de 7 a 9 metros en la punta del canal y de 13 metros en la boca, según la carta de navegación 21120 (Defense Mapping Agency Hydrographic Center, Wash. D.C., 1978). Las jaulas flotantes se ubican en este canal a una profundidad mínima de 7m en marea baja. Actualmente no se maneja una profundidad fija establecida para la instalación de estas artes de cultivo, ya que ésta dependerá de la especie seleccionada, y de las condiciones ambientales del sitio de cultivo.

CORRIENTE:

El área seleccionada deberá ser protegida de la acción del oleaje y corrientes fuertes, el oleaje no debe exceder de 2 metros de altura ya que se podrían quebrar las estructuras de las balsas, mientras que las corrientes que exceden los 100 cm/seg (2 nudos) causarán excesivo arrastre sobre el sistema de anclaje de la balsa. Una velocidad de corriente aceptable es de 20 a 50 cm/seg ya que ésta es suficiente para mantener un buen intercambio de agua, remover los productos de desecho y mantener el nivel de oxígeno disuelto en un rango no menor de 4 a 5 ppm.

En el área donde se instalaron las jaulas no se midieron las corrientes, pero en el lapso en que se ha estado trabajando en las jaulas (un año), no se ha observado ningún efecto de las corrientes en el anclaje de la balsa. El oleaje es cuando mucho de 50 cm de altura y el rango entre mareas es de 1 a 2 metros.

OXIGENO DISUELTO y pH:

Los niveles de oxígeno disuelto en el agua permanecen generalmente altos con un rango anual de 5.5 a 7.8 ml/l y un promedio anual de 7.04 ml/l (Cuadro 4). El nivel de pH en Bahía Falsa permanece casi constante todo el año con un promedio de 7.99 y un rango de 7.74 a 8.20.

SALINIDAD:

El agua de Bahía Falsa tiene una salinidad más o menos estable en un rango anual de 35 a 36‰. La estratificación de la salinidad en la zona mencionada es muy pequeña. Sin embargo ésta no parece afectar negativamente a las especies estuarinas (pargos y robalos) cultivados en Malasia y Tailandia.

TEMPERATURA:

En Bahía Falsa la temperatura del agua permanece casi constante todo el día, presentando un promedio anual de 24.30°C con una mínima de 20°C en Enero y una máxima de 30°C en Octubre (Cuadro 4)

FOULING Y CONTAMINACION:

El "Fouling" u organismos que se incrustan o fijan en la redes de las jaulas, cabos, flotadores, boyas y madera de las balsas es más rápido en áreas de poco movimiento, esto hace que sea más frecuente la limpieza de las jaulas para facilitar el intercambio de agua. Los principales organismos que componen el "Fouling" son los balanus, poliquetos, tunicados y algas. La tasa de ocurrencia y predominancia varía con la localidad y la estación del año. El tiempo observado para los cambios de jaula depende del tamaño de la luz de malla. En Bahía Falsa se ha observado que es necesario cambiar las jaulas cada 10-15 días cuando la luz de malla es de 2mm, de 30-45 días cuando la luz de malla es de 2.5-5.0 cm. Cuando se usa jaula protectora con más de 10 cm de luz de malla, el cambio se realiza cada seis meses.

Cuadro 4. Principales parámetros físico-químicos del agua en Bahía Falsa, B.C.S.

Fecha	Temperatura (°C)	pH	Oxígeno (ml/l)	Coliforme ppm
Enero	20	7.7	6.99	< 3
Febrero	21	8.2	6.7	< 3
Marzo	21.5	7.9	7.2	< 3
Abril	23	8.1	7.3	< 3
Mayo	25.5	8.0	7.8	< 3
Junio	23	8.0	7.8	< 3
Julio	25	8.0	7.1	< 3
Agosto	27	8.0	6.4	
Septiembre	27	7.9	7.5	< 3
Octubre	30	8.1	5.5	< 3
Noviembre	25.5	--	--	< 3
Diciembre	22.5	--	--	< 3

La contaminación de las aguas costeras normalmente se debe a las descargas de aguas negras, afluentes agrícolas y/o industriales. Los niveles de bacterias, amonio, fosfatos y fósforo de las aguas negras y los metales pesados y sustancias químicas de los afluentes industriales pueden alcanzar niveles letales para los peces y para el mismo hombre. La mortalidad de los peces puede también elevarse debido al florecimiento de fitoplacton

especialmente de dinoflagelados. En la Bahía de La Paz el mayor índice de diversidad de dinoflagelados se presenta en Agosto, mientras que la mayor abundancia de fitoplancton se registró durante el invierno con un número promedio de 1708.95 cel/ml (Signoret y Santoyo, 1980).

Bahía Falsa se encuentra lejos de los focos de desarrollo urbano, por lo que los niveles de contaminación en esta Bahía se encuentran dentro de los límites de seguridad aceptables para el hombre, siendo el rango anual de 3 a 7 NMP/100 ml de coliformes (Cuadro 4). Los niveles máximos permisibles para las bacterias fecales es de 200 NMP/100ml (según las normas publicadas en el diario oficial del 13 de Diciembre de 1989).

4- CONSTRUCCION DE BALSAS

Las balsas son las estructuras usadas para dar soporte o sustentación a las jaulas flotantes para el cultivo de peces marinos. La estructura es mantenida en suspensión por flotadores, éstos usualmente son tambores (bidones o recipientes) de metal o plástico, así como barras de poliestireno o styrofoam. La estructura de la balsa se mantiene fija por el anclaje; el lastre usualmente es un block de concreto amarrado a un ancla o grampín para evitar el desplazamiento o arrastre.

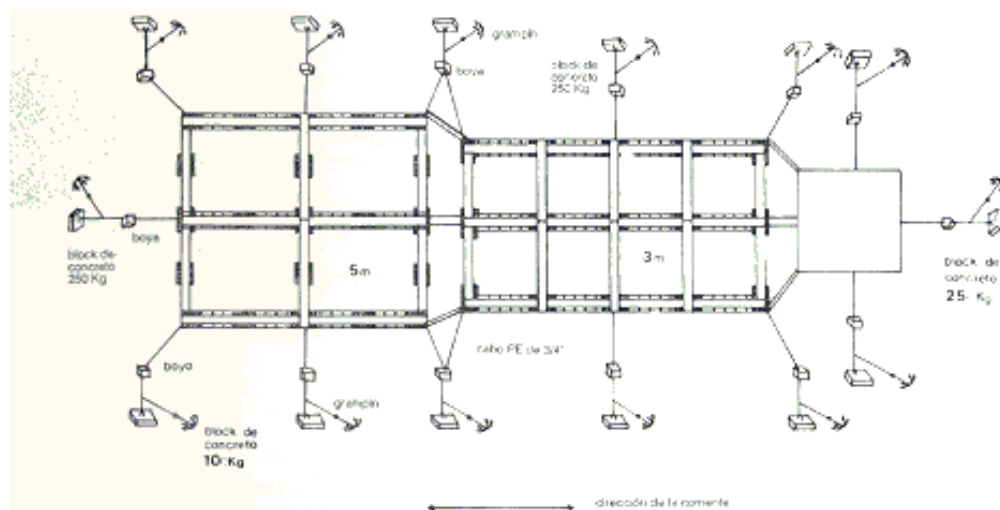


Fig. 2.- Esquema general de la Unidad de cultivo en jaulas flotantes en Bahía Falsa, B.C.S.

Los materiales para la construcción de las estructuras de la balsa pueden ser barrotes y tablas de madera, bambú o tubos galvanizado. El material seleccionado deberá ser lo bastante fuerte como para soportar la presión causada por el movimiento de la balsa y la acción de las olas.

En Bahía Falsa se instalaron dos balsas y una plataforma de trabajo (Figura 2), estas

estructuras se construyeron con barrotes y tablas de madera, materiales recomendados por su disponibilidad y duración a las condiciones locales. Esta construcción ocupa un área de 625 m², considerando el anclaje, el área específica ocupada por las balsas y la plataforma constituyen el 35%.

4.1 - ESTRUCTURAS

De acuerdo a un diseño experimental para el cultivo de peces marinos, se construyó una balsa de 10.8m x 11.47m destinada para dar soporte a cuatro jaulas de 5m x 5m x 3m (Figura 3) en la que se podrá mantener y acondicionar el stock de peces reproductores y/o llevar hasta la fase de tamaño comercial a los peces cultivados.

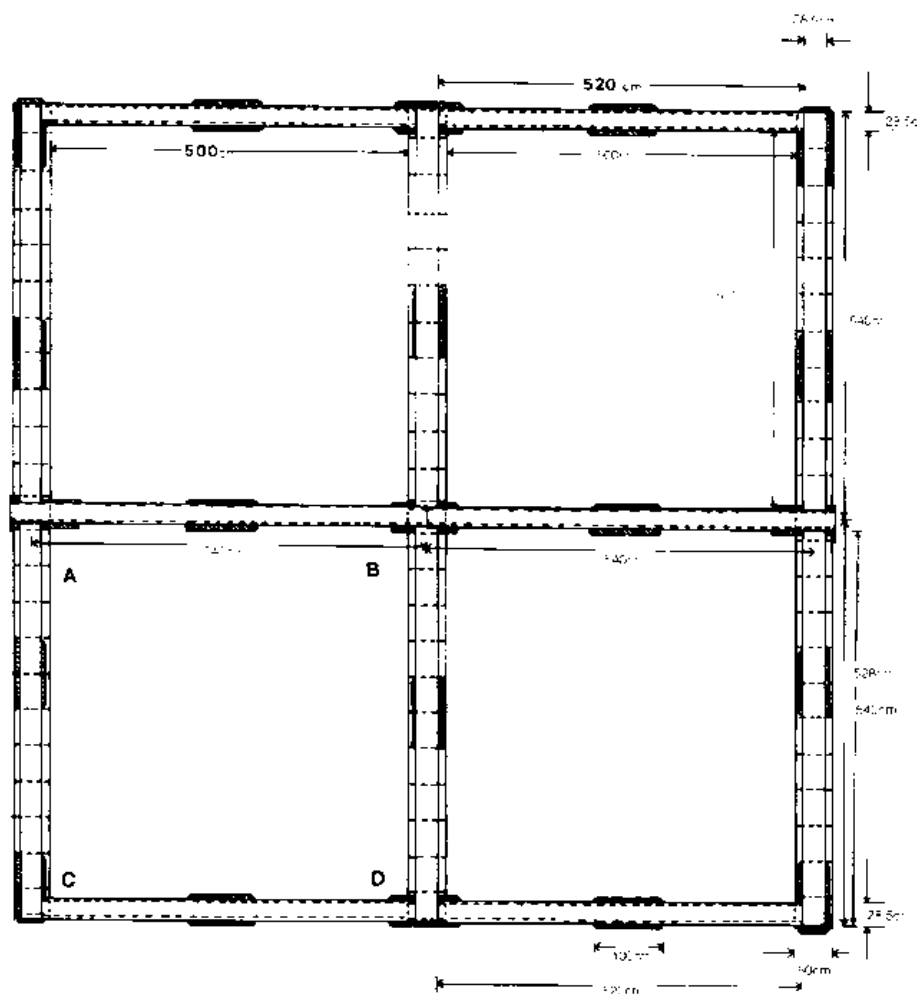


Fig. 3.- Estructura de la balsa de 10.8m x 11.47m para soporte de cuatro jaulas flotantes de 5m x 5m x 3m.

Para la construcción de la balsa de 10.8m x 11.47m (Fig. 3) se armaron seis estructuras en forma de escalera, utilizando para cada una de ellas un par de barrotes de madera de 3.8cm x 9.0cm x 540cm, unidos por pequeños barrotes de madera de 3.8cm x 9.0cm x 50cm colocados cada 50cm y atornillados a los barrotes largos (ver Cuadro 5 para lista de

de materiales), sobre estas estructuras se fijó con clavos galvanizados de 2.5" una tabla de 3.8cm x 28.5cm x 528cm para poder caminar sobre ella. Estas estructuras se unieron en los extremos de dos tablas de 3.8cm x 28.5cm x 575cm, reforzadas por un par de barrotes de 3.8cm x 9.0cm x 540cm clavados en su cara inferior, que sirvieron de eje central del cuadro. Para cerrar el cuadro se unieron a los extremos de las estructuras cuatro tablas de 3.8cm x 28.5cm x 520cm, reforzadas igualmente por un par de barrotes de 3.8cm x 9.0cm x 520cm, en la figura 4 se observan los detalles de las uniones.

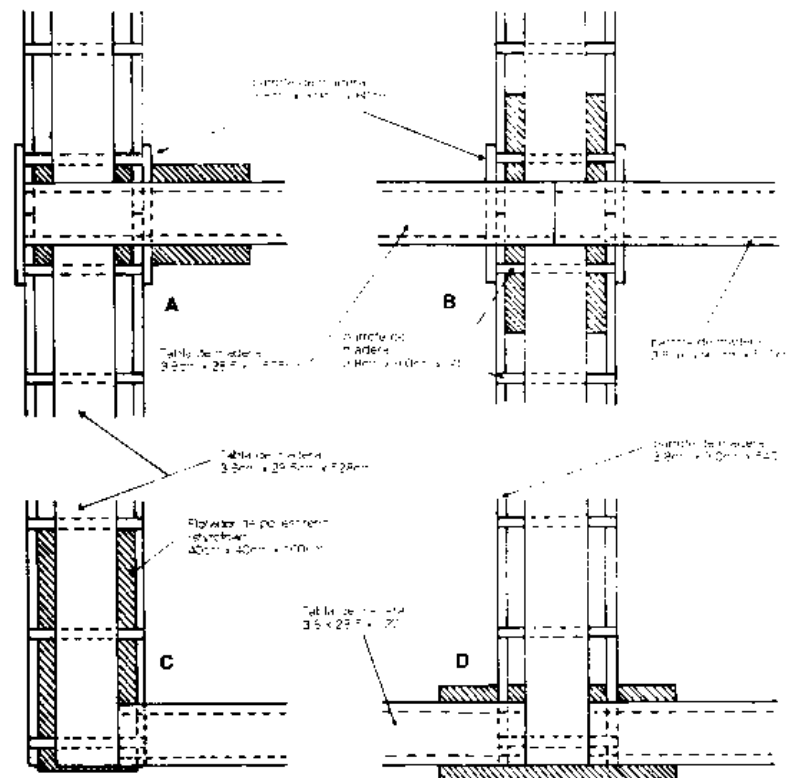


Fig. 4.- Detalle de la estructura de la balsa de 10.8m x 11.47m.

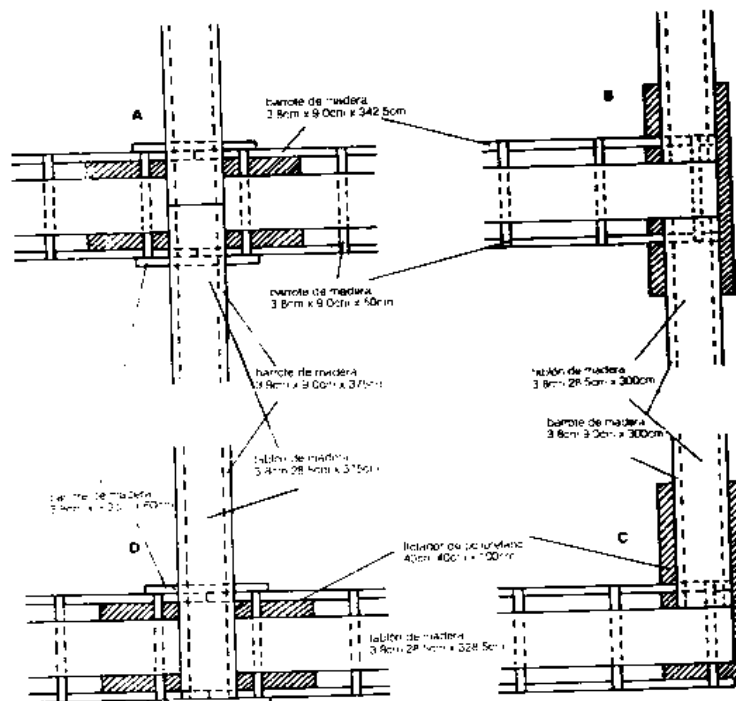
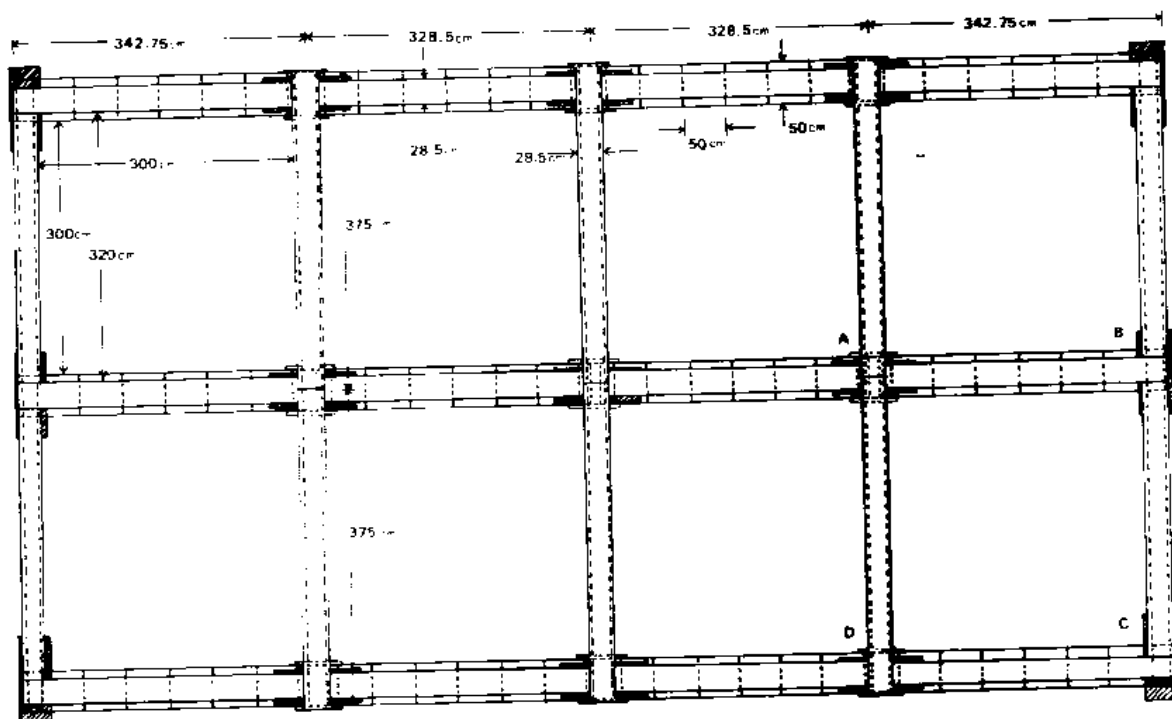
Para el cultivo de los peces juveniles se construyó una balsa de 13.43m x 7.5m diseñada para soportar ocho jaulas de 3m x 3m x 2m, por lo que fué necesario dejar exactamente las dimensiones interiores de 3m x 3m. Para la construcción de esta balsa se siguió el diseño mostrado en el esquema de la Figura 5 utilizándose los materiales enlistados en el Cuadro 6, los detalles de la estructura de madera se muestran en la Figura 6. A este tipo de balsa se le adoptó en las esquinas unas estructuras que además de reforzar la parte interior de la balsa, sirven para fijar los aparejos que le darán forma y soporte a las jaulas de 3m x 3m x 2m (Figura 7)

Cuadro 5. Materiales para la construcción de una balsa de madera de 10.8 m x 11.47 m con cuatro claros de 5m x 5 m.

Balsa 1		
Dimensiones: 10.8m x 11.47m		
a)- Materiales para la estructura de madera:		
Materiales	Dimensiones	Cantidad
Barrotes de madera	3.8cm x 9.0cm x 540cm	16 pzas
	3.8cm x 9.0cm x 520cm	8 pzas
	3.8cm x 9.0cm x 100cm	10 pzas
	3.8cm x 9.0cm x 50cm	78 pzas
	3.8cm x 9.0cm x 60cm	6 pzas
Tablas de madera	3.8cm x 28.5cm x 575cm	2 pzas
	3.8cm x 28.5cm x 528cm	6 pzas
	3.8cm x 28.5cm x 520cm	4 pzas
Tornillos galvanizados con doble tuerca hexagonal y arandela	28cm (1/2" Ø)	44 pzas
	24cm (1/2" Ø)	136 pzas
	12cm (1/2" Ø)	40 pzas
b)- Materiales para los flotadores:		
Barra de poliestireno	40cm x 40cm 100cm	21 pzas
Lona de plástico flexible	1.5m x 2.0m	21 pzas
Cabo de polipropileno para amarrar el flotador	5/16" Ø	150 metros

Cuadro 6. Materiales para la construcción de una balsa de madera de 13.43 m x 7.5 m con ocho claros de 3 m x 3 m.

Balsa II		
Dimensiones: 13.43m x 7.5 m		
a)-Materiales para la estructura de madera:		
Materiales	Dimensiones	Cantidad
Barrotes de madera	3.8cm x 9.0cm x 375cm	12 pzas
	3.8cm x 9.0cm x 342.75cm	12 pzas
	3.8cm x 9.0cm x 328.5cm	12 pzas
	3.8cm x 9.0cm x 50cm	78 pzas
	3.8cm x 9.0cm x 60cm	18 pzas
Tablas de madera	3.8cm x 28.5cm x 375cm	6 pzas
	3.8cm x 28.5cm x 328.5cm	6 pzas
	3.8cm x 28.5cm x 320cm	4 pzas
	3.8cm x 28.5cm x 300cm	6 pzas
Tornillos galvanizado con doble tuerca hexagonal y arandela	28cm (1 2" O)	44 pzas
	24cm (1 2" O)	136 pzas
	12cm (1/2" O)	40 pzas
b)-Materiales para los flotadores:		
Barra de poliestireno	40cm x 40cm x 100cm	21 pzas
Lona de plástico flexible	1.5m x 2.0m	21 pzas
Cabo de polipropileno para amarrar el flotador	5/16" O	150 metros
c)- Estructura de soporte:		
Tubo galvanizado con escuadra de fierro protegido con pintura anticorrosiva	2" O y 250 cm de largo	32 pzas



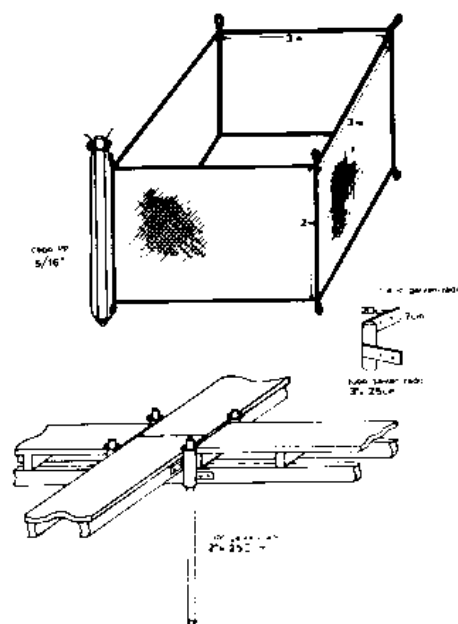


Fig. 7.- Detalles de los aparejos para reforzar las esquinas de las jaulas de 3m x 3m x 2m.

Para complementar la unidad de cultivo se requiere de una plataforma flotante para facilitar la operación del trabajo en las balsas. Esta plataforma debe contar con un área de sombra y una pequeña caseta de acuerdo al esquema de la Figura 8, sus funciones son las de permitir el almacenaje y realización del trabajo de medición de los peces en cultivo, registro de parámetros ambientales y de algunos análisis biológicos.

En la construcción de la plataforma se utilizan los materiales relacionados en el Cuadro 7, para su flotación se requiere de 14 barras de poliestireno cubiertos con lona plástica flexible observándose una flotabilidad del 75%.

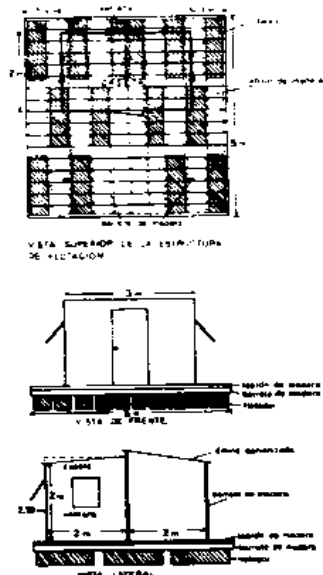


Fig. 8.- Detalles de la estructura de la plataforma de 4.8m x 4.8m para trabajo de campo..

Cuadro 7. Materiales para construir una plataforma de madera de 4.8 m x 4.8 m.

Plataforma de madera Dimensiones: 4.8 m x 4.8 m		
a)-Materiales para plataforma:		
Materiales	Dimensiones	Cantidad
Barrotes de madera	3.8cm x 9.0cm x 480cm	13 pzas
Tablas de madera	3.8cm x 28.5cm x 480cm	17 pzas
Clavos galvanizados	2.5"	2kg.
b)-Materiales para caseta		
Barrotes de madera	3.8cm x 9.0cm x 200cm	6 pzas
	3.8cm x 9.0cm x 250cm	6 pzas
	3.8cm x 9.0cm x 350cm	6 pzas
Hoja de triplay de 1/4" (8ft)	240cm x 120cm	10 pzas
Fajilla de madera		20 pzas
Lámina galvanizada	240cm x 120cm	12 pzas
Pares de bisagras de 3"		8 pag.
Clavos de 2.5"		1 kg.
Clavos de 1.0"		1 kg.
Tornillos galvanizados	1/4" x 4"	24 pzas
Arandela galvanizada		4kg.
c)- Materiales para Flotadores:		
Barras de poliestireno	40cm x 40cm x 150cm	14 pzas
Lona plástica flexible	200cm x 150cm	14 pzas
Piola de nylon tratada #19	1 rollo	1 pza
Cabo de Polipropileno para amarre de flotador	5/16"Ø	150 mts

5- INSTALACION DE BALSAS

a)-FLOTACION

En tierra se construyen las estructuras que conformarán las balsas junto con el forrado de lona de los flotadores y los accesorios necesarios para su anclaje. En la playa se arman las estructuras y se amarran los flotadores en los extremos distales y partes medias de la balsa, utilizando para ello 7.0m de cabo de polipropileno de 5/16"Ø.

Generalmente, en las balsas con espacios interiores de 3 m, los flotadores se colocan en las uniones de las estructuras para que refuercen estos puntos. Cuando la balsa tiene espacios interiores de 5m x 5m, es necesario colocar flotadores intermedios como soportes (Figuras 3 y 5).

La balsa totalmente armada se lleva al agua en donde una embarcación con motor fuera de borda (22 ft de eslora y 48 HP es suficiente) la remolca hasta el lugar adecuado. Normalmente se selecciona el área de canales de las bahías, por ser estos sitios las zonas con mayor intercambio de agua.

Generalmente para una buena flotabilidad de una estructura completa se requiere de flotadores con una capacidad de flotación del 70%. En el caso de usarse bidones o contenedores de metal o plástico con capacidad de 180 litros se requiere de 8 a 10 bidones para la unidad de una balsa de 5m x 5m. En el caso de utilizar barras de poliestireno de 40cm x 40cm x 100cm (con capacidad de flotación de 70-75%) se requiere únicamente de ocho piezas para una misma unidad de balsa de 5m x 5m.

b)-ANCLAJE

Las balsas se colocan a lo largo, en el área del canal principal orientados en dirección de la corriente, es entonces que se unen entre sí por medio de tabloncillos de madera de 3.8cm x 28.5cm x 200cm colocados en su parte media, éstos sirven como puentes para el paso de una balsa a otra; asimismo, para evitar el choque y mantener una distancia fija entre las balsas, se amarra un barrote de madera de 3.8cm x 9.0cm x 200cm esquina contra esquina.

Para fijar su posición tanto vertical como horizontal se utilizan blocks de concreto armado con varilla corrugada de 3/4" de 100 y 250 kg apoyados con grampines de varilla corrugada de 1" (Cuadro 8), éstos se instalan de la siguiente forma:

- 1)- se ubica la balsa en el lugar deseado y se orienta en dirección de la corriente de agua.
- 2)- en cada una de dos embarcaciones con motor fuera de borda situados en los extremos distales opuestos de la balsa, se coloca un bloque de concreto en proa, éstos son amarrados con 18 metros de cabo PE de 3/4" a una boya de poliestireno de 50cm x 40cm x 40cm y ésta con 5 metros del mismo cabo a la balsa.

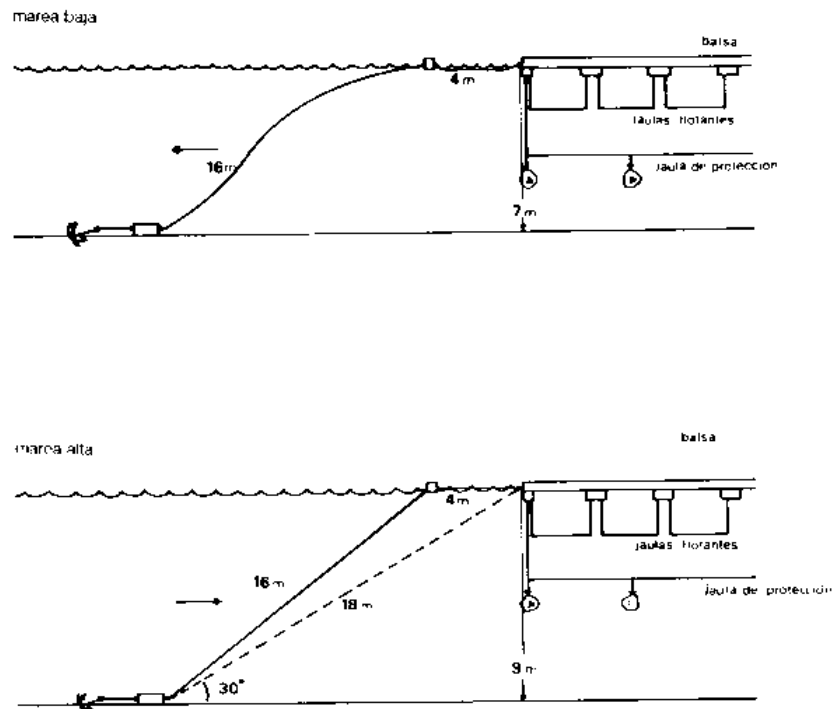


Fig. 9.- Sistema de Instalación de anclaje.

Cuadro 8. Materiales necesarios para el anclaje.

Materiales	Dimensiones	Unidades
Block de concreto con varilla corrugada de 3/4" protegida con pintura anticorrosiva	100 kg	12 pzas
	250 kg	2 pzas
Grampín de varilla corrugada 1", protegido con pintura anticorrosiva	1.5" x 50cm	14 pzas
Guardacabos de 3/4"		14 pzas
Grilletes	1"	14 pzas
Boya: cubo de poliestireno	50cm x 40cm x 40 cm	14 pzas
cubierta de lona plástica flexible	1.5m x 1.5m	14 pzas
Cabo PE de 3/4" Ø del block de concreto a la balsa	20 mts	14 tramos
Cabo PE de 3/4" Ø del block de concreto al grampin	3 mts	14 tramos

6- CONSTRUCCION DE JAULAS

La unidad de cultivo en jaulas flotantes consiste de la jaula y de la estructura de soporte y flotación. La construcción de la jaula dependerá del tamaño del cultivo, del manejo y tamaño de los peces. Las jaulas podran ser de diferentes formas, dimensiones y tamaño de malla.

Generalmente las jaulas se clasifican en cuatro tipos en base al tamaño de los peces:

1 - Para el crecimiento de alevines (5-10 cm), jaulas con un tamaño de malla de 1-2 mm.

2 - Para el crecimiento de juveniles (10-15 cm), jaulas con un tamaño de malla de 6-8 mm (5/16").

3.- Para el crecimiento de juveniles preadultos (15-20 cm), jaulas con un tamaño de luz de malla de 2.5 cm (1").

4.- Para el crecimiento y engorda al tamaño comercial (hasta los 30 cm) y para el mantenimiento del stock de reproductores se utilizan jaulas con una luz de malla de 3-5 cm (2").

El material mas utilizado para la manufactura de las jaulas es polietileno (PE), fibra sintética recomendada por ser altamente resistente y presentar alta resistencia a la abrasión, además es menos cara que otros materiales disponibles (Cuadro 9).

La forma de las jaulas puede ser cuadrada, rectangular, hexagonal y octagonal. Las jaulas utilizadas para el programa de cultivo experimental en La Paz, Baja California Sur, se diseñaron bajo el esquema de cajas cuadradas, empleándose diferentes mallas y cabos de acuerdo al tamaño de los peces.

Cuadro 9. Comparación de fibras sinteticas.

Tipo	Fuerza de resitencia	Durabilidad	Resistencia a la Abrasión	Costo
polietileno (PE)	alta	media	alta	barato
poliamida (PA)	muy alta	media	muy alta	muy caro
poliester (PES)	alta	alta	alta	muy caro
polipropileno (PP)	muy alta	medio baja	media	caro
poli vinyl chloride (PVC)	baja	muy alta	alta	caro
polivinylidene (PVD)	baja	alta	alta	caro
poliviny alcohol (PVA)	media	alta	alta	caro

Fuente: Klust, G. 1973. Netting materiales for fishing gear. FAO Fishing Manual, Fishing News Ltd, London England, 173 pp.

JAULA PARA ALEVINES

Las jaulas para el crecimiento de alevines de 5 a 10 cm, miden 1.0m x 1.5m x 1.0 m, se construyeron con tela plástica de mosquitero con luz de malla de 2 mm de acuerdo al esquema de la figura 10. En su manufactura se necesitó de un corte lateral de forma rectangular de 1.0m x 5.0m (más la tela necesaria para la costura), y para el fondo un corte rectangular de 1.0m x 1.5m más 5 cm de cada lado para las costuras, las cuales deben reforzarse para soportar el peso de un marco de PVC hidráulico lleno de arena, que servirá para mantener la forma de la jaula y darle lastre. En la parte superior de la jaula se costurará una jareta reforzada por donde pasará un cabo de PP DE 5/16", éste servirá de soporte para los amarres de la jaula a la balsa. En el Cuadro 10 se especifican los costos de los materiales utilizados, los cuales suman un total de \$92,663.00 por jaula.

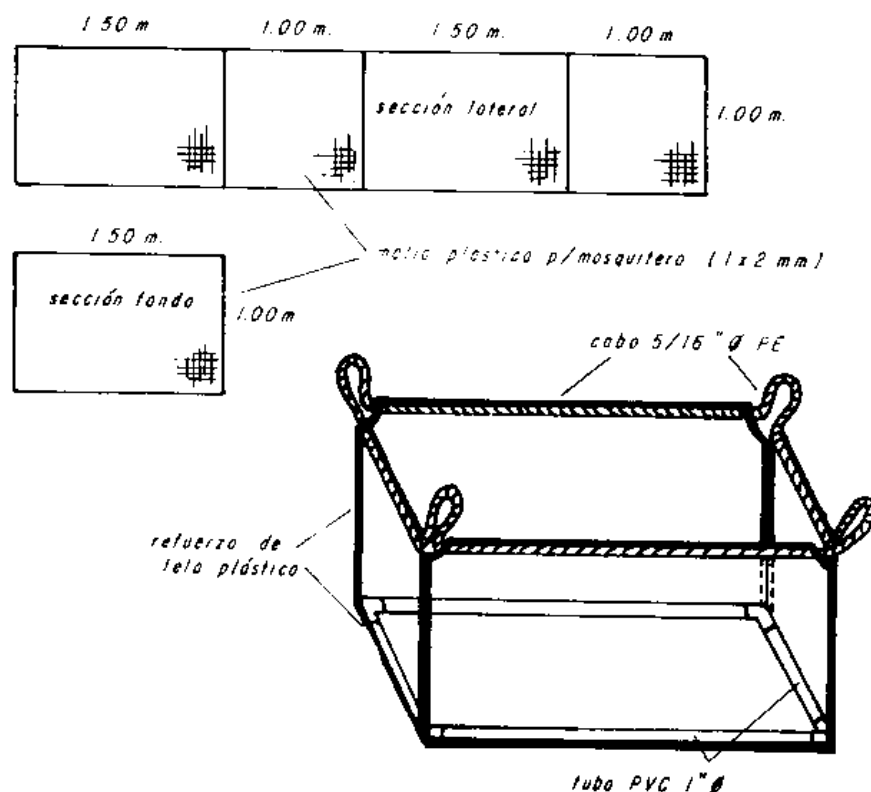


Fig. 10.- Detalles y materiales para la construcción de una jaula de tela de mosquitero (2mm Ø) con dimensiones de 1.5m x 1.0m x 1.0m, para la cría de alevines de 5 a 10cm.

JAULA PARA JUVENILES

Las jaulas para el crecimiento de juveniles de 10 a 15 cm se construyeron con malla de nylon de 6 mm de luz de malla. Estas jaulas miden 3.0m x 3.0m x 2.0m, para su construcción se siguió el diseño de la Figura 11, para su manufactura se necesitó de un corte rectangular de paño (1464 mallas x 240 mallas), cada 366 mallas (3 m de acuerdo a un estiramiento del 50%) se costuró sobre el paño un cabo de PP de 5/16" perpendicular al plano horizontal, a este cabo se le hizo un nudo en los dos extremos para que sirvieran de punto de amarre a las estructuras de soporte de la balsa; asimismo éste sirve para

reforzar las esquinas y dar forma a la jaula. La relinga tanto en la parte superior como en la inferior se realizó con un encabalgado de cuatro mallas cada 30 mm como se muestra en la Figura 11. El fondo de la jaula es un corte cuadrado de 366 mallas x 366 mallas, también éste fue encabalgado con un cabo de PP de 5/16" de acuerdo a las especificaciones dadas. Finalmente se une el corte lateral al corte de paño cuadrado que dará la forma de caja, quedando así el fondo reforzado con doble relinga que además ayudará a mantener la forma cuadrada de la jaula. El costo por jaula es de \$946,681.00 de acuerdo al Cuadro 10.

JAULAS PARA JUVENILES (Preadultos)

Las jaulas para el crecimiento y engorda de peces de 15 a 20 cm se construyeron con malla de polipropileno de 1": estas jaulas miden 3.0m x 3.0m x 2.0m. Para su construcción se siguió de diseño de la Figura 12, y para su manufactura se necesitó de un corte de paño rectangular de 720 mallas por 120 mallas, cada 180 mallas (equivalentes a 3.0 m de acuerdo a un estiramiento de 50%) se costuró un cabo de PP de 3/8" sobre el paño, perpendicular al plano horizonte. A este cabo, al igual que en todas las jaulas, se le hizo un nudo en ambos extremos para que la jaula tuviera de donde amarrarse a las estructuras de soporte de la balsa; asimismo éste sirve para reforzar las esquinas y dar forma a la jaula. La relinga tanto en la parte superior como en la parte inferior, se realizó con un encabalgado de seis mallas por 10 cm como se muestra en la Figura 12. El fondo de la jaula es un corte de paño cuadrado de 180 mallas x 180 mallas, también éste fue relingado con un cabo de PP de 3/8" de acuerdo a las especificaciones dadas. El corte lateral y el fondo se unen, dando la forma de caja a la jaula. La doble relinga del fondo sirve de refuerzo a la misma. El costo de esta jaula es de \$698,286.00 de acuerdo a las especificaciones de Cuadro 10.

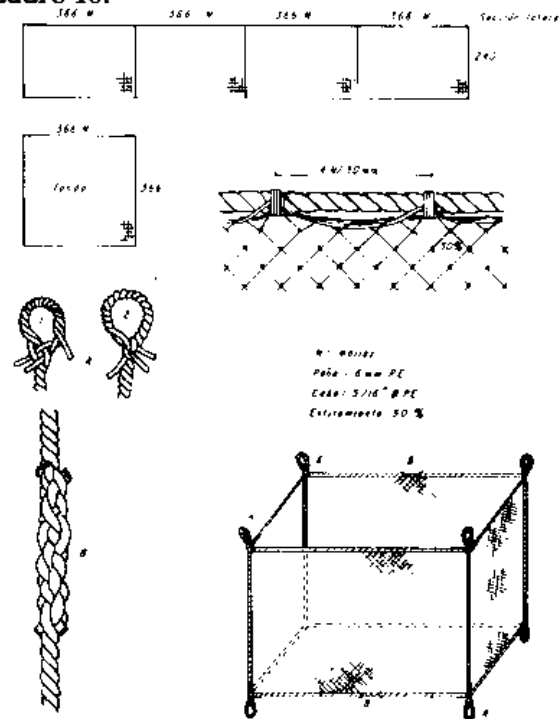


Fig 11.- Detalle de la construcción de las jaulas de 3m x 3m x 2m con paño de 0.6cm de luz de malla para el crecimiento de juveniles de peces de 10-15cm.

JAULA PARA PECES DE TAMAÑO COMERCIAL

La jaula para el crecimiento y engorda de peces de 20 a 30 cm se construye con un paño de PP de 2" de luz de malla, estas jaulas miden 5.0m x 5.0m x 3.0m. Para su construcción se siguió el diseño de Figura 13, y para su manufactura se necesitó un corte de paño rectangular de 540 mallas x 82 mallas, siguiendo el diseño de las jaulas anteriores, también a ésta se le costuró un cabo de 3/8" sobre el paño cada 135 mallas (equivalentes a cinco metros de acuerdo a un estiramiento del 50%). A diferencia de las otras jaulas, al fondo de esta jaula se le costuraron diagonalmente sobre el paño, dos cabos de PP d 3/8" esquina contra esquina, además el centro se reforzó con un corte de paño cuadrado de aproximadamente 1.0 m². El costo de esta jaula es de \$767,376.00 de acuerdo a las especificaciones del Cuadro 10.

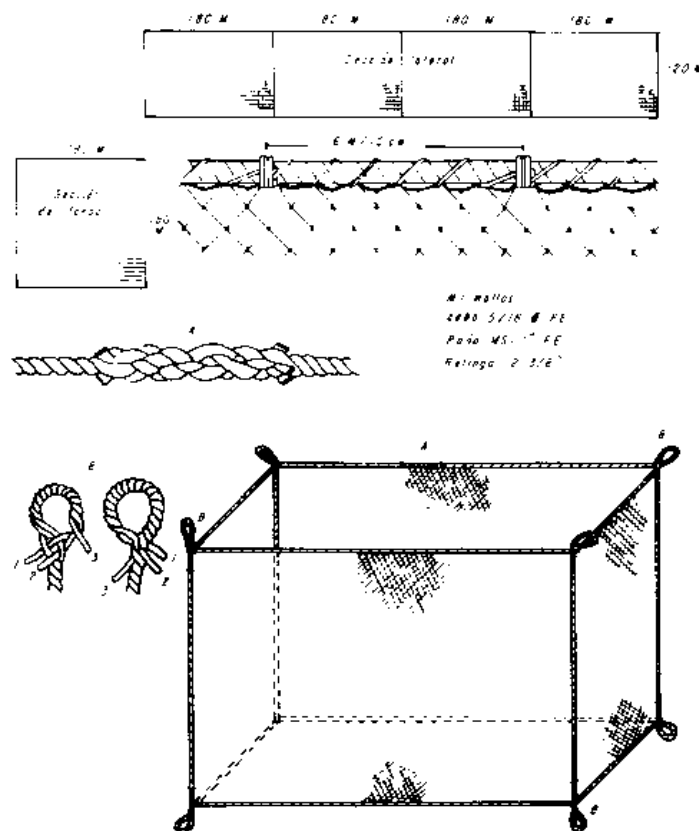


Fig. 12.- Detalle de la construcción de las jaulas de 3m x 3m x 2m con paño de 2.54cm para el crecimiento de peces de 15-20cm.

7- CULTIVO

El método de cultivo es un trabajo completamente integral, sujeto a eventos sucesivos por ciclo de cultivo. Inicia con la obtención de los alevines, cualquiera que sea su origen, ya sea importados ó colectados. Los peces desde su inicio son frecuentemente trasladados de una jaula de cría a una jaula de engorda y así sucesivamente hasta que estos alcanzan el tamaño comercial y son cosechados. En relación a este método de cultivo el piscicultor podrá tener producción continua todo el año.

Este método de cultivo consiste en criar los alevines de 5 a 10cm en jaulas con luz de malla de 2mm, en densidades que van desde los 200 a 300 pececillos por m^2 , cuando los pececillos alcanzan un tamaño de 10 a 15cm se transfieren a jaulas con luz de malla de 6 a 8mm en densidades que van de los 100 a 200 pececillos por m^2 . Los peces de 15 a 20cm, se cultivan en jaulas con luz de malla de 25mm en densidades de $100/m^2$. Finalmente, cuando los peces alcanzan más de 25cm, se cultivan en jaulas con luz de malla de 40 a 50mm en densidades de $40-50/m^2$ hasta su cosecha, cuando alcanzan el tamaño comercial de 30cm y un peso de 450 a 550g las cabrillas y de 440 a 530g los pargos.

CRECIMIENTO:

Las cabrillas, pargos y meros cultivados en Singapur presentan aumento mensual de 80 a 100 g/mes y es normal que pueden alcanzar en seis u ocho meses un peso de 600 a 800 g en la talla comercial. Asimismo es natural una mortalidad global de 5 al 10% (Anónimo, 1986. Manual on floating netcage fish farming in Singapore's coastal waters).

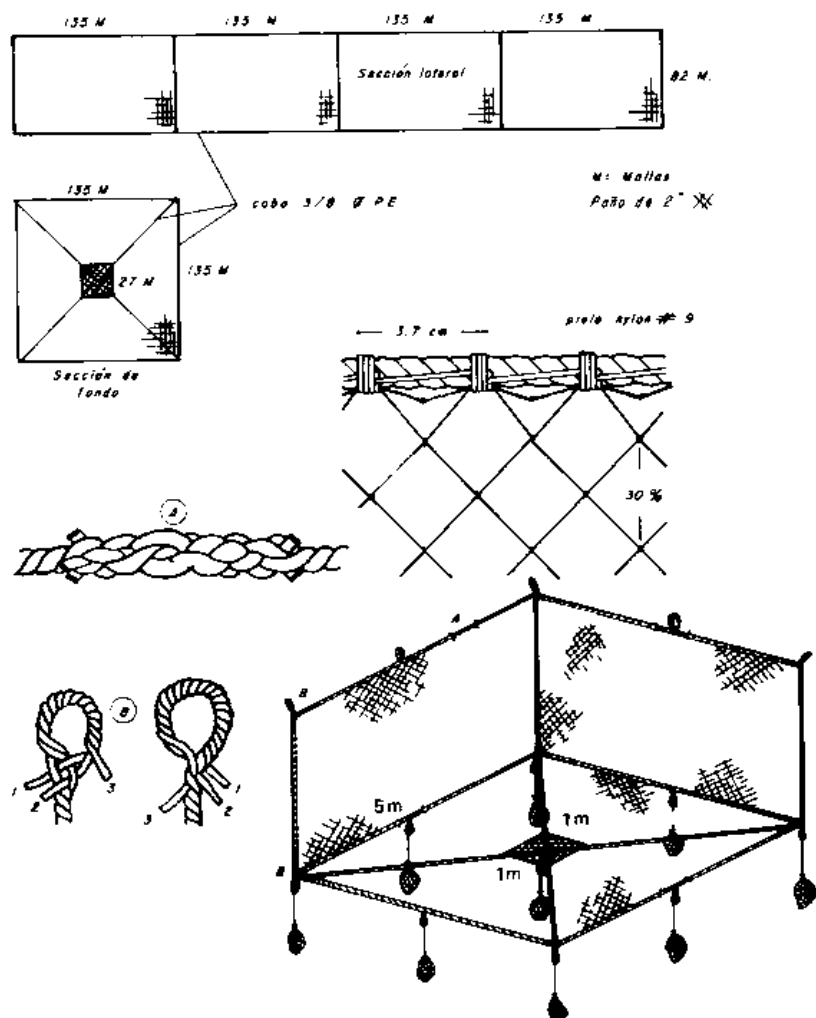


Fig. 13.- Detalle de la construcción de la jaula de 5m x 5m x 3m con paño de 2", para el cultivo de peces de 20 a 30cm.

NUTRICION:

El alimento de los peces debe ser especialmente alto en contenido de proteínas y bajo en carbohidratos. El contenido de proteínas en la dieta de los peces es, en la mayoría de los casos, de aproximadamente 45%, mientras que para aves y mamíferos es de menos del 30%, es por esto que en la cría de los peces, los alimentos ocupan un alto porcentaje de los gastos, muchas veces el elevado precio de los alimentos apropiados impiden que la operación sea beneficiosa. El avance del conocimiento sobre la nutrición de los peces y sobre los alimentos de bajo costo aumentará la producción de las granjas.

Asimismo la cantidad de alimento para los peces variará de acuerdo al tamaño, la temperatura y calidad del agua, así como del tipo de alimento utilizado. Por ejemplo, en el caso de Singapur, mencionado anteriormente, la ración diaria de alimentación varía del 3 a más del 10% del peso de los peces cuando se usa pescado de desecho como alimento.

ENFERMEDADES:

Los fenómenos climáticos y los fisicoquímicos que alteran el medio acuático pueden por sí mismos causar la muerte masiva de los peces, además disminuirán la resistencia de éstos contra los organismos patógenos al quedar debilitados y susceptibles de contraer enfermedades.

En condiciones de cultivo, es normal que durante el periodo de reproducción los organismos se debiliten y al disminuir sus defensas tiendan a ser fácilmente atacados por una enfermedad que no les habría afectado en condiciones normales. Por otro lado las lesiones causadas en la piel, debidas a un mal manejo durante el cambio de jaula, constituyen también una entrada a la infección de organismos patógenos.

Las enfermedades, según su origen, pueden dividirse en parasitarias y no parasitarias. Una enfermedad parasitaria es causada por virus, bacterias, hongos, etc., y se caracteriza por propagarse rápidamente. Las enfermedades de origen no parasitarias son causadas por deficiencias en la alimentación y por cambios ambientales como temperatura, oxígeno disuelto, contaminación del agua, etc.

Como medida preventiva en el cultivo es necesario tener una condición de vida biológicamente sana y un alimento de buena calidad, así como la extracción inmediata de los peces enfermos o muertos para evitar que se conviertan en un foco de infección. Por otro lado para evitar la propagación y difusión de los microorganismos patógenos, se debe efectuar la desinfección de los peces, alevines y huevos a utilizar en el cultivo antes de ser transportados.

Un tratamiento efectivo para la desinfección de los peces antes de ser transportados, consiste en un baño de media hora en una solución de 10 ppm de acriflavine, también es benéfico que el agua para el transporte contenga una proporción de 10 ppm de nitrofurazona. Posteriormente para asegurar una buena desinfección, se recomienda que antes de liberar los peces recién llegados, se introduzcan en un baño de formol en una concentración de 100 ppm por una hora seguido de un baño de nitrofurazona en con-

centración de 30 ppm por cuatro horas, éste tratamiento puede ser repetido cada cuatro días hasta que los peces se estabilicen (Anónimo, 1986. Manual on floating netcage fish farming in Singapore's coastal waters).

8- COSTOS

En la operación de una unidad de cultivo experimental, cuya vida útil se estima en cinco años, es necesario contar con una motobomba para el lavado de las jaulas y un congelador para mantener el alimento. También es necesario contar al menos con un tanque de fibra de vidrio para el caso de tratamiento de los peces en cuarentena, balanza y juego de herramientas.

En la construcción de una unidad de producción experimental se gasta en materiales y estructuras la cantidad de : \$5'129,957.00 para una balsa de 10m x 10m con capacidad para soportar cuatro jaulas de 5m x 5m x 3m; \$5'139,079.00 para una balsa de 13.4 x 7.5m con capacidad de soportar ocho jaulas de 3m x 3m x 2m, y para una plataforma de trabajo \$4'407,876.00 (ver Cuadro 10 para la base de costos). El costo de las jaulas dependerá del tamaño y material con que esten hechas.

Los costos variables en la operación del cultivo de peces en jaulas flotantes son principalmente:

- a)- El costo de los alevines o pié de cría. Este dependerá del tamaño de los pececillos o bien de si es colectado o producido en el laboratorio.
- b)- El costo del alimento. Este dependerá de la calidad del pescado y de la cantidad requerida, en la mayoría de los casos es alto, por ejemplo, la cabrilla cultivada en Singapur tiene una factor de conversión alimenticia de 4.5:1, esto significa que se requiere dar 4.5 veces para ganar una unidad de peso (Anónimo, 1986. Manual on floating netcage fish farming in Singapore's coastal waters).
- c)- Personal. De acuerdo con el trabajo operativo, mantenimiento y vigilancia, se requiere de 3 a 4 personas incluyendo a un supervisor.
- d)- Insumos. Incluye combustibles y lubricantes para el motor fuera de borda, materiales para el mantenimiento de balsas y jaulas, por ejemplo madera, tornillos, clavos, pintura, piolas, materiales para hacer redes de cuchara, etc.

Cuadro 10. Base de costo para el cultivo experimental de peces marinos.

TAMAÑO DE BALSA	10.8m x 10.9m	13.4m x 7.5m	5.0m x 5.0m	
COSTO/BALSA:	\$5'129,957	5'139,079	4'407,876	
MATERIALES				
- Madera	1'780,277	2'164,759	1'664,102	
- Tornillos, tuercas, arandelas	564,160	608,800	90,000	
- Clavos	50,000	50,000	10,000	
- Cabo PP 3/8" p/amarre de	12,000	12,000	12,000	
- flotadores				
- Barras de poliestireno	1'470,000	1'050,000	1'650,000	
- Pintura	35,000	35,000	35,000	
- Techo			405,600	
SUBTOTAL:	3'911,437	3'920,559	3'866,702	
ANCLAJE:				
- Block de concreto armado con varilla corrugada	270,000	270,000	225,000	
- Grampines	420,000	420,000	140,000	
- Cabo de Nylon 1"	170,200	170,200	56,734	
- Guardacabos de 1"	38,160	38,160	12,720	
- Grilletes de 1"	320,160	320,160	106,720	
SUBTOTAL:	1'218,520	1'218,520	541,174	
JAULA	1.5 x 1.0 x 1.0m (2 mm)	3.0 x 3.0 x 2.0m (6mm)	3.0 x 3.0 x 2.0m (2.5 cm)	5.0 x 5.0 x 3.0m (5 cm)
COSTO/JAULA	92,663	946,681	698,286	767,376
- Paño	60,000	923,466	557,398	703,364
- Cabo	7,500	17,437	23,888	47,012
- Piola	5,163	5,778	17,000	17,000
- Marco PVC	20,000	-----	-----	-----

US\$ = \$3,054.00 m/n
(Diciembre 1992)

9-BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

- ANONIMO, 1986. Manual on floating netcage fish farming in Signapure's coastal waters. Rep. Singapore, 17 pp.
- ASUINI, F. y J.E. HUEGUENIN. 1978. The Design and development of a fouling resistant marine fish cage system. Proc. Ninth Annu. Meet. World Maric. Soc. 16 pp.
- BARDACH, J. E. RITHER J.H., Y McLARNEY W.O. 1972. Aguacultura. The farming and husbandry of freshwater and marine organism. John Wiley & Sonss Inc. N. Y. 836 pp.
- BEVERIDGE, M. 1988. Cage aquaculture. Fishing News Books. Farnham, 352 pp.
- COCHE, G. 1976. A general review of cage culture and its application in Africa. Fir Ap/conf/76/E. 72 Conferencia Técnica de la FAO sobre Acuicultura Kyoto, Japan 26 May - 2 Jun 1976, 33 pp.
- COLL-MORALES, J. L. 1983. Acuicultura Marina Animal, ed. Mundi-prensa. Madrid, 633pp.
- CHAVEZ, H. 1981. Mercado de robalo prieto, *Centropomus poeyi*, en la cuenca del rio Papaloapan. Ciencia Pesquera. Inst. Nal. de la Pesca, México, 1 (1): 17-26.
- CHUA, T. E. y TENG, S.K. 1979. Relative growth and production of the estuary grouper, *Epinephelus salmoides*, under different stocking densities in floating net cages. Marine Biology, 54: 363-372.
- CHEN, F. Y. 1979. Progress and problem of net cage culture of grouper (*Epinephelus tauvina* F.) in Singapore. Proc. World Maricul. Soc. 10: 260-271.
- GODINEZ G., J. F. 1988. Cultivo de híbridos de *Tilapia hornorum* (macho) x *Tilapia nilotica* (hembra) en jaulas flotantes en el lago de Iopango, El Salvador. Rev. Lat de Acui. Lima-Perú, 38: 74-81.
- GODINEZ, G., J.F. MARROQUIN, V. R. TURCOS, P. COREA y E. ROSAS. 1988. Evaluación tecnológica de la producción de pescado en jaulas flotantes. Rev. Lat. de Acui. Lima Perú, 36: 9-14.
- GOTSHALL, D.W. 1987. Marine animals of Baja California. Sea Changers, Monterey, Calif. 112 pp.

- HARADA, F.** 1965. Studies on propagation of yellow-tail (*Seriola quinquerediata* T. y S.) with special reference to relationship between feeding and growth of fish reared en flotation cowl net. Mem Fac. Agric. Kinki Univ. 291 pp.
- HULL, S. T. y R.D. EDWARDS.** 1979. Progress in farming turbot, *Scophthalmus maximus* in floating sea cages. En Advances in Aquacultur., 446-472.
- HUET, M.** 1978. Tratado de piscicultura. ed. Mundi-Prensa Madrid, 756 pp.
- IVERSEN, E.S.** 1972. Cultivos Marinos: peces, moluscos y crustaceos. ed. Acribia, Zaragoza, 316 pp.
- KLUST, G.** 1973. Netting materials for fishing gear. FAO Fishing Manuals, Fishing News Ltd, London England, 173 pp.
- LANDEESS, P. S.** 1974. An economic floating cage for marine culture. Aquaculture, 4: 323-328.
- LEWIS, W.M. y L.W. WEHR.** 1976. A Fish rearing system incorporating cages, water-circulation and sewage removal. Prog. Fish Cult. 38: 78-81.
- MARQUEZ-ARIAS, A., MAS-ALVAREZ, B., PALLA-SAGUES, O. y J.A. TIANA-MARISCAL.** 1982. Piscicultura Marina. Fundación del Instituto Nacional de Industria. Esp. 110 pp.
- MARROQUIN V.R.** 1988. La producción de Tilapia en jaulas flotantes análisis económico-financiero). Rev. Lat. de Acui. Lima-Perú, 36: 14-19.
- MILNE, P. H.** 1975 Fouling of marine cages. Fish Farming Int. 2(3): 15-19 y 2 (4:) 18-21.
- PEÑALOZA-MILLAN, A. Y L. MUÑOZ-CABRERA.** 1990. Dinámica del oxígeno disuelto en estanques para el cultivo de peces. Mem. IV Congreso Nal. de Acuicultura. AMAC '90 Hillo. Son. México, 8 pp.
- RAMIREZ-GRANADOS, R., SEVILLA, M.L., RAMIREZ, E. y S. GUZMAN del PROO.** 1963. Nociones sobre hidrobiología aplicada a la pesca. Con referencia especial a las pesquerías mexicanas. Inst. Nal. de Invest. Biol. Pesq. SIC Dir.Gral. de Pesca e Ind. Conexas. México, DF Publ. No. 3, 361 pp.
- SIGNORET, M. y H. SANTOYO,** 1980. Estudio ecológico del Plancton de la Bahía de La Paz, B. C. S. An Centro Cienc. del Mar, y Limnol. Univ. Nal. Auton. México, 7(2): 217-248.
- SINDERMANN, C.J.** 1977. Disease diagnosis and control in North American Marine Aquaculture. Elsevier, N. Y. 97 pp.

- SWINGLE, W.E. 1971. A marine fish cages design. *The progressive fish. culturist*, 33(2): 102 pp.
- SWINGLE, W.E. 1972. Alabama's marine cage culture studies. *Proc. Third Annu. Workshop, World Maricul. Soc.* 3: 75-81.
- THOMSON, D. A., FINDLEY, LL. T. Y A. N. KERSTITCH. 1987. Reef fishes of the Sea of Cortez. Univ. of Arizona Press, 302 pp.
- TUCKER, J.W. y D.E. JORY. 1991. Marine fish culture in the canibbean region. *World Aquaculture*, 22(1): 10-27.
- TROTTER, C.W. 1970. Why cage culture?. *Farm pond harvest*, 4(1): 8-11.
- VALENTI, R.J., J. ALDRED y J. LIEBELL. 1976. Experimental marine cage culture of striped bass in Northern waters. *Proc. of 7th Annu. Meet. World Maricul. Soc.* 99-108.