

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT**  
**POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS**



**INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE  
TECNOLOGÍAS PARA EL MARICULTIVO EN  
JAULAS FLOTANTES DE LUTJANIDOS EN  
SAN BLAS, NAYARIT**

# **TESIS**

Para obtener el Grado de:  
**DOCTOR EN CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS**

**PRESENTA**  
**Mtro. Sergio Gustavo Castillo Vargasmachuca**

**TUTOR DE TESIS:**  
**Dr. Jesús T. Ponce Palafox**

**COTUTOR DE TESIS:**  
**Dr. Juan Luis Cifuentes Lemus**

Bahía de Matanchén, San Blas, Nayarit; Marzo 2007.



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT**

**POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS**

---

**INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE  
TECNOLOGÍAS PARA EL MARICULTIVO EN  
JAULAS FLOTANTES DE LUTJANIDOS EN  
SAN BLAS, NAYARIT.**

**T E S I S**

Para obtener el Grado de:

**DOCTOR EN CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS**

**P R E S E N T A**

**Mtro. Sergio Gustavo Castillo Vargasmachuca**

**TUTOR DE TESIS:**

**DR. JESUS T. PONCE PALAFOX**

**COTUTOR DE TESIS:**

**DR. JUAN LUIS CIFUENTES LEMUS**

---

**Bahía de Matanchen, San Blas, Nayarit; Marzo de 2007**

## **AGRADECIMIENTOS:**

### **A MI FAMILIA:**

Mi esposa Patricia Hernández y mis hijos: Paty y Sergito, por todo su apoyo incondicional durante mi formación profesional y quienes siempre me dieron su cariño y amor.

### **A MIS TUTORES:**

Dr. Jesús T. Ponce Palafox, quien fue mi guía y principal motivador.

Dr. Juan Luís Cifuentes Lemus, quien ha sido mi mentor en los posgrados.

### **A MIS ASESORES:**

Dra. María de Lourdes Robledo Marengo y Dra. Ana Rosa Castro Ramos

Gracias por su apoyo y aportaciones durante la realización de éste trabajo.

### **A LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT:**

Dr. Clemente Lemus Flores, Secretario de Investigación y Posgrado.

Dr. Arturo Aguirre Hernández, Coordinador del Posgrado en CBAP.

Al personal técnico, académico, administrativo y estudiantes de la Unidad Académica: Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera.

### **A LOS APOYOS RECIBIDOS POR:**

Secretaría de Agricultura Ganadería, Alimentación, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación; a través del I.N.P y la CONAPESCA.

El Gobierno del Estado de Nayarit, a través de: SEDER y COCYTEN.

**INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS PARA EL  
MARICULTIVO EN JAULAS FLOTANTES DE LUTJANIDOS  
EN SAN BLAS, NAYARIT.**

**CONTENIDO:**

Pag.

RESUMEN.	
SUMMARY.	
LISTA DE TABLAS.	
LISTA DE FIGURAS.	
1. INTRODUCCIÓN.	01
1.1. Antecedentes.	13
1.2. Objetivos.	27
2. AREA DE ESTUDIO.	28
3. METODOLOGIA.	
3.1. Selección del sitio.	30
3.2. Ingeniería en jaulas flotantes.	35
3.3. Comportamiento de la calidad del agua en el sistema.	38
3.4. Estrategias biológicas de producción.	40
3.5. Factibilidad técnico-administrativa y económica del cultivo.	45
4. RESULTADOS.	
4.1. Aspectos biológicos de la especie.	48
4.2. Ingeniería de jaulas flotantes.	51
4.3. Comportamiento de la calidad del agua en el sistema.	68
4.4. Estrategias biológicas de producción.	

4.4.1. Estudio del crecimiento y supervivencia del <i>Lutjanus guttatus</i> en jaulas flotantes: Efecto del tamaño de siembra (Experimento 1).	87
4.4.2. El efecto de la densidad de siembra en el crecimiento y supervivencia del <i>Lutjanus peru</i> (Experimento 2).	95
4.4.3. Aspectos sobre parásitos.	103
4.5. Aspectos tecno-administrativos y económicos del cultivo de pargos en jaulas flotantes.	105
5. DISCUSIÓN GENERAL.	138
6. CONCLUSIONES.	149
7. BIBLIOGRAFIA	152

## RESUMEN:

México posee más de 11,500 km de litoral, una plataforma continental de 357,795 km<sup>2</sup> y 2'946,825 km<sup>2</sup> de Zona Económica Exclusiva con aproximadamente 1'500,000 hectáreas de lagunas costeras, esteros y bahías litorales con características oceanográficas adecuadas para desarrollar la acuicultura costera y marina, así como una amplia diversidad de especies tropicales y subtropicales de alta demanda en el mercado nacional e internacional, que permiten considerarlo como un país de alto potencial acuícola. Sin embargo, el desarrollo de la acuicultura se ha limitado a unas cuantas especies de peces dulceacuícolas y al cultivo marino de moluscos bivalvos (almejas, ostión, mejillón, etc.) y crustáceos como camarones peneidos y langostinos del género *Macrobrachium*, descuidándose el potencial que ofrece el cultivo de peces marinos de alto valor comercial como cabrillas, robalos, botetes, pámpanos, lenguados, corvinas, jurel, atún y pargos.

Los pargos forman parte de una pesquería artesanal poco desarrollada pero significativa en la captura total del Pacífico Mexicano y de gran importancia desde el punto de vista cultural. Las especies objetivo son el huachinango y los pargos, por su precio y buena demanda en el mercado, que representan el mejor ingreso económico para ellos. Por ello puede decirse que el esfuerzo pesquero es dirigido. Sin embargo, a pesar de pescarse continuamente no se ha visto afectado en términos generales. No obstante, se ha determinado que existen algunos lugares donde la pesquería se encuentra afectada negativamente en el litoral del Pacífico.

En varios Estados del Pacífico Mexicano se han iniciado una serie de proyectos productivos sobre el cultivo de los pargos *Lutjanus peru* y *L. guttatus*, y se ha encontrado que se adaptan al cautiverio y es posible su crecimiento a tallas comerciales (500 g) a partir de organismos de 40 g, mediante la técnica de engorda en jaulas flotantes y la aplicación de alimento balanceado en períodos de

6 a 7 meses. Toda esta información se ha generado a través de ensayos con poco control y sin un diseño experimental adecuado. Por lo que la finalidad del presente trabajo es generar información científica y tecnológica del sistema de producción de esas dos especies en condiciones controladas.

La presente investigación tiene dos componentes el primero es tecnológico el cual comprende aspectos de ingeniería para el diseño, construcción e instalación del sistema de jaulas flotantes en el mar. El segundo es de investigación y desarrollo el cual considera factores físico-químicos de la calidad del agua del sistema y área de impacto del proyecto. Factores biológicos el que contempla estrategias biológicas de producción para generar parámetros de manejo del cultivo a nivel comercial y finalmente, factores técnico-económico-administrativos dentro del cual se generó un modelo conceptual del manejo de proyectos de producción acuícola del cultivo de pargos en jaulas flotantes en el mar.

La metodología utilizada es cuantitativa para los aspectos ingeniería, físico-químicos, biológicos y financieros, y cualitativos para los aspectos administrativos y económicos.

Dentro de los resultados más importantes se encontró que el diseño, la construcción y la instalación de jaulas de 5X5 m de forma rectangular y elaboradas con material de malla alquitranada, cabos de nylon, garrafones y tambos de plástico resultó ser un sistema adecuado desde el punto de vista técnico, operacional, económico y ambiental, para los grupos de pescadores ribereños de las costas del Pacífico mexicano. De acuerdo a los resultados obtenidos en este trabajo en relación con el comportamiento de la calidad del agua y las observaciones del impacto sobre el sedimento del sistema de jaulas en el mar se considera que el manejo de estos debe basarse en la rotación de áreas y en el descanso de por lo menos 3 años de las áreas productivas. Los resultados de la siembra de cría de pargo a diferentes tamaños nos muestran que se debe de hacer una precría con organismos de 0.5 a 25 g, posteriormente realizar dos etapas de

25 a 110 g y la última de 110 a 500 g. Se demostró que los pargos en cultivo en jaulas en el mar consumen alrededor del 80% de alimento balanceado (camaronina) a los primeros 15 minutos de haberlo suministrado a los comederos y el consumo guarda una relación directamente proporcional con la biomasa en densidades de  $5 \text{ Kg m}^{-3}$ . La biomasa de pargos en las jaulas de cultivo es independiente de la densidad hasta los  $10 \text{ kg m}^{-3}$  y se hace denso-dependiente en densidades de  $15 \text{ kg m}^{-3}$ , con organismos de 100 g y después de los 90 días de cultivo. No hay efecto de la densidad sobre la supervivencia de *L. peru* hasta biomásas de  $15 \text{ kg m}^{-3}$ , en jaulas flotantes en el mar. En términos generales se encontró una baja densidad de parásitos en los pargos de las jaulas debidos a la baja densidad y al efecto del flujo de agua en el sistema. La cadena productiva de los pargos en las condiciones de la producción en la región (Nayarit, Jalisco y Colima) se conforma por la producción (pesca y maricultura), presentación del producto (fresco y congelado), comercialización (mayoristas, detallistas y consumidor final). Los parámetros de diseño, construcción y manejo del cultivo de pargos en jaulas flotantes en el mar fueron adecuados desde el punto de vista de ingeniería, técnico, económico y ambiental para proyectos de bajo costo con grupos de pescadores ribereños de la región.



## SUMMARY:

Mexico possesses more than 11,500 km of seaboard, a continental shelf of 357,795 km<sup>2</sup> and 2'946,825 km<sup>2</sup> of Exclusive Economic Zone with approximately 1'500,000 hectares of coastal lagoons, estuaries and coastal inlets, with adequate oceanographic characteristics to develop coastal and marine aquaculture, as well as an extensive diversity of subtropical and tropical species of high demand in the domestic and international market, that allows to consider it as a country with high aquatic potential. Nevertheless, the culture development has been limited to some freshwater fish species and marine culture of bivalve molluscs (clams, oyster, mussel, etc.) and crustaceans such as shrimps penaeidos and prawns *Machrobrachium*, neglecting the potential that offers the marine fish culture of high commercial value like whitecaps, snooks, botetes, tendrils, soles, sea bass, jack, tuna and snappers.

The snappers form part of a artisanal fishery little developed but significant in the total capture of the Mexican Pacific and of great importance from a cultural point of view. The target species are the huachinango and the snappers, due to their market price and demand that represents a better economic income for them. That is why it can be say that the fishing effort is directed. Nevertheless, in spite of being continuously fished it it doesn't appear to be affected in general terms. Nevertheless, it has been determined that some places exist where the fishery is found affected negatively on the Pacific sea shore.

In several States of the Mexican Pacific they have initiated a series of productive projects on the culture of the snappers *Lutjanus peru* and *L. guttatus*, and has been found that they adapt to captivity and is possible its growth to commercial sizes (500 g) starting at 40 g, by means of the technique of feeding them in floating cages and the application of balanced food in periods from 6 to 7 months. All this information has been generated through trials with little control and

without an adequate experimental design. For which the purpose of the present work is to generate technological and scientific information of the system of production of those two species in controlled conditions.

The present investigation has two component the first one is technological with engineering aspects for the design, construction and installation of the system of floating cages in the sea. The second is of investigation and development which considers physical-chemical factors of the of the water quality of the system and area of impact of the project. Biological factors that contemplates biological strategies of production to generate management parameters of the culture to commercial level and finally, factors technological-economic-management that generated a conceptual model of the aquatic production of snappers in floating cages in the sea.

The methodology utilized is quantitative for the aspects of engineering, physical chemical, biological and financial, and qualitative for the economic and administrative aspects.

Within the most important results was that the design, the construction and the installation of cages of 5X5X5 m rectangular were elaborated with tarred netting, nylon ropes, and plastic containers, It resulted to be an adequate system from the point of view of a technical, economic and environmental operating system for the coastal fishermen groups of the Mexican Pacific. According to the results obtained in this work in relation to the behavior of the water quality and the observations on the impact of the sediment on the system of cages in the sea it is considered that the management of these should based on the rotation of areas and the rest of at least 3 years for the productive areas. The results of the rearing of young snappers of different sizes shows us that a pre-rearing with organisms from 0.5 to 25 g should be done, subsequently to carry out two more phases, from 25 to 110 g and finally from 110 to 500 g. It was shown that the snappers in cage

culture at sea consume around 80% of balanced food (Cameronina) the first 15 minutes that it was supplied and the consumption keeps a directly proportional relation with the biomass in densities of  $5 \text{ Kg m}^{-3}$ . The biomass of snappers in the culture cages is independent of the density up to the  $10 \text{ kg m}^{-3}$  and density-dependent in densities of  $15 \text{ kg m}^{-3}$ , with organisms of 100 g and after the 90 days of cultivation. There is no effect of the density on the survival of *L. peru* to biomasses of  $15 \text{ kg m}^{-3}$ , in floating cages in the sea. In general terms a low density of parasites in the snappers in the cages was found, due to the low density and the effect of the flow of water in the system. The productive chain of snappers in the production conditions in the region (Nayarit, Jalisco and Colima) was conform with the production (fishing and marine culture), presentation of the product (fresh and frozen), commercialization (wholesale, sellers and final consumer). The parameters of design, construction and management of the snappers culture in floating cages in the sea were adequate from the engineering, technical, economic and environmental point of view for of low cost projects for coastal fishermen groups of the Region.

## LISTA DE TABLAS:

Tabla	Descripción	Pag.
1	Los diez productores acuícolas con mayor crecimiento.	2
2	Entidades Federativas, con mayores disminuciones en capturas de huachinango a partir del año de mayor registro.	10
3	Clasificación general para compra en playa, de las capturas de huachinango.	10
4	Especies de importancia comercial cultivadas en jaulas y corrales de aguas continentales	17
5	Especies y país donde se han desarrollado investigaciones sobre el cultivo en pargos	25
6	Características iniciales de los grupos de juveniles silvestres de huachinango cultivados en las jaulas.	41
7	Operacionalización de variables	46
8	Media de la concentración de los parámetros fisicoquímicos del sistema de cultivo en jaulas	82
9	Valores de los parámetros fisicoquímicos en las componentes principales	84
10	Calidad del agua de las jaulas del cultivo de huachinango	87
11	Parámetros de crecimiento y producción del pargo lunarejo ( <i>L. guttatus</i> ) cultivado en diferentes tamaños de siembra en jaulas flotantes en el mar durante 153 días.	90
12	Alimento proporcionado en todo el periodo de cultivo	90
13	Alimentación de jaulas en un periodo de tiempo	93
14	Variación de la calidad del agua del sistema de jaulas flotantes de <i>L. peru</i> en el mar durante 120 días	95
15	Parámetros de crecimiento y producción de <i>L. peru</i> cultivado en jaulas flotantes en tres densidades durante 120 días	100
16	Parásitos encontrados en pargo rojo ( <i>Lutjanus guttatus</i> ) en las jaulas flotantes de cultivo en el mar.	103
17	Bitácora de trabajo diaria	106
18	Calendarización de las actividades a desarrollarse en la operación del proyecto productivo en sus diferentes fases	108
19	La secuencia de tramitación de concesiones marinas que deben seguir los interesados que desean iniciar actividades de Maricultura	111
20	Elementos de la evaluación de las diferentes etapas en el cultivo de peces marinos	128
21	Efectos que afectan el ambiente acciones preventivas y correctivas	129
22	Actividades de la acuicultura que producen impactos y principales factores que pueden verse impactados.	129
23	Presupuesto de inversión.	130
24	Programa de inversiones.	131
25	Costo proyectado por cada ciclo de producción.	131
26	Costo de la producción mensual durante 3 años.	132
27	Capital de trabajo	133
28	Estado de resultados.	134
29	Flujo neto de caja.	134
30	Valor Presente Neto (VPN)	135
31	Tasa Interna de Retorno (TIR)	135
32	Periodo de recuperación de la inversión a valor presente neto	136

## LISTA DE FIGURAS:

Fig.	Descripción	Pag.
1	Tendencias en la producción mundial de la acuicultura: principales grupos de especies.	2
2	Evolución de la cantidad y del valor de las exportaciones pesqueras de la región.	5
3	Jaulas para la producción de esguines, unidas a tierra por una pasarela, en un lago de agua dulce de Kintyre, Escocia	16
4	Ranchos atuneros en Baja California, México.	21
5	Localización geográfica del área de estudio	28
6	Diseño de un sistema de jaulas flotantes	35
7	Distribución de las estaciones de muestreo: E1S, E1F, E2S, E2F, E3S y E3F	38
8	Especies seleccionadas ( <i>Lutjanus peru</i> izquierda y <i>L. guttatus derecha</i> )	49
9	Forma de la jaula y principales parámetros técnicos	51
10	Proceso tecnológico para la construcción de la jaula	53
11	Montaje de jaulas en el sistema de flotación	54
12	Orientación de la estructura y disposición del sistema de flotación.	55
13	Forma de cada jaula con sus lastres	60
14	Plano de la estructura completa en el sistema de jaulas.	63
15	Fuerzas que actúan en el sistema de anclaje.	64
16	Variación de la temperatura (°C) en tres estaciones de muestreo del sistema de jaulas flotantes.	69
17	Variación de la concentración de oxígeno disuelto ( $\text{mg L}^{-1}$ ) en tres estaciones de muestreo del sistema de jaulas flotantes.	70
18	Variación del porcentaje de la concentración de oxígeno disuelto ( $\text{mg L}^{-1}$ ) en tres estaciones de muestreo del sistema de jaulas flotantes.	71
19	Variación del potencial de hidrogeno (pH) durante los días de cultivo en las estaciones de muestreo del sistema de jaulas flotantes.	72
20	Variación de la profundidad de visión del disco de Secchi (cm) en las estaciones de muestreo del sistema de jaulas flotantes.	72
21	Tabla de mareas del periodo de muestreo de la calidad del agua en el sistema de cultivo de pargos en jaulas flotantes.	73
22	Variación de la temperatura nictimeral (°C) en tres estaciones de muestreo del sistema de jaulas flotantes.	74
23	Variación de la concentración de oxígeno disuelto (°C) nictimeral en tres estaciones de muestreo del sistema de jaulas flotantes.	76
24	Variación del porcentaje de saturación de oxígeno disuelto nictimeral en tres estaciones de muestreo del sistema de jaulas flotantes.	78
25	Variación de la concentración de amonio total ( $\text{mg L}^{-1}$ ) en las seis estaciones de muestreo del sistema de jaulas flotantes.	78
26	Variación de la concentración de nitratos ( $\text{mg L}^{-1}$ ) en las seis estaciones de muestreo del sistema de jaulas flotantes	79
27	Variación de la concentración de nitritos ( $\text{mg L}^{-1}$ ) en las seis estaciones de muestreo del sistema de jaulas flotantes	79
28	Variación de la concentración de sulfatos ( $\text{mg L}^{-1}$ ) en las seis estaciones de muestreo del sistema de jaulas flotantes	80
29	Variación de la concentración de fosfatos ( $\text{mg L}^{-1}$ ) en las seis estaciones de muestreo del sistema de jaulas flotantes	80
30	Diagrama de Cluster para las estaciones de muestreo en el sistema de jaulas flotantes.	81
31	Diagrama de cluster para las variables de nutrientes.	83

32	Grafica de componentes principales de las variables.	84
33	Gráfica de precipitación en el área de estudio, por días de cultivo	85
34	Gráfica de variables de nutrientes durante los días de cultivo	85
35	Grafica de longitud – peso de <i>Lutjanus guttatus</i> para las tres etapas de crecimiento	88
36	Curva de longitud - peso de pequeños juveniles y juveniles de <i>L. guttatus</i> cultivados en jaulas flotantes	89
37	Consumo ponderado de alimento en todas las jaulas	91
38	Curva de ajuste en el consumo ponderado de cada jaula	92
39	Consumo de alimento (%) durante los primeros 15 y 30 minutos	94
40	Relación longitud – peso de los organismos con una densidad de 5 Kg/m <sup>3</sup>	96
41	Relación longitud – peso de los organismos con una densidad de 10 kg/m <sup>3</sup>	96
42	Relación longitud – peso de los organismos con una densidad de 15 kg/m <sup>3</sup>	97
43	Crecimiento en longitud (cm) de <i>L. peru</i> cultivado en jaulas flotantes en tres densidades durante 120 días	98
44	Crecimiento en peso (g) de <i>L. peru</i> cultivado en jaulas flotantes en tres densidades durante 120 días	99
45	Crecimiento ponderado de la biomasa (kg) de <i>L. peru</i> cultivado en jaulas flotantes en tres densidades durante 120 días	101
46	Incremento medio ponderado de la biomasa (kg) de <i>L. peru</i> cultivado en jaulas flotantes en tres densidades durante 120 días	101
47	Aspectos técnicos en el proceso de cultivo.	105
48	Operación del sistema las más importantes dentro del cultivo	106
49	Integrantes en el consejo directivo	110
50	Ejemplo de flujo-grama de cómo llega el producto al consumidor final.	117
51	Modelo general de los componentes de una cadena productiva acuícola.	119
52	Integración entre los componentes de los Modelos Técnicos Administrativos y Económicos en un sistema de cultivo de jaulas flotantes para pargos.	123
53	Interacción del sistema físico y biológico en un cultivo de jaulas flotantes	124
54	Periodo de Recuperación de la Inversión a valor presente neto.	137

## 1. INTRODUCCIÓN

La producción mundial de la captura pesquera y la acuicultura suministraron alrededor de 101 millones de toneladas de pescado para el consumo humano en 2002 (FAO, 2004), lo que equivale a un suministro per cápita aparente de 16.2 kilogramos. China es el mayor productor, ya que su producción pesquera en 2002 ascendió a 44.3 millones de toneladas. Por lo tanto la pesca y la acuicultura constituyen una fuente vital de alimento, empleo, comercio y bienestar económico para la población a nivel mundial. Mientras que los desembarques mundiales de la pesca de captura se han mantenido relativamente estables en los últimos años, la producción mundial de la acuicultura continúa creciendo, tanto en volumen como en proporción del suministro mundial de pescado, crustáceos y moluscos; ya que aumentó del 3.9% de la producción total en peso en 1970 al 29.9% en 2002 (FAO, 2004). Este crecimiento sigue siendo más rápido que el logrado en cualquier otro sector de producción de alimentos de origen animal. En todo el mundo, la tasa media de crecimiento de este sector ha sido del 8.9 % anual desde 1970, mientras que, durante el mismo período, la pesca de captura ha crecido solamente a razón del 1.2% y los sistemas de producción de carne de cría en tierra el 2.8%.

Dentro de los diez productores que obtuvieron el mayor crecimiento anual en la producción de acuicultura de 2000 a 2002 se encuentra México (Tabla 1) con el 16.9% de TAM (Tasa Anual Media de Crecimiento) Este crecimiento a nivel mundial se está llevando a cabo principalmente por el cultivo de peces de agua dulce (Fig. 1).

Tabla 1. Los diez productores acuícolas con mayor crecimiento.

PRODUCTOR:	2000	2002	TAM
	Miles de Toneladas		( % )
Iran, Rep. Islámica	40.6	76.8	37.6
Islas Feroe	32.6	50.9	25.0
Lao, Rep. Dem. Popular	42.1	59.7	19.1
Brasil	176.5	246.2	18.1
Chile	391.6	545.7	18.0
Federación de Rusia	74.1	101.3	16.9
México	53.9	73.7	16.9
Taiwán Provincia China	243.9	330.2	16.4
Canadá	127.6	172.3	16.2
Myanmar	98.9	121.3	10.7

Nota: Los datos no incluyen las plantas acuáticas. TAM = tasa anual media de crecimiento en 2000-2002; \*Fuente: FAO (2004).

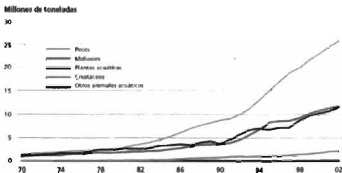


Figura 1. Tendencias en la producción mundial de la acuicultura: principales grupos de especies.

Con respecto a los grupos de peces que presentan cifras mas altas en términos de volumen de producción del 2000 al 2002, la producción de carpas y otros ciprinidos (carpas: carpa plateada (*Hypophthalmichthys molitrix*), carpa herbívora



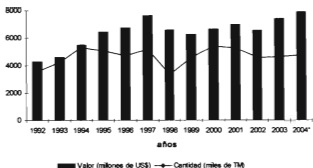
(*Ctenopharyngodon idellus*) y carpa común (*Cyprinus carpio*) fue muy superior a la de los otros grupos de especies y represento casi el 42% de la producción acuícola total de pescados, crustáceos y moluscos (FAO, 2004). En cuanto a los peces marinos dos especies de peces de alto valor aparecen en el grupo con los mayores aumentos porcentuales de producción, como el bacalao del Atlántico (*Gadus morhua*) en Noruega e Islandia, y en segundo lugar, la acuicultura de túnidos capturados en estado silvestre a los que se engorda en jaulas flotantes en el mar. La maricultura contribuye al 36.5% de la producción y al 35.7% del valor total. La producción en aguas salobres, aunque representó sólo el 5.8% del volumen de la producción acuícola en 2002, contribuyó al 15.9 % de su valor total, lo que se debe a la preponderancia de crustáceos y peces de valor elevado. Estudios realizados por la FAO sobre la demanda previstas de pescado como alimento en 2020 señalan que solo la acuicultura podría satisfacerla, lo anterior esta fundamentado en macromodelos de proyección que se basaron en los precios de los productos, ingresos per capita, tasas de crecimiento de la población, desembarques de la pesca de captura, etc. (FAO, 2004)

En el caso de la captura pesquera en los mares de América Latina y el Caribe, correspondiente al año 2004, ascendió a 17,3 millones de toneladas, un 10% más que lo reportado el año anterior, explicado fundamentalmente por el incremento en las capturas de anchoveta (*Engraulis ringens*) en Perú, país que registró un aumento de su captura en 3.3 millones de toneladas respecto al año 2003. Cabe resaltar que las principales especies capturadas en la región son los pequeños pelágicos como la anchoveta (*Engraulis spp.*), la sardina (*Sardinops spp.*), el jurel (*Trachurus spp.*) y la caballa o estornino (*Scomber japonicus*), que en gran parte se destina a la elaboración de piensos para animales terrestres; de otro lado, los túnidos (*Thunnus spp.* y *Katsuwonus pelamis*) y los camarones (en su mayoría *Litopenaeus spp.*), que si bien no se capturan en la magnitud de los pequeños pelágicos, gozan de una alta demanda en el mercado internacional destinada íntegramente al consumo humano directo.

La acuicultura viene ganando cada vez mayor importancia en la región, alcanzando en 2004 una producción que ascendió, según estimaciones preliminares, a 1,24 millones de toneladas mostrando una tasa de crecimiento promedio de 10% en la última década reafirmando el crecimiento de esta actividad en la región. Las características en esta actividad son la poca diversificación de los cultivos y la concentración en pocas especies; sin embargo, se viene observando en varios países de la región el incremento del cultivo de especies no tradicionales como los mejillones, ostras, carpas, especies amazónicas, peces planos, macroalgas, entre otras, que aunado a factores naturales favorables y disponibilidad de agua dulce para su desarrollo, aumentaría la oferta existente de productos derivados de la acuicultura.

En la Figura 2 se observa la evolución de la producción pesquera regional, según el ámbito espacial, en la cual la pesca de captura marina, si bien muestra un comportamiento irregular muy ligado a las variaciones del medio marino, mantiene un lugar hegemónico en la producción total; mientras que la acuicultura mantiene una tendencia creciente regular desde principios de la década de 1990, ganando importancia en la producción pesquera, así como en el desarrollo de mercados. La pesca de captura en aguas continentales muestra una tendencia casi estacionaria en su producción con leves incrementos en el período de análisis, pero que mantiene su trascendencia por desarrollarse, generalmente, en zonas rurales alejadas y marginales.

América Latina y el Caribe han experimentado una rápida expansión en su producción acuícola (16.4% anual durante la década de 1990). A pesar de que la producción total se mantuvo menor que la de Asia (2.9% de la producción acuícola global) en 2001, la participación de la región dentro del valor global fue mayor alcanzando el 7%. Se pronostica que todas las regiones continuarán experimentando una expansión continua pero Asia seguirá produciendo la mayor parte de la producción acuícola para 2020 (Ponce-Palafox et al., 2006).



\*/Cifra preliminar estimada por OLDEPESCA

Fuente: Fish Global Information System (FAO 2005) e información de los propios países

Figura 2. Evolución de la cantidad y del valor de las exportaciones pesqueras de la región.

En la región se han detectado cuatro tipos de acuicultura de acuerdo al nivel de producción entre las que se encuentran la acuicultura de subsistencia, caracterizada por un costo sumamente bajo, con poca tecnología, áreas pequeñas, pocas inversiones y poco acceso a créditos, producciones y productividades bajas, productos baratos, poco excedente para comercializar y los productores que tienen algún excedente lo venden o lo intercambian localmente. Además tienen gran dependencia de tecnología, insumos, etc. El productor típico es un pequeño campesino, con poca educación formal y una familia muy numerosa. Por lo general la parcela de tierra que trabaja es muy pequeña y no le pertenece. Su producción agrícola normalmente está muy diversificada. La unidad familiar es a la vez de producción y consumo y la fuerza laboral es solamente la del grupo familiar. No dispone de capital para la adquisición de maquinaria o insumos. Todas estas características hacen que no sea suficientemente solvente para ser objeto de créditos por parte de los bancos y otros organismos financieros. El segundo (acuicultores semicomerciales) presenta costos entre bajos y medios, con

tecnología más completa, áreas más grandes pero siempre como parte de explotaciones agrícolas diversificadas, inversiones medianas y relativo acceso a créditos, producciones y productividades medianas o altas, gran parte del producto va al mercado, grado de dependencia intermedio.

Esta categoría corresponde al campesino medio con mayor educación formal y familia menos numerosa. Su inserción en la sociedad es mayor que en el caso anterior. Por lo general es propietario de su parcela y tiende a la producción de pocos renglones. Tiene la capacidad para intensificar su producción con inversiones y el acceso a los créditos. Un tercer tipo, el "industrial", puede referirse a una actividad corporativa y con grandes inversiones, que se lleva adelante en forma exclusiva. Este utiliza alta tecnología e inversiones, y alta productividad y producción, facilidades para obtención de créditos, áreas grandes dedicadas sólo a esta actividad, productos caros que en su mayor parte se exportan, autosuficiencia que a veces incluye el procesamiento y la comercialización por la propia empresa. Finalmente, los acuicultores de repoblación (extensiva) son aquellos que practican la actividad en sistemas naturales que se manejan desde el punto de vista hidráulico (lagunas costeras), y también cuando se basa en programas de repoblación de cuerpos de agua como los embalses, dirigidos a incrementar la producción pesquera. En ambos casos el Estado casi siempre asume la responsabilidad plena del diseño y operación del sistema de explotación. Casi siempre se trata de campesinos que se dedican a la pesca a tiempo parcial y comercializan parte de lo que captura. Su tipificación corresponde a la del pescador continental de la región. Existen algunas excepciones de cooperativas u organizaciones estatales que funcionan a un nivel mucho más eficiente y tienen un nivel de vida más elevado.

La producción acuícola de la región se encuentra alrededor del 2.1% del volumen total del mundo y el 5.1% del valor de la producción (Hernández et al., 2001). Además representa un 4% de la producción por pesca de la región. Por país

destaca Chile con un crecimiento anual de casi 20%, se espera, que en cinco años, Chile desafiará a Noruega por el primer puesto en la producción de salmón. La producción acuícola se concentra en los salmónidos principalmente en Chile y en los camarones marinos en el Ecuador, México, Honduras, Colombia, Perú, Panamá y Belice, estos productos son principalmente para la exportación (Ponce-Palafox et al., 2006).

El cultivo de la tilapia en Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, México y Jamaica tiene la tasa de crecimiento más alta en la región y se exporta el 50%. La producción de carpa es importante en Brasil, Cuba y México. El pez nativo que más ha aumentado su producción es el *Colassoma* spp en Brasil, Colombia y Venezuela. Entre las especies menores importantes que se exportan se encuentra el pasto marino *Gracilaria* en Chile el cual se exporta hasta un 90% y entre los moluscos las ostras representan el 65% en la región. La acuicultura rural y de subsistencia en la región juega un papel muy importante ya que suministra empleo directo e indirecto a las zonas marginadas y contribuye a disminuir la pobreza. En algunos países de la región proporciona oportunidades para diversificación de la producción agropecuaria rural (De Silva, 2001). En cuanto a investigación y desarrollo tecnológico mas del 90% de los proyectos de han realizado en el área de la biología de las especies de interés de acuicultivos y en aspectos de su tecnología de cultivo, pero son prácticamente escasos los trabajos en el área social, económica y políticas de desarrollo de esta actividad. Se ha encontrado que el proceso de generar tecnologías para nuevos cultivos ha resultado bastante más desafiante de lo que se hubiese podido imaginar (Ponce-Palafox et al., 2006).

El ciclo de investigación y desarrollo que se ha mostrado en las instituciones de la región necesario para alcanzar niveles de conocimientos que permitan la explotación comercial de cualquier especie acuícola no parece abarcar menos de 15 a 20 años en América Latina. Sin embargo falta todavía que las actividades de investigación alcancen una masa crítica en sus aspectos básicos (genética,

reproducción, primera alimentación, producción de juveniles, nutrición y alimentación, engorda, técnicas de cultivo, diseño de sistemas de crianza, estudio de aspectos ambientales, etc.) y se trabaje paralelamente en el análisis de los problemas de eficiencia económica, competitividad, desarrollo de mercados y comercialización. A estos factores de orden más bien técnico, se suman variables muy reales que afectan al sector empresarial y que se refieren a los riesgos de emprender 'aventuras tecnológicas' con nuevos productos y sistemas, situaciones a las que se asocian la necesidad de conseguir financiamiento bancario para proyectos 'sin historia', o enfrentar la incredulidad de mercados con pequeños volúmenes de producción y sin poder garantizar la consistencia de las entregas ni su cuantía, mientras no se consoliden los procesos de desarrollo tecnológico y comercial.

En el caso de México encontramos que posee más de 11,500 km de litoral, una plataforma continental de 357,795 km<sup>2</sup> y 2'946,825 km<sup>2</sup> de Zona Económica Exclusiva con aproximadamente 1'500,000 hectáreas de lagunas costeras, esteros y bahías litorales con características oceanográficas adecuadas para desarrollar la acuicultura, así como una amplia diversidad de especies tropicales y subtropicales de alta demanda en el mercado nacional e internacional, que permiten considerarlo como un país de alto potencial acuícola. Sin embargo, el desarrollo de la acuicultura se ha limitado a unas cuantas especies de peces dulceacuícolas y al cultivo marino de moluscos bivalvos (almejas, ostión, mejillón, etc.) y crustáceos como camarones peneidos y langostinos del género *Machrobrachium*, descuidándose el potencial que ofrece el cultivo de peces marinos de alto valor comercial como cabrillas, robalos, pargos, pámpanos, lenguados, corvinas, jurel y atún.

En México, la acuicultura participa con un poco más del 12% de la producción nacional y de acuerdo con las perspectivas, a nivel internacional, la acuicultura mexicana en un plazo de 10 a 15 años, podría representar más del 40% de la

producción pesquera total. Dentro de este contexto la piscicultura marina en México, como en muchos otros países, es sin duda una alternativa tecnológicamente viable ante la creciente demanda de alimentos de origen proteínico. Su desarrollo se ha obstaculizado por diversos factores, entre los que destacan la escasa difusión y asimilación de los conocimientos técnicos básicos; insuficientes apoyos para la transferencia de tecnología; limitados recursos financieros y la imprecisión en la tenencia de la tierra susceptible de uso acuícola, en especial en las zonas costeras (SAGARPA, 2001).

La producción pesquera nacional en 1998 fue de 1.2 millones de toneladas métricas, de las cuales 40 989 tm equivalen a la producción de acuicultura compuesta por un 32% de peces de agua dulce, 58% de crustáceos, 5% de moluscos, 4% de peces diádromos y 0.5% de peces marinos.

En cuanto a los peces marinos la información contenida en el Anuario Estadístico de Pesca 2003 (SAGARPA, 2005), las capturas nacionales registradas de huachinango en peso vivo (En este concepto de las estadísticas se incluye al huachinango *L. peru* y al pargo flamenco o lunarejo *L. guttatus*), pasaron de 11,617 tm a 6,966 tm entre 1993 y 2003, lo que significa una disminución de 4,651 t para el período. La principal disminución se observó en el Golfo de México, donde alcanzó las 4,553 toneladas. Este litoral representó el 38.07% de la producción total en 2003, después de representar el 62.02% en 1993.

Aparentemente la disminución de la producción de huachinango en el Pacífico no ha sido tan importante, registrándose en 1993 una captura de 4,412 t y de 4,314 t en 2003, lo que implica una disminución de 98 t sin embargo, las estadísticas consultadas indican que después de un importante incremento de la producción hasta 1996 en que se registraron 4,917 t (año de registro máximo) se presenta una tendencia a la disminución de las capturas, que alcanza las 2,994 t en 1999, para iniciar un período de recuperación, en el 2003. El Estado que tiene los

máximos incrementos en las capturas registradas es Oaxaca, sobre todo por el hecho de que no se tiene conocimiento de programas importantes de fomento o desarrollo tecnológico ni de un incremento importante del esfuerzo pesquero, ya sea por incremento de la flota local o proveniente de otras Entidades.

Las disminuciones más drásticas en el Pacífico se observaron en los estados de Colima, Nayarit, Guerrero y Chiapas (Tabla 2).

Tabla 2.- Entidades Federativas, con mayores disminuciones en capturas de huachinango a partir del año de mayor registro.

Entidad Federativa	Año de máximo registro	Registro en 2003
Chiapas	321 tm en 1996	16 tm en 2003
Colima	430 tm en 1993	138 tm en 2003
Guerrero	1076 tm en 1993	459 tm en 2003
Nayarit	808 tm en 1993	587 tm en 2003

Es de mencionarse que actualmente la captura comercial de organismos juveniles de pargos y huachinangos es una práctica común en casi todo el litoral del Pacífico, por lo que existen varias clasificaciones comerciales, según se relaciona a continuación (Tabla 3).

Tabla 3.- Clasificación general para compra en playa, de las capturas de huachinango.

Grupo	Peso promedio aproximado (g)	Precio En playa (pesos/Kg.) <sup>1</sup>
1.-Mini baby	50 - 160	8 - 14
2.-Baby	120 - 180	15 - 20
3.-Medio platillo	200 - 350	25 - 35
4.-Platillero	400 - 600	45 - 80
5.-Grande	más de 600	30 - 40



Las cifras anteriores indican que existe un costo de oportunidad para las tallas previas y posteriores a la del "platillero", por lo cual los propios pescadores asumen el proyecto propuesto como una posibilidad de mejorar sus ingresos por ventas; esto es, el proyecto de engorda, agrega valor a las capturas comerciales actuales. Sin embargo, se encontró que hasta el año de 2003 no se tenían registros de producción en cultivos de peces marinos en México.

Sin Embargo, la producción de esta especie marina y otras especies de importancia comercial y ecológica es limitada en México y América Latina debido a:

- Falta de tecnologías desarrolladas por las dificultades encontradas hasta ahora, en el desarrollo de producción experimental de peces marinos, comparado con el desarrollo logrado con los peces de agua dulce. El desarrollo de las especies de peces marinos requiere de una infraestructura adecuada y de mayor porte y junto a ello los costos de construcción y equipamiento son mucho mayores, al igual que la cantidad de personal necesario.
- La investigación en el campo del desarrollo de tecnologías para peces marinos se inició hace solamente dos décadas.
- Las inversiones a colocar por los potenciales productores, sería "de prueba", con alto riesgo, tratándose de tecnologías recientes y no sumamente avanzadas; por lo que las empresas deberían depender de financiamiento de otras empresas privadas o bien, de la banca.
- Las trabas de tipo económico existentes actualmente en la mayoría de los países del área latinoamericana, junto a casos de inestabilidad política y a tradiciones altamente arraigadas, no ayuda a la colocación de las inversiones necesarias.

Por otra parte, existe un buen número de investigadores que se dedican al estudio de los peces desde el punto de vista de su biología y muy pocos que los estudien

desde el punto de vista de su producción. Los investigadores en general, se dedican a la investigación pura y no les resulta "grato" o no son guiados por sus maestros para la realización de trabajos que signifiquen investigaciones directamente aplicadas para aumentar las producciones de los países subdesarrollados y participar en el mejoramiento de sus producciones. Tampoco existen, a nivel nacional, planes de investigación que apoyen en general, los desarrollos de piscicultura de peces marinos. Por lo que la finalidad del presente trabajo es aportar información y sobre la tecnología de cultivo de los principales pargos desde el punto de vista económico en el Pacífico Americano el huchinango (*L. peru* y *L. guttatus*).

## 1.1. ANTECEDENTES

Según Chua (2002), los primeros registros del cultivo de peces en jaulas flotantes se obtuvieron a finales de 1800 en el sureste asiático, particularmente en lagos de agua dulce y los sistemas de ríos en Kampuchea (Cohe, 1976; Pantulu, 1979; Beveridge, 1987), según Pantalu (1979) los pescadores de la región del Gran Lago criaban bagres del género *Clarias* y otros peces comerciales en jaulas y cestas de bambú o junco, hasta que estaban listos para transportarlos al mercado. El cultivo de peces incluía cabezas de cobra (*Channa spp.*) bagre (*Pangasius spp.*) y gobies (*Oxydeotris spp.*). En 1995, mas de 5000 acuicultores estaban involucrados en el cultivo de jaulas en el sistema del río Mekong cerca del pueblo de Phnom Penh (Thana, 1995). También había reportes de practicas similares de cultivo en Indonesia en los años 20's y 40's (Hickling, 1962).

Un tipo similar de cultivo, con el empleo de jaulas flotantes de bambú para criar alevines de *Leptobarbus heoveni* procedentes de aguas naturales, se ha practicado en el lago Mundung, Jambi, Indonesia desde 1922 (Reksalegona, 1979) y posteriormente se ha extendido a otras partes del sur de Sumatra. Otra forma de cultivo en jaulas parece haber tenido su origen Independientemente en Java, donde Vaas y Sachlan (1957) hallaron que la captura y encierro de carpas en jaulas sumergidas de bambú o "bulian" venía practicándose desde principios de los años cuarenta. Las jaulas solían anclarse al fondo en cursos pequeños de aguas, enriquecidos con material orgánico, y las carpas encerradas en ellas se alimentaban de materiales orgánicos y organismos bentónicos arrastrados por el agua. Este método de cultivo, sin embargo, se limita aun casi exclusivamente al oeste de Java y Sumatra (Sodikin, 1977) y ha tenido poca influencia en los métodos de cultivo en jaulas utilizados en otros países.

El cultivo de peces marinos en jaulas registra su inicio en los 1950's en Japón donde la investigación del cultivo de peces en el laboratorio de pesquerías de la Universidad de el Kinki los llevo al cultivo comercial del aleta amarilla, cola amarilla (*Seriola quinqueradianta*). Se han encontrado registros desde hace 200 años de cajas de madera y red en granjas utilizadas para anchoas, sardinas o especies para carnada (Takashina y Arimoto, 2000). Jaulas similares se utilizaron para el cultivo de aleta amarilla en Japón y desarrolladas como una industria significativa alrededor de 1960. El cultivo en jaulas de la carpa común (*Cyprinus carpio*) en lagos también inicio en ese tiempo (Kuronuma, 1968). Desde 1970's, Thailandia desarrollo técnicas de cultivo en jaulas para dos importantes peces marinos: el pargo japonés (*Pagrus major*) y meros (*Epinephelus spp.*) (Coche, 1976). Chua y Teng (1978) fueron los pioneros en el desarrollo de métodos de cultivo y diseños en jaulas para meros en Malasia, aunque el cultivo en gran escala en aguas marinas realmente gano terreno en los 80's y en aguas interiores en los 90's (Shariff and Nagaraj, 2000). Korea empezó a criar una variedad europea de la carpa común y mantuvo el yellowtail en jaulas cerradas a finales de los 1970's. Para fines de 1980, el cultivo en jaulas de lenguados (*Paralichthys olivacens*) y chancharro coreano (*Sebastes schlegelii*) fue establecido y desarrollado en una exitosa industria de acuicultura en los 90's (Kim, 2000). El cultivo en jaulas del mero (*Epinephelus spp.*) en las Filipinas ha sido practicado desde los 80's. La maricultura del Chanos chanos en los años 90's los llevo a un crecimiento y desarrollo de la industria (Marte et al., 2000).

En Europa el cultivo en jaula de la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) en agua dulce empezó a finales de los años 50's y en Noruega el salmón del Atlántico (*Salmo salar*) en los años 60's. Mas del 40% de trucha arcoiris provienen de jaulas en agua dulce (Beveridge, 1987). El cultivo de los salmones es a la fecha dominado por Noruega, Escocia y Chile. El cultivo de peces fue adoptado en Estado Unidos de Norteamérica en 1964 (Coche, 1976). Los registros muestran producciones comerciales de bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) en jaulas de

agua dulce (Collins, 1970 a, b, 1972; Trotter, 1970; Bennet, 1871; Brett, 1974; Novotny, 1975). El cultivo en jaulas en África, sin embargo, esta todavía en la primera etapa (ADB/NACA, 1998). En África central no hay una experiencia práctica real de cultivo en jaulas antes de 1974. El cultivo semi-intensivo fue hecho en el lago Victoria, Tanzania, usando tilapia (*Tilapia zillii*) (Ibrahim et al., 1974). Iniciativas de investigación sobre producción intensiva de tilapia nilótica de talla comercial fueron realizadas en el lago Kossou, Costa de Marfil (Coche, 1974, 1975; Shehadeh, 1974). Cook (1995) reportó que fue solamente en los años 80's que el potencial de la acuicultura en África ganó terreno con respecto a convertirse en una industria comercial viable. El cultivo en agua dulce fue delimitado por la disponibilidad de agua, mientras que la maricultura tuvo que depender de solamente 3000 km, de línea costera (la mayoría no tenía bahías o lagunas). En los años que siguieron, los esfuerzos fueron dirigidos hacia el mejoramiento del cultivo de tilapia y diseño de jaulas (Coche, 1976).

En la actualidad muchas especies de peces han sido cultivadas en diseños y variados tamaños de jaulas en Asia, Europa y otras partes del mundo. La tilapia y la carpa predominan en el cultivo en jaulas de agua dulce en Asia, mientras que los salmónidos son comúnmente cultivados en Europa y América.

En los últimos 15 años, aproximadamente, el cultivo en jaulas en aguas continentales se ha extendido a más de 35 países de Europa, Asia, África y América y en 1978 se criaban experimentalmente en jaulas más de 70 especies de peces de agua dulce (Coche, 1978). Con excepción de pocas zonas, la madera y el bambú han sido sustituidos por materiales nuevos, como mallas de nylon, plástico, polietileno y acero, que aunque resultan mucho más costosos tienen mayor duración y permiten un mejor flujo del agua. La mayor parte de los modelos hoy utilizados son de tipo flotante y consisten en una estructura circular construida con materiales locales (por ejemplo, madera, bambú) o con tubo de acero o de

plástico, del que está suspendida una red de fibra sintética. Con frecuencia, para mejorar la flotación se utiliza espuma de estireno o barriles de petróleo.

De ordinario las jaulas se agrupan en balsas y están ancladas al fondo del lago/embalse/río o unidas a la orilla por una pasarela de madera (Figura 3).



Figura 3.- Jaulas para la producción de esguines, unidas a tierra por una pasarela, en un lago de agua dulce de Kintyre, Escocia

En algunas partes, como en China y Filipinas, se emplean jaulas fijas en aguas poco profundas (< 8 m) de fondo cenagoso (FAO, 1983). Para montarlas, se suspenden de postes clavados en el fondo bolsas hechas con paño de red de fibra sintética. Estas jaulas son más fáciles de construir y más baratas, ya que no llevan anillos de flotación, que en ocasiones absorben más del 50% de los desembolsos de capital necesarios (véase IDRC/SEAFDEC, 1979). Por otro lado, la construcción de las jaulas fijas es a menudo deficiente, lo que reduce su resistencia a condiciones meteorológicas adversas. En julio de 1983, por ejemplo, casi todas las jaulas fijas del lago Buhí, en la región de Bicol (Filipinas), fueron destruidas por el tifón Bebang, mientras la mayoría de las jaulas flotantes pudieron seguir

utilizándose. Las especies de peces que hoy día se cultivan comercialmente en jaulas en aguas templadas y tropicales son aproximadamente 10 (Tabla 4).

Tabla 4.- Especies de importancia comercial cultivadas en jaulas y corrales de aguas continentales

Especies	Países	Clima	Tipo de alimentación	Lótico/léntico	Jaulas/corrales
Salmónidos Trucha arco iris	Europa, América del Norte, Japón, trópicos altos (e.g., Colombia, Bolivia, Papua Nueva Guinea)	Templado	Intensiva. Rica en proteínas (40 %)	Léntico	Jaulas flotantes
Esguines de salmón (varias especies)	Europa, América del Norte, América del Sur, Japón	Templado	Intensiva. Rica en proteínas (45 %)	Léntico	Jaulas flotantes
Carpas Carpas chinas (carpa plateada, carpa herbívora, carpa de cabeza grande)	Asia, Europa, América del Norte	Templado-tropical	Principalmente semi-intensiva, aunque también extensiva (Asia) e intensiva (Europa, América del Norte)	Lótico y léntico	Jaulas y corrales
Principales carpas indias ( <i>Labeo rohita</i> )	Asia	Subtropical-tropical	Semi-intensiva	Principalmente léntico	Principalmente jaulas
Carpa común	Asia, Europa, América del Norte, América del Sur	Templado-tropical	Principalmente semi-intensiva, aunque también intensiva	Principalmente léntico	Principalmente jaulas
Tilapias ( <i>O. mossambicus</i> , <i>O. niloticus</i> , etc.)	Asia, África, América del Norte, América del Sur	Subtropical-tropical	Principalmente semi-intensiva, aunque también intensiva	Principalmente léntico	Principalmente jaulas
Bagres Bagre de canal	América del Norte	Templado-subtropical	Intensiva	Léntico	Jaulas flotantes
Clarias spp.	Sudeste de Asia, África	Tropical	Semi-intensiva	Lótico y léntico	Jaulas flotantes
Chanos spp. <i>Ophichthichthys</i> spp.	Sudeste de Asia	Tropical	Semi-intensiva/intensiva	Lótico y léntico	Jaulas flotantes
<i>Pangasius</i> spp.	Sudeste de Asia	Tropical	Semi-intensiva	Léntico	Jaulas flotantes
Chanos	Sudeste de Asia	Tropical	Semi-intensiva	Léntico	Corrales

Según las estadísticas de la FAO, el cultivo de peces marinos en la región de América Latina y el Caribe, no sobrepasó para el año 2002, las 2,300 toneladas, por un valor de más de 24 millones de dólares; representando un 0.02% del total producido en la región. La acuicultura total para esta región, significó un 5.2% de

la producción total de los recursos pesqueros existentes, excluyendo las algas. Respecto de los peces marinos, las estadísticas señalan que solo cinco de los países de la región declaran cultivar comercialmente dichos peces (FAO, 2002).

La producción en peces que domina la Región, está referida en cuanto a volumen, especialmente a los peces diadromos (Salmónidos) y muy particularmente evidenciada por el amplio desarrollo que esta producción (varios salmones y truchas en mar) alcanzó en Chile. El resto de los países producen peces de diferentes especies de agua dulce (esturión, cachama, pacú, tilapia, carpas, truchas, pirapitai, jundiá, surubí, etc.). Por otra parte, las producciones de peces marinos fueron las últimas en avanzar en desarrollo en Latinoamérica, pues primero se iniciaron las producciones de moluscos y luego los crustáceos en aguas marinas. De todas formas, es importante mencionar que algunos pocos países de la Región iniciaron actualmente o hace pocos años, experiencias para cultivos no-comerciales de peces marinos; que aunque no figuran en estadísticas se llevan a cabo con tesón.

Las Universidades de Puerto Rico y Miami y el Instituto de Investigación de Taiwán, presentaron en la WAS del 2003, varios resultados de cultivos sobre el "cobia o mahou" (*Rachycentrum canadum*). En algunos casos, como en Estados Unidos, ya se están produciendo millares de juveniles para su engorde en jaulas de 10 m de diámetro y 6 m de profundidad. Se trata de un pez que crece de 6 a 8 kg en 1.5 años, que sorprende por ello, en los cultivos en cautiverio que se realizan hasta ahora en forma comercial en Taiwán (primer país en iniciar su estudio y producción). Actualmente, también incursionan en el cultivo de este pez, Cuba y Brasil (denominado "bjujprá") y en este último país ya se ha avanzado bastante. Se trata de un pez que se encuentra ampliamente diseminado hasta alcanzar la costa sur de Brasil, pero no llega a las costas argentinas, debido a sus



requerimientos de aguas cálidas con elevadas temperaturas (26 a 27°C). Debido a la excelencia de su carne y a su rapidez en crecimiento, se considera que el cobia competirá en su fase comercial con el salmón y el bacalao, ambos en mercados actuales, a tal punto que el 80% de las jaulas de cultivo en Taiwán, están actualmente, manejando esta especie.

Otros peces, algunos de ellos nativos y otros introducidos, comienzan a producirse en las aguas del Atlántico y del Pacífico. Entre los primeros se destacan los "lenguados" (varias especies autóctonas y exóticas) que se cultivan experimentalmente en Chile, Ecuador, Perú, Brasil y también Argentina. Ecuador produce además en forma comercial y a baja escala el *Scianops ocellatus* (corvinón) y Brasil también en baja escala, el grouper *Epinephalus sp.*, el *Centropomus* (róbalo brasileño) y está desarrollando otros aceleradamente (bijupirá y *Lutjanus sp.*). Lo limitado de las experiencias actuales, hace difícil predecir los resultados a nivel comercial actual, pero demuestran ciertamente un gran interés en este tipo de desarrollo. El lenguado *Paralichthys orbignyanus*, por ejemplo, que se cultiva experimentalmente en Argentina y Brasil, está mostrando buenos resultados en cuanto a crecimiento y por las experiencias realizadas en ese último país, se conoce que podría ser cultivado en una salinidad que de 2 y 30 ups, mil, determinándose en el período de 12 meses de investigación, que la salinidad podría bajarse sin perjuicio en el crecimiento y respuesta organoléptica, al menos hasta los 11 ups de salinidad. Ello revelaría un comportamiento importante para su futuro desarrollo, ya que el mismo podría abarcar aguas marinas, salobres y de baja salinidad, prácticamente dulces (similares al cultivo del camarón malayo).

Chile, es el país más avanzado en cuanto a desarrollo de peces marinos (se inició con rodaballo y lenguado nativo) y está iniciando investigaciones en corvinas, róbalos, meros y otros peces que poseen condiciones aptas de buen crecimiento y demanda en el mercado Internacional. Se estima que se tardarán años en alcanzar

un mercado tratándose de las especies menos conocidas, de carácter nativo; para que una vez desarrolladas sus tecnologías, puedan alcanzar los mercados en cantidades apreciables y más aún que éstas lleguen a los centros de comercialización de los países industrializados que las desconocen.

Entre las especies nativas más importantes en cuanto a desarrollo y potencialidad de comercialización, se sitúa la merluza austral, cuyo cultivo es llevado adelante por Chile desde hace unos años, tratándose de un pez de amplia demanda comercial y calidad; que podría ofrecerse seguramente, en fresco y congelado en el mercado español. Su cultivo experimental, está muy avanzado, con una base de hatchery en el sur chileno y se calcula que podrá comenzar a producir volúmenes interesantes en breve plazo. De este pez, los expertos opinan que podrían producirse miles de toneladas en esta década y más aún en la próxima.

En el caso de los túnidos, estos peces comenzaron a ser "engordados" en grandes jaulas inicialmente en las costas de Murcia (España) sobre el Mediterráneo. Desde que comenzó este engorde en 1966, la producción en dicho país aumentó notablemente, habiendo pasado de las 4000 toneladas durante las últimas tres campañas. Últimamente ha habido un exceso de producción en el mercado. En el caso de América Latina, esta especie se produce principalmente en las costas del Pacífico frente a Panamá y México (Fig. 4). En este último país, se produce este atún en grandes jaulas, sembradas con juveniles capturados en el mar (que abarcan peces de muy diferente tamaño) que son trasladados a las jaulas donde se inicia su alimentación (sardinas naturales). Existen varias empresas dedicadas a su cultivo y debido a la escasez de juveniles que podría producirse, junto al desconocimiento real de la biomasa del stock pesquero existente de este pez, las autoridades de México han colocado limitaciones para producción a las nuevas

empresas que desean instalarse; permitiéndoles solamente el engorde en tres jaulas de 40 toneladas/año para cada una. Debido a estas limitaciones, las empresas están pensando en engordar jurel y atún de aleta amarilla en la misma zona en aquellas épocas donde la producción del atún azul disminuya. Muy recientemente, se ha formalizado una solicitud para cultivo del atún de aleta amarilla, que se cultiva hoy en día en estados Unidos y Japón. El proyecto está planificado para una producción inicial de 250 toneladas por año, sobre la costa del Pacífico. La empresa ya cultiva esta especie en Panamá (Panorama Acuícola, 2005). La inversión inicial sería de poco más de 1 millón de dólares y a partir del tercer año se aumentaría a 2.8 millones (la expectativa de exportación se ubica en 8,1 millones de dólares para los dos primeros dos años). El atún tiene gran demanda en el mercado para la elaboración de "sushi". Las cotizaciones en el mercado internacional mencionan los 6.25 dólares/kilo de pescado. Actualmente, existe un centro especializado en Panamá para desarrollo de las técnicas necesarias para reproducir las más valiosas de estas especies y cultivarlas hasta su peso de cosecha.



Figura 4.- Ranchos atuneros en Baja California, México.

La piscicultura marina aún es una actividad incipiente en el Brasil, permaneciendo restringida al medio académico donde la viabilidad de la producción de peces como

la tainhalisa, el róbalo, el bijupirá cobia y el lenguado están siendo estudiadas. El lenguado *Paralichthys orbignyanus* ha sido objetivo de Investigaciones en el sur del Brasil, especialmente en los estados de Santa Catarina y en Río Grande del Sur, pero su distribución natural se extiende hasta Río de Janeiro (Cavalli y Sampaio, 2004).

Una de las primeras referencias en nuestra área geográfica acerca del cultivo de peces marinos se tienen en Cuba donde a partir de 1965 diversas instituciones desarrollan investigaciones para el Cultivo de Peces Marinos, como el: Instituto de Oceanología, Centro de Investigaciones Marinas, Centro de Investigaciones Pesqueras, entre otros, apoyados por proyectos de asistencia técnica de instituciones y organismos internacionales. Se realizaron estudios biológicos de las principales especies de peces y caracterización de lagunas costeras y ensenadas, lo que permitió una primera selección de especies para el cultivo entre las que se destacan lisas (*Mugil litza* y *M. curema*), patao (*Eugerres brasiliensis*), tilapias (*Oreochromis* spp.) y robalo (*Centropomus undecimalis*).

Durante los años 70's en Cuba, la asistencia técnica mediante proyectos FAO permitió investigar sobre cría de larvas, juveniles y alimento vivo. Recomendándose el cultivo de *Mugil*, *Centropomus* spp, *Bairdiella* spp y *Eugerres* spp. En 1991 se crea el Centro Experimental y Piloto para cultivo de Peces Marinos, mediante dos proyectos FAO en el que participa la firma italiana Servizi Tecnici in Maricoltura. En la década de los 80's se desarrolla un programa experimental de el engorde de forma intensiva con crías, juveniles de rabirrubia (*Ocyurus chrysurus*) en jaulas flotantes en la provincia de Matanzas, con dificultades para la obtención de la semilla y asegurar su alimentación artificial, por lo que se obtuvo un crecimiento lento. En la década de los 90's se adquiere tecnología y empresas en un proyecto mixto con la empresa francesa Corvina Roja, Ca en la provincia de Cienfuegos., se obtiene biotécnica del cultivo, banco reproductores (1996).

Durante ese periodo se acordaron proyectos pilotos a riesgo con socios extranjeros como: Proyecto piloto a Riesgo, para producir 5 toneladas de doradas en la Bahía de Cabañas, provincia Habana (1998). Proyecto a Riesgo para producir 10 toneladas de Lubinas, en Arroyos de Mantua , Pinar del Río (1999). En el 2000 se crea el Proyecto a Riesgo para producir doradas, en la costa sur oriental, Niquero, constituyéndose la primera empresa mixta con capital extranjero GRANMAR,S.A. En los últimos años se han concretado una serie de proyectos con capital mixto como:

- Proyecto de Investigación y Desarrollo con la ONG OIKOS y ACPA para el desarrollo de la biotécnica de cultivo de la cobia.
- Proyecto Integral para el desarrollo del Maricultivo con CARIBBEAN INVESTMENT.
- EMPRESA MIXTA MARCUGA,SA.
- Proyecto Cuba – Noruega (NORAD)

La piscicultura marina es una actividad relativamente nueva en México, su desarrollo inicia a finales de la década de los 70´s, cuando se realizan los estudios hechos por el Departamento de Acuicultura de la Delegación Federal de Pesca en Baja California Sur, para la engorda del pámpano (*Trachinotus paitiensis*) en jaulas flotantes y, posteriormente, con las investigaciones sobre la biología temprana de huevos y larvas de ocho especies de peces marinos en el Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional (CICIMAR-IPN). A partir de 1990, el Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP-La Paz) empieza con las adaptaciones al cautiverio, reproducción y producción de la cabrilla arenera (*Paralabrax maculatofasciatus*) y observaciones preliminares para el cultivo en jaulas flotantes *Lutjanus argentiventris*, *L. aratus* y *L. peru*. Actualmente, varias instituciones de investigación de todo el país se han sumado al desarrollo de la adecuación de tecnología para el cultivo de peces marinos como la cabrilla (*P. maculatofasciatus*), los pargos (*L. argentiventris*, *L. aratus*, *L. peru* y *L. guttatus*),

la totoaba (*Totoaba macdonaldi*), las corvinas (*Cynoscion parvipinnis*, *Atractoscion nobilis* y *Sciaenops ocellatus*, *Lachnolaimus maximus* y *Lutjanus synagris*) estos últimos en el Golfo de México. Otras especies de interés comercial que son objeto de estudio son los robalos (*Centropomus undecimalis* y *C. medius*), el pámpano y palometa (*Trachinotus carolinus* y *T. falcatus*), los lenguados (*Paralichthys californicus* y *P. woolmani*) el pez globo o botete (*Sphoeroides annulatus*), el huachinango (*L. campechanus*), el mero (*Epinephelus morio*), la cabrilla sardinera (*Mycteroperca sp*), el jurel (*Seriola lalandi*) y el atún (*Thunnus thynnus* y *T. albacares*).

El huachinango y otros pargos forman parte de una pesquería artesanal poco desarrollada pero significativa en la captura total del Pacífico Mexicano. Los registros estadísticos (SEMARNAP, 1997), muestran que la proporción de pargo (que normalmente involucra varias especies) representa en promedio el 15% con respecto a la captura del Pacífico mexicano y solamente el huachinango alcanza un 9% en el mismo periodo de especies (Cruz *et al.*, 1989 han identificado hasta ahora 109), las especies objetivo son el huachinango y los pargos, por su precio y buena demanda en el mercado, que representan el mejor ingreso económico para ellos. Por ello puede decirse que el esfuerzo pesquero es dirigido. Sin embargo, a pesar de pescarse continuamente no se ha visto afectado en términos generales (Espino-Bar *et al.*, 2001). No obstante, se ha determinado que existen algunos lugares donde la pesquería se encuentra afectada negativamente en el litoral del Pacífico (Ponce-Palafox *et al.*, 2006). Por tal motivo, desde 2001 en que iniciaron las actividades de prospección de áreas potenciales para la engorda de pargos en el Pacífico Mexicano, así como resultados posteriores de trabajos de investigación realizados a partir de 2002 en los litorales de los Estados de Baja California Sur, Nayarit, Colima, Michoacán, Guerrero y Oaxaca, la operación de jaulas flotantes para la engorda de pargos, constituye una posibilidad para el desarrollo socioeconómico de comunidades pesqueras marginadas.

La mayor parte de las investigaciones sobre el cultivo de pargos en el mundo se han llevado a cabo en *Lutjanus argentimaculatus*, *L. erythropterus*, *L. johni*, *L. sebae*, *L. russelli*, *L. stellatus* (Tabla 5).

Tabla 5.- Especies y país donde se han realizado investigaciones sobre el cultivo en pargos.

<b>Especie Cultivada</b>	<b>Nombre Comun</b>	<b>País</b>	<b>Referencia</b>
<i>Lutjanus argentimaculatus</i>	Pargo rojo	China	Yongjia et al. (1996)
<i>Lutjanus argentimaculatus</i>	Pargo rojo	Malasia	Ali (1987); Hannafi et al. (1995)
<i>Lutjanus argentimaculatus</i>	Pargo rojo	Filipinas	Emata (1996)
<i>Lutjanus argentimaculatus</i>	Pargo rojo	Singapur	Cheong (1988)
<i>Lutjanus argentimaculatus</i>	Pargo rojo	Tailandia	Doi and Singhgraiwan (1993); Chaitanawisuti and Piyatiratitivorakul (1994)
<i>Lutjanus erythropterus</i>		Taiwan	Su et al. (2000)
<i>Lutjanus johni</i>	Pargo dorado	Malasia	Hannafi et al. (1995)
<i>Lutjanus johni</i>	Pargo dorado	Singapur	Lee (1982); Anon. (1986)
<i>Lutjanus russelli</i>	Pargo Russell's	China	Yongjia et al. (1996)
<i>Lutjanus russelli</i>	Pargo Russell's	Hong Kong	Wong (1995)
<i>Lutjanus russelli</i>	Pargo Russell's	Malasia	Rahim (1982)
<i>Lutjanus sebae</i>		Tailandia	Tanomkiat (1982)
<i>Lutjanus stellatus</i>		Taiwan	Su et al. (2000)

En México el Centro Regional de Investigación Pesquera de Manzanillo ha llevado a cabo estudios en diferentes Entidades Federativas del Pacífico Mexicano, sobre el

cultivo en jaulas flotantes de las especies *Lutjanus peru* y *L. guttatus*, y ha encontrado que se adaptan al cautiverio y es posible su crecimiento a tallas comerciales (500 g) a partir de organismos de 40 g, mediante la técnica de engorda en jaulas flotantes y la aplicación de alimento balanceado en periodos de 6 a 7 meses. Toda esta información se ha generado a través de ensayos con poco control y sin un diseño experimental adecuado. Por lo que la finalidad del presente trabajo es generar información científica y tecnológica de la producción de esas dos especies en condiciones controladas.



## 1.2. OBJETIVOS

### General

Desarrollar tecnología para la construcción de jaulas flotantes y conocimientos básicos para el cultivo de lutjanidos (*Lutjanus peru* y *Lutjanus guttatus*) en sistemas de bajo costo en la Bahía de Matanchen, municipio de San Blas, Nayarit.

### Particulares

- Diseñar, construir e instalar un sistema de jaulas en el mar, con materiales de bajo costo.
- Evaluar el efecto del tamaño de siembra de pargos en jaulas flotantes sobre el crecimiento y la supervivencia.
- Determinar el efecto de la densidad de siembra de pargos en jaulas flotantes sobre el crecimiento y supervivencia.
- Proponer un modelo tecno-administrativo y económico del manejo del cultivo en jaulas flotantes en el mar.

## 2. AREA DE ESTUDIO

La Bahía de Matanchen se encuentra localizada al sureste del Puerto de San Blas Nayarit, México, que limita al noroeste con las Islitas y por el sureste con la Punta de la Campana (Figura 5).

El tipo de clima es cálido semi-húmedo, la precipitación pluvial fluctúa entre los 1000 y 1500 mm siendo la temperatura media ambiental mayor a 22°C, la máxima ocurrencia de lluvias oscila entre 370 a 480 mm, y ésta se registra en el mes de agosto, la mínima se presenta en el mes de mayo con una precipitación menor a 5 mm, en el mes de junio se registran temperaturas máximas de 30 y 31 °C y en el mes más frío (enero) 25 a 26 °C. En San Blas, Nayarit la amplitud de marea es de 3.2 pies para la marea alta y para la marea baja 2.3 pies (Quispe, 2005).

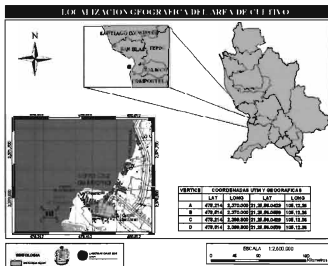


Figura 5.- Localización geográfica del área de estudio.

Las corrientes tienen origen a partir de la circulación oceánica superficial, que presentan direcciones suroeste a lo largo de la costa, por ser consecuencia del sistema de circulación California y la corriente norecuatorial de dirección oeste, o bien producto de la acción gravitacional de la luna y el sol, como ocurre en las mareas (Gómez,1993).

La topografía del fondo del área de estudio presenta características uniformes con lechos arenosos, fangosos y arcillosos, los accidentes de fondo son escasos, por ejemplo los bajos cercanos a los puntos que limitan la Bahía de Matanchen. La profundidad en la Bahía en las zonas cercanas a la playa presentan niveles entre 3.15 a 5.8 m. En la parte media tiene profundidades ente 4.5 a 12.8 m. y en zona mas profundas y lejanas a la playa presentan profundidades que van de 8.2 a 18.7 m. (Flores, 1994)

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1. SELECCIÓN DE DEL SITIO**

Para la selección del sitio de la instalación para un sistema de jaulas flotantes en el mar se requiere que la zona del proyecto, generalmente bahías y caletas deben estar protegidas, tanto como sea posible, de la acción directa de oleajes, corrientes, acción de vientos y marejadas que puedan generar fuerzas extremas en la estructura del sistema de cultivo.

La estrategia seguida inicia con la consulta cartográfica en la que se muestre el perfil de la costa y se localizan áreas protegidas, posteriormente se realiza un reconocimiento rápido de estas áreas, con la determinación de la existencia e importancia de otras actividades productivas como tráfico marítimo, agricultura, industrias, turismo, pesca etc., esto permitirá limitar las opciones de selección. No se puede recomendar la instalación de una estructura en una zona de tráfico marítimo intenso, en virtud de que se corre el riesgo de que durante la noche este mismo tráfico pueda ocasionar accidentes que afectarían tanto a la estructura como a la seguridad de las unidades en navegación y la del personal a bordo; en caso de detectarse una intensa actividad agrícola en la zona costera cercana a la probable área de instalación, es importante conocer si esto genera descargas a las aguas del sitio en principio seleccionado, el volumen de dichas descargas y los probables contaminantes que se estarían incorporando (herbicidas, plaguicidas, fertilizantes), una situación similar habrá de preverse en el caso de la actividad industrial; en el caso de la actividad turística, siempre que la estructura no entorpecerá los deportes acuáticos propios de esta industria, se puede considerar como una oportunidad de mercado ya que se pueden organizar paseos a conocer las jaulas y observar los peces mediante el buceo con snorkel o autónomo, lo que permite generar ingresos aún sin afectar a los organismos, estos paseos

contemplan además la de observación de organismos agregados a las estructuras de las jaulas.

Posteriormente, una vez seleccionados los sitios que presentan las mejores condiciones en términos de bahías o caletas protegidas, se sugiere analizar a detalle dichas áreas mediante fotografías aéreas que se pueden obtener como imágenes de satélite a partir de diferentes fuentes como, el Internet, también se pueden utilizar fotografías del INEGI. Previo a la visita de campo, un estudio más detallado de la zona se puede realizar a partir de una carta con escala pequeña, como pudiera ser la carta de INEGI escala 1:50,000. Entre otra información, de la carta se determina que vías de comunicación existen, energía eléctrica, teléfono público y cuerpos de agua que descarguen en un punto muy cercano a la zona de instalación; con toda esta información se estará en posibilidad de realizar la visita de campo para realizar las evaluaciones finales. Se deberá corroborar que no existe regularmente en la zona oleaje significativo u otros efectos hidrodinámicos como corrientes fuertes o marejadas fuertes de manera regular. Otros de los criterios a considerar en la localización del proyecto son:

### **Disponibilidad de crías**

Debe verificarse la presencia de crías en cantidades suficientes en áreas cercanas a la zona seleccionada; para corroborar lo anterior, además de recabar la información de los pescadores de la región se requiere hacer reconocimientos submarinos en los meses identificados como de mayor incidencia, que en algunos lugares suelen ser de febrero a abril.

### **Perfil batimétrico.**

La batimetría debe caracterizar al punto de instalación, como un fondo de pendiente suave, con profundidad mínima de diez metros, de tal manera que entre el piso de la jaula y el fondo se tenga un espacio mínimo de cuatro a cinco metros

aproximadamente (tomando en cuenta la catenaria que forma el piso de la jaula por su propio peso); lo anterior facilita un proceso de auto limpieza bajo la jaula. El fondo debe ser arenoso o arenoso con conchilla, debiendo evitar la presencia de limos. Es importante que en el área de instalación no existan formaciones rocosas o coralinas, aunque pueden presentarse fuera de los límites del sistema de cultivo.

### **Corrientes.**

La velocidad de las corrientes debe permitir que en la zona de instalación se dé un proceso adecuado de recambio de agua al interior de la jaula para mantener condiciones hidrológicas adecuadas para el crecimiento de los peces. Una corriente muy fuerte, puede generar cargas excesivas en los diferentes elementos de la unidad y provocar incluso su colapso. Se estima que la velocidad de las corrientes en la zona deben oscilar de  $0.3$  a  $0.5 \text{ ms}^{-1}$  ( $0.6 - 1.0$  nudo)

### **Oleaje**

Debe cuidarse que la acción de las olas no impacte directamente la estructura de cultivo, es deseable que la ola no tenga una altura mayor de  $1.5$  a  $2$  m por períodos prolongados; de igual forma, el sitio de instalación no debe localizarse en zonas con variaciones intermareales mayores de  $3$  metros.

### **Calidad del agua.**

Es importante cuidar que en la zona de instalación no se tenga la influencia permanente de aportes de agua dulce o estuarina que puedan producir variaciones drásticas en la salinidad, temperatura, oxígeno disuelto y pH a las que están habituados los organismos objeto de cultivo. Es igualmente importante que no se tenga la influencia de aguas residuales de actividades urbanas e industriales, entre otras.

- **Temperatura.** La temperatura superficial del agua deberá oscilar de  $22$  a  $30^{\circ}\text{C}$ ; para que los organismos en cultivo se mantengan siempre en

actividad y se tenga un mejor consumo de alimento y por lo tanto mejor crecimiento.

- Salinidad. Debido a lo escaso de los aportes de agua dulce, la salinidad también se mantiene estable durante todo el año, oscilando entre las 32 a 36 ups.
- Oxígeno disuelto. En las aguas marinas la concentración de oxígeno disuelto deberá tener las concentraciones alrededor de 4 a 8 mg L<sup>-1</sup>.
- pH Los valores de este indicador se encuentran de manera casi permanente en valores de entre 7 y 8.

### **Caminos de acceso**

La topografía en la zona costera, particularmente en la zona de desembarque del área de instalación de la estructura de cultivo, tanto en lo que se refiere a la variación del nivel, como al tipo de material del terreno, debe brindar la seguridad del fácil acceso al sitio de embarque durante todo el año utilizando vehículos terrestres no especializados (es deseable que no sea necesaria la doble tracción por ejemplo).

### **Distancia a la zona de desembarco.**

El área de instalación del sistema de cultivo, no debe estar muy alejada de la zona de desembarque y preferentemente debe ser visible desde la costa; lo anterior por razones del costo de traslado para alimentación de los peces y vigilancia continua.

### **Distancia a la zona de colecta de crías.**

Preferentemente conviene que en las cercanías del área de cultivo se localicen zonas de acumulación de juveniles, en tanto se dispone de semilla producida en laboratorio bajo condiciones controladas. Además de las verificaciones de campo

con ayuda de equipo científico, las áreas potenciales de instalación deben evaluarse mediante detallado reconocimiento submarino, mediante el buceo ya sea autónomo o semi autónomo; estos trabajos deben realizarse por personal especializado tanto en el buceo como en las características tecnológicas del proyecto



### 3.2. Ingeniería de Jaulas Flotantes.

#### Diseño, construcción e instalación de un sistema de jaulas flotantes.

Se diseñó, construyó e instaló un sistema conformado por 10 jaulas de forma cúbica de 5 metros de largo, por 5 metros de ancho y 5 metros de altura cada una; sostenidas en una estructura de flotación construida con cabos y elementos de flotación (garrafrones de vidrio y tambos de plástico), cuenta además con anclajes al fondo empleándose para ello sacos de arena de acuerdo a la metodología planteada por Castillo et al. (2004)

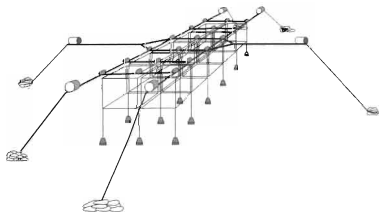


Figura 6.- Diseño del sistema de jaulas flotantes

Para la construcción de cada jaula se emplea paño de red de poliamida (PA) con hilo del número 15 (diámetro de 1.22 milímetros), el tamaño de la malla es de 2.54 cm para las jaulas de crías y de 3.17 cm para las de juveniles. Se encabalga

cada arista de jaula a un cabo de polietileno (PE) de 6 milímetros de diámetro conformándose la estructura cúbica de la misma.

El sistema de flotación consiste en una estructura conformada por cabos de polipropileno de 1 ¼ de diámetro, al que se le sitúan los garrafones de vidrio y tambos plásticos, en el mismo se fijan las 10 jaulas, en dos hileras de 5 jaulas cada una.

Para el lastre que garantiza la verticalidad del paño de cada jaula se emplean sacos de tejido de fibra sintética conocidos como sacos azucareros, los mismos son llenados con arena hasta completar un peso en el aire de 25 kilogramos, boca es atada con cabo de polietileno (diámetro de 6 milímetros) con nudo ballestrinque doble y gasa, los sacos se agrupan y se amarran a cada vértice inferior de la jaula empleando el mismo tipo de cabo.

Para el anclaje del sistema al fondo se utilizan sacos azucareros llenos de arena con un peso en el aire de 40 kilogramos cada uno, amarrados y agrupados. Los cabos de fondeo son de polietileno (PE) de 2.54 cm de diámetro atados en uno de sus extremos a la estructura de flotación y en el otro se extremo se construye una "pata de gallo", a cada extremo de la misma se atan un grupo de sacos ya calados en el fondo del mar.

Para el cálculo de las fuerzas que actúan en el sistema de jaulas se utilizo la metodología planteada por (Fridman 1995); los equipos y materiales utilizados en la construcción e instalación son:

#### Materiales:

- (3) Fardos de paño, poliamida, teñido y tratado (1 ¼ x 15 x 200 x 3000)
- (2) Fardo de paño, poliamida, teñido y tratado (1 x 9 x 400 x 7200)
- (2) Rollos de cabo de polietileno de 2.54 cm de diámetro.

- (3) Rollos de cabo de polietileno de 1.27 cm de diámetro.
- (10) Rollos de cabo de polietileno de 0.63 cm de diámetro.
- (30) Bobinas de hilo, poliamida, teñido y tratado del número 18.
- (80) Garrafrones de vidrio de 19 litros.
- (6) Tambos de plástico de 200 litros.
- (500) Sacos azucareros.
- (20) Javas de plástico de 50 kilogramos

Equipo:

- (2) Equipos completos de buceo autónomo
- (2) Lanchas de 3 toneladas en fibra de vidrio
- (2) Motores fuera de borda de 40 caballos de fuerza.

### 3.3. Comportamiento de la calidad del agua en el sistema.

Una vez instalado el sistema de 10 jaulas flotantes se definieron 3 estaciones de muestreo y se colocaron de acuerdo al criterio utilizado por Pelkasten (2006) para el monitoreo de la calidad del agua de jaulas flotantes en el mar. Las estaciones de monitoreo se colocaron en la parte central ( E1S y E1F ), otra a 60 metros en dirección norte ( E2S y E2F ) y la estación control ( E3S y E3F ) al sur del sistema colocada a 60 metros de distancia; en cada estación se realizaron mediciones tanto de superficie ( E1S, E2S, E3S) así como de fondo a 12 metros de profundidad ( E1F, E2F, E3F )



Figura 7.- Distribución de las estaciones de muestreo: E1S (central de superficie), E1F (central de fondo), E2S (externa de superficie), E2F (externa de fondo), E3S (control de superficie), y E3F (control de fondo).

En cada estación de muestreo se determinaron los siguientes parámetros físico-químicos: temperatura en °C, pH y concentración de oxígeno disuelto del agua en

$\text{mg L}^{-1}$ , porcentaje de saturación de oxígeno en % con una frecuencia diaria. Los nutrientes del agua determinados fueron Amonia ( $\text{NH}_4$ ) en  $\text{mg L}^{-1}$ , Nitritos ( $\text{NO}_2$ ) en  $\text{mg L}^{-1}$ , Nitratos ( $\text{NO}_3$ ) en  $\text{mg L}^{-1}$ , Fosfatos ( $\text{PO}_4$ ) en  $\text{mg L}^{-1}$  y Sulfatos ( $\text{SO}_4$ ) en  $\text{mg L}^{-1}$ , con una frecuencia catorcenalmente, durante el periodo comprendido de los meses de junio a noviembre del año 2004.

La toma de parámetros tales como temperatura, oxígeno disuelto, saturación y pH se realizaron *in situ*. Para la determinación de temperatura, saturación de oxígeno y oxígeno disuelto, se utilizó un oxímetro comercial de la marca YSI modelo 55, acondicionado con un cable de 12 metros y cuya lectura se hace de manera directa en la pantalla; se tomaron las lecturas de tres niveles: superficie (0 metros), media agua (6 metros) y fondo (12 metros) y en cuatro jaulas. Para la determinación del pH se utilizó un potenciómetro de bolsillo de la marca HANNA, calibrado con una solución búfer de 7.00 pH solo fue de superficie y solo se tomo una estación situada en el centro de las jaulas.

Para la determinación de los valores de nutrientes disueltos en la columna de agua (amonio, nitritos, nitratos, fosfatos y sulfatos), se realizaron las colectas en botellas de agua en tres estaciones diferentes, cada una con dos estratos superficie y media agua. Estos parámetros se determinaran por medio del análisis espectrofotométrico con lectura de índice de refracción en un fotómetro marca YSI modelo 9000 cuya lectura de refracción es trasladado a una tabla de datos que muestra el resultado final.

### **3.4. Estrategias biológicas de producción.**

#### **Colecta y transporte**

Se realizaron operaciones de colecta de crías por los buques pesqueros: B/M. Ing. Miguel López Rivera y el B/M. Ing. Salvador Villaseñor, en lapsos de tiempo de 25 minutos de arrastre a una velocidad de 2.1 nudos con dos redes camaroneras tipo semiportuguesas de 80 pies, a una profundidad de entre 13 a 15 brazas. El cobrado de las redes se realizó lentamente en un lapso de 30 minutos para evitar el descompresamiento de los peces. Para su traslado se utilizaron tanques de plástico Marca Rotoplas de 400 y 1000 litros de capacidad en número de 6 y bombas de agua para el recambio, mangueras, piedras oxigenadas, compresor de aire y tanques de oxígeno con sus válvulas respectivas.

#### **Siembra**

Los peces se aclimataron por un lapso de 48 a 72 horas periodo donde los organismos se recuperaron del stress por transporte. Después se sembraron en las jaulas procediendo a medirlos, pesarlos y contarlos con un intervalo de talla de 10 a 17 centímetros, dependiendo del experimento.

#### **Diseño de Experimentos**

##### **Experimento 1**

El diseño experimental se basa en tres tratamientos: PJ = pequeños juveniles; J= juveniles y SA= subadultos. con tres repeticiones cada uno de ellos en un diseño completamente aleatorio. Se sembraron 10,773 peces distribuidos en nueve jaulas. La siembra se realizó 26 de Marzo de 2004. El experimento duro 153 días. En la tabla 6 se muestran los datos iniciales de la siembra.

Tabla 6.- Características iniciales de los grupos de juveniles silvestres de huachinango cultivados en las jaulas.

Tratamiento	No. de Peces	Longitud promedio inicial (cm)	Peso promedio inicial (gr)	Biomasa Inicial (kg)
PJ	1,203	10.6	24.5	29.5
J	1,189	14.6	55.4	65.9
SA	1,199	18.1	110.2	132.1

PJ = pequeños juveniles; J = juveniles y SA = subadultos.

El análisis estadístico fue llevado a cabo de acuerdo a Montgomery (1984). Se utilizó un análisis de varianza de una vía (ANOVA) y la prueba de Tukey para determinar la diferencia de medias. Los datos de supervivencia fueron transformados para mediante arcoseno para aplicar el ANOVA. La probabilidad de  $P < 0.05$  fue considerada significativa.

## Experimento 2

Para el experimento de densidad de siembra se procedió a realizar el experimento con tres densidades de siembra, para lo cual se utilizaron 9 jaulas de 2.0 x 2.0 x 2.0 metros, con una densidad de 375 peces ( $5 \text{ kg m}^{-3}$ ) con tres repeticiones, 625 peces ( $10 \text{ kg m}^{-3}$ ) con tres repeticiones y finalmente 875 peces ( $15 \text{ kg m}^{-3}$ ) a las ultimas.

La longitud y el peso de los peces fueron del mismo promedio para todas ellas, así como las fechas de su siembra y muestreos mensuales, durante los 120 días del experimento

## **Alimentación**

*L. peru* y *L. guttatus* en cada caso se alimentaron de acuerdo a las siguiente tabla ajustándolo de acuerdo a los muestreos biométricos mensuales. El alimento balanceado se les suministro dos veces al día en comederos con un pellet conteniendo 35% y 25% de proteína cruda y 7% de lípidos en los dos casos, del primero al tercer mes y del cuarto al quinto mes respectivamente. Además, diariamente se llevó un registro del consumo de alimento.

## **Crecimiento y supervivencia**

Mensualmente se realizaron muestreos para medir la longitud total (cm) y el peso (g) de los peces, así como el desempeño y comportamiento de los peces en las jaulas. Los índices de crecimiento evaluados fueron:

### ***Incremento diario de peso individual:***

$$\text{IDPI (g/día)} = \text{Wf} - \text{Wi} / t$$

Wf = peso promedio final;

Wi = peso promedio inicial;

t = número de días del período.

### ***Tasa específica de crecimiento:***

$$\begin{aligned} \text{TEC (\%/día)} &= 100 \times [ e^{(\text{Ln Wf} - \text{Ln Wi}) / t} ] - 1 \\ &= (\text{Ln (Wf)} - \text{Ln(Wi)} / t) \times 100 \end{aligned}$$

Wf = peso final;

Wi = peso inicial;

t = número de días del período

### ***Tasa de conversión alimentaria:***

$$\text{TCA} = \text{alimento suministrado} / \text{incremento total de peso}$$



## **Determinación de Parásitos:**

### **Colecta de hospederos**

Mensualmente se obtuvieron de las jaulas 30 peces (15 de cada jaula empleando redes manuales, los ejemplares son colocados en cubetas de 20 litros de capacidad con agua del mismo medio, transportándolas al laboratorio de biología de la Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera. Para su análisis se mantuvieron con aireación constante y sin alimentación. La revisión se llevo acabo en un lapso no mayor a 12 horas después de su captura, los muestreos se iniciaron a partir del mes de mayo, con el fin de detectar ecto y endoparásitos.

### **Análisis del hospedero**

Una vez en laboratorio se anestesiaron los peces con phenoxyetanoi 0.75 ml L<sup>-1</sup>, se tomaron medidas de longitud total (cm) y longitud patrón (cm) mediante un ictiometro convencional. El peso fue obtenido en gramos mediante una balanza de precisión digital marca OHAUS. El sexo se determino mediante un examen directo de las gónadas cuando los peces estaban bien diferenciados. El procedimiento analítico comprendió tanto la revisión externa como interna.

Examen externo: se disectan las aletas (caudal, ventral, dorsal) Para su revisión microscópica en busca de ectoparásitos, las branquias fueron extraídas seccionándolas, se colocaron en cajas petri y solución salina para luego examinarlas al microscopio óptico, cada arco branquial fue examinado individualmente prestando especial atención a cada uno de los filamentos branquiales. Los ectoparásito fueron retirados y colocados en alcohol al 70 % para su conservación y respectiva identificación.

Examen interno: el procedimiento que se siguió fue una vez abierto el pez mediante una incisión en la región ventral, fue eviscerado adicionando a cada órgano extraído unas gotas de solución salina (con el fin de evitar perdida de

agua y mantener húmedo y vivo por más tiempo al parásito). A continuación se reviso bajo el microscopio la cavidad corporal, ojos, hígado, bazo, corazón, músculo y cerebro, cada órgano se reviso bajo compresión entre dos vidrios; el tracto digestivo fue seccionado en estomago, ciegos, intestino medio, anterior y posterior y recto. Los parásitos obtenidos fueron manipulados con ayuda de pinceles de tamaño adecuado.

**Fijación de trematodos:** Los trematodos fueron fijados con líquido de Berland, AFA alcohol salino al 4% caliente. El líquido de Bouin se utilizo para fijar parásitos por 24 horas y luego en alcohol al 70% para su conservación y posterior procesamiento e identificación.

**Fijación de Cestodos:** Las larvas de cestodos encontradas fueron fijadas en un porta objetos con AFA, luego pasadas a frascos con alcohol 70% para su preservación y posterior identificación.

**Fijación de Nematodos:** La fijación de nematodos se realiza de acuerdo a las técnicas comúnmente utilizadas para el estudio de estos organismos, con líquido de Berland o alcohol de 70% caliente, con el fin de obtener buena relajación de los organismos. Para evitar la contracción al momento de morir, se conservaron en pequeños frascos en alcohol al 70% añadiéndose también una etiqueta de campo con los datos de colecta para su identificación posterior.

**Fijación de crustáceos:** Los crustáceos se colectaron de branquias (copépodos) y boca (Isópodos), los mismos fueron fijados y preservados en frascos viales con alcohol al 70% para su identificación posterior.

### **3.5. Factibilidad técnico-administrativa y económica del cultivo**

Para llevar a cabo el estudio de factibilidad técnico - económica se siguieron los siguientes pasos:

- a) Obtención de información relacionada con el maricultivo de la revisión bibliográfica y de antecedentes a fin de identificar el tratamiento de los procesos de producción de cultivo en peces, sistematizarla y realizar el estudio.
- b) Elaboración y aplicación de los instrumentos de recolección de datos aplicados a las personas especialistas en el tema: en almadras, cultivos acuícolas (camarón, peces, etc.), entrevistas con empresarios y con responsables de proyectos similares encargadas, con preguntas destinadas a recolectar la información que permita identificar las características del proceso productivo, con el objeto de establecer los elementos del costo.
- c) Tabular, organizar y clasificar la información.
- d) Elaborar gráficos que permitan la interpretación y obtención de análisis de recolección de datos.
- e) Analizar y evaluar la productividad económica, indicadores de gestión y estrategias empresariales del cultivo.
- f) Elaboración de las conclusiones y recomendaciones como resultado final de la investigación.
- g) Identificar los comportamientos más importantes de modelos administrativos y técnicos

#### **Técnicas y Procedimiento de Recolección de Datos**

En el presente estudio se utilizó para la recolección de la información las técnicas que se mencionan:

### **a. Análisis Documental**

Esta parte está basada en el estudio y análisis efectuados a las fuentes de información consultadas con el objeto primordial de conocer los factores que intervienen en el proceso de producción.

### **b. Entrevistas Estructuradas y Cuestionarios**

Consisten en una serie de preguntas dirigidas con especialistas en el tema. Esta técnica permitirá la obtención de Información directa respecto al problema en estudio en cuanto a las condiciones y características de los cultivos que ellos conduzcan en lo técnico administrativo, jurídico, financiero y llegar a los modelos deseados.

### **c. Instrumentos Para la Recolección de Información**

A fin de recolectar la información del proceso en estudio, el instrumento seleccionado para la obtención de los datos fueron dos tipos de cuestionarios, uno para el área de producción y otro para el área administrativa. La aplicación de este cuestionario se hizo de manera directa a los técnicos, entre las cuales se destacan preguntas de tipo cerrado en el cual el entrevistado responde a una opción y otras donde se elegirá o escogerá la respuesta conveniente, también se incluirá preguntas abiertas donde se desarrollen respuestas a juicio del entrevistado.

### **d. Operacionalización de las Variables**

Tabla 7.- Operación de variables.

<b>VARIABLE</b>	<b>DIMENSION</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ITEMS</b>
MARICULTIVO	PROCESO DE PRODUCCION	TIEMPO DEL PROCESO PESO PEZ POR ETAPA MORTALIDAD ALIMENTACIÓN	1, 2 y 3 3 5 y 6
	ELEMENTOS DEL COSTO DE INSTALACIÓN	MATERIAL DIRECTO MATERIAL INDIRECTO MANO DE OBRA GASTOS DE ARMADO JAULAS	II PARTE DEL CUESTIONARIO DE PRODUCCIÓN

#### **e. Tratamiento de la Información**

La información obtenida con la aplicación de Instrumentos en la recolección de datos se organiza de manera homogénea para cada una de las partes que lo conforman, de la información disponible sobre aspectos de mayor importancia del mundo real que puedan ser identificadas y cuantificadas. Con la finalidad de tabularla e interpretarla a través de la elaboración de gráficos, flujo-gramas que nos permitan su análisis y faciliten la visualización del modelo técnico, administrativo para maricultivo con el cual se tomarán las decisiones.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Aspectos biológicos de la especie

Los pargos (*L. guttatus* y *L. peru*), presentan una amplia distribución y aparente adaptación a diversas condiciones ambientales; en general su clasificación es la siguiente:

Reino	<u>Animalia</u>	<u>Chordata</u> cordado
	Phylum	<u>Vertebrata</u> vertebrado
	Subphylum	<u>Osteichthyes</u> peces óseos
	Superclass	<u>Actinopterygii</u>
	Class	<u>Neopterygii</u>
	Subclass	<u>Teleostei</u>
	Infraclass	<u>Acanthopterygii</u>
	Superorder	<u>Perciformes</u>
	Order	<u>Percoidae</u>
	Suborder	<u>Lutjanidae</u>
	Family	<u>Lutjaninae</u>
	Subfamily	<u>Lutjanus</u> Bloch, 1790 – common snappers, snappers
	Genus	<u>Lutjanus guttatus</u> (Steindachner, 1869) mutton snapper, pargo
	Species	lunarejo, spotted rose snapper

Fuente: <http://www.calacademy.org/research/ichthyology/catalog>

Reino	<u>Animalia</u> – Animal	<u>Chordata</u> cordado
	Phylum	<u>Vertebrata</u> vertebrado
	Subphylum	<u>Osteichthyes</u> peces óseos
	Superclass	<u>Actinopterygii</u> peces de aletas con rayos
	Class	<u>Neopterygii</u> – neopterygians
	Subclass	<u>Teleostei</u>
	Infraclass	<u>Acanthopterygii</u>
	Superorder	<u>Perciformes</u>
	Order	<u>Percoidae</u>
	Suborder	<u>Lutjanidae</u>
	Family	<u>Lutjaninae</u>
	Subfamily	<u>Lutjanus</u> Bloch, 1790 – common snappers, snappers
	Genus	<u>Lutjanus peru</u> (Nichols and Murphy, 1922) –
	Species	huachinango del Pacífico, Pacific red snapper

Fuente: <http://www.calacademy.org/research/ichthyology/catalog>

El huachinango (*Lutjanus peru*) pertenece al Orden Perciformes y a la Familia Lutjanidae, en la cual Allen (1985) y Allen y Robertson (1994) incluyen 17 géneros

y 103 especies. Para el Pacífico Mexicano, se presentan 10 especies; de las cuales se han identificado 9 en la captura comercial (INP-SEMARNAP, 1998).

De acuerdo con Santamarina (2003) la dieta estuvo constituida por peces, crustáceos y moluscos. Distribuyéndose de la siguiente forma Moluscos, Anfípodos, Copépodos, Estomatópodos, *Litopenaeus vannamé*, Larvas de braquiuros, Larvas de estomatópodos, Larvas de la familia Albunelidae. Otros crustáceos, *Anchoa ischana*, *Anchoa lucida*. Otros peces, Salpas y Monl. No se encontraron diferencias en la dieta de peces inmaduros, machos y hembras. La dieta del huachinango del Pacífico varía con el crecimiento, aunque siempre se encuentran los mismos grupos de alimento. En la fase adulta, en clases de longitud mayores a 261 mm LF, existe un cierto grado de especialización, ya que consumen más peces, principalmente engráulidos.

Así pues los pargos de interés en el presente proyecto son los conocidos como guachinango (*Lutjanus peru*) y el lunarejo o flamenco (*Lutjanus guttatus*), los cuales tienen sexos separados y son ovíparos de fecundación externa.



Figura 8.- Especies seleccionadas (*Lutjanus peru* izquierda y *L. guttatus* derecha)

En el Pacífico estas especies se distribuyen desde Baja California hasta Perú; y son más frecuentes a profundidades de 4 a 12 m, el guachinango se captura regularmente hasta los 80 m de profundidad y el lunarejo a 30 m, generalmente, de acuerdo con experiencias realizadas en otros países, la colecta de crías para el cultivo se realiza entre 3 y 20 m de profundidad.

Según Saucedo-Lozano et al. (1998), al analizar la abundancia y distribución batimétrica de juveniles de *Lutjanus peru* en la plataforma continental de Jalisco y Colima utilizando redes de arrastre tipo camaronero se encontró que estos juveniles presentaron una disposición espacial de tipo agregada, limitándose la distribución batimétrica de los organismos a profundidades de 20 y 40 m. De acuerdo con el modelo de crecimiento para esta especie, los grupos encontrados tendrían entre 1 y 1.5 años respectivamente.

En los cultivos experimentales realizados por el INP en el período 2002 y 2003 en Manzanillo, Colima fue posible ratificar que la colecta de crías para el cultivo de ambas especies se puede realizar entre 3 y 20 m de profundidad; observándose adicionalmente, que en condiciones de confinamiento se adaptan fácilmente al consumo de alimento balanceado y a la presencia humana, confirmándose también que después de su estadía en las jaulas los organismos son realmente dóciles. Por lo que se ha probado el crecimiento de estas especies a tallas comerciales (500 g) a partir de organismos de 40 g, mediante la técnica de engorda en jaulas flotantes en periodos de entre 6 y 7 meses.



## 4.2. Ingeniería de jaulas flotantes.

Se diseñaron jaulas de forma sea cúbica ya que permiten un mayor intercambio de fluido con el medio. Las jaulas cuadradas o rectangulares tienen una mayor eficiencia que las circulares, debido a que en las primeras la influencia del movimiento del agua es sobre todo por sus lados, mientras que en las jaulas circulares es menor el intercambio en los extremos. A continuación se presentan los pasos y cálculos realizados en el diseño, construcción e implementación del sistema de jaulas flotantes para huachinango en el mar.

### Sistema Contenedor

El sistema contenedor es la capacidad volumétrica que tienen las jaulas para la concentración de las especies a cultivar. Se plantea en este trabajo la construcción de jaulas de forma cúbica empleando paño de red pollamida (PA de: 1 ¼" x 15 x 200 x 3000), cortado en forma rectangular con las siguientes dimensiones: 223 mallas (7.1 m) de altura (caída) por 1,338 mallas (42.5 m) de longitud con las siguientes características:

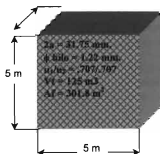


Figura 9.- Forma de la jaula y principales parámetros técnicos.

Donde:

$a$  = Tamaño de la barra

$U_1, U_2$	=	Coefficientes de abertura horizontal y vertical
$V_t$	=	Volumen de la jaula
$A_f$	=	Área ficticia del paño de red

La estructura de la jaula se confecciona con cabo de PE  $\phi = 6$  mm, el encabalgado del paño de red a la misma se realiza a lo largo de todas las aristas del paño de tal forma que permita que la malla tome una configuración cuadrada, para ello se aplican los coeficientes de encabalgado horizontal y vertical ( $U_1$  y  $U_2 = 0.7071$ ).

Para la construcción de jaulas para peces en estadios juveniles se corta un paño en forma rectangular de 278 mallas de altura (caída) por 1668 mallas de longitud. El proceso tecnológico a emplear es similar al descrito anteriormente (278 mallas para la tapa superior, 1112 para las paredes de la jaula y las restantes 278 mallas para la tapa inferior, el tipo de paño de red a emplear para este tipo de jaulas es: Paño de poliamida de: 1" x 15 x 200 x 3000

La cantidad de paño de red necesario para la construcción del sistema de jaulas (10 jaulas) es de 5 fardos de paño, con un peso de 100 kg cada uno, es decir, 500 kg de peso total fuera del agua. El proceso tecnológico para el montaje del paño de red de las jaulas consiste en: las primeras 223 mallas de longitud del paño cortado previamente conforman la tapa superior, las siguientes 892 mallas constituyen las paredes de la jaula y las restantes 223 mallas se emplean para la confección de la tapa inferior (Fig. 10).

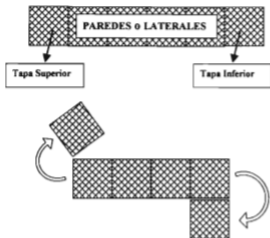


Figura 10.- Proceso tecnológico para la construcción de la jaula

### Montaje de jaulas al sistema de flotación

Como se aprecia en la figura 11, las jaulas van montadas sobre una estructura de cabo flexible de Polipropileno de diámetro = 1 ¼ de pulgada (31.8 mm.) que constituye el sistema de flotación anteriormente descrito, el mismo de los siguientes elementos:

- a) Dos cabos principales de 38.00 m cada uno.
- b) Un cabo de paseo (central) de 28.00 metros de longitud.
- c) Seis cabos transversales de 13.00 metros cada uno
- d) Dos patas de gallo o dos tirantes de 10 metros contruidos de PE  $\phi = 19.05$  mm en cada costado.

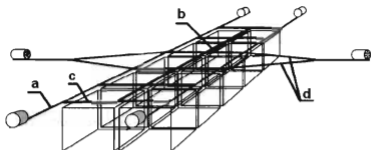


Figura 11.- Montaje de jaulas en el sistema de flotación.

#### Elementos de flotabilidad.

Los elementos de flotabilidad lo constituyen los tambores plásticos y los garrafones de vidrio, estos últimos se protegen con una cubierta de cabo enmallado (30 m de PP,  $\phi=0.635$  c) y sellados con una masa de resina, talco industrial y catalizador. Se fijan sobre la estructura de cabo superior de cada jaula, asegurando un garrafón en cada vértice de la misma, de esta forma se garantiza la flotabilidad del sistema en condiciones normales de trabajo.

El sistema de flotación cuenta con seis tambores de plástico de capacidad 200 litros, fijos con un arnés a los cables principales que conforman la estructura, en la figura 8 se muestra el sentido de orientación de los mismos, dicha orientación se justifica para evitar que las olas y mareas deformen el sistema de jaulas.

Cada elemento de flotación proporciona una flotabilidad hidrostática que es el resultado de la sustentación del peso de ese elemento en el aire al peso del volumen de agua desplazado por el mismo:

Garrafón:  $20.5 \text{ kgf} - 5.7 \text{ Kg} = 14.8 \text{ kgf}$

Tambo:  $205.0 \text{ kgf} - 11.3 \text{ kg} = 193.7 \text{ kgf}$ .

Por lo que se deduce que la flotabilidad hidrostática de los elementos de flotación es para el garrafón 14.8 kgf por unidad y para el tambo 193.7 kgf.

La flotabilidad hidrostática del sistema depende de la cantidad de elementos (garrafones y tambos) que se le sitúan al mismo, por lo que se le aplicó una reserva en lo que respecta a flotabilidad tratando de mantener el equilibrio entre la fuerza de sustentación y la de hundimiento así como otras que inciden en la deformación del sistema (mareas, olas, etc.)

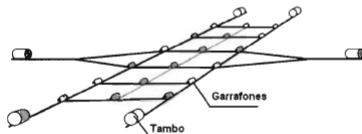


Figura 12.- Orientación de la estructura y disposición del sistema de flotación.

El peso del paño de red en el agua se calcula por la siguiente formula: (Buki, 1980)

$$Gf = G \cdot \frac{\delta - \delta_w}{\delta} = 500 \text{ kg} \cdot \frac{(1.14 \text{ kg dm}^{-3} - 1.025 \text{ kg dm}^{-3})}{1.14 \text{ kg dm}^{-3}} = 50 \text{ kg-f.}$$

Donde:

- $G$  = Peso del paño de red en el aire  
 $\delta$  = Peso específico del material del paño de red  
 $\delta_w$  = Peso específico del agua de mar

A continuación se calcula el peso dentro del agua de los elementos de flotación:

Para garrafones de vidrio cuyo peso específico es  $\delta = 2.6 \text{ kg dm}^{-3}$  que pesan 3.7 Kg. en el aire.

$$F_r = G \cdot \frac{\delta_w - \delta}{\delta} = 5.7 \text{ kg.} \cdot \frac{(1.025 \text{ kg dm}^{-3} - 2.6 \text{ kg dm}^{-3})}{2.6 \text{ kg dm}^{-3}} = -3.45 \text{ kg-f.}$$

Los tambos de plástico ( $\delta = 1.2 \text{ kg dm}^{-3}$ ), pesan 11.3 kg. en el aire.

$$F_r = G \cdot \frac{\delta_w - \delta}{\delta} = 11.3 \text{ kg.} \cdot \frac{(1.025 \text{ kg dm}^{-3} - 1.2 \text{ kg dm}^{-3})}{1.2 \text{ kg dm}^{-3}} = -1.65 \text{ kg-f.}$$

### Resistencia de los elementos de flotación

Los elementos de flotación del sistema de jaula son los: garrafones y tambos, para el cálculo integral de los elementos de flotación se tomaron los siguientes datos:

Densidad del medio ( $\delta$ ) =  $1040 \text{ kg m}^{-3}$

Viscosidad cinemática ( $\nu$ ) =  $1.08 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ seg}^{-1}$

Velocidad del fluido =  $2.8 \text{ m seg}^{-1}$

### GARRAFON

Longitud: 0.4 m

Diámetro: 0.26 m

El área del garrafón

$$F = L \times d = 0.4 \times 0.26 = 0.104 \text{ m}^2$$

El valor del coeficiente de resistencia del cilindro de alargamiento ilimitado depende del número de Reynolds.

$$Re = \frac{0.1 \times 2.8}{108 \times 10^{-6}} = 2.6 \times 10^5$$

Por tablas (Fridman 1995) hallamos interpolando los valores  $C_{ai} = 1.18$ . El alargamiento del flotador será:

$$\lambda = L / d = 0.4 / 0.26 = 1.54$$

Por los datos interpolados en tablas hallamos el valor del coeficiente de reparación  $k = 0.55$

El valor del coeficiente de resistencia del cilindro de alargamiento limitado se calcula por la fórmula donde:

$$C_{ky} = 1.18 \times 0.55 = 0.65.$$

Entonces por la siguiente fórmula hallamos el coeficiente hidrodinámico de resistencia tomando como premisa que la intensidad de la corriente incide con un ángulo de  $60^\circ$  sobre los elementos de flotación:

$$C_x = C_{ky} \times \sin^3 60^\circ = 0.65 \times 0.87^3 = 0.43$$

El coeficiente de sustentación o elevación se determina por la siguiente fórmula:

$$C_y = C_{ky} \times \sin^2 60 \cos 60 = 0.65 \times 0.87^2 \times 0.5 = 0.24.$$

Entonces la resistencia frontal del garrafón será:

$$R_x = 0.43 \frac{1040 \times 2.8^2}{2} 0.1 = 174.4 \text{ Newton}$$

La fuerza de elevación o sustentación

$$R_y = 0.24 \frac{1040 \times 2.8^2}{2} 0.1 = 97.3 \text{ Newton}$$

Finalmente se determina que la fuerza hidrodinámica resultante que incide sobre el garrafón será

$$R = \sqrt{174.4^2 + 97.3^2} = 199.7 \text{ Newton}$$

## TAMBO

Longitud: 0.9 m

Diámetro: 0.6 m

El área del tambo

$$F = L \times d = 0.9 \times 0.6 = 0.54 \text{ m}^2$$

El valor del coeficiente de resistencia del cilindro de alargamiento ilimitado depende del número de Reynolds.

$$Re = \frac{0.6 \times 2.8}{108 \times 10^{-6}} = 1.6 \times 10^6$$

Por tablas hallamos interpolando los valores  $C_{ai} = 0.36$ . El alargamiento del flotador será:



$$\lambda = L/d = 0.9 / 0.6 = 1.5$$

Por los datos interpolados en tablas hallamos el valor del coeficiente de reparación

$$k = 0.55$$

El valor del coeficiente de resistencia del cilindro de alargamiento limitado se calcula por la formula donde

$$C_{ky} = 0.36 \times 0.55 = 0.2$$

Entonces por la siguiente formula hallamos el coeficiente hidrodinámico de resistencia tomando como premisa que la intensidad de la corriente incide con un ángulo de  $60^\circ$  sobre los elementos de flotación:

$$C_x = C_{ky} \times \sin^3 60^\circ = 0.2 \times 0.87^3 = 0.13$$

El coeficiente de sustentación o elevación se determina por la siguiente formula:

$$C_y = C_{ky} \times \sin^2 60 \cos 60 = 0.2 \times 0.87^2 \times 0.5 = 0.07.$$

Entonces la resistencia frontal del flotador será:

$$R_x = 0.13 \frac{1040 \times 2.8^2}{2} 0.54 = 284.7 \text{ Newton}$$

La fuerza de elevación o sustentación

$$R_y = 0.07 \frac{1040 \times 2.8^2}{2} 0.54 = 153.3 \text{ Newton}$$

Finalmente se determina que la fuerza hidrodinámica resultante que incide sobre el flotador será

$$R = \sqrt{284.7^2 + 153.3^2} = 323.4 \text{ Newton}$$

### Sistema de Lastre

Para el sistema de lastre se emplean sacos de tejido de fibra sintética conocidos como sacos azucareros, los mismos son llenados con arena hasta completar un peso en el aire de 25 kilogramos y cada uno, se ata la boca con un cabo PE  $\phi = 6$  mm con nudo ballestrinque doble y gasa, posteriormente se unen en grupos de seis sacos para su amarre final a un cabo PP  $\phi = 6$  mm cuya longitud varía en función de la profundidad de la zona, el otro extremo es atado a cada vértice (esquina) de la parte inferior de la jaula (Fig. 13). Cada jaula contará con un total de 24 sacos (240 sacos para el sistema), de esta forma se garantiza la verticalidad del paño, una correcta abertura de la malla y se evitan deformaciones en el sistema de jaulas ante la incidencia sobre el mismo de fuerzas dinámicas del medio, permitiendo una correcta operación de trabajo.

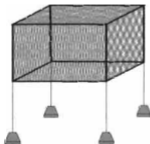


Figura 13.- Forma de la jaula con el lastre.

## Resistencia del paño de red ante la influencia del oleaje y corriente marina

Para el cálculo de las fuerzas externas del medio (oleaje y corrientes marinas) que inciden en el sistema de jaulas, se tomaron valores reales medios en cuanto a la magnitud e intensidad de estos fenómenos en la Bahía de Matanchen, la metodología de cálculo empleada se describe en (Fridman 1995).

Los valores tomados como datos son:

- Altura de la ola: 2.0 m
- Periodo de la ola: 5 segundos.
- Velocidad de la corriente: 1.5 m seg<sup>-1</sup>
- Altura del paño: 5 metros
- Longitud del paño: 25 metros
- Paso de malla (Barra) a = 16 mm
- Diámetro del hilo: 1.22 mm.

Hallamos la posible longitud de la ola

$$\lambda = \tau^2 \times g / 2 \pi = \frac{5,0^2 \times 9,81}{2 \times 3,14} = 39,0 \text{ metros}$$

Donde:

$\tau$  – periodo de la ola

Calculamos el área relativa de la superficie del paño

$$F_o = \frac{d}{a} \times \frac{1}{U_1 \times U_2} = \frac{1,22 \times 10^{-3}}{1,6 \times 10^{-2}} \times \frac{1}{0,707 \times 0,707} = 3,8 \times 10^{-2} \text{ m}^2$$

Donde:

$U_1$  y  $U_2$  = Coeficientes de abertura horizontal y vertical

El radio superficial de las partículas de agua se calcula

$$r_o = r / 2 = 2,0 / 2 = 1 \text{ m.}$$

La velocidad orbital de las partículas de agua

$$v = \frac{2 \pi \times r \omega}{\tau} = \frac{2 \times 3.14 \times 1.0}{5.0} = 1.26 \text{ m seg}^{-1}$$

La suma de las velocidades tanto del oleaje como de la corriente marina es:

$$v + v_1 = 1.26 + 1.5 = 2.76 \text{ m seg}^{-1}$$

Por tablas determinamos la densidad y viscosidad cinemática del agua de la zona

$$\delta = 1040 \text{ kg m}^{-3} \quad u = 1.08 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ seg}^{-1}$$

Seguidamente hallamos el número de Reynolds

$$Re = \frac{d \times v}{u} = \frac{1.22 \times 10^{-3} \times 2.76}{1.08 \times 10^{-6}} = 3.1 \times 10^3$$

Hallamos el coeficiente de resistencia por la formula:

$$C_x = \frac{3(2Fo)^{0.07}}{Re} = \frac{3(2 \times 3.8 \times 10^{-3})^{0.07}}{3.1 \times 10^3} = 1.4$$

Hallamos el valor del coeficiente K

$$k = \frac{C_x \times \rho}{2} \times \frac{d}{a} \times \frac{1}{u_1 \times u_2} = \frac{1.4 \times 1040}{2} \times \frac{1.22 \times 10^{-3}}{1.6 \times 10^{-2}} \times \frac{1}{0.707 \times 0.707} = 27.6$$

La resistencia del sistema de jaulas ante la influencia del oleaje y las corrientes marinas será igual a:

$$R = k \times L (H v_1^2 \pm 1.4 r_0 v_1 \sqrt{\lambda} + 20 r_0^2) = 27.6 \times 25 (5 \times 1.5^2 + 1.4 \times 1 \times 1.5 \sqrt{39.0} + 20.0 \times 1.0^2) \\ = 30567 \text{ Newton} = 30.5 \text{ Kn.}$$

## Sistema de Anclaje

Se entiende por sistema de anclaje, a los elementos que se le sitúan al sistema de jaulas que permiten fijar este al fondo, con el objetivo de evitar su deformación y deterioro por concepto de incidencia de las fuerza externas sobre el mismo, las características de dichos elementos dependen de varios factores como: forma y dimensiones de las jaulas, características del fondo, profundidad de la zona, intensidad de las corrientes, del oleaje, velocidad del viento, mareas, entre otros.

Uno de los elementos mas importante en el anclaje del sistema de jaulas son los cabos de fondeo, se emplean para este objetivo cabos de PE  $\phi = 25.4$  mm, los cabos de fondeo se atan por uno de sus extremos a la estructura (donde están situados los tambos), al otro extremo se emplea para atar el lastre que asegura la estabilidad y fijación del sistema al fondo.

La longitud de los cabos de fondeo debe ser de 2 a 3 veces la profundidad de la zona donde se sitúa el sistema de jaulas, estableciéndose acorde a la zona estudiada que estos tengan una longitud de 36.0 metros.

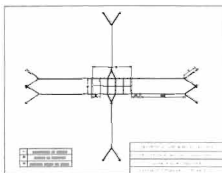


Figura 14.- Plano de la estructura completa en el sistema de jaulas.

Para el cálculo del sistema de anclaje nos basamos en la metodología de cálculo planteada por Fridman (1995), esta se fundamenta a partir del resultado obtenido en la resistencia del sistema, ante las diferentes fuerzas externas que inciden sobre el mismo, así como de los valores constructivos establecidos en el diseño de las jaulas.

Los valores tomados como datos son:

- Resistencia del sistema: 30567 Newton
- Longitud del cabo de fondeo: 36 m
- Profundidad de la zona: 12 metros
- Tipo de fondo: arenoso

A partir del siguiente diagrama (Fig. 15) se calcula el peso necesario del lastre para la estabilidad y fijación del sistema al fondo.

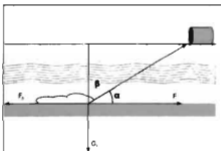


Figura 15.- Fuerzas que actúan en el sistema de anclaje.

$$\cos \beta = 12 / 36 = 0.33$$

De donde:

$$\text{Arcos} = 70^\circ \text{ por lo que } \alpha = 20^\circ$$

$$\text{Tang } 20^\circ = 0.36$$

Determinamos por tabla el coeficiente de rozamiento para fondos arenosos

$$f = 0.7.$$

Por la formula:

$$F = G \frac{f}{1 + f \times \text{tang } \alpha} = G \frac{0.7}{1 + 0.7 \times 0.58} = G \times 0.56$$

$$30567 = G \times 0.56 \quad G = 30567 / 0.56 = 54484 \text{ Newton} = 5564 \text{ kgf.}$$

Con el objetivo de asegurar la fijación del sistema de jaulas flotantes al fondo y garantizar su estabilidad ante fuerzas externas de intensidad y magnitud críticas se le aplica al resultado obtenido un coeficiente de seguridad  $f = 2.6$

Por lo que:  $G = 14466 \text{ kgf.}$

A partir de los resultados obtenidos se plantea que el sistema de anclaje lleva sacos de arena de un peso en el aire de 40 kg. por unidad. Cada cabo de fondeo cuenta en su extremo con una pata de gallo a los que se le sujetan un total de 60 sacos (30 en cada extremo), lo que resulta en un peso total de 2400 kg. El sistema de jaulas en su conjunto cuenta con 6 cabos de fondeo, con un peso total de lastre de 14400 kg distribuidos uniformemente por toda la estructura lo que garantizaría la estabilidad ante la influencia directa de las mareas, olas y corrientes marinas, así como su fijación al fondo,.

### **Instalación y montaje del sistema de jaulas**

Una vez concluida la construcción en tierra de los elementos que componen el sistema (estructura de flotación y jaulas), se procede a acondicionar la zona escogida para la instalación del mismo, para ello previamente se crea una referencia de campo, que consiste en situar 3 boyas en la misma dirección de las jaulas, las mismas estarán separadas entre sí a una distancia de 55 metros y sirven como puntos de referencia para la instalación de anclajes.

En una playa cercana al lugar de la instalación del sistema de jaulas se comienza a llenar y atar aproximadamente 500 costales de arena, los cuales posteriormente serán transportados para ser fondeados como lastre.

El procedimiento para fondear los mismos se realiza en una lancha, a la que se le sitúan 30 costales por cada banda (babor y estribor) atados por el centro, seguidamente la lancha se aproxima a los puntos de referencia ubicados por las boyas, donde son lanzados los costales por las bandas en que están situados, al conducir la operación se corta el cabo que los une, manteniéndose los mismo en el fondo unidos por la pata de gallo y a su vez al cabo de fondeo.

Concluida esta maniobra de fondeo del lastre, se traslada la estructura de cabos (flotación) a la zona de instalación, donde se procede a situarse los tambos y cabos de fondeo. Finalmente se ajusta y tensa dicha estructura, se colocan las jaulas de paño de red en la misma y se le sitúa a cada jaula los costales que requiere en sus extremos del fondo, garantizando de esta forma su verticalidad y objetivos de trabajo.

Se instaló un sistema compuesto por 10 jaulas flotantes, con un volumen o capacidad de cultivo de  $125 \text{ m}^3$  por unidad, el área es de  $250 \text{ m}^2$ , cada jaula cuenta con una tapa confeccionada de paño de red para evitar la entrada de depredadores y el escape de las especies retenidas en las mismas.

Se determinó el peso en el agua del material de paño de red 50 kg, dicho peso unido a los elementos de cabullería que conforman la estructura de las jaulas y el foulín puede incrementarse en alrededor de 70 % (Fridman 1995), lo que aumentaría el peso de la jaula a 85 Kg.

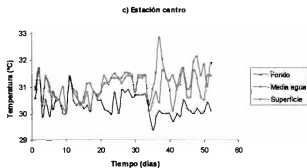
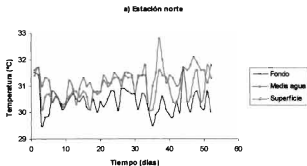


Se determinó la flotabilidad hidrostática de los elementos de flotación (Garrafón = 14.8 kgf y para el Tambo = 193.7 kgf), además se calculó la fuerza de sustentación de estos elementos para el garrafón fue de 97.3 Newton (9.9 kgf) y para el tambo de 153.3 Newton (15.6 kgf), teniendo en cuenta que el peso del sistema de jaulas en el agua (85 kg), se deduce que la sustentación del mismo puede garantizarse con 9 garrafones y/o 6 tambos solamente.

Se estableció que el peso necesario para mantener la estabilidad y fijación del sistema de jaulas en el fondo es de 5564 kgf, aplicándose al resultado un coeficiente de seguridad  $f = 2.6$ , lo que elevaría el peso de fondeo a emplear a 14466 kgr, garantizándose la estabilidad del sistema ante posibles fuerzas externas que incidan sobre el y condiciones críticas de oleajes y corrientes marinas.

### 4.3. Comportamiento de la calidad del agua en el sistema.

Se presenta el comportamiento de los parámetros de calidad del agua determinados in situ como la temperatura, oxígeno, pH y profundidad de visión del disco de Secchi, determinada en tres estaciones de muestreo durante el ciclo de producción (del 10 de julio al 31 de agosto 2004).



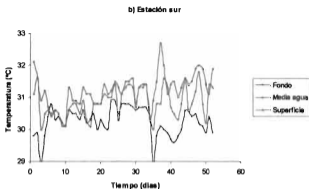
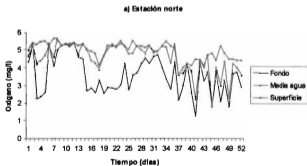


Figura 16.- Variación de la temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) en tres estaciones de muestreo del sistema de jaulas flotantes: a) Estación norte, b) Estación centro, c) Estación sur.

En términos generales el comportamiento de la temperatura es estable durante el ciclo de producción con un intervalo de  $29.5$  a  $32.5^{\circ}\text{C}$ . La temperatura de media agua y de superficie no tiene una gran variación en comparación con la de fondo ya que ésta si varía en  $2^{\circ}\text{C}$  con respecto a las otras (Fig. 16).



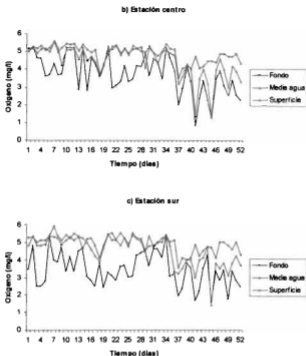


Figura 17. Variación de la concentración de oxígeno disuelto ( $\text{mg L}^{-1}$ ) en tres estaciones de muestreo del sistema de jaulas flotantes: a) Estación norte, b) Estación centro, c) Estación sur.

No se presentan diferencias significativas en media agua y superficie (Fig. 17), además se encuentra dentro de los límites adecuados para el crecimiento ( $2.0$  a  $5.5 \text{ mg L}^{-1}$ ). En cambio las concentraciones de oxígeno en el fondo estuvieron muy bajas ( $1$  a  $2 \text{ mg L}^{-1}$ )

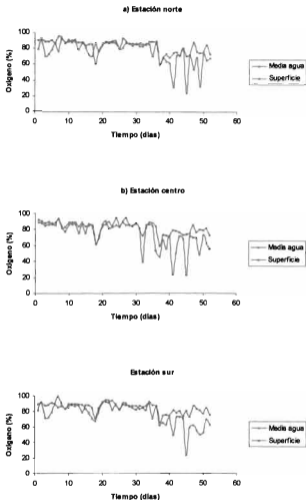


Figura 18.- Variación del porcentaje de la concentración de oxígeno disuelto ( $\text{mg L}^{-1}$ ) en las tres estaciones de muestreo del sistema de jaulas flotantes: a) Estación norte, b) Estación centro, c) Estación sur.

Observamos que la % de saturación fluctúa entre 90 y 70 en la toma de muestras de media agua y superficie. Presentándose al final del ciclo una disminución hasta de 20% de saturación de las muestras de media agua.

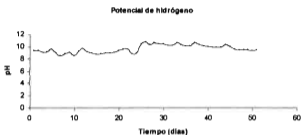


Figura 19.- Variación del potencial de hidrógeno (pH) durante los días de cultivo en las estaciones de muestreo del sistema de jaulas flotantes.

En la gráfica, se presenta una diferencia de pH de 9.5 a 11, esto debido a los aportes de material de río el Naranjo, localizado enfrente del sistema de jaulas.

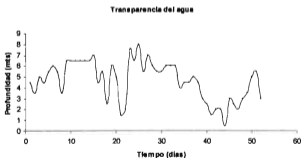


Figura 20.- Variación de la profundidad de visión del disco de Secchi (cm) en las estaciones de muestreo del sistema de jaulas flotantes.

La transparencia mostró que es muy variable en bajas y alta de marea teniendo una mínima de 0.5 m, a una máxima de 8.2 m, con una tendencia a aumentar hacia el final del periodo de muestreo esto debido a factores tales como lluvia y sólidos suspendidos por el Río Naranjo principalmente.

Con la finalidad de determinar las variaciones en el periodo nictimera en el agua del sistema de jaulas flotantes se describe el comportamiento de la temperatura y oxígeno en todas las estaciones de muestreo, durante un periodo de 24 hrs, en las fechas de efecto lunar (Figura 21).

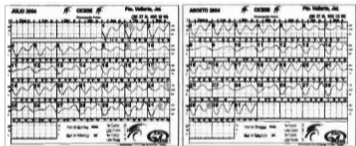
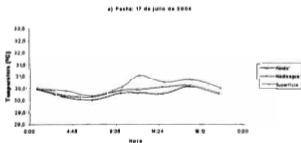


Figura 21.- Tabla de mareas del periodo de muestreo de la calidad del agua en el sistema de cultivo de pargos en jaulas flotantes.



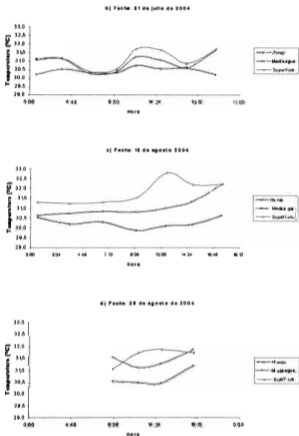


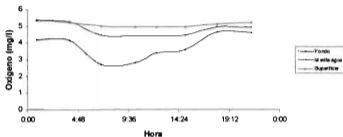
Figura 22.- Variación de la temperatura nictimeral (°C) en las tres estaciones de muestreo del sistema de jaulas flotantes.

El comportamiento nictimeral de la temperatura en el momento de alta y baja marea muestra que la mayor variación que se presenta es de 30.0 a 32.5°C. Con una menor temperatura en el fondo (Fig. 22). Además, se presentó un efecto de la

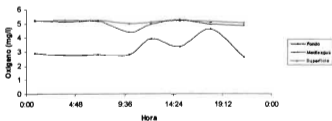


marea mas baja sobre la marea media del día en la temperatura del agua de superficie al aumentar hasta 1.5 °C, en los periodos de efecto lunar (luna llena y luna nueva).

a) Fecha: 17 de julio de 2004



b) Fecha: 31 de julio de 2004



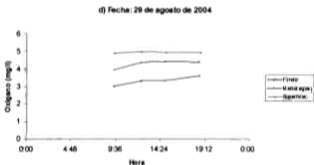
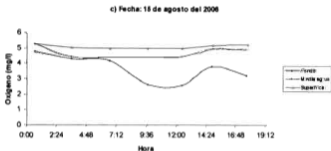
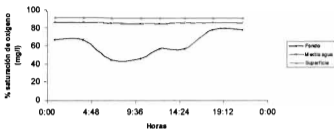


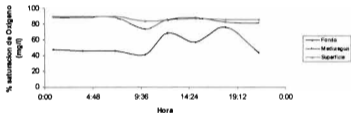
Figura 23.- Variación de la concentración de oxígeno disuelto ( $^{\circ}\text{C}$ ) nictimeral en las tres estaciones de muestreo del sistema de jaulas flotantes.

Las concentraciones de oxígeno presentan un intervalo de 3 a 5  $\text{mg L}^{-1}$  con una tendencia a un aumento alrededor de las 6 a 7 de la tarde. Se observa una variación del oxígeno en el día asociada al efecto lunar con la marea media.

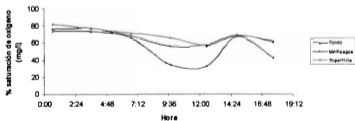
a) Fecha: 17 de julio de 2004



b) Fecha: 29 de julio 2004



c) Fecha: 15 de agosto de 2004



d) Fecha: 20 de agosto de 2004

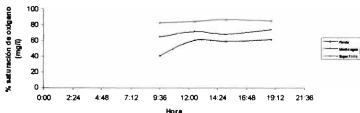


Figura 24.- Variación del porcentaje de saturación de oxígeno disuelto nocturnal en las tres estaciones de muestreo del sistema de jaulas flotantes.

El comportamiento es similar a la concentración de oxígeno disuelto en el agua. El porcentaje de saturación del fondo llega hasta 40% lo cual no tiene efecto todavía sobre el crecimiento de los peces (Arredondo y Ponce-Palaox, 1998).

Se presenta la descripción del comportamiento de los nutrientes del agua del sistema de cultivo de jaulas flotantes en el mar, determinadas en las seis estaciones de muestreo durante el ciclo de producción (julio a octubre 2004).

### Amonia Total

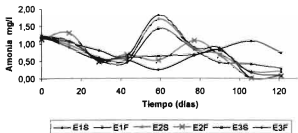


Figura 25.- Variación de la concentración de amonio total ( $\text{mg L}^{-1}$ ) en las seis estaciones de muestreo del sistema de jaulas flotantes.

En la Figura 25, se presenta un incremento en las concentraciones de amonio al inicio del cultivo a los 60 días en la mayoría de las estaciones con una tendencia a disminuir de 1.25 a 0.25 mg L<sup>-1</sup> al final del cultivo.

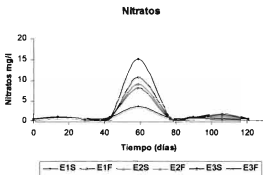


Figura 26.- Variación de la concentración de nitratos (mg L<sup>-1</sup>) en las seis estaciones de muestreo del sistema de jaulas flotantes.

Las concentraciones de nitratos se mantienen constantes durante la mayor parte del cultivo y a los 60 días se presenta un incremento en las estaciones (Fig. 26).

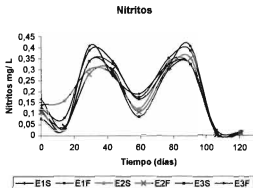


Figura 27.- Variación de la concentración de nitritos (mg L<sup>-1</sup>) en las seis estaciones de muestreo del sistema de jaulas flotantes.

El comportamiento es similar en todas las estaciones pero cada 40 días se presenta un ciclo de aumento y disminución (Fig. 27).

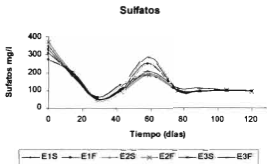


Figura 28.- Variación de la concentración de sulfatos ( $\text{mg L}^{-1}$ ) en las seis estaciones de muestreo del sistema de jaulas flotantes.

Hay una disminución de sulfatos durante el primer mes de 325 a  $50 \text{ mg L}^{-1}$  y un aumento a los 60 días de cultivo (Fig. 28).

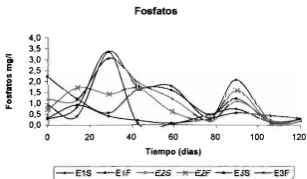


Figura 29.- Variación de la concentración de fosfatos ( $\text{mg L}^{-1}$ ) en las seis estaciones de muestreo del sistema de jaulas flotantes.

El comportamiento de los fosfatos durante el ciclo de cultivo presenta aumentos en tres momentos pero su tendencia al final del ciclo es de disminuir (Fig. 29).

Existe una variación de los nutrientes durante los 60 días del cultivo debido al periodo de lluvias en la región con importantes aportes del Río Naranjo que aumento la dinámica en las capas de agua.

### Relación de la calidad del agua del sistema de cultivo de jaulas flotantes y su entorno

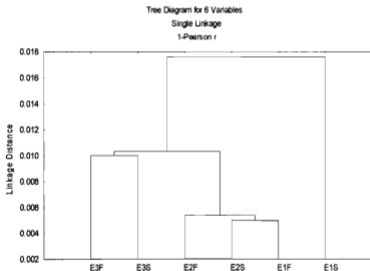


Figura 30.- Diagrama de Cluster para las estaciones de muestreo en el sistema de jaulas flotantes.

El análisis de Cluster muestra que la estación 3 niveles E3S y E3F son similares, esta estación es la estación control. Se encuentra fuera del sistema, mientras las estaciones que se encuentran dentro del sistema de jaulas E2F, E2S y E1F, son

diferentes a la control y similares entre ellas. Solo la E15 fue diferente a todos los demás puntos de muestreo.

Se presenta la concentración media y desviación estándar (Tabla 8) de cada estación con cada uno de los parámetros estudiados de la calida del agua.

Tabla 8.- Media de la concentración de los parámetros fisicoquímicos del sistema de cultivo en jaulas.

<b>Parámetros</b>	<b>Estación 1 (centro)</b>	<b>Estación 2 Jaulas norte</b>	<b>Estación 3 Control</b>
<b>Temperatura</b>	30.8±0.49 <sup>a</sup> (29.4-31.7)	30.7±0.50 <sup>a</sup> (29.5-31.8)	30.7±0.54 <sup>a</sup> (28.9-32.1)
<b>Salinidad (ups)</b>	34 <sup>a</sup>	34 <sup>a</sup>	34 <sup>a</sup>
<b>pH</b>	9.5±0.68 <sup>a</sup> (8.5-10.69)	9.3±0.59 <sup>a</sup> 8.76-10.	9.2±0.32 <sup>a</sup> (8.5-10.21)
<b>Oxígeno disuelto(mg L<sup>-1</sup>)</b>	5.0±0.38 <sup>a</sup> (3.7-5.6)	5.1±0.37 <sup>a</sup> (3.9-5.8)	5.7±0.69 <sup>a</sup> (4.2-6.7)
<b>Disco de Secchi (m)</b>	5.4±1.48 <sup>a</sup> (1.5-8.0)	5.4±2.00 <sup>a</sup> (1.5-8.0)	5.3±1.12 <sup>a</sup> (3.5-8.5)
<b>Amonia total-N (µg L<sup>-1</sup>)</b>	449.0±302.8 <sup>a</sup> (20-960)	442.5±318.3 <sup>a</sup> (10-1000)	521.0±289.7 <sup>a</sup> (20-960)
<b>Nitritos-N (µg L<sup>-1</sup>)</b>	175.0±152.4 <sup>a</sup> (6.0-408.0)	160.3±136.0 <sup>a</sup> (1.0-408.0)	166.3±152.3 <sup>a</sup> (1.0-408.0)
<b>Nitratos-N (µg L<sup>-1</sup>)</b>	609.0±245.7 <sup>a</sup> (170-950)	676.0±257.0 <sup>a</sup> (333-1350)	768±319.9 <sup>a</sup> (400-1500)
<b>Ortofosfatos (µg L<sup>-1</sup>)</b>	335.8±180.3 <sup>a</sup> (5-1105)	309.9±166.6 <sup>a</sup> (23-1006)	162.5±136.3 <sup>b</sup> (10-905)
<b>Sulfatos (µg L<sup>-1</sup>)</b>	144.05±80.36 <sup>a</sup> (43.00-350.00)	142.80±83.09 <sup>a</sup> (48.00-370.00)	147.90±81.64 <sup>a</sup> (46.00-310.00)

Estación 3 = control.

Los rangos están entre paréntesis. No hay diferencias significantes entre rangos (P >0.05) (en la misma fila)



No se encontraron diferencias significativas entre las estaciones en las concentraciones de amonio, nitritos y nitratos. Solamente se encontró que la concentración de ortofosfatos fue significativamente menor en la estación control comparada con las mediciones en las jaulas.

### Relaciones en un ciclo de cultivo entre los parámetros de la calidad del agua de las jaulas flotantes.

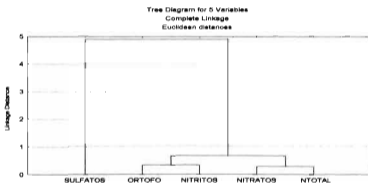


Figura 31.- Diagrama de cluster para las variables de nutrientes.

Los nitratos, amonía total, nitritos y ortofosfatos presentan comportamiento similar durante el periodo de muestreo. Sin embargo, el comportamiento de los sulfatos fue diferente (Fig. 31).

Tabla 9.- Valores de los parámetros fisicoquímicos en las componentes principales.

Factor Loadings (Varimax normalized) (variables.sta)		
Extraction: Principal components (Marked loadings are > .700000)		
	Factor	Factor
	1	2
NTOTAL	-0.03480753	-0.55213566
NITRATOS	0.98529931	0.02718702
NITRITOS	0.99160761	0.11689207
SULFATOS	0.10473177	-0.92726639
ORTOFO	0.351566	0.82073246
Expl.Var	2.08987935	1.8526814
Prp.Totl	0.41797587	0.37053628

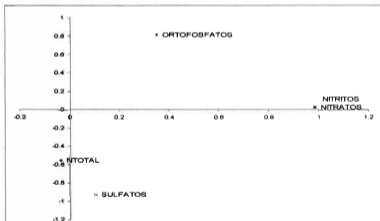


Figura 32.- Grafica de componentes principales de las variables.

Se encontró una relación directamente proporcional en la primera componente de los nitratos y nitritos (Tabla 9) mostrando la importancia del ciclo del nitrógeno en

estos sistemas. En el segundo componente se relacionaron los ortofosfatos y sulfatos (Fig. 32). Lo que nos indica que el efecto del nitrógeno en la calidad del agua del sistema de jaulas de pargos es directamente proporcional y es el mas importante, y el segundo proceso es determinado por los ortofosfatos y sulfatos directamente e inversamente proporcional respectivamente.

### Relación entre las variaciones de la calidad del agua en el sistema y la bahía y el aporte pluvial.

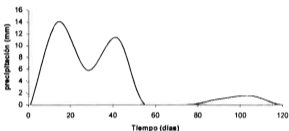


Figura 33.- Gráfica de precipitación en el área de estudio, por días de cultivo.

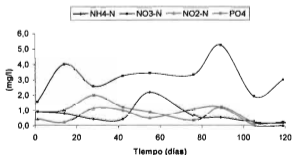


Figura 34.- Gráfica de variables de nutrientes durante los días de cultivo

Se encontró una relación inversa entre la precipitación (Fig. 33) y la concentración de amonio (Fig. 34), ya que mientras la precipitación es alta en dos temporadas, las concentraciones de amonio ( $\text{NH}_4$ ) disminuyen. Para nitratos ( $\text{NO}_3$ ) las concentraciones bajas al principio nos demuestran que el aumento de los mismos se da en relación a las épocas de mayor precipitación, teniendo sus concentraciones máximas en la segunda temporada de precipitación con la disminución al final del ciclo de cultivo donde no existen precipitaciones en el área. Los nitritos ( $\text{NO}_2$ ) tienen un comportamiento contrario a los nitratos, mientras los primeros aumentan, los segundos disminuyen y de manera inversa cuando los nitratos disminuyen los nitritos aumentan. Para los ortofosfatos el efecto de la precipitación es directamente proporcional lo que está de acuerdo con el efecto de los aportes de fósforo durante la lluvia por influencia del río Naranjo.

Todos los nutrientes presentan una tendencia a disminuir conforme disminuyen las lluvias y mantenerse con poca fluctuación en el periodo de estiaje, lo cual coincide con el final del cultivo. Así mismo en relación con temperatura, pH, transparencia y oxígeno disuelto, la precipitación y el aporte pluvial influyeron de manera determinante en los valores que se muestran, denotando que este factor altera de manera importante la calidad del agua del sistema de cultivo.

#### 4.4. Estrategias biológicas de producción.

##### 4.4.1. Estudio del crecimiento y supervivencia del *Lutjanus guttatus* en jaulas flotantes: Efecto del tamaño de siembra. (Experimento 1).

#### Calidad de agua

La temperatura tuvo un intervalo de variación de 7.5 °C (24.0 a 32.5 °C) durante el cultivo de Marzo a Octubre, la máxima temperatura durante el experimento se presento en los meses de Junio a Julio. El oxígeno del agua presentó una concentración mínima de 4.2 mg L<sup>-1</sup> en los meses de Junio a Julio. La salinidad se mantuvieron a 34 ups. Por lo que los parámetros básicos de la calidad del agua se mantuvieron dentro de los intervalos adecuados para el crecimiento de esta especie.

Tabla 10.- Calidad del agua de las jaulas del cultivo de huachinango

Estadístico	Temp. Amb.	Temp. de agua °C		SALINIDAD (ups)	O <sub>2</sub> Sup. (mg L <sup>-1</sup> )	Oxígeno % Sat.	Secchi (m)
	°C	Superficie	Fondo				
Media	29.65	30.26	28.73	34.00	4.81	79.45	2.23
Max	31.00	32.30	31.10	34.00	5.85	94.00	9.00
Min	26.00	26.10	24.00	34.00	4.20	72.00	0.40
Des.Estan.	1.37	1.89	2.45	0.00	0.44	7.12	2.29

#### Crecimiento – producción

Para el análisis del crecimiento del pargo *L. guttatus* se grafico la relación longitud-peso la cual genero la siguiente ecuación general para las tres etapas de crecimiento estudiadas  $Wt = 0.009 * Lt^{3.1452}$  (Fig. 35). La ecuación corresponde a la forma,  $\ln W = -4.71 + 3.1452 * \ln L$  ( $r = 0.98$ ). El valor de la pendiente muestra que el crecimiento de esta especie en condiciones de cultivo en jaulas flotantes tiende a ser isométrico.

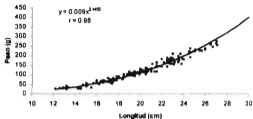
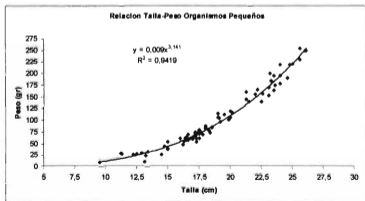


Figura 35.- Grafica de longitud – peso de *Lutjanus guttatus* para las tres etapas de crecimiento.

Además se grafico la relación talla-peso de los pequeños juveniles y de los juveniles (Fig. 36) lo que nos muestra que la especie tiene un crecimiento cercano al tipo isométrico. Además ajusta los incrementos de la longitud con respecto al tiempo y nos dice que el incremento de peso con respecto a la talla es muy lento en las jaulas de los pequeños juveniles, mientras que los incrementos de peso fueron mayores en las jaulas de los juveniles.



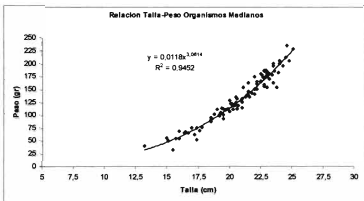


Figura 36.- Curva de Longitud-peso de pequeños juveniles y juveniles de *L. guttatus* cultivados en jaulas flotantes.

Los datos de producción muestran en la tabla 11 que los parámetros de longitud final media, peso final medio, biomasa final y aumento en peso semanal fueron diferentes significativamente ( $P \leq 0.05$ ) en los tres tratamientos. La ganancia en peso fue significativamente mayor ( $P \leq 0.05$ ) en los organismos sub-adultos (peso medio inicial 110 g), comparado con los pequeños juveniles (24.5 g) y juveniles (55.4 g). No se encontraron diferencias significativas ( $P \geq 0.05$ ) en los tres tratamientos en el factor de conversión de alimento (FCA), tasa de crecimiento específica (SGR) y supervivencia.

Tabla 11.- Parámetros de crecimiento y producción del pargo lunarejo (*L. guttatus*) cultivado en diferentes tamaños de siembra en jaulas flotantes en el mar durante 153 días.

Parámetros/*Tratamientos	PJ	J	SA
Longitud inicial (cm)	10.6±2.1 <sup>a</sup>	14.6±1.3 <sup>a</sup>	18.1±1.2 <sup>b</sup>
Longitud final (cm)	22.51±2.2 <sup>a</sup>	24.65±1.1 <sup>a</sup>	29.53±1.5 <sup>b</sup>
Peso del cuerpo inicial (g)	24.5±3.7 <sup>a</sup>	55.4±3.5 <sup>b</sup>	110.2±4.6 <sup>c</sup>
Peso del cuerpo final (g)	155.2±7.8 <sup>a</sup>	226.2±6.9 <sup>b</sup>	366.1±8.2 <sup>c</sup>
Densidad (Peces jaula <sup>-1</sup> )	1,203 <sup>a</sup>	1,189 <sup>a</sup>	1,199 <sup>a</sup>
Biomasa Final (kg)	126 <sup>a</sup>	194 <sup>b</sup>	325 <sup>c</sup>
Ganancia semanal media (g/semana)	6.5 <sup>a</sup>	8.5 <sup>b</sup>	12.8 <sup>c</sup>
Tasa específica de crecimiento (%/día)	1.2 <sup>a</sup>	0.9 <sup>a</sup>	1.0 <sup>a</sup>
Factor de conversión de Alimento (FCA)	2.0 <sup>a</sup>	1.8 <sup>a</sup>	1.9 <sup>a</sup>
Supervivencia (%)	67.5 <sup>a</sup>	71.5 <sup>a</sup>	74.7 <sup>a</sup>

SJ = Pequeños Juveniles; J = Juveniles; SA = Sub-adultos. Diferentes superscripts (a-c) en los renglones indica diferencias significativas (P ≤ 0.05).

## Alimentación

Se muestran en la tabla 12 las cantidades de alimento balanceado para camarón con un 35% de proteína (camaronina 35%) suministrado a las jaulas por mes. Esta especie se adaptó bien al consumo del alimento balanceado.

Tabla 12.- Alimento proporcionado en todo el periodo de cultivo

Mes	Semanas	Jaula 1	Jaula 2	Jaula 3	Jaula 4	TOTAL Kg
		Kg/semana	Kg/semana	Kg/semana	Kg/semana	
Marzo	1	10.12	5.06	3.96	2.86	22
	2	18.2	9.45	3.99	5.32	37
	3	24.5	12.95	5.67	10.22	53
Abril	4	31.64	16.45	7.63	10.64	67
	5	38.36	19.95	9.52	13.3	75
	6	45.15	23.45	11.48	15.89	96
	7	51.87	26.95	13.37	18.55	110
Mayo	8	58.59	30.45	15.33	21.21	125
	9	62	30.7	24	17.77	135
	10	50	24.85	19.5	14.35	109



	11	29	14.53	11.5	8.4	64
Junio	12	23	11.4	9	6.58	50
	13	25	12.5	10	7	55
	14	30.3	15	11.8	8.7	66
Julio	15	32	16	12.5	9	70
	16	36.5	18.5	14.5	10.5	80
	17	38.5	19.5	15	11	84
	18	38.5	19.5	15	11	84
	19	38.5	19.5	15	11	84
Agosto	20	38.5	19.5	15	11	84
	21	38.5	19.5	15	11	84
	22	38.5	19.5	15	11	86
	23	42.7	27.3	10.3	14.8	91
Septiembre	24	49.45	31.6	9.9	14.2	95
	25	44.7	28.5	8.55	12.82	95
	26	47.9	30.6	9.6	13.77	102
	27	50.76	32.4	10	14.6	108
Octubre	28	53	34	10.5	15.3	113
	29	50	30	10	-	90
	30	50	30	10	-	90
	31	50	30	-	-	80
Noviembre	32	50	25	-	-	70
	33	50	25	-	-	70

En el consumo ponderado del alimento suministrado a las jaulas se observa que las Jaulas 3 y 4 tienen un comportamiento similar, mientras que las jaulas 1 y 2 manifiestan diferencias importantes (Figura 37).

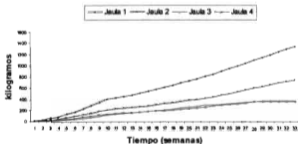


Figura 37.- Consumo ponderado de alimento en todas las jaulas.

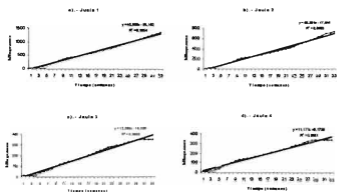


Figura 38.- Curva de ajuste en el consumo ponderado de cada jaula: a) Jaula 1, b) Jaula 2, c) Jaula 3, d) Jaula 4.

En la jaulas 1 y 2 el consumo de alimento es lineal durante el periodo de cultivo mientras que en las jaulas 3 y 4 al llegar a la semana 30 se presentó un punto de inflexión donde el consumo comenzó a disminuir. Esto se debe a que llego a su capacidad máxima de carga y hubo un efecto sobre el crecimiento y consumo de alimento.

## Tiempo de consumo de alimento balanceado

Se llevó un registro del consumo de alimento diario por los pargos en cuatro jaulas flotantes a los 15 y 30 minutos después de suministrárselo. Los resultados muestran (Tabla 13).

Tabla 13.- Alimentación de jaulas en un periodo de tiempo

Fecha	Jaula 1		Jaula 2		Jaula 3		Jaula 4	
	% de consumo alimento		% de consumo alimento		% de consumo alimento		% de consumo alimento	
	t = 15 min	t = 30 min	t = 15 min	t = 30 min	t = 15 min	t = 30 min	t = 15 min	t = 30 min
06/07/04	80	90	75	80	90	95	95	100
13/07/04	85	95	75	90	85	90	90	95
16/07/04	75	95	80	98	90	95	95	100
20/07/04	80	90	80	95	85	100	90	100
22/07/04	85	95	85	96	90	100	95	98
27/07/04	75	85	80	95	90	95	80	100
30/07/04	85	95	85	100	90	95	75	90
02/08/04	80	95	75	90	80	95	80	100
Promedio	80±4.2	92±3.8	79±4.2	93±6.3	87±3.8	95±3.2	87±8.0	97±3.6

Los resultados muestran que el lunarejo consume de 79 a 87% del alimento en los comederos los primeros 15 minutos y a los 30 minutos el 92.5% en promedio.

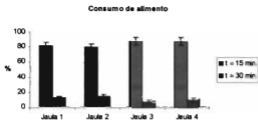


Figura 39.- Consumo de alimento (%) durante los primeros 15 y 30 minutos.

Menos del 10% del alimento en el comedero queda después de 15 minutos de suministrado a los pargos en las jaulas (Fig. 39).

#### 4.4.2. El efecto de la densidad de siembra en el crecimiento y supervivencia de *Lutjanus peru*. (Experimento 2).

##### Calidad del agua

Se presenta en la tabla 14 la variación de la calidad del agua de los parámetros como la temperatura, el oxígeno disuelto, la saturación de oxígeno, pH y la profundidad del disco de Secchi. En este experimento la temperatura del agua se registró de 29.5 a 31.27 °C, la concentración de oxígeno disuelto del agua fue de 4.25 a 5.40 mg L<sup>-1</sup>, el porcentaje de saturación de oxígeno del agua fue de 55.45 a 89.00, el pH de 8.20 a 8.97, la visibilidad de profundidad del disco de Secchi de 0.92 a 4.25 m. Estos registros se encuentran dentro de los intervalos adecuados para el cultivo de organismos marinos (Stricklan and Pearson, 1972).

Tabla 14.- Variación de la calidad del agua del sistema de jaulas flotantes de *L. peru* en el mar durante 120 días.

Mes	Temperatura (°C)	Oxígeno Disuelto (mg L <sup>-1</sup> )	Saturación Oxígeno (%)	pH	Profundidad de Disco de Secchi (m)
Julio	30.35±0.21	4.75±0.07	64.00±2.12	8.25±0.35	4.25±0.35
Agosto	30.95±0.06	4.25±0.21	55.45±4.05	8.20±0.18	3.37±1.25
Septiembre	31.27±0.29	4.78±0.19	63.83±3.18	8.92±0.13	3.17±1.47
Octubre	30.47±0.78	5.28±0.70	87.80±12.59	8.77±0.17	0.92±0.79
Noviembre	29.50±0.50	5.40±0.26	89.00±1.00	8.97±0.06	1.33±0.29

##### Crecimiento

Con los registros de longitud y peso de cada uno de los tratamientos durante todo el periodo del experimento se calculó la ecuación de crecimiento potencial. En la densidad de 5 kg m<sup>-3</sup> la ecuación y la curva se muestran en la Figura 40. Para la densidad de 10 kg m<sup>-3</sup> la pendiente de la ecuación (Figura 41) es similar a la de 5 kg m<sup>-3</sup> las cuales muestran que en estos dos tratamientos el crecimiento mas

isométrico. En cambio en la densidad de  $15 \text{ kg m}^{-3}$  la pendiente muestra que el crecimiento es más alométrico (Figura 42).

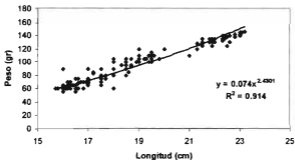


Figura 40.- Relación longitud – peso de los organismos con densidad de  $5 \text{ kg m}^{-3}$

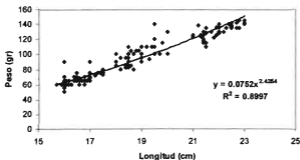


Figura 41.- Relación longitud – peso de los organismos con densidad de  $10 \text{ kg m}^{-3}$ .

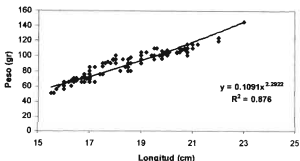


Figura 42.- Relación longitud – peso de los organismos con densidad de  $15 \text{ kg m}^{-3}$

De tal forma que el valor de las pendientes fue de 2.4301 para la densidad de  $5 \text{ kg m}^{-3}$  (Figura 40), de 2.4254 para la densidad de  $10 \text{ kg m}^{-3}$  (Figura 41) y de 2.2922 para la densidad de  $15 \text{ kg m}^{-3}$  (Figura 42). Por lo que en los tres tratamientos se determino un crecimiento alométrico en su conjunto. Los espacios encontrados en las dos primeras densidades se deben al menor número de organismos utilizados en relación con el tratamiento de más alta densidad. Los mayores pesos se encontraron en las jaulas de menor densidad y los menores en la de jaulas de mayor densidad al término del experimento. Las poblaciones de  $5 \text{ kg m}^{-3}$  y  $10 \text{ kg m}^{-3}$  son mas homogéneas entre ellas, debido a que su pendiente es muy parecida en cambio en la jaulas de alta densidad los organismos son menos robustos.

Para determinar el efecto de la densidad sobre el crecimiento de *L. peru* se monitoreo la longitud y el peso mensualmente en cada uno de los tratamientos, encontrando que en la curva de crecimiento en longitud (Figura 43) de los tres tratamientos se muestra que a partir de 120 días de engorda se presentan diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre los organismos de las jaulas de alta densidad ( $15 \text{ kg m}^{-3}$ ) con los organismos de las jaulas de media ( $10 \text{ kg m}^{-3}$ ) y baja densidad ( $5 \text{ kg m}^{-3}$ ). Por lo tanto, los organismos de las jaulas con mayor densidad

tuvieron un menor crecimiento en longitud al final del experimento que los organismos de las jaulas con densidades menores. El crecimiento fue un 10 % menor en las jaulas con alta densidad en comparación con la de baja y media densidad.

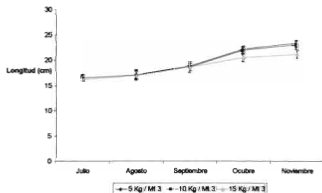


Figura 43.- Crecimiento en longitud (cm) de *L. peru* cultivado en jaulas flotantes en tres densidades durante 120 días.

En la curva de crecimiento en peso (Figura 44) se muestra que a partir de los 90 días de cultivo se presentan diferencias significativas entre los organismos de las jaulas de alta densidad ( $15 \text{ kg m}^{-3}$ ) y los de media ( $10 \text{ kg m}^{-3}$ ) y baja densidad ( $5 \text{ kg m}^{-3}$ ). Al término de los 120 días de cultivo los organismos de las jaulas con mayor densidad tuvieron un peso significativamente menor que los de media y baja densidad. Los organismos de las jaulas de alta densidad crecieron 25% menos que los otros tratamientos.



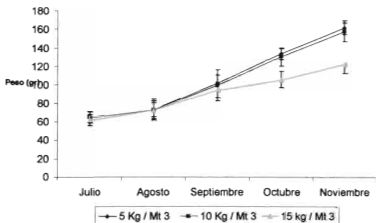


Figura 44.- Crecimiento en peso (g) de *L. peru* cultivado en jaulas flotantes en tres densidades durante 120 días.

Los pesos y longitudes iniciales de los peces en los tres tratamientos no tuvieron diferencias significativas. La velocidad de crecimiento más rápida de la especie se registro de 100 a 140 g a los 60 días de cultivo.

## Producción

Se calcularon los parámetros de producción como biomasa, tasa de crecimiento, consumo de alimento, factor de conversión de alimento y supervivencia del experimento 2 y se muestran en la tabla 15.

Tabla 15.- Parámetros de crecimiento y producción de *L. peru* cultivado en jaulas flotantes en tres densidades durante 120 días.

Parámetros	Densidad (kg m <sup>-3</sup> )		
	5	10	15
No. de peces inicial	386±10.0 <sup>a</sup>	790±15.00 <sup>b</sup>	1635±20.00 <sup>c</sup>
Longitud inicial (cm)	16.61±0.59 <sup>a</sup>	16.58±1.49 <sup>a</sup>	16.32±0.49 <sup>a</sup>
Longitud final (cm)	25.50±0.54 <sup>a</sup>	24.08±0.61 <sup>a</sup>	21.48±0.78 <sup>b</sup>
Peso Inicial (g)	64.63±2.63 <sup>a</sup>	65.13±1.87 <sup>a</sup>	62.01±2.19 <sup>a</sup>
Peso Final (g)	163.36±5.50 <sup>a</sup>	158.56±6.35 <sup>a</sup>	115.00±4.15 <sup>b</sup>
Biomasa inicial (kg)	24.90±1.24	51.50±0.74	101.4±0.92
Biomasa final (kg)	63.00±1.13 <sup>c</sup>	125.00±2.21 <sup>b</sup>	188.00±1.65 <sup>a</sup>
Tasa de Crecimiento diario (g/día)	1.01±0.01 <sup>a</sup>	0.95±0.03 <sup>b</sup>	0.54±0.45 <sup>c</sup>
Tasa Específica de Crecimiento (%/día)	0.95±0.008 <sup>a</sup>	0.91±0.02 <sup>b</sup>	0.63±0.51 <sup>c</sup>
Alimento Consumido total (kg)	82.30±2.10 <sup>c</sup>	148.6±5.0 <sup>b</sup>	231.30±1.75 <sup>a</sup>
Factor de Conversión de Alimento	1.31±0.09 <sup>a</sup>	1.19±0.01 <sup>a</sup>	1.230.07 <sup>a</sup>
Supervivencia (%)	98.50±5.01 <sup>a</sup>	97.50±8.0 <sup>a</sup>	95.17±3.9 <sup>a</sup>

Se encontró que el peso final fue significativamente ( $P \leq 0.05$ ) menor en el tratamiento con alta densidad (5 kg m<sup>-3</sup>). El incremento diario de peso promedio y la tasa específica de crecimiento (TEC) fue menor en las jaulas con alta densidad (5 kg m<sup>-3</sup>). El factor de conversión de alimento (FCA) fue similar en los tres tratamientos. Con respecto a la supervivencia no se encontraron diferencias entre los tres tratamientos.

Con la finalidad de determinar cuando el crecimiento es denso-dependiente en los tres tratamientos se presenta el crecimiento ponderado de la biomasa (Figura 45)

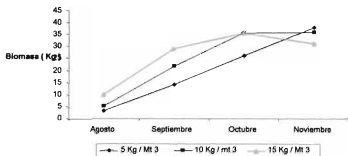


Figura 45.- Crecimiento ponderado de la biomasa (kg) de *L. peru* cultivado en jaulas flotantes en tres densidades durante 120 días.

El incremento medio ponderado de la biomasa nos muestra que a los 90 días se llega a la capacidad máxima de carga del sistema en la densidad de  $15 \text{ kg m}^{-3}$  y de  $10 \text{ kg m}^{-3}$ . En cambio en el tratamiento con densidad mas baja  $5 \text{ kg m}^{-3}$  no llego a su máxima capacidad de carga ya que el incremento en biomasa sigue aumentando en forma lineal.

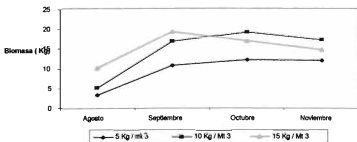


Figura 46.- Incremento medio ponderado de la biomasa (kg) de *L. peru* cultivado en jaulas flotantes en tres densidades durante 120 días.

En la grafica de incremento medio ponderado de la biomasa (Figura 46) se muestra que durante los primeros 60 días no hay efecto de la densidad sobre la biomasa, pero a los 90 días el efecto de la densidad es máximo en las jaulas con mayor densidad.

#### 4.4.3. Aspectos sobre parásitos.

7 de marzo a 15 de mayo

De los muestreos realizados mensualmente a los peces cultivados en las jaulas flotantes en el mar se colectaron 284 parásitos que comprenden a los miembros de los phyla Platyhelminthes (1285 larvas de cestodos), Nematoda y Arthropoda. Algunos ejemplares se colectaron en función de su tamaño y estado de desarrollo.

H  
Copepod  
Dinoflag  
T. trilinea

Tabla 16.- Parásitos encontrados en pargo rojo (*Lutjanus guttatus*) en las jaulas flotantes de cultivo en el mar.

	Primer muestreo	Segundo muestreo	Tercer muestreo	Cuarto muestreo	Quinto muestreo	Total parásitos/órgano
<b>Branquias</b>	13 copépodos Copepod	19 copépodos 1 isópodo	5 copépodos	7 copépodos	3 copépodos	61
<b>Boca</b>	3 isópodos	2 isópodos	4 isópodos	3 isópodos	88 isópodos	100
<b>Estomago</b>	8 trematodos Diplostomum	3 trematodos	197 trematodos	15 larvas de cestodos Diplostomum	Negativo	223
<b>Ciegos</b>	1000 larvas de cestodos	1 nematodo 3 trematodos	4 trematodos 150 larvas de cestodos	Negativo	2 larvas cestodos	1160
<b>Mesenterio</b>	3 nematodos	Negativo	1 nematodo	1 nematodo	Negativo	5
<b>Intestino</b>	Negativo	5 trematodos 1 nematodo	Negativo	120 larvas de cestodo	Negativo	126

Como se muestra en la tabla 16, las larvas de cestodos son los parásitos más abundantes con un total de 1285 que representa el 82% de la comunidad de metazoarios parásitos del pargo *Lutjanus guttatus* siguiéndole los trematodos con

Lutjanus  
No  
la 13 de mayo  
monogonius

13% y 217 individuos, la abundancia menor la representaron los nematodos. (La baja densidad de peces por jaula (5 a 15 Kg m<sup>-3</sup>) ocasionó que el número de parásitos sea pobre ya que los encuentros por pez son esporádicos, además la corriente contribuyo a que no se favorece la transmisión de estos

Segun Paul se encontraron 10 sp. de parásitos  
LA MAYORIA Pertenecen a los NEMATODOS con 8 sp. <sup>de</sup>  
~~LA MAYORIA~~ LA MAYORIA DE ANIZATIS sp — — — ; LOS  
SEGUNDOS ~~ENTRAN~~ MAS FRECUENTES FUERON LOS MONACIOS:  
MICHA — — — ; Y POR ULTIMO LOS DIGONIOS

(27)



#### 4.4.4. Aspectos tecno-administrativos y económicos del cultivo de pargos en jaulas flotantes.

##### Aspectos técnicos

Para el desarrollo de proyectos sobre cultivo de pargos en jaulas flotantes en el mar se requiere considerar desde el punto de vista técnico varios procesos como los que se muestran en la figura 37, como armado de las jaulas, los cuales interactúan en la secuencia siguiente.



Figura 47.- Procesos del cultivo aspectos físicos.

También, se realizan una serie de monitoreos de control de los procesos (Fig. 47), como el registro de las variaciones de diferentes indicadores hidrológicos (Temperatura  $T^{\circ}C$ , Salinidad  $S\%_{oo}$ , Oxígeno  $O_2$ , Ph), a fin de establecer las mejores condiciones de cultivo y el efecto de las variaciones ambientales sobre los resultados de la actividad.

Los principales parámetros físicos químicos recomendados para el cultivo de peces marinos.

Salinidad	36 - 38	ups
Temperatura máxima	28 a 30	°C
Temperatura mínima	14 a 16	°C
Oxígeno disuelto	4.5 - 8.0	mg L <sup>-1</sup>
Alcalinidad	400 - 450	mg L <sup>-1</sup>
Dureza	1600 - 1800	mg L <sup>-1</sup>

Para la cual se debe tener la bitácora siguiente con la finalidad de llevar un control de los parámetros del ciclo de cultivo y poder llevar así un historial del mismo.

Tabla 17.- Bitácora de trabajo diaria.

Fecha	Hora	T° Amb. °C	T° Agua °C		Salinidad ups	O <sub>2</sub> mg L <sup>-1</sup>	% Saturación mg L <sup>-1</sup>	Visibilidad cm.
			Sup.	Fondo				



Figura 48.- Operación del sistema las más importantes dentro del cultivo



Para las maniobras de cosecha el arte de pesca utilizada normalmente se usa cucharones de red de luz de malla de 1 pulgada el método de cosecha será el siguiente:

Se utilizarán dos embarcaciones las cuales se posesionaran a cada extremo de la jaula entre cuatro personas dos por extremo levantarán la jaula y un quinto integrante con la cuchara colecta los peces, colocándolos en contenedores de 100 litros con agua y hielo.

### **Calendarización de las actividades**

En la operación de un proyecto de cultivo de pargos en jaulas flotantes a nivel comercial se debe de considerar una serie de actividades para transformar de cría o juvenil a un producto terminado (pescado entero, filete, etc.), la descripción de estas actividades con las fechas en las que hay que llevarlas acabo se conoce como calendario de actividades (Tabla 18) la cual se puede llevar acabo de diferentes maneras. Una de las formas mas conocidas de escribir este calendario de actividades es el diagrama de barras para el cual se colocan todas las actividades en una columna, en el primer renglón se anota el tiempo, usando intervalos más apropiados y mediante barras se anota el tiempo correspondiente para cada una de las actividades.

Tabla 18.- Calendarización de las actividades a desarrollarse en la operación del proyecto productivo de cultivo de pargos en jaulas flotantes.

CALENDARIZACIÓN DE ACTIVIDADES	1ER MES		2DO MES		3ER MES		4TO MES		5TO MES		6TO MES		7MO MES							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7			
CONCEPTO									1	1	1	1	1	1	1	1	1			
Adquisición de material	*																			
Armado estructura		*	*																	
Armado jaula red colecta				*	*	*	*													
Armado material fondeo							*													
Colocación estructura							*													
Colocación jaulas								*												
Colecta y siembra									*	*										
Alimentación engorda									*	*	*	*	*	*	*	*	*			
Cosecha																	*	*	*	*

### Modelo administrativo

### Aspectos organizativos

Para la realización de un proyecto se requiere la formación previa de una empresa, aun cuando la formulación del proyecto no es necesario conocer a detalle la formación jurídica y la organización empresarial, sin embargo es conveniente revisar los aspectos por las implicaciones que pudiera tener la factibilidad del proyecto y en obtención de los recursos para su materialización.

En la organización empresarial se distinguen dos aspectos importantes:

- La selección y adopción de la formula jurídica para constituir la empresa que ha de llevar acabo el proyecto.
- La organización técnica y administrativa de la empresa que ha de permitir dirigir y operar satisfactoriamente las actividades de la misma.

## **Consejo directivo.**

El consejo directivo se compone por un administrador, un comisionado de vigilancia, así como las comisiones especiales, la duración de los cargos de este consejo será de acuerdo a:

Las bases constitutivas que tengan (operable 3 años)

- a) El Administrador.- Es el representante ejecutivo de la asamblea general teniendo la representación de la asociación (cooperativa) y la firma social, es el representante común en los negocios judiciales pudiendo contratar los servicios de algún despacho jurídico para resolver problemas legales o de otra índole que la sociedad requiera.
- b) El comisionado de vigilancia.- Son facultades y obligaciones de esta comisión además de las señaladas en el artículo 45 de la ley general de sociedades cooperativas.
  - 1) Ejercer la supervisión de todas las actividades de la sociedad
  - 2) Vigilar que el administrador elabore anualmente los programas de trabajo, el presupuesto de ingresos y egresos el plan financiero de la sociedad cuidando su realización y aplicación.
  - 3) Asistir a las juntas del administrador
  - 4) Imponer por escrito el derecho a voto que le otorga la ley de cooperativas.
- c) Perfil requerido y capacidades de los directivos y operadores.- los socios integrantes de una sociedad (cooperativa) para que puedan ocupar los diferentes cargos dentro de la estructura administrativa deben cumplir con los requisitos que exigen las bases constitutivas que implican tener la capacidad para poder desarrollar sus funciones en sus respectivos cargos, para ocupar los cargos directivos deben ser socios activos de las sociedades.

Si en las comisiones especiales de control técnico se requiere de la integración de personal especializado altamente calificado podrá contratarse como asalariado por un término que lo consideren pertinente.



Figura 49.- Integrantes en el consejo directivo

### **Aspecto jurídico**

La apertura y explotación de una instalación acuícola marina, requiere de una serie de procedimientos administrativos relacionados con distintos aspectos de la actividad, entrañando según los casos mayor o menor complejidad. A continuación se van a exponer los principales procedimientos administrativos y permisos previos requeridos en los artículos de la ley general de pesca y el reglamento de pesca y normas vigentes para el potencial acicultor para obtener la autorización de la actividad.

Principales organismos y exigencias involucrados en la autorización para la operación de pequeñas.

- a) Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
- b) Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca Dirección General de Ordenamiento Pesquero y Acuícola

- c) Secretaría de Desarrollo Rural Delegación Estatal en Nayarit Subdelegación de Pesca Departamento de Acuicultura
- d) Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales Subdelegación Federal en el Estado de Nayarit, Subdelegación de Gestión para la protección Ambiental departamento de impacto y riesgo ambiental.
- e) Instituto Nacional de Pesca

Tabla 19.- La secuencia de tramitación de concesiones marinas que deben seguir los interesados que desean iniciar actividades de maricultivo.

TRAMITE	ORGANISMO	EXIGENCIA	DURACIÓN
Consulta de disponibilidad	Delegación Estatal en Nayarit Subdelegación de Pesca Departamento de Acuicultura	Constancia	5 días
Solicitud de concesión	CONAPESCA Dirección General de Ordenamiento Pesquero Acuícola	Permiso de acuicultura	90 días
Inscripción	Registro Nacional de Pesca	Constancia, certificado	
Solicitud trámite en materia de Impacto ambiental	Subdelegación de Gestión para la protección Ambiental departamento de impacto y riesgo ambiental	Autorización	45 días

### Aspecto de mercado

Para llevar a cabo la determinación y cuantificación de la demanda y oferta así como el análisis de precios de los diferentes canales de comercialización del producto que se tiene previsto introducir al mercado seleccionado se toma en consideración los siguientes aspectos:

## **Descripción y análisis de materias primas, productos y subproductos.**

La materia prima son los organismos que se utilizarán en el proceso del proyecto. Los simientes serán capturados en su estado juvenil del medio natural a una profundidad que oscila entre los 3 y 20 metros con un peso promedio entre los 50 y 100 gramos con una longitud promedio de 5 a 10 cm.

El producto deberá presentar agallas rojizas, rosadas, limpias y de olor agradable, escamas brillantes y pegadas a la piel, carne elástica y firme si se oprime con el dedo después de unos segundos, no debe presentar marca alguna es decir no debe quedar hundido la parte que se presionó, los ojos deben ser saltones, firmes y transparentes.

El producto por sus propiedades nutricionales se destina principalmente para el consumo de niños en especial debido al contenido de proteínas, minerales, además proporciona elementos como son fósforo, calcio, hierro entre otros.

Desde el punto de vista nutricional todos los productos de origen marino pueden ser sustitutos de leche, carne de vacuno o pollo, huevo y proteínas texturizadas de soya ya que todas las proteínas contienen los mismos aminoácidos esenciales.

Los productos marinos una vez capturados son altamente perecederos es decir su descomposición se lleva a cabo en un tiempo relativamente corto bajo condiciones de temperatura ambiente a una temperatura de 32 grados centígrados las bacterias se duplican en 30 minutos a una temperatura de 0 grados centígrados, su duplicación se dará en 20 horas mientras a una temperatura a -8 grados centígrados este se realiza en 60 horas y a una temperatura a -20 grados centígrados prácticamente el proceso de descomposición se detiene.

## **Características de mercados principales insumos y productos.**

Derivado de las actividades económicas que se practica en cada zona geográfica en los estados de Nayarit, Jalisco y Colima se hace presente el desarrollo o sub-desarrollo de los sectores productivos, quienes en su momento ofrecen o demandan bienes y servicios, que se traduce en la captación de ingresos económicos por concepto de la venta del producto que se ofrece y por el otro se presenta la satisfacción del consumidor por el bien o servicio que reciben a un precio determinado.

La actividad económica que se practica en los estados de Nayarit, Jalisco y Colima está en función a los recursos naturales, la mano de obra disponible y el capital financiero, estos factores influyen el grado de crecimiento y desarrollo de los sectores de la economía en los estados de Nayarit, Jalisco, Colima sobre la base de estas variables se observa el grado de participación del sector primario en la ganadería, agricultura y la pesca, este último se caracteriza por ser generadora de mano de obra directa e indirecta captadora de divisas, así como la que abastece de alimento a la población, por otra parte, cabe señalar que ésta actividad tiene un efecto multiplicador en las demás economías, al demandar bienes y servicios que requieren para operar las diferentes modalidades de producción de igual forma para satisfacer sus necesidades primordiales y el de su familia.

En estos Estados existen proveedores que suministran insumos, equipos y servicios que se requieren para operar los diferentes proyectos pesqueros, considerados como distribuidores de fabricantes. Los precios que manejan los distribuidores estatales se consideran aceptables.

## **Análisis de la demanda.**

Se define como demanda aquellos bienes y servicios que se requieren para satisfacer una necesidad y que el consumidor esta dispuesto a pagar un precio determinado.

El consumo de productos marinos esta en función a los gustos y preferencias del consumidor final, considerando hábitos alimenticios, presentación del producto olor, sabor, textura de la carne y nivel de ingreso.

Sobre la base de los datos proporcionados por el anuario estadístico de pesca 2000 (SAGARPA 2002). El producto per-capita de productos pesqueros en el ámbito nacional fue de 10.67 Kg por persona y referente al consumo de escama fue 2.30 kg y de cazón 0.22 kg

El consumo nacional en recursos pesqueros va en incremento porcentual promedio anual de 5.8 % en el país la demanda nacional absorbe la mayor parte de producción de escama, desde un punto de vista cualitativo, podemos considerar que la demanda de los *lutjanidos*, *Centropomus*. y otras especies catalogadas como especies finas es continua y segura la comercialización del producto. Por lo tanto, son catalogadas como especies de primera lo que permite que las capturas ofrecidas tengan demanda inmediata.

## **Análisis de la oferta**

La oferta se define, como aquellos bienes y servicios que el productor esta dispuesto a ofrecer, a un precio y tiempo determinado.

La oferta nacional del lutjanido sustentada en la pesquería comercial ha presentado un comportamiento irregular durante los últimos 20 años, en el Estado



de Nayarit, Jalisco, Colima ésta especie contribuye con casi el 60% de la captura y las ganancias de la actividad pesquera (escama) y dentro el Estado, Bahía de Banderas, es una de las áreas de más pesca ribereña concluyendo que la oferta no soporta la demanda creciente del recurso.

En lo comercial los precios de nuestros productos serán fijados en función de la competencia (igual o menor precio) realizando una promoción de nuestro producto unas semanas antes de ser cosechados y brindando mejor servicio que la competencia más cercana realizando así una estrategia de temporada que nos permita enfrentar con éxito la competencia del mercado de pescados.

En lo referente a lo productivo no tendríamos competencia ya que ésta es una nueva tecnología que se está insertando en el área del Pacífico se puede decir que vendríamos a ser los primeros, los pioneros de implantarlo en el ámbito comercial.

## **Comercialización**

Un plan de comercialización puede ser un factor clave en la determinación del éxito o fracaso. Debido a la incertidumbre de las cosechas y los precios, la estrategia de planificación para la comercialización de los productos, se vuelve muy importante. No se debe desarrollar un plan rígido, sino que el mismo debe mantener una cierta flexibilidad y debe a menudo, revisarse y mantenerse al día. La planificación de las ventas, requiere disciplina y necesita una toma continua de decisiones. El proceso, se puede dividir en 8 etapas, como las que se mencionan a continuación:

- 1) Determinación de los costos de producción
- 2) Estudio de los posibles mercados existentes

- 3) Determinación de las metas y objetivos para la comercialización
- 4) Determinación de qué productos hay que ofrecer al mercado
- 5) Revisión periódica de los signos indicadores del mercado seleccionado
- 6) Decisión de cuándo, cómo y cuánto producir, acompañado de su precio
- 7) Seguimiento continuo
- 8) Repetición de estas etapas, a través del tiempo

### **Canales de distribución y venta**

Los canales de comercialización son rutas que se trazan para que el producto llegue al consumidor final, las formas actuales de comercialización que se presenta en la actividad pesquera son las siguientes:

1. Del pescador al consumidor final. Es la vía más sencilla y rápida cuando los productores ofrecen el producto terminado al consumidor final.
2. Del pescador–minorista–consumidor final. Es un canal muy común se presenta con los pescadores que capturan las especies del mar venden su producción a las personas que se dedican a realizar la venta en los mercados de consumo.
3. Del pescador–mayorista–menudeo–consumidores. El mayorista entra como auxiliar al comercializar productos mas especializados en la actividad de la pesca, personas que acaparan toda la producción y que estos posteriormente venden el producto al menudeo y serán estos los que comercializaran el producto al consumidor final.
4. Del pescador–agentes–mayoristas–minorista–consumidores. Es el canal más indirecto él mas utilizado cuando se vende el producto a cientos de kilómetros de su sitio de origen el agente en sitios alejados lo entrega en forma similar como en el anterior mencionado.

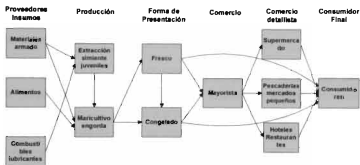


Figura 50.- Ejemplo de flujograma de cómo llega el producto al consumidor final

La cadena productiva y canales de comercialización que se presentan en el sistema-producto Pargo en Nayarit, Jalisco y Colima se presentan en la figura 50.

### Aspectos económicos

La evaluación económica y viabilidad depende de muchos factores, teniendo en cuenta una situación específica, asumiendo el manejo eficiente y buena adaptación de la especie, el sitio elegido, básicamente la mayor de las variables es el tamaño de jaulas, el tamaño del sistema y la producción anual, el mercado al que estamos orientados.

Los aspectos económicos, consiste en averiguar la rentabilidad del proyecto. El análisis económico de proyectos específicos se basa en la elección de determinados criterios de inversión, como:

1. Efecto renta.
2. Ocupación.
3. Balanza de pagos.
4. Redistribución del ingreso.
5. Relación costo - beneficio.

Los costos y los beneficios se dan en diferentes tiempos, por lo tanto hay que hacerlos comparables, expresándolos en valores equivalentes anuales y tratando luego, de conformarlos para observar si el proyecto se justifica económicamente, o no. Cuando los beneficios superan a los costos, el potencial productor se encuentra bien posicionado. El grado de conveniencia de un proyecto viene dado, en un primer momento, cuando la diferencia entre los ingresos y los costos es máxima, pero ésta diferencia no puede medir únicamente la conveniencia del proyecto; se necesita para ello el análisis de rentabilidad. En la escala comercial de producción el objetivo es alcanzar el punto de equilibrio en la expansión máxima de producción con el mismo costo. Esto requiere de:

- 1 - Estimación de las funciones de producción.
- 2 - Análisis de marginalidad (productividad media y marginal).
- 3 - Análisis de sensibilidad.
- 4 - Evaluación de tecnologías alternativas.
- 5 - Aplicación de las técnicas de programación lineal.

### **Consideraciones en el análisis de ingeniería en el aspecto económico**

1. Se tiene que ver todas las alternativas de la tecnología existente y adecuarlas.
2. Tener en cuenta los factores tecnológicos físicos, biológicos y su efecto en los parámetros económicos o viceversa

3. Se enfrenta el futuro, por lo que hay que hacer predicciones, mercado, tiempo, producción lo que origina riesgos.
4. Solo debemos a los factores más importantes de un problema.
5. Hay necesidad de hacer suposiciones y simplificaciones.
6. Se debe aplicar el juicio o sentido común, para los factores no cuantificables.
7. Hay que tomar decisiones.

En la figura 51 se presenta un modelo general con los componentes de una cadena productiva acuícola, que son conjuntos de actores sociales interactivos, tales como el sistema productivo, proveedores de servicios e insumos, procesamiento, distribución y comercialización, además consumidores finales del producto de la cadena. Los actores sociales de cada cadena productiva pueden presentarse un comportamiento cooperativo o conflictivo entre si en situaciones diversas.

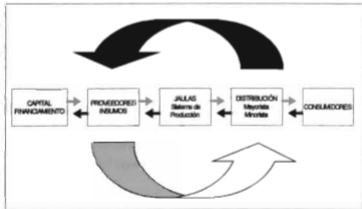


Figura 51.- Modelo general de los componentes de una cadena productiva acuícola

Flujo de insumos ⇨ Flujo de capital ⇐ Componentes de la cadena □

## Aspecto financiero

En el estudio financiero se demuestra lo importante: ¿La idea es rentable?. Para saberlo se tienen tres presupuestos: ventas, inversión, gastos. Con esto se decidirá si el proyecto es viable, o si se necesita cambios, como por ejemplo, si se debe vender mas, comprar equipos más baratos o menor mano de obra etc. Hay que recordar que cualquier "cambio" en los presupuestos debe ser realista y alcanzable, si la ganancia no puede ser satisfactoria, ni considerando todos los cambios y opciones posibles entonces el proyecto será "no viable".

Se aborda el estudio financiero del sector acuícola con la perspectiva de estrategias empresariales con el fin de aprovechar las oportunidades que un entorno dinámico y complejo ofrece el maricultivo en cuyo funcionamiento inciden multitud de factores, unos limitando sus posibilidades de crecimiento y otros potenciándolas todo ello a partir del análisis de determinados indicadores de gestión que ayudan hacer susceptible de interpretación, la realidad los proyectos se desarrolle tomando en cuenta los aspectos de inversión el análisis financiero puede realizarse a diferentes niveles de consulta

- a. Como se realizará la financiación del establecimiento, quien la efectuará y de que forma.
- b. A qué gastos de mantenimiento deberá atender.
- c. Cuáles serán los ingresos previsibles.
- d. Cómo tendrá lugar el reembolso a la entidad financiera.
- e. En qué medida.
- f. En qué período.

En otras palabras el análisis financiero trata de determinar si los ingresos monetarios del proyecto cubrirán los gastos de capital y de explotación.

## **Análisis de inversiones**

Los estados financieros permite una opinión sobre los resultados en un ejercicio económico de una empresa donde reflejan sus activos y pasivos y su utilidad antes y después del impuesto sobre la renta, nos indica su flujo de caja su capacidad de endeudamiento y también nos permite saber si el capital de la empresa acuícola se encuentra pagado o se encuentra en aportes de los socios. Esto es importante para la toma de decisiones financieras para acceder a créditos en el sector financiero

## **Análisis financiero**

Pasos a seguir según formatos de los programas de apoyo

- Presupuesto y programas de Inversión y fuentes de financiamiento
  - a) Presupuesto de inversión
  - b) Programas de inversión
  - c) Fuentes de financiamiento
- Proyección financiera (refaccionario y avío)
  - a) Costos de producción proyectada por ciclo.
  - b) Costos producción anual.
  - c) Flujo de efectivo mensual y determinación de capital de trabajo.
  - d) Pago de créditos y otros compromisos (capital e interés).
  - e) Capacidad de pago.
- Situación financiera actual y proyectada
- Análisis de rentabilidad (a precios y valores constantes).
- Relación Utilidad costo.
- Flujo neto de caja.
- VAN.
- TIR.
- Análisis de sensibilidad.

### **Integración del modelo técnico-administrativo-financiero.**

El proceso de integración se materializa a través de una reducción de tiempos y se puede manifestar aplicando en proyectos de pre-factibilidad manteniendo un equilibrio y generando conocimiento. La aplicación de modelos técnico y administrativo con el análisis del sistema se pretende aplicar integrar e interpretar la información generada en las diferentes áreas o etapas del estudio.

La integración de los aspectos técnicos, administrativos y económicos consiste en generar una descripción cuantitativa de la relación que se establece entre los componentes de un sistema de producción, para obtener los medios y el ambiente de cultivo óptimo, originando una síntesis que en buen grado esta condicionada por el nivel de conocimientos disponibles.

En la figura 52 se presenta la integración en conjunto de los actores que interactúan en el cultivo de jaulas que nos orienta en forma didáctica como actúan los componentes de los modelos para así llegar a un fin.



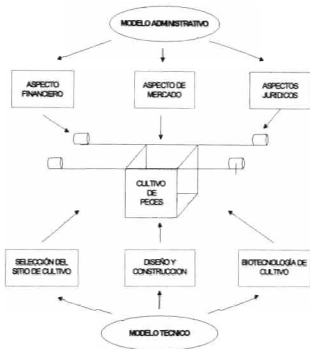


Figura 52.- Integración entre los componentes de los Modelos Técnico y Administrativo en un sistema de cultivo de jaulas flotantes para pargos.

La relación entre los componentes del sistema físico y biológico es compleja por lo que tenemos que tener en cuenta que un cambio en un elemento físico, influye en un componente biológico o viceversa, lo cual provoca un cambio en el diseño del sistema lo que repercute en los costos de producción. Esto porque todo el sistema está interrelacionado e integrado. Esto se representa en el siguiente diagrama (Fig. 43).

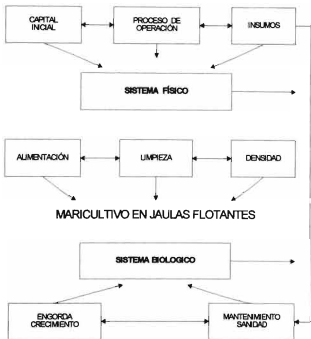


Figura 53.- Interacción del sistema físico y biológico en un cultivo de jaulas flotantes

Los flujos generados a través del modelo son el resultado de la aplicación de tecnología adecuada de producción así como el manejo adecuado de la parte económica, financiera y jurídica.

## Toma de decisiones

La aplicación de la formalización de los procesos de producción en el cultivo de pargos en jaulas flotantes, tiene como finalidad establecer las mejores estrategias para la toma de decisiones que contribuyan con un enfoque cuantitativo a la solución de problemas y a la evaluación de alternativas de solución lo cual es una responsabilidad clave de la alta dirección. Esto se inicia al observar un problema, definirlo, formular el objetivo, reconocer las restricciones y evaluar las alternativas de solución. Una vez cubierto los pasos anteriores se puede seleccionar el curso de acción aparentemente "mejor", es decir, aquel que nos llevará a la solución óptima.

Por lo que se propone para el cultivo en jaulas flotantes tomar en cuenta los siguientes puntos para llegar a la mejor alternativa:

- La capacidad que tengan para el manejo de un cultivo acuático y su producción.
- Los mercados a los cuales podrían acceder.
- La capacidad financiera de la que dispondrán.
- La disponibilidad de recursos, por ejemplo, respecto de cría, capital y mano de obra.
- Sus posibilidades para afrontar un riesgo determinado y siempre ligado al comienzo proyectado.

Los factores que influyen directamente la factibilidad de iniciar un cultivo acuícola, son muchos y variados. Se presentan una serie de los factores que deberán analizarse para alcanzar a determinar el potencial de un proyecto futuro. A menudo, estos factores son interdependientes o están interrelacionados y por lo tanto, no podrán ser analizados independientemente. No todos los factores se aplican directamente a cada uno de los emprendimientos en particular; pero sin

embargo, ellos proveen un punto de inicio para una evaluación total, con preguntas que en general necesita realizarse el potencial acuacultor y para las cuales deberá obtener respuesta, proporcionando así un procedimiento lógico a seguir en el proceso que implica una toma de decisiones. Las secuencias presentadas, no persiguen un orden de importancia en referencia a los factores señalados, sino que constituye solamente un listado de los mismos.

- ✓ ¿Cuál es el grado de Intensidad necesario en el manejo del cultivo, para que el productor alcance el éxito en su producción y en la comercialización de las especies que obtenga como producto de la actividad?
- ✓ ¿Los aspectos financieros y recursos físicos, así como el grado de manejo emprendido, pueden utilizarse para producir la especie seleccionada u otra posible especie?
- ✓ ¿Cuál es la alternativa existente para obtener ganancia sobre la inversión realizada?
- ✓ ¿Se puede reconvertir el sistema, económica y técnicamente, para producir otra especie?
- ✓ ¿Cómo afectará la reconversión a la situación financiera de la operación?
- ✓ ¿El productor, está al corriente de la tecnología y manejo para una nueva producción, que incluya una nueva especie?
- ✓ ¿Existe algún recurso significativo o algún problema técnico que deba conocerse antes de que un producto sea producido?

## **Estudio de impacto ambiental: cultivo de peces en jaulas.**

Cuando se instala un polígono de jaulas para llevar a cabo en ellas un cultivo de peces, se dará lugar en el entorno (como cualquier otra actividad industrial) unos efectos beneficiosos y perjudiciales a la vez:

Como efectos beneficiosos se podrían enumerar los siguientes:

- Enriquecimiento en cuanto a diversidad y biomasa de la fauna,
- Repoblación,
- Salvaguardar la zona de la actividad pesquera,
- Atrayente de las poblaciones de peces (sardina, etc.) en las cercanías de las instalaciones acuícola,
- Aparte, lógicamente, de la creación de puestos de trabajo, los rendimientos económicos generados y consecución de alimento para la población humana.

Como efectos negativos podríamos destacar:

- En sistemas de cultivo intensivo, descarga al mar de nutrientes en dilución (principalmente fósforo y nitrógeno),
- Emisión de materia orgánica particulada,
- Utilización de antibióticos.

Algunos expertos en el tema opinan que la actividad acuícola en general tiene poca incidencia negativa sobre el medio ambiente marino, debido a que el mar posee una elevada capacidad de "carga" para recibir los desechos que se originan en este tipo de actividades, ocurriendo solamente impactos medioambientales negativos de consideración cuando ocurren una simultaneidad de hechos como por ejemplo una mala renovación del agua circundante a la explotación o la presencia de un alto número de instalaciones de cultivo en las cercanías.

El grado de alteración del medio ambiente marino dependerá a su vez del tipo de actividad acuícola que se desarrolle (sistema de cultivo intensivo o extensivo), del tipo de gestión llevada a cabo, de las especies cultivadas, de la localización geográfica (topografía, batimetría, régimen de corrientes), del volumen de producción de la empresa en sí, de la presencia cercana o no de otras instalaciones acuícola, circunscribiéndose en muchas ocasiones el grado de alteración que se da lugar a la zona circundante de la instalación.

Tabla 20.- Elementos de la evaluación de las diferentes etapas en el cultivo de peces marinos

ELEMENTOS DE LA EVALUACIÓN		
ETAPAS	ACCIONES	COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS
Construcción de jaulas	Contratación de mano de obra Movilización y transporte Construcción de infraestructura Disposición de residuos sólidos.	Empleo, salud; Infraestructura vial Calidad del suelo y del aire, flora y fauna terrestre, sitios arqueológicos, paisaje y turismo Calidad y uso del suelo, paisaje y turismo.
Operación	Contratación de mano de obra Movilización y transporte Disposición de residuos sólidos Restos de alimento, desechos y químicos utilizados en desinfección y tratamiento de enfermedades Eventual escape de agentes patógenos y peces.	Empleo, vivienda, educación, salud Infraestructura vial Calidad y uso del suelo y del aire, hidrología e hidrogeología, flora y fauna terrestre, paisaje y turismo Calidad del agua y sedimentos del cuerpo receptor, fitoplancton y zooplancton, macrofauna, peces, fauna y vegetación del fondo Fitoplancton y zooplancton, macrofauna, peces, fauna y vegetación del fondo
Abandono	Paralización definitiva	Todos los componentes a excepción de los restos arqueológicos

Tabla 21.- Efectos que afectan el ambiente acciones preventivas y correctivas

SITUACIÓN	EFFECTOS SOBRE EL AMBIENTE	ACCION PREVENTIVA Y/O CORRECTIVA
Escape de peces del cultivo	Depredación de especies nativas	Proponer cuotas de captura
Introducción involuntaria de patógenos en ovas	Desarrollo de enfermedades en los peces y/o fauna nativa	En caso de detectar enfermedades, eliminación total del stock
Dispersión de residuos y patógenos	Diseminación de enfermedades	Control del origen de dispersión
Vertido excesivo de sustancias quimioterapéuticas o desinfectantes	Alterar la calidad del agua y inducción de mortalidad en la fauna nativa	Capacitación en manejo de estas sustancias

Tabla 22.- Actividades de la acuicultura que producen impactos y principales factores que pueden verse impactados (0): impacto notable, (X): impacto moderado, (--): no hay relación

ACTIVIDADES DE LA ACUICULTURA										
Impactos	Especie	Aliment o	Produ ctos Quím. coa	Pestic idas	Horm onas	Hece	Lugares	Especi es alocto Nas	Posse	Produ ctos antif oullin g
Enriquecimiento	--	X	--	--	--	X	--	--	--	--
Cadenas tróficas	X	X	0	0	--	X	--	0	--	0
Consumo oxígeno	X	X	--	--	--	X	--	0	--	--
Biodiversidad	--	X	X	X	0	0	--	X	--	0
Fouling	--	--	--	--	--	--	X	--	--	X
Cambios bentos	--	0	X	0	--	0	--	0	--	0
Resistencia antibióticos	--	--	X	--	--	--	--	--	--	--
Salinización acuíferos	--	--	--	--	--	--	X	--	X	--
Acidificación suelos	--	0	--	--	--	X	X	--	--	--
Subsistencia de tierras	--	--	--	--	--	--	X	--	X	--
Afección vida salvaje	--	--	--	--	--	--	0	--	--	--
Salinización suelos	--	--	--	--	--	--	X	--	0	--
Cambios de sustrato	--	X	--	--	--	X	--	--	--	--
Especies no deseables	--	X	--	--	--	X	--	--	--	0
Eutrofia	--	X	--	--	--	X	--	--	--	--
Toxicidad de especies marinas	--	--	--	--	--	--	--	--	--	X

## Estudio financiero.

### Presupuesto y programa de inversión.

El estudio financiero se realizó a partir del presupuesto (Tabla 23) y programa de inversión (Tabla 24).

Tabla 23.- Presupuesto de inversión.

CONCEPTO		CANTIDAD	P. U.	TOTAL
Cabos	rollos	15	868.72	13,031.00
Paños para jaulas	fardos	3	22,509.60	67,529.00
Paños para colecta de crías	fardo	6	1,000.00	6,000.00
Otros materiales para armado	Imprevistos		2,200.00	2,200.00
Flotadores de vidrio 19 lt	garraf.	80	50.00	4,000.00
Flotadores de plástico 200 lt	tambos	6	200.00	1,200.00
Material de fondeo	sacos		2.00	1,000.00
Hilo multifilamento tratado	rollos	40	60.00	2,400.00
Balanza de 50 Kg.	pieza	1	1,750.00	1,750.00
Balanza Giratoria tipo Reloj	pieza	1	1,200.00	1,200.00
Equipo portátil de medición T,ph,O2		1	10,250.00	10,250.00
Jabas de 50 Kg.	jabas	20	300.00	6,000.00
Compresora de aire para buceo.	equipo	1	15,000.00	15,000.00
Equipo de buceo autónomo		2	25,000.00	50,000.00
				<b>181,560.00</b>
<b>Costos variables</b>				
Alimento peces	126 días	30,000 Kg.	6.60	198,244.00
Combustible y lubricantes	136 días		87.50	11,900.00
Combustible colecta siembra	15 días			53,136.00
Hielo		50 piezas	50.00	2,500.00
Oxitetraciclina		100 gr.	2.00	200.00
				<b>265,980.00</b>
<b>Costos fijos</b>				
01 Técnico acuícola, tecnólogo		189 días	350.00 día	66,150.00
01 Vigilante.		100 días	200.00 día	20,000.00
Mano de obra, Constr. E Inst.		158 jornales	150.00 día	23,700.00
				<b>109,850.00</b>
<b>TOTAL:</b>				<b>557,390.00</b>



El programa de inversiones que se establece en el proyecto desde la construcción hasta la primera cosecha es de 6 meses y 3 semanas.

Tabla 24.- Programa de inversiones.

PROGRAMA DE INVERSIONES	1ER MES	2DO MES	3ER MES	4TO MES	5TO MES	6TO MES	3 SEMANAS
<b>CONCEPTO</b>							
Adquisición de material							
Armado estructura							
Armado jaula red colecta							
Armado material fondo							
Colocación estructura							
Colocación jaula							
Colecta y muestra							
Alimentación engorda							
Cosecha							

### Proyección financiera.

Se calcula el costo proyectado por cada ciclo de producción (Tabla 25) durante 5 meses y la producción mensual durante 3 años (Tabla 26).

Tabla 25.- Costo proyectado por cada ciclo de producción.

CONCEPTO	Instalación	1er mes	2do mes	3er mes	4to mes	5to mes	Total
<b>Variables</b>							
Alimento		21,361.00	36,300.00	44,676.00	60,117.00	35,790.00	198,244.00
Colecta combustible		53,136.00					53,136.00
Combustible lubricantes		25,38.00	2,538.00	2,538.00	2,538.00	1,748.00	11,900.00
Varios (hielo, medicina)						2,700.00	2,700.00
<b>Fijos</b>							
Técnico	19,600.00	9,800.00	9,800.00	9,800.00	9,800.00	7,350.00	66,150.00
Velador			3,800.00	6,000.00	6,000.00	4,200.00	20,000.00
Mano obra construcción	23,700.00						23,700.00
<b>TOTAL</b>	<b>43,300.00</b>	<b>86,835.00</b>	<b>52,438.00</b>	<b>63,674.00</b>	<b>78,455.00</b>	<b>51,788.00</b>	<b>375,830.00</b>

Tabla 26.- Costo de la producción mensual durante 3 años.

Concepto	1er año											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
<b>Variables</b>												
Alimento	33,466,7	33,466,7	33,466,7	33,466,7	33,466,7	33,466,7	33,466,7	33,466,7	33,466,7	33,466,7	33,466,7	33,466,7
Colecta combustible	3,915,24	3,915,24	3,915,24	3,915,24	3,915,24	3,915,24	3,915,24	3,915,24	3,915,24	3,915,24	3,915,24	3,915,24
Combustibles, lubricantes	1,963,33	1,963,33	1,963,33	1,963,33	1,963,33	1,963,33	1,963,33	1,963,33	1,963,33	1,963,33	1,963,33	1,963,33
Varios (hielo, medicinas)	69,24	69,24	69,24	69,24	69,24	69,24	69,24	69,24	69,24	69,24	69,24	69,24
<b>Fijos</b>												
Técnico	3,113,26	3,113,26	3,113,26	3,113,26	3,113,26	3,113,26	3,113,26	3,113,26	3,113,26	3,113,26	3,113,26	3,113,26
Velador	1,686,27	1,686,27	1,686,27	1,686,27	1,686,27	1,686,27	1,686,27	1,686,27	1,686,27	1,686,27	1,686,27	1,686,27
Mano obra construcción	1,715,84	1,715,84	1,715,84	1,715,84	1,715,84	1,715,84	1,715,84	1,715,84	1,715,84	1,715,84	1,715,84	1,715,84
<b>Total</b>	<b>41,113,2</b>	<b>41,113,2</b>	<b>41,113,2</b>	<b>41,113,2</b>	<b>41,113,2</b>	<b>41,113,2</b>	<b>41,113,2</b>	<b>41,113,2</b>	<b>41,113,2</b>	<b>41,113,2</b>	<b>41,113,2</b>	<b>41,113,2</b>
Concepto	2do año											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
<b>Variables</b>												
Alimento	33,466,7	33,466,7	33,466,7	33,466,7	33,466,7	33,466,7	33,466,7	33,466,7	33,466,7	33,466,7	33,466,7	33,466,7
Colecta combustible	3,915,24	3,915,24	3,915,24	3,915,24	3,915,24	3,915,24	3,915,24	3,915,24	3,915,24	3,915,24	3,915,24	3,915,24
Combustible, lubricantes	1,963,33	1,963,33	1,963,33	1,963,33	1,963,33	1,963,33	1,963,33	1,963,33	1,963,33	1,963,33	1,963,33	1,963,33
Varios (hielo, medicinas)	69,24	69,24	69,24	69,24	69,24	69,24	69,24	69,24	69,24	69,24	69,24	69,24
<b>Fijos</b>												
Técnico	3,113,26	3,113,26	3,113,26	3,113,26	3,113,26	3,113,26	3,113,26	3,113,26	3,113,26	3,113,26	3,113,26	3,113,26
Velador	1,686,27	1,686,27	1,686,27	1,686,27	1,686,27	1,686,27	1,686,27	1,686,27	1,686,27	1,686,27	1,686,27	1,686,27
Mano obra construcción	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>43,213,27</b>	<b>43,213,27</b>	<b>43,213,27</b>	<b>43,213,27</b>	<b>43,213,27</b>	<b>43,213,27</b>	<b>43,213,27</b>	<b>43,213,27</b>	<b>43,213,27</b>	<b>43,213,27</b>	<b>43,213,27</b>	<b>43,213,27</b>
Concepto	3er año											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
<b>Variables</b>												
Alimento	33,466,7	33,466,7	33,466,7	33,466,7	33,466,7	33,466,7	33,466,7	33,466,7	33,466,7	33,466,7	33,466,7	33,466,7
Colecta combustible	3,915,24	3,915,24	3,915,24	3,915,24	3,915,24	3,915,24	3,915,24	3,915,24	3,915,24	3,915,24	3,915,24	3,915,24
Combustible, lubricantes	1,963,33	1,963,33	1,963,33	1,963,33	1,963,33	1,963,33	1,963,33	1,963,33	1,963,33	1,963,33	1,963,33	1,963,33
Varios (hielo, medicina)	69,24	69,24	69,24	69,24	69,24	69,24	69,24	69,24	69,24	69,24	69,24	69,24
<b>Fijos</b>												
Técnico	3,113,26	3,113,26	3,113,26	3,113,26	3,113,26	3,113,26	3,113,26	3,113,26	3,113,26	3,113,26	3,113,26	3,113,26
Velador	1,686,27	1,686,27	1,686,27	1,686,27	1,686,27	1,686,27	1,686,27	1,686,27	1,686,27	1,686,27	1,686,27	1,686,27
Mano obra construcción	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>43,213,27</b>	<b>43,213,27</b>	<b>43,213,27</b>	<b>43,213,27</b>	<b>43,213,27</b>	<b>43,213,27</b>	<b>43,213,27</b>	<b>43,213,27</b>	<b>43,213,27</b>	<b>43,213,27</b>	<b>43,213,27</b>	<b>43,213,27</b>

La producción anual proyectada de peces es de 34,200 kilogramos, a partir de dos ciclos por año. Considerando que se sembrarán 4000 juveniles en cada jaula de entre 50 y 100 gramos, para su cosecha a 450 gramos y estimando una mortandad del 5%.

Tabla 27.- Capital de trabajo

Concepto	1	2	3	4	5	6	Total
<b>Ingresos</b>							
Producción (Kg.)						34200	34200
Por venta (\$)						35	35
<b>Total</b>						1197000	1197000
<b>Costos de operación</b>							
<b>Costos variables</b>							
Alimento peces	21361	36300	44676	60117	35790		198244
Combustible y lubricantes	2538	2538	2538	2538	1748		11900
Combustible colecta y siembra	53136						53136
Hielo					2500		2500
Oxitetraciclina	200						200
<b>Sub total</b>	<b>77235</b>	<b>38838</b>	<b>47214</b>	<b>62655</b>	<b>40038</b>	<b>0</b>	<b>265980</b>
<b>Costos fijos</b>							
Técnico acuicola	9800	9800	9800	9800	7350		46550
Vigilante		3800	6000	6000	4200		20000
Mano de obra							0
<b>Sub total</b>	<b>9800</b>	<b>13600</b>	<b>15800</b>	<b>15800</b>	<b>71550</b>	<b>0</b>	<b>66550</b>
<b>Total costos de operación</b>	<b>87035</b>	<b>52438</b>	<b>63014</b>	<b>78455</b>	<b>51588</b>	<b>332530</b>	<b>332530</b>
<b>Utilidad saldo de mes</b>	<b>-87035</b>	<b>-52438</b>	<b>-63014</b>	<b>-78455</b>	<b>-51588</b>		
<b>Flujo mensual acumulado</b>	<b>-87035</b>	<b>-139473</b>	<b>-202487</b>	<b>-280942</b>	<b>-332530</b>		

El estado de resultados (Tabla 28) y el flujo neto de caja (Tabla 29) para los tres años del proyecto es el siguiente:

Tabla 28.- Estado de resultados.

Concepto		Año 1	Año 2	Año 3
Eficiencia operativa	%	100%	100%	100%
Ingreso por venta	\$	1 197,000.00	1 197,000.00	1 197,000.00
Costos y gastos de prod.	\$	708.360,00	665.060,00	665.060,00
Utilidad bruta	\$	488.640,00	531.940,00	531.940,00
Pago interés 18 %	\$	32.680,80		
Depreciaciones	\$	32.420,00	32.420,00	32.420,00
Utilidad gravable	\$	423.539,20	499.520,00	499.520,00
Fondo capitalización 5%	\$	21.176,96	24.976,00	24.976,00
%de participación Finan	32,60%	100%		
Pago financiamiento	\$	181.560,00		
Valor residual	\$			100
Utilidad neta	\$	220.802,24	474.544,00	474.644,00

Tabla 29.- Flujo neto de caja.

Concepto	1er año											
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
Ingreso por venta	99.750,00	99.750,00	99.750,00	99.750,00	99.750,00	99.750,00	99.750,00	99.750,00	99.750,00	99.750,00	99.750,00	99.750,00
Costos y gastos de producción	59.636,00	59.636,00	59.636,00	59.636,00	59.636,00	59.636,00	59.636,00	59.636,00	59.636,00	59.636,00	59.636,00	59.636,00
Fondo capitalización	1.764,75	1.764,75	1.764,75	1.764,75	1.764,75	1.764,75	1.764,75	1.764,75	1.764,75	1.764,75	1.764,75	1.764,75
Valor residual	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flujo neto caja	38.858,25	38.858,25	38.858,25	38.858,25	38.858,25	38.858,25	38.858,25	38.858,25	38.858,25	38.858,25	38.858,25	38.858,25
Concepto	2do año											
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
Ingreso por venta	99.750,00	99.750,00	99.750,00	99.750,00	99.750,00	99.750,00	99.750,00	99.750,00	99.750,00	99.750,00	99.750,00	99.750,00
Costos y gastos de producción	58.431,67	58.431,67	58.431,67	58.431,67	58.431,67	58.431,67	58.431,67	58.431,67	58.431,67	58.431,67	58.431,67	58.431,67
Fondo capitalización	1.801,33	1.801,33	1.801,33	1.801,33	1.801,33	1.801,33	1.801,33	1.801,33	1.801,33	1.801,33	1.801,33	1.801,33
Valor residual	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flujo neto caja	41.317,00	41.317,00	41.317,00	41.317,00	41.317,00	41.317,00	41.317,00	41.317,00	41.317,00	41.317,00	41.317,00	41.317,00
Concepto	3er año											
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
Ingreso por venta	99.750,00	99.750,00	99.750,00	99.750,00	99.750,00	99.750,00	99.750,00	99.750,00	99.750,00	99.750,00	99.750,00	99.750,00
Costos y gastos de producción	58.431,67	58.431,67	58.431,67	58.431,67	58.431,67	58.431,67	58.431,67	58.431,67	58.431,67	58.431,67	58.431,67	58.431,67
Fondo capitalización	1.801,33	1.801,33	1.801,33	1.801,33	1.801,33	1.801,33	1.801,33	1.801,33	1.801,33	1.801,33	1.801,33	1.801,33
Valor residual	6.333,000	6.333,000	6.333,000	6.333,000	6.333,000	6.333,000	6.333,000	6.333,000	6.333,000	6.333,000	6.333,000	6.333,000
Flujo neto caja	42.790,33	42.790,33	42.790,33	42.790,33	42.790,33	42.790,33	42.790,33	42.790,33	42.790,33	42.790,33	42.790,33	42.790,33

Para la evaluación financiera del proyecto se utilizaron dos parámetros fundamentales el Valor Presente Neto (VPN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). Siendo el Valor Presente Neto (Tabla 30) la diferencia entre el valor actual de los beneficios brutos y el valor actual de los costos y las inversiones

Tabla 30.- Valor Presente Neto.

PERIODO	EGRESOS	INGRESOS	FLUJO NETO	TASAS DE INTERES	VPN
0	557.390,00	0	-557.390,00	14,00%	\$561.049,55
1	708.360,00	1.197.000,00	488.640,00	20,00%	\$302.901,39
2	665.060,00	1.197.000,00	531.940,00	30,00%	\$288.742,61
4	665.060,00	1.197.000,00	531.940,00		

Para este caso, la evaluación financiera arroja un valor presente neto de alrededor de 561 mil pesos, como resultado de una inversión de 557 mil pesos, es decir que prácticamente se estaría duplicando la inversión inicial, descontado a una tasa de interés del 14% anual. Pero aún si aumentara al 30%, la tasa de interés del mercado, se mantendría un valor presente positivo y atractivo, de cerca de 290 mil pesos. Sobre todo tomando en cuenta el criterio ortodoxo de que debe aprobarse todo proyecto cuyo Valor Presente Neto sea mayor que cero.

El otro parámetro utilizado para la evaluación financiera fue la Tasa Interna de Retorno (Tabla 31) que se define como la rentabilidad interna del proyecto, para lo cual el VPN se iguala a cero. Es decir que la TIR, puede interpretarse como la tasa de interés de mercado máxima que el proyecto puede aguantar.

Tabla 31.- Tasa Interna de Retorno (TIR).

PERIODO	EGRESOS	INGRESOS	FLUJO NETO
0	-557.390,00	0	-557390
1	0	467.463,04	467463,04
2	0	506.964,00	506964
3	0	507.064,00	507064

El cálculo de la Tasa Interna de Retorno es de 7.5% mensual, es decir alrededor del 90% anual. Es decir bastante elevada, vista como rentabilidad interna del proyecto, o bien como una gran capacidad del proyecto para soportar altas tasas de interés del mercado.

Un tercer indicador utilizado para evaluar el presente proyecto es el Período de Recuperación de la Inversión a valor presente neto (Tabla 32), que puede entenderse como el período en el cual el proyecto repaga la inversión inicial. Este indicador debe utilizarse en combinación con el VPN y la TIR, debido a que por sí mismo, no considera el valor del dinero en el tiempo, como lo hacen estos dos indicadores

Tabla 32.- Período de Recuperación de la Inversión a valor presente neto.

PERÍODO		INGROS TOTALES	EGRESOS	FLUJO NETO DE EFECTIVO	FLUJO NETO A VALOR PRESENTE	FLUJO NETO A VALOR PRESENTE ACUMULADO
mes 1	1	99.750	616.420	-516.670	609.778	-609.778
mes 2	2	99.750	59.000	40.720	57.785	-662.014
mes 3	3	99.750	59.000	40.720	57.142	-484.871
mes 4	4	99.750	59.000	40.720	56.527	-438.344
mes 5	5	99.750	59.000	40.720	55.918	-382.427
mes 6	6	99.750	59.000	40.720	55.315	-327.111
mes 7	7	99.750	59.000	40.720	54.719	-272.392
mes 8	8	99.750	59.000	40.720	54.130	-218.262
mes 9	9	99.750	59.000	40.720	53.547	-164.716
mes 10	10	99.750	59.000	40.720	52.970	-111.746
mes 11	11	99.750	59.000	40.720	52.399	-59.347
mes 12	12	99.750	59.000	40.720	51.834	-7.613
mes 13	13	99.750	55.422	44.328	48.141	40.626
mes 14	14	99.750	55.422	44.328	47.623	88.251
mes 15	15	99.750	55.422	44.328	47.110	135.361
mes 16	16	99.750	55.422	44.328	46.602	181.963
SUMAS		1.596.000	1.487.437	108.563	1.401.520	
TASA TIR		8.07				
TASA DE DESCUENTO		8.07+5				
ANUAL		13.07				
MENSUAL		0,0109				

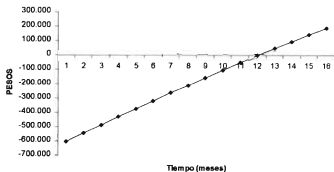


Figura 54.- Periodo de Recuperación de la Inversión a valor presente neto.

El Periodo de Recuperación de la Inversión (Figura 54) resultó de menos de un año lo que refuerza al conjunto de indicadores financieros para la viabilidad económica y financiera del proyecto.

## 5. DISCUSIÓN GENERAL

En presente trabajo pretende contribuir al desarrollo sostenible de la maricultura en el Pacífico Mexicano con la investigación y diseño de tecnologías que permitan el cultivo de los pargos en mar abierto o mejoren los rendimientos de las instalaciones existentes. El diseño de una jaula para el cultivo de peces en el mar depende de factores como la hidrodinámica y la profundidad del área de cultivo principalmente. Para su producción a nivel comercial se pueden distinguir dos grupos de diseño, *Diseño de jaulas en áreas protegidas* y *Diseño de jaulas en mar abierto* (García García et al., 2002). En el primer caso, las jaulas flotantes consisten, en una pasarela central y jaulas de planta rectangular o cuadrada a ambos lados de ésta, o jaulas aisladas de planta cuadrada o poligonal con pasarela en todo su contorno (Barnabé, 1989). En el segundo caso, como el de este trabajo los diseños suelen estar encaminados a amortiguar la ola, por lo que suelen utilizarse materiales flexibles y de planta circular o rectangular. En jaulas en el mar, en donde los parámetros físico-químicos del agua son prácticamente constantes, la capacidad de carga (biomasa  $m^{-3}$ ) depende de la hidrodinámica de la zona donde estén ubicadas. Para litorales con carga media se recomienda llegar a cargas finales de 25-30  $kg m^{-3}$ . El engorde intensivo en jaulas, aunque supone un control menos estricto del sistema que en los cultivos intensivos en tierra (García García et al., 2001) representan en algunos casos como este una inversión mucho menor en instalaciones y disminuye considerablemente los costos de producción, por lo que un alto porcentaje de los proyectos de peces marinos en México, se basan en este sistema.

El primer aspecto a considerar en el diseño y planificación de una instalación de engorde en mar abierto es la profundidad de la zona donde se va a instalar el sistema. En general, como resultado del presente trabajo consideramos por razones de oxigenación y concentración de detritus, una profundidad mínima desde el punto más sumergido de las redes al fondo marino, es de 8-10 metros lo



que esta de acuerdo con lo reportado para estos sistemas en Europa por García García et al. (2002).

La distribución mayoritaria utilizada es la de un sistema pareado y simétrico que permita compartir la estructura sustentante y flotante, así como el sistema de anclaje y balzamiento, disminuyendo significativamente la inversión, siendo además la distribución más coherente para la vigilancia, mantenimiento y alimentación. En esta investigación seguimos la estrategia de puntos de amarre simples y rotación de sitios para anclaje del sistema de jaulas desarrollada por Goudey et al. (2001) y de acuerdo a los resultados de calidad del agua y sedimento para mitigar el efecto sobre el bentos.

La calidad del agua es uno de los factores que determinan la salud de los peces bajo cultivo comercial (Leong, 1989). Por lo que, el monitoreo y manejo de la calidad del agua son importantes para asegurar condiciones adecuadas para el crecimiento de los peces. La concentración de oxígeno en las jaulas de cultivo fue relativamente baja comparada con otras granjas de peces marinos. Arulampalam et al. (1998) reportan que las concentraciones de oxígeno disuelto en jaulas flotantes ubicadas en canales superficiales localizados entre la isla de Tengan y Kelang en la Costa Oeste de la Península de Malasia fueron de 5.54 a 7.98 mg L<sup>-3</sup>. La parte Norte del Golfo de Tailandia es alta en la concentración de nutrientes desde que este recibe desechos domésticos, industriales y descarga de granjas de camarón, no obstante se desarrolla una industria de cultivo de peces marinos en jaulas flotantes con gran éxito. En nuestro estudio también el área donde se lleva a cabo el cultivo en jaulas flotantes recibe desechos domésticos y el efluente de áreas deforestadas. Los altos niveles de nutrientes en las áreas de muestreo se deben a la alta carga orgánica que tiene el río "El Naranjo". Por lo que los nutrientes en la columna de agua incrementan el crecimiento bacteriano (Arulampalam et al., 1998). Baross and Liston (1977) también han reportado que los nutrientes son uno de los factores más importantes que influyen la distribución

de *Vibrio*. Al aumentar exponencialmente el crecimiento de estas bacterias y otras presentes en el agua de las jaulas puede conducir a una dispersión de la infección y esto traer como consecuencia altas mortalidades. Observaciones de Botero y Ospina (2000) en un cultivo en jaulas flotantes con Mero (*Epinephelus itajara*) en Colombia encontraron que los peces mostraron gran tolerancia a la manipulación, resistencia a las enfermedades y adaptabilidad a las fluctuaciones extremas en la calidad del agua ( $O_2 = 0.9-7.1 \text{ mg L}^{-1}$ ; salinidad = 7-37 ups). Lo mismo se presentó en el cultivo de lutjanidos en la Bahía de Matanchen donde se presentaron fluctuaciones de oxígeno de 1 a 6  $\text{mg L}^{-1}$  en las jaulas de cultivo y los peces mostraron también adaptabilidad a las fluctuaciones de este parámetro.

El cultivo intensivo en jaulas flotantes es una de las modalidades más extendidas de cultivo de peces en el litoral. Esta actividad libera al medio marino una gran cantidad de materia orgánica, que puede depositarse en el sedimento, de forma directa como restos de comida, o indirectamente como excretas, exudados o cadáveres. Existen numerosos estudios sobre los efectos perjudiciales de semejante enriquecimiento orgánico, pero pocos han estudiado la incorporación de los productos de desecho de las jaulas a la red trófica natural de las comunidades (Calderer et al., 2001). Por lo que se recomienda el análisis de isótopos estables ( $^{13}\text{C}$  y  $^{15}\text{N}$ ) para delimitar el área de influencia de la dispersión de la materia orgánica emitida por una jaula, siempre que existan en la zona otras fuentes de carbono con una configuración isotópica diferente a la del alimento balanceado.

El estudio de la dinámica de los nutrientes también puede ser de utilidad para determinar si la estrategia de manejo no está impactando el ambiente y en caso de hacerlo buscar y seleccionar el alimento que produzca menos nutrientes disueltos para asegurar un crecimiento en la industria con sostenibilidad en el trópico.

La liberación de nutrientes en las granjas de peces marinos en jaulas flotantes en ecosistemas pobres puede tener un efecto positivo sobre las pesquerías locales sin ocasionar un efecto negativo en la composición y/o biodiversidad de las especies (Machias et al., 2004). En el presente estudio se encontró que el impacto que pueda ser ocasionado por un sistema de jaulas flotantes puede ser minimizado en aguas costeras con suficiente flujo y circulación de mareas. Los resultados del estudio también son importantes para el desarrollo de programas de monitoreo en sistemas acuícolas en aguas costeras porque suministran información básica para el manejo de las jaulas (Grizzie et al., 2003).

Se requiere generar nuevas tecnologías con bajo impacto ambiental que puedan ser utilizadas por los pescadores ribereños. Lo cual también depende de la intensidad de producción de peces, magnitud del proyecto, dispersión de los desechos por las corrientes y la capacidad de carga del ambiente para asimilar la carga orgánica, principalmente, nitrógeno y fósforo.

Se han llevado a cabo pruebas para determinar el efecto de la acumulación de los nutrientes en el sedimento de sistemas de jaulas en el mar y se ha observado que los sedimentos han sido contaminados hasta 1,000 m de distancia del sistema de jaulas (Sara et al., 2004). En nuestro caso se presentó una diferencia en variación y concentración de nutrientes entre la estación de muestreo de las jaulas y la estación de control. Encontrando que la estación control fue más estable y presentó en términos generales mayor concentración de amonio y fósforo. Finalmente la dispersión de los nutrientes por procesos hidrodinámicos, consumo y defecación de peces y la resuspensión de sedimentos del fondo por corriente costeras y pluviales explican el efecto encontrado en el presente estudio, lo cual ha sido reportado para otros proyectos acuícolas.

Ruiz y Sanchez-Lamadrid (2001) determinaron en España un índice de la calidad del agua para la instalación de sistemas cultivo de peces marinos de jaulas en el

mar en basados en temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, turbidez, sólidos en suspensión, clorofila y nitritos. Además, determinaron que las fluctuaciones más importantes de la calidad del agua se encontraron en la franja oriental de la bahía la cual es la que se encuentra más afectada por los aportes del río Guadalete y el desagüe del saco interno de la bahía durante la bajamar. En esta zona el valor más negativo desde el punto de vista de las instalaciones acuícolas se registró durante el muestre realizado coincidiendo con un fuerte temporal de poniente en el que se detectaron casi 500 mg/l de Sólidos Suspendidos en las cercanías del Guadalete. Este incremento eventual de los sólidos afectó principalmente al sector oriental de la bahía la cual comenzaba a definirse como la menos apta para la realización de cultivos acuícolas.

El efecto del sistema de cultivo de peces marinos en jaulas flotantes sobre el ambiente se ha determinado principalmente sobre el sedimento y organismos bentónicos mediante el análisis de nutrientes (Dominguez et al., 2001) de isótopos estables del  $^{12}\text{C}$  y  $^{15}\text{N}$  (Calderer et al., 2001) y macrofauna bentónica (Karakassis et al., 2000). Estos estudios han determinado que se presenta un gradiente de mayor concentración de nitrógeno y fósforo abajo directamente del sistema de jaulas hasta un radio aproximado de 200 a 250 m de distancia donde disminuyen las concentraciones, pero en relación a la densidad y diversidad de la macrofauna del bentos se presenta el caso contrario. El mayor efecto se ha determinado en los primeros 25 a 60 m cercanos a las jaulas.

Debido a los resultados obtenidos en este trabajo en relación con la calidad del agua y los de Karakassis et al. (1999) sobre el impacto en el bentos y la reversión del impacto sobre el sedimento de los sistemas de jaulas en el mar se considera que el manejo de estos sistemas debe basarse en la rotación de áreas y en el descanso de por lo menos 3 años considerando los resultados de Tuya et al. (2006).

El grupo de los lutjánidos estudiados está compuesto, en términos generales, por especies que se alimentan de un espectro relativamente amplio de presas y que, cuando están presentes en el mismo hábitat, compiten por los mismos recursos tróficos presentando niveles de trasiape dietéticos relativamente altos (Haight *et al.* 1993, Guevara *et al.* 1994, Sámora-Zapata y Vega-Cendejas 1998, Sierra 1997, Franks y VanderKooy 2000). Los estudios sobre la alimentación natural de los juveniles del flamenco (*Lutjanus guttatus* Steindachner 1869) y del huachinango (*L. peru* Nichols & Murphy 1922) muestran que existe un gran número de presas comunes que ambas especies utilizan en los primeros estadios de desarrollo (Saucedo-Lozano *et al.* 1999, Saucedo-Lozano y Chiappa-Carrara, 2000). Asimismo, Rojas-Herrera *et al.* (2004) reportan que existe un gran número de presas comunes a *L. peru* y *L. guttatus* en la fase adulta y que existe un mayor grado de afinidad entre las dietas de aquellas especies de lutjánidos que habitan un mismo sitio, que entre organismos de la misma especie presentes en diferentes localidades. En cuanto a su alimentación en cautiverio en las jaulas flotantes se encontró que las dos especies aceptan el alimento balanceado y consumen el 83.75% a los 15 minutos de suministrarse el alimento.

En cuanto al efecto densodependiente del crecimiento del huachinango en jaulas en el mar encontramos en este trabajo que este tiene su efecto a partir de 15 kg m<sup>-3</sup>, lo cual está cercano al determinado para otra especie en estos sistemas, como el de 20-30 kg m<sup>-3</sup> que recomienda García-García (2002) en Europa para la fase final de engorde en jaulas flotantes en el mar. En Chile han encontrado buenos resultados en el cultivo en jaulas flotantes en el mar de 5x5x5 m de *Seriola quinqueradiata* al iniciar con peces de un peso promedio de 50 g y una densidad de 1.75 kg m<sup>-3</sup> y cosechar organismos de 500 g con una densidad en las jaulas de 20 kg m<sup>-3</sup> en la primera etapa con una supervivencia de 95%. No obstante, aunque finalmente llegan a cosechar organismos de 6.0 kg en tres etapas la densidad máxima en las jaulas es de 30 kg m<sup>-3</sup> (Nakada, 2000). Al comparar con

especies de agua dulce de alto rendimiento como el Pacú (*Piaractus mesopotamicus*) en jaulas flotantes encontramos que la carga máxima para esta especie es de 30 Kg m<sup>-3</sup> (SAGPYA, 2002) y para lograr tallas mayores a 1200 g deben emplearse cargas que no superen los 20 o 25 Kg m<sup>-3</sup> permitiendo un crecimiento efectivo superior a 2 g/día. Por lo tanto en estos primeros ensayos consideramos que la biomasa puede aumentar en las jaulas mediante estrategias de cultivo como frecuencia de alimentación, mejores técnicas y selección de la especie.

Dentro de los principales parásitos del *L. guttatus* en cultivo se encuentran los ancyrocefalinos *Haliotrema johni* y *Haliotrema* sp. Mackenzie y Mo (1994) reportaron daños económicos en cultivos de salmón en Noruega ocasionados por las altas poblaciones de *Gyrodactylus salaris* que dieron lugar a una disminución considerable de la población de salmón cercana al 50% posterior a dos años de la introducción de éste monogéneo y del 2-4% después de 5-7 años (Johnsen y Jensen, 1986; Mo, 1994).

Sasal (2003) encontró que el número de parásitos fue mayor cuando la densidad de peces fue alta, ya que el estrés que viven los peces al estar apilados debilita el sistema inmunológico e incrementa su susceptibilidad a los parásitos y facilita la transmisión cuando los espacios entre peces son más pequeños. En el presente estudio no se pudieron investigar parasitológicamente los pargos lunarejos antes de ser sembrados en las jaulas; por lo cual no podemos asegurar si habitaban o no monogéneos en estos peces antes de ser sembrados, sin embargo su presencia fue baja.

El incremento de la abundancia de los copépodos *Lernanthropus* sp. en el mes de junio en los pargos lunarejos de las jaulas de San Blas coincide con las variaciones de frecuencia y abundancia de *Synergasilus polycolpus* y *S. major* en carpas

*Hypophthalmichthys molitrix* y *Aristichthys nobilis* cultivados en jaulas en China, lo cual nos indica el comportamiento estacional de estas poblaciones de copépodos que aumentaron en el inicio de la primavera y el verano; y disminuyeron al inicio del otoño (Nie y Yao, 2000). Los altos valores de abundancia de las larvas de Tetraphyllidea en julio y octubre halladas en los pargos en los sistemas de cultivos parecen estar favorecidos por las altas temperaturas de los meses que propiciaron el desarrollo de los copépodos hospederos Intermediarios de éste parásito en climas tropicales (Salgado-Maldonado, 1993).

Los pargos lunarejos se alimentan de la presa más abundante disponible; sus hábitos oportunistas de alimento, su distribución, así como la abundancia de anfitriones Intermedios potenciales pueden determinar la composición de la especie de las comunidades de metazoarios parásitos en *L. guttatus*.

En los pargos lunarejos en engorda en las jaulas de San Blas se observó que el digeneo *Lecithochirium* sp, sólo se encontró en los tres primeros meses de sembrados los pargos lunarejos (mayo, junio y julio) atribuible a que la dieta artificial peletizada que se le suministra a estos peces en este sistema de cultivo les impide la ingestión de moluscos bivalvos que constituyen los hospederos intermediarios de estos parásitos en su vida silvestre (Marcogliese, 2002). El número de parásitos puede variar en dependencia de su ciclo de vida; generalmente la abundancia de ectoparásitos se relaciona positivamente con la longitud total del pez; pero la relación entre el número de endoparásitos y la talla del hospedero no está tan clara (Cedrick *et al.*, 1998). En este estudio, la abundancia de metazoarios parásitos se comportó independientemente de la talla de sus hospederos (a excepción de *Lecithochirium* sp.) debido probablemente a que la talla de los peces muestreados en las jaulas de engorda se encontró dentro de un intervalo muy estrecho. Las pautas de distribución de parásitos marinos son determinadas principalmente por la temperatura, salinidad y la asociación específica con masas de agua (Esch y Fernández, 1993); así como su distribución y

transmisión es afectada potencialmente por las condiciones abióticas y bióticas ambas directa o indirectamente, y principalmente por los efectos intermedios de la población del anfitrión (Janovy *et al.*, 1997). Las variaciones horizontales en parámetros abióticos y bióticos son importantes en determinar la distribución de parásitos. En los peces cultivados el órgano más parasitado fue el estómago con la presencia de digeneos y larvas de céstodos.

En general altas densidades de hospedadores intermediarios indican normalmente un elevado número de parásitos con lo que aumentan las probabilidades de transmisión. Los hospedadores tienen mayor diversidad de parásitos en áreas que han ocupado durante largo tiempo que en áreas de reciente localización, pudiendo producirse la pérdida de los parásitos originales, o la adquisición, de nuevos parásitos, en el proceso de colonización de nuevas áreas (Mosquera-Losada, 1998). Por otro lado la relativa baja diversidad de metazoarios parásitos en los pargos en engorda puede explicarse por el número reducido de especies y la alta dominancia de las larvas de tetrafilídeos.

La débil correlación negativa encontrada entre el factor de condición de los pargos de las jaulas de San Blas y la abundancia de larvas de tetrafilídeos y de *Lecithochirium* sp., parecen indicarnos el efecto negativo de estos parásitos en el índice de robustez de los peces durante la engorda; sin embargo la baja carga de copépodos parásitos encontrados asociados a las bajas densidades de siembra de las jaulas y a la fuerte circulación de agua como se describió anteriormente contrasta con los planteamientos de Horton y Okamura (2001) relativo al efecto negativo de que las infecciones de cymotoides en los cultivos de los peces marinos *Dicentrarchus labrax* y *Sparus auratus* sobre el factor de condición de estos peces.

Basado en experiencias prácticas en Europa del cultivo de peces en jaulas en el mar Scout y Muir (1996) señalan que ninguno de los diseños generados cumple con las condiciones óptimas de diseño y rentabilidad que se requiere para la



sostenibilidad de la maricultura, sin embargo esta de acuerdo con este trabajo sobre la implementación de sistemas de bajo costo para pescadores ribereños y proyectos de pequeña escala como el sistema que se propone.

El uso de jaulas para cultivo de peces ha demostrado ser técnicamente y comercialmente viable en la mayoría de los países. El futuro desarrollo en industria deberá engranarse hacia el uso barato y más "amigable con el ambiente" medios flotantes, alta calidad en los materiales de las redes, asegurando un suministro de calidad en peces juveniles, conveniente y alimento económico. El establecimiento rentable de medios para reducir el fouling, el control para la degradación en la calidad del agua en los sitios de las jaulas y la implementación apropiada en el manejo del ambiente acuático es necesario en la industria para su expansión.

Los retos por venir incluyen: (i) reducción del costo de producción y mejoramiento global de la distribución; (ii) ajuste de la escala de producción para satisfacer las necesidades del mercado; y (iii) nuevos mercados que probablemente surgirán como el precio de pescado cultivado convirtiéndose más competitivo.

Otro desafío operacional es a reducir las pérdidas debido a las enfermedades. La investigación científica puede ayudar desarrollar información actualizada de diagnóstico, tratamiento y protocolos de la prevención, así como la producción de peces más resistentes a enfermedades y/o que respondan bien a la vacunación. La sustentación de esta industria también requiere del desarrollo de tecnologías, como sistemas de jaula a prueba de huracanes; mejores diseños de Ingeniería para el mejoramiento de alimentadores automáticos, los cuales pueden reducir los costos laborales y el riesgo en las operaciones e incrementar la productividad, y vacunas que pueden reducir el impacto de enfermedades infecciosas.

El aumento en los requerimientos de la jaula incrementa sus costos por lo que es necesario hacer un análisis detallado de ellas. Hugening (1997) realizó una revisión de los diseños de jaulas y discutió los problemas potenciales proponiendo soluciones alternativas. Sin embargo, el problema de llevar a cabo los cálculos del sistema en el lugar de los proyectos fue poco considerado. Al respecto algunos investigadores han investigado sobre las fuerzas de las corrientes sobre las jaulas (Aarsnes et al.. 1990, Beveridge 1996), amarras (Rudi et Al. 1988, Thoms 1989, Baldwin et al.. 1999, Goudey et al.. 2001), comportamiento de los peces (Chacon-Torres et al., 1988), pruebas de flotadores (Slaattelid, 1990), peso y fuerza en la red (Fridman 1986), y el viento y la fuerza de ola (Milne 1972, Beveridge 1996).

## 6. CONCLUSIONES

1. El diseño, la construcción y la instalación de jaulas de 5X5X5 mts. de forma rectangular y elaboradas con material de malla alquitranada, cabos de nylon, garrafones, envases y tambos de plástico resulto ser un sistema adecuado desde el punto de vista técnico, operacional, económico y ambiental, para los grupos de pescadores ribereños de las costas del Pacífico Mexicano.
2. Debido a los resultados obtenidos en este trabajo en relación con el comportamiento de la calidad del agua y las observaciones del impacto sobre el sedimento del sistema de jaulas en el mar se considera que el manejo de estos debe basarse en la rotación de áreas y en el descanso de por lo menos 3 años de las áreas productivas.
3. Los resultados de la siembra de cría de pargo a diferentes tamaños nos muestra que se debe de hacer una precría con organismos de 0.5 a 25 g, posteriormente realizar dos etapas de 25 a 110 g y la ultima de 110 a 500 g.
4. Se demostró que los pargos en cultivo en jaulas en le mar consumen alrededor del 80% de alimento balanceado (camaronina) a los primeros 15 minutos de haberlo suministrado a los comederos y el consumo guardan una relación directamente proporcional con la biomasa en densidades de 5 Kg m<sup>-3</sup>.
5. La biomasa de pargos en las jaulas de cultivo es independiente de la densidad hasta los 10 kg m<sup>-3</sup> y se hace denso-dependiente en densidades de 15 kg m<sup>-3</sup>, con organismos de 100 g y después de los 90 días de cultivo.

6. No hay efecto de la densidad sobre la supervivencia de *L. peru* hasta biomasa de  $15 \text{ kg m}^{-3}$ , en jaulas flotantes en el mar.
7. Las pautas de distribución de los parásitos marinos encontrados en los pargos cultivados en este trabajo fueron determinadas principalmente por la temperatura, salinidad y la asociación específica con masas de agua; así como su distribución y transmisión es afectada potencialmente por las condiciones abióticas y bióticas ambas directa o indirectamente. Las variaciones horizontales en parámetros abióticos y bióticos fueron importantes en determinar la distribución de parásitos. En los peces cultivados el órgano más parasitado fue el estómago con la presencia de digéneos y larvas de céstodos coincidente con la dominancia de digéneos.
8. En términos generales se encontró una baja densidad de parásitos en los pargos de las jaulas debido a la baja densidad y al efecto del flujo de agua en el sistema.
9. Para el desarrollo de un modelo de manejo de la producción de pargos en jaulas flotantes en el mar, para pescadores ribereños se requiere considerar necesariamente los aspectos técnicos, administrativos, económicos y ambientales y estudiarlos desde el enfoque de sistema-producto pargos.
10. La cadena productiva de los pargos en las condiciones de la producción en la región (Nayarit, Jalisco y Colima) se conforma por la producción (pesca y maricultura), presentación del producto (fresco y congelado), comercialización (mayoristas, detallistas y consumidor final).
11. Desde el punto de vista del económico financiero es un proyecto altamente viable con una tasa interna de retorno del 90% anual y con un periodo de

recuperación de la inversión de menos de un año, además de una muy buena relación costo – beneficio.

12. Los parámetros de diseño, construcción y manejo del cultivo de pargos en jaulas flotantes en el mar fueron adecuados desde el punto de vista ingenieril, técnico, económico y ambiental para proyectos de bajo costo con grupos de pescadores ribereños de la región.

## BIBLIOGRAFA.

- Aarsnes, J. V., Rudi, H., and Loland G. 1990. Current forces on cages and net deflection. In: Engineering for Offshore Fish Farming. Thomas Telford ed. London.
- ADB/NACA. 1998. Aquaculture Sustainability and the Environment, Report on a Regional Study and Workshop on Aquaculture Sustainability and the Environment, Bangkok, Thailand. Asian Development Bank and Network on Aquaculture Centres in Asia-Pacific, 491 pp.
- Ali, I. 1987. Les experiences de culture en cages au Niger. In: Powles, H. (ed.) Cage Culture Research Projects. Workshop on Cage Culture Research Projects, Cairo, Egypt. International Development Research Centre, Ottawa, pp. 99-115.
- Allen, G.R. 1985. FAO Species catalogue. Snappers of the World. An annotated and illustrated catalogue of lutjanid species known to date. FAO Fish. Synop. 6(125):1-208.
- Allen, G.R. and D.R. Robertson. 1994. Fishers of the Tropical Eastern Pacific. University of Hawaii Press. Honolulu.
- Anon. 1986. Manual on floating netcage fish farming in Singapore's coastal waters. Primary Production Department, Singapore. 159-168.
- Arumilampalam, P. , Yusoff, F.M. , Shariff, M. , Law, A.T. and Srinivasa-Rao, P.S. 1998. Water quality and bacterial populations in a tropical marine cage culture farm. Aquaculture Research, 29:617-624

- Álvarez-Lajonchere, L., Hernández-Molejón, O. G., 1994. Manual técnico para la producción piloto de juveniles de peces marinos. Centro de Investigaciones Pesqueras de Cuba. Universidad Juárez de Tabasco. 102 pp.
- Avilés, A. y Castello F. 2004. Manual para el cultivo del jurel *Seriola lalandi* (Pisces:Carangidae) en Baja California, México. Instituto Nacional de Pesca. Dirección de Investigación en Acuicultura. México, D.F. 64 pp.
- Baldwin, K., Celikkol, B., Steen, R., Michelin, D., Muller, E. and Lavole, P. 1999. Open ocean aquaculture engineering: mooring & net pen deployment. Marine Technological Society Journal 34:53-58.
- Barnabé, G. 1989. La cría de lubina y de dorada. En. Acuicultura, Vol.1. G.Barnabé (Ed.).Technique et Documentation (Lavoisier), París, pp: 573-612.
- Baranov F. I. 1970. Técnicas de Pesca Industrial. Pichepromizdat. Libro V II, Moscú. 448 pp.
- Baross. J. And Liston, J. 1970. Occurrence of *Vibrio parahaemolyticus* and related haemolytic vibrio in marine environments of Washington state. Applied Microbiology, 20:179-186
- Bennett, G. 1971. Management of Lakes and Ponds. Van Nostrand Reinhold Co., London, 375 pp.
- Beveridge, M.C.M., 1986 Piscicultura en jaulas y corrales. Modelos para calcular la capacidad de carga y las repercusiones en el ambiente. FAO Doc. Téc. Pesca, (255): 100 p.

- Beveridge, M.C.M. 1987. Cage Culture. Fishing News Books Ltd, Farnham, UK, 352 pp.
- Beveridge, M. C.M 1996. Cage Aquaculture. 2nd ed. Fishing New Books Ltd., Oxford, U.K., 346 pp.
- Botero, J. y Ospina, J. F. 2003. Crecimiento y desempeño general de juveniles silvestres de mero guasa *Epinephelus itajara* (Liechtenstein) mantenidos en jaulas flotantes bajo diferentes condiciones de cultivo. Santa Marta, Colombia. Bol. Invest. Mar. Cost. Vol. 32. p. 25-36.
- Brett, J.R. (1974) Marine fish aquaculture in Canada. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada* 188, 53-84.
- Bruno D.W..Woo P.T.K. 2002: Introduction and History of Cage Culture. In: Tech Elsie and Eng Chua Thia. Bruno and L.H.S. Lim (Eds.), Diseases and Disorders of Finfish in Cage Culture. CABI Publishing. Wallingford, UK. 384 pp.
- Calderer, A., Rodríguez, A.; Cardona, L. Y Castelló, F. 2001. Determinación del impacto ambiental del cultivo de peces en jaulas flotantes mediante isótopos estables. IX Congreso Nacional de Acuicultura. Cádiz, España. Mayo 2003.
- Bucki, F., 1981. Principios generales de cálculo de las artes de pesca. Secretaria de Educación Pública. México. 76 pp.



- Castillo-Vargasmachuca S.G., et al. 2004. Desarrollo tecnológico y científico de un sistema de jaulas flotantes para el cultivo de peces marinos en Nayarit. Memorias del Congreso de Investigación Científica y Tecnológica Nayarit 2004. 25 pp.
- Cavalli Ronaldo O. y Sampaio André. 2004. Desarrollo de tecnología de cultivo de especies marinas nativas del sur del Brasil. Latin American and Caribbean-World Aquaculture Society (LACC-WAS). Boletín 02 - agosto de 2005.
- Cedrick, M., Morand, S., and Galzin, R. 1998. Parasite diversity/ host age and size relationship in three coral-reef fishes from French Polynesia, *Int. J. Parasitol.* 28. 1965-1708.
- Coche, A.G. 1976. A General Review of Cage Culture and its Application in Africa. FAO Technical Conference on Aquaculture, Kyoto, Japan. Technical Paper Number FIR:AQ/Conf/76/R.37.
- Coche, A.G., 1978. The cultivation of fish in cages. A bibliography. FAO Fish.Circ., (714):43 p
- Collins, R.A. 1970a. Catfish culture in effluent water. *Catfish Farmer* 2, 7-11.
- Collins, R.A. 1970b. Cage culture of catfish. Research and private enterprise. *Catfish Farmer* 2, 12-19.
- Cook, P. 1995. Status and potential of aquaculture in South Africa. *World Aquaculture* 26, 14-19.

- Chacon-Torres, A. Ross, L. and Beveridge, M., 1988. The effects of fish behaviour on dye dispersion and water exchange in small net cages. *Aquaculture*, 73 (1-4) 283-293.
- Chaitanawisuti, N. and Piyatiratitivorakul, S. 1994. Studies on cage culture of red snapper, *Lutjanus argentimaculatus*, with special emphasis on growth and economics. *Journal of Aquaculture in the Tropics* 9, 269-278.
- Cheong, L. 1988. Aquaculture development in Singapore. In: Juario, J.V. and Benitez, L.V. (eds) *Perspectives in Aquaculture Development in Southeast Asia and Japan*. SEAFDEC Aquaculture Department, Tigbauan, Iloilo, The Philippines, pp. 117-128.
- Chua, T.E. and Teng, S.K. 1978. Effects of feeding frequency on the growth of young estuary grouper *Epinephelus salmoides* Maxwell, cultured in floating net cages. *Aquaculture* 14, 31-47.
- Chua, T.E. and Tech, E. 2002. Introduction and history of cage culture. CAB International. Eds. P.T.K. Woo, D.W. Bruno and L.H.S. Lim. 40 pp.
- De Silva, S.S. 2001. A global perspective of aquaculture in the new millennium. In R.P. Subasinghe, P. Bueno, M.J. Phillips, C. Hough, S.E. McGladdery & J.R. Arthur, eds. *Aquaculture in the Third Millennium*. Technical Proceedings of the Conference on Aquaculture in the Third Millennium, Bangkok, Thailand, 20-25 February 2000. pp. 431-459. NACA, Bangkok and FAO, Rome.
- Doi, M. and Singhagruiwan, T. 1993. Biology and Culture of the Red Snapper, *Lutjanus argentimaculatus*. The Research Project of Fishery Resource Development in the Kingdom of Thailand, 51 pp.

- Domínguez, L.M., López G.C., Vergara J.M.M. y Robaina, L. R. 2001. A comparative study of sediments under a marine cage farm at Gran Canaria Island Spain . Preliminary results. *Aquaculture* 192:225–231.
- Emata, A.C. 1996. Maturation and induced spawning of the mangrove red snapper (*Lutjanus argentimaculatus*) reared in a floating net cage in the Philippines. In: Arreguin-Sánchez, F., Munro, J.L., Balgos, M.C. and Pauly, D. (eds) *Biology, Fisheries and Culture of Tropical Groupers and Snappers*. ICLARM Conference Proceedings 48, pp. 378–383. pp. 101–102.
- Esch, G.W. and Fernandez, J. C. 1993. A functional biology of parasitism. London, Chapman and Hall. 337pp.
- Espino-Barr, E.; M. Cruz-Romero y A. García-Boa. 2001. Tendencia de la talla del huachinango *Lutjanus peru* en Colima, México, de noviembre de 1982 a diciembre de 1997. INP. SAGARPA. México. *Ciencia Pesquera* (15):147-150.
- FAO. 1983. Freshwater aquaculture development in China. Report of the FAO/UNDP study tour organized for French-speaking african countries. FAO Fish. Tech. Pap., (215):125 p
- FAO. 2002. El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura 2002 (SOFIA). Departamento de Pesca de la FAO. Roma 2004. 150 pp.
- FAO. 2004. El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura 2004 (SOFIA). Departamento de Pesca de la FAO. Roma 2004. 166 pp.
- FAO, 2005. Fisheries Global Information System (FIGIS). <http://www.fao.org/figis/servlet/static?dom=root&xml=index.xml>

- Flores, B. J. 1994. Estudio comparativo de los parámetros físico-químicos y ambientales de la macro-zona y micro-zona en la Bahía de Matanchen relacionados con capturas de la almadra de la E.S.I.P. Tesis profesional. Escuela Superior de Ingeniería Pesquera. Universidad Autónoma de Nayarit. México. 80 pp.
- Franks, J.S. & K.E. VanderKooy. 2000. Feeding habits of juvenile lane snapper *Lutjanus synagris* from Mississippi coastal waters, with comments on the diet of gray snapper *Lutjanus griseus*. Gulf Carib. Res. 12:11-17.
- Fridman, A. L. 1986. Calculations for fishing gear designs. FAO of the United Nations. Fishing News Books Ltd., Oxford, U.K. 241 pp.
- Fridman A. L. 1992. Calculations for fishing gear designs. FAO Fishing Manuals. Blackwell Scientific Publications Ltd. Cambridge Center, London. 241 pp.
- Fridman A. L. 1995. Teoría y Proyección de las artes de pesca. Industria Alimentaria, Libro. 2da edición, Moscú, 328 pp.
- Fridman A. L., Roszhechtein M.M. 1996. Manual de tareas y ejercicios para la construcción de las artes de pesca. BO Agropromizdat. Libro, Moscú, 256 pp.
- García García, J., Rouco, A.Y. y García García, B. 2001. Influencia de la capacidad productiva y precio de venta en la evolución de la rentabilidad de las explotaciones de engorde de dorada (*Sparus aurata*) en jaulas flotantes, mediante un análisis de costes. VIII Congreso Nacional de Acuicultura. Santander 22 al 25 de mayo de 2001.

- García García, J., Rouco, A.Y. y García García., B. 2002. Directrices generales de diseño de explotaciones de engorde de especies acuícolas en jaulas en mar. Arch. Zootec. 51: 469-472
- Gómez, H. A. 1993. Estudio comparativo de los parámetros físico-químicos y ambientales de la macro-zona y micro-zona en la Bahía de Matanchen relacionados con capturas de la almadraba de la E.S.I.P. Tesis profesional. Escuela Superior de Ingeniería Pesquera. Universidad Autónoma de Nayarit. México. 75 pp.
- Goudey, C.A. Loverich, G. Kite-Powell, H. and Costa-Pierce, B. A. 2001. Mitigating the environmental effects of mariculture through single-point moorings (SPMs) and drifting cages. ICES Journal of Marine Science, 58: 497-503.
- Guevara, C.E., M.A. Bosch, M.R. Suárez & R.R. Lalana 1994. Alimentación natural de tres especies de pargos (Pisces: Lutjanidae) en el Archipiélago de los Canarreos, Cuba. Rev. Invest. Mar. 15: 63-72.
- Goudey, C.A., Loverich, G., Kite-Powell, H., and Costa-Pierce, B.A. 2001. Mitigating the environmental effects of mariculture through single-point moorings (SPMs) and drifting cages. – ICES Journal of Marine Science, 58: 497–503.
- Grizzle, R., L.G. Ward, R.Langan, G. Schnaltdacher, J. Dijkstra, and J.R. Adams. 2003. Environmental Monitoring at an Open Ocean Aquaculture Site in the Gulf of Maine: Results for 1997-2000. In: Open Ocean Aquaculture: From Research to Commercial Reality. C.J. Bridger and B.A. Costa-Pierce, eds. World Aquaculture Society Publication, Baton Rouge Louisiana, United States. pp 105-119.

- Haight, W.R., J.D. Parrish and T.A. Hayes. 1993. Feeding ecology of deepwater lutjanid snappers at Panguin Bank, Hawaii. *Trans. Am. Fish. Soc.* 122: 328-347.
- Hannafi, H.H., Arshad, M.A. and Yahaya, S. 1995. Malaysia. In: FAO/NACA Regional Study and Workshop on the Environmental Assessment and Management of Aquaculture Development (TCP/RAS/2253). NACA Environment and Aquaculture Development Series, No. 1. Network of Aquaculture Centres in Asia-Pacific, Bangkok, pp. 259-282.
- Hernández-Rodríguez, A., et al., 2001. Aquaculture development trends in Latin America and the Caribbean. In R.P. Subasinghe, P. Bueno, M.J. Phillips, C. Hough, S.E. McGladdery & J.R. Arthur, eds. *Aquaculture in the Third Millennium. Technical Proceedings of the Conference on Aquaculture in the Third Millennium*, Bangkok, Thailand, 20-25 February 2000. pp. 317-340. NACA, Bangkok and FAO, Rome.
- Horton, T. and Okamura, B. 2001. Cymothoid isopod parasites in aquaculture: a review and case study of a Turkish sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and sea bream (*Sparus auratus*) farm. *Diseases of Aquatic Organisms* 46: 181-188.
- Hickling, C.F. 1962. *Fish Culture*. Faber and Faber, London, 295 pp.
- Huguenin, J. 1997. The design, operations and economics of cage culture systems. *Aquacultural Engineering* 16:167-203.
- Ibrahim, K.H., Nozawa, T. and Lema, R. (1974) Preliminary observations on cage culture of *Tilapia zillii* (Gervais) in Lake Victoria Waters, at the Freshwater Fisheries Institute, Nyegezi, Tanzania. In: *Proceedings of the Symposium on*

*Aquatic Resources in Eastern and Central Africa, Kampala, 25 March 1974. African Journal of Tropical Hydrobiology and Fisheries 4, 121-125.*

IDRC/Aquaculture Department SEAFDEC, 1979 International workshop on pen and cage culture of fish. 11-22 febrero 1979. Tigbauan, Iloilo, Filipinas. Iloilo, Filipinas, SEAFDEC, 164 p.

INP-SEMARNAP. 1998. Sustentabilidad y Pesca Responsable en México; Evaluación y Manejo (1997-1998). México. 691 pp.

Janovi, J. Jr., Sinder, S.D. and Clopton, R.E. 1997. Evolutionary constraints on population structure: The parasites of *Fundulus zebrinus* (Pisces: Cyprinodontidae) in the South Platte River of Nebraska. *Journal of Parasitology* 83: 584-592.

Johnson, B.O. and Jensen, A. 1986. Infestations of Atlantic salmon, *Salmo salar*, by *Gyrodactylus salaris* in Norwegian rivers. *J. Fish Biology*. 29: 233-241.

Juárez, A.; Ruiz, J. Y Sánchez-Lamadrid, A. 2001. Calidad de agua para cultivos en mar abierto: descripción de un sistema de análisis integrado con aplicación a las aguas que ocupan el saco externo de la bahía de Cádiz. Libro de resúmenes del IX Congreso Nacional de Acuicultura. Mayo 2003. Cádiz (España). pp: 37-39.

Karakassis, I., Hatziyanni, E., Teacakes, M. & Plaiti, W. 1999. Benthic recovery following cessation of .sh farming: a series of successes and catastrophes. *Marine Ecology Progress Series* 184, 205-218.

- Karakassis, I., Tsapakis, M., Hatziyanni, E., Papadopoulou, K.N., and Plaiti, W. 2000. Impact of cage farming of fish on the seabed in three Mediterranean coastal areas. – ICES Journal of Marine Science, 57: 1462–1471.
- Kapetsky J.N. y Nath, S.S. 1997. Una evaluación estratégica de la potencialidad para la piscicultura dulceacuícola en América Latina. COPESCAL Documento Técnico. No. 10. Roma, FAO. 125p.
- Kuronuma, K. 1968. New systems and new fishes for culture in the Far East. FAO Fisheries Report 44, Vol. 5, 123–142.
- Lee, E.S. 1982. Cage culture for marine finfish in Singapore. In: Guerrero, R.D. and Soesanto, V. (eds) Report of the Training Course on Small-scale Pen and Cage Culture for Finfish. South China Sea Fisheries Development and Coordinating Programme, Manila, The Philippines, SCS/GEN/82/34, pp. 197–199.
- Leong, T.S. 1989. Marine fish diseases. Malaysian experience. In: New technologies in Aquaculture (ed. By Cheah, S.H. an Saidin, T.H.) pp 91-101. Occasional Publication No. 6 Malaysian Fisheries Society, Serdang.
- Machias, A. , Karakassis, I. , Labropoulou, M., Somarakias, S., Papadopoulou, K.N. and Papaconstantinou, C. 2004. Changes in wild fish assemblages after the establishment of a fish farming zone in a oligotrophic marine ecosystem. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 60:771-779
- Mackenzie, K., Mo, T. A. 1994. Comparative susceptibility of native Scottish and Norwegian stocks of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., to *Gyrodactylus salaris* Malmberg: laboratory experiments. In: Pike, A. W., Lewis, J. W. (Eds.)



Parasitic Diseases of fish. Samara Publishers, Tresaith, Dyfed, UK, pp. 57-58.

Marcogliese, D. J. 2002. Food webs and the transmission of parasites to marine fish. *Parasitology*. 124: 83-99.

Marte, C.L., Cruz, P. and Flores, E.C. 2000. Recent developments in freshwater and marine cage aquaculture in the Philippines. In: Liao, I.C. and Lin, C.K. (eds) *Cage Aquaculture in Asia: Proceedings of the First International Symposium on Cage Aquaculture in Asia*. Asian Fisheries Society, and World Aquaculture Society – Southeast Asian Chapter, Bangkok, pp. 83–96.

Mike Rimmer. 2000. Status of Marine Finfish Aquaculture in Australia. Agency for Food and Fibre Sciences Fisheries and Aquaculture Northern Fisheries Centre Cairns, Queensland, Australia.

Milne, P.H., 1972. Fish and shellfish farming in coastal waters. West Byfleet, Surrey, Fishing News Books Ltd., 208 p.

Mo, T. A. 1994. Status of *Gyrodactylus salaris* problems and research in Norway. In: Pike, A. W., Lewis, J. W. (Eds.). *Parasitic diseases of Fish*. Samara Publishers, Tresaith, dyfed, UK, pp. 43-56.

Montgomery, D.C. 1984. Design and analysis of experiments. New York, John Wiley & Sons.

Mosquera-Losada, J. 1998. Distribución y comportamiento de poblaciones parásitas controladas por mecanismos de competición y cooperación. Tesis Doctoral. Facultad de física. Universidad de Santiago Compostela. España. 170pp.

- Nie, P. and Yao, W.J. 2000. Seasonal population dynamics of parasitic copepods, *Sinergasilus* spp. on farmed fish in China. *Aquaculture* 187: 239-245.
- Novotny, A.J. 1975. Net-pen culture of Pacific salmon in marine waters. *Marine Fisheries Reviews* 37, 36-47.
- Panorama Acuícola. 2005. En aumento los ranchos atuneros en Baja California, México. Volumen 7 N° 3.
- Pantulu, V.R. 1979. Floating cage culture of fish in the lower Mekong river basins. In: Pillay, T.V.R. and Dill, W.A. (eds) *Advances in Aquaculture*. Fishing News Books Ltd, Farnham, UK, pp. 423-427.
- Pantulu, V.R. 1976. Floating Cage Culture of Fish in the Lower Mekong Basin. *FAO Technical Conference on Aquaculture, FIR:AQ/Conf/76/E*. 10, 8 pp.
- Pelkastre, N.J. 2006. Estudio de la dinámica de la calidad del agua en un sistema de jaulas flotantes para la engorda de lutjanidos. Tesis de maestría. Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera. Universidad Autónoma de Nayarit. México. Pp.
- Ponce-Palafox, et al., 2006. El desarrollo sostenible de la acuicultura en América Latina. *Revista electrónica de veterinaria REDVET.*, Vol VII., N° 7., Julio 2006. 14 pp.
- Quispe, M. P. 2005. Estudio de las comunidades de metazoarios parásitos del pargo lunarejo *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) silvestre y cultivada en jaulas flotantes en el Estado de Nayarit. Tesis de maestría. Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera. Universidad Autónoma de Nayarit. México. 135 pp.

- Rahim, B. 1982. Cage of finfish in Peninsular Malaysia. Report of the Training Course on Small Scale Pen and Cage Culture for Finfish. In: South China Sea Fisheries Development and Coordinating Programme, Manila, pp. 173-176.
- Reksalegona, O., 1979 Fish cage culture in the town of Jambi, Indonesia. En Proceedings of the IDRC/ Aquaculture Department SEAFDEC International Workshop on pen and cage culture of fish. 11-22 febrero 1979, Tigbauan, Iloilo, Filipinas. Iloilo, Filipinas, SEAFDEC, pp. 51-3
- Rojas-Herrera, A.A., M. Mascaró & X. Chiappa-Carrara. 2004. Hábitos alimentarios del huachinango (*Lutjanus peru*) y del flamenco (*Lutjanus guttatus*) (Pisces:Lutjanidae) en la costa de Guerrero, México. Revista de Biología Tropical 52: 163-170.
- Ronaldo O. Cavalli y André Sampaio. 2004. Desarrollo de tecnología - de cultivo de especies marinas nativas del sur del Brasil. Boletín 02 - agosto de 2005 LACC-WAS
- Rudi, H. Aarsnes, J. and Dahle, L. 1988. Environmental forces on floating cage system, mooring considerations. In: Aquaculture Engineering Technologies for the Future. Papers from Symposium held at the University of Stirling, Scotland. EFCE Publication no. 56, Hemisphere Publishing Corp., New York. London 97-122.
- SAGARPA. 2001. Programa Sectorial de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México 2001. 215 pp.
- SAGARPA. 2002. Anuario Estadístico de Pesca 2000. México 235 pp.
- SAGARPA. 2005. Anuario Estadístico de Pesca 2003. México. 265 pp.

- SAGPYA. 2002. Cultivo y producción de pacú (*Piaractus mesopotamicus*): experiencias en sistema de cultivo extensivo, semi-intensivo e intensivo. Centro Nacional de Desarrollo Acuícola Dirección de Acuicultura.
- Salgado-Maldonado, G. 1993. Ecología de helmintos parásitos de "*Chichalosoma urophthalmus* (Günther) (Pisces: Cichlidae) en la Península de Yucatán, México. Tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencias en la especialidad de ciencias marinas. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Unidad Mérida, Yucatán-México. 357 p.
- Sámora-Zapata, J.C. y M.E. Vega-Cendejas. 1998. Ecología alimenticia e interacción trófica de los pargos *Lutjanus griseus* (Linnaeus, 1758) y *Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758) de la laguna de Celestum, Yucatán, México, pp.15. In Memorias del VI Congreso Nacional de Ictiología. Universidad Veracruzana. Tuxpan, Veracruz, México.
- Santamarina Miranda, Apolinar, Elorduy Garay, Juan F. y Rojas Herrera, Agustín A. 2003. Hábitos alimentarios de *Lutjanus peru* (Pisces: Lutjanidae) en las costas de Guerrero, México. *Rev. biol. trop.*, jun. 2003, vol.51, no.2, p.503-517.
- Sara, G. Scillipoti, D., Mazzola, A., Módica A. 2004. Effects of fish farming waste to sedimentary and particulate organic matter in a southern Mediterranean area (Gulf of Castellammare, Sicily): a multiple stable isotope study (δ13C and δ15N) *Aquaculture* 234:199-213.
- Sasal, P. 2003. Experimental test of the influence of the size of shoals and density of fish on parasites infections. *Coral Reefs* 22: 241-246.

- Saucedo-Lozano M, Godínez-Domínguez E, García de Quevedo-Machain R & González-Sansón G. 1998. Distribución y densidad de juveniles de *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy 1922) (Lutjanidae: Perciformes) en la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. *Ciencias Marinas* 23(4):409-423.
- Saucedo-Lozano, M., G. González-Sansón & X. Chiappa-Carrara. 1999. Natural feeding of juveniles of *Lutjanus peru* (Nichols and Murphy, 1922) (Lutjanidae: Perciformes) off the coast of Jalisco and Colima, Mexico. *Ciencias del Mar*. 25: 381-400.
- Saucedo-Lozano, M. & X. Chiappa-Carrara. 2000. Alimentación natural de juveniles de *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) en la costa de Jalisco y Colima, México. *Bol. Centro de Investigaciones Biológicas (Maracaibo)* 34:159-180.
- Scott D.C.B.; Muir J.F. 1996. Offshore cage systems: A practical overview. In Muir J. (ed.), Basurco B. (ed.). *Mediterranean offshore mariculture*. Zaragoza: CIHEAM-IAMZ, 2000. p. 79-89
- SEMARNAP. 1997. Anuario Estadístico de Pesca 1996. Dirección de Información y Estadística de SEMARNAP, México.
- Slaattelid, O. 1990. Model tests with flexible circular floats for fish farming. In: *Engineering for Offshore Fish Farming*. Thomas Telford, London, pp. 93-106.
- Shariff, M. and Nagaraj, G. 2000. Cage culture in Malaysia: an overview. In: Liao, I.C. and Lin, C.K. (eds) *Cage Aquaculture In Asia: Proceedings of the First International Symposium on Cage Aquaculture in Asia*. Asian Fisheries Society, and World Aquaculture Society – Southeast Asian Chapter, Bangkok, pp. 75-82.

- Shehadeh, Z.A. (1974) *A Preliminary Evaluation of the Potential for Cage Culture of Fish in Lake Kossou, Ivory Coast*. FAO, Rome, FI: DP/IVC/71/526/6, 24 pp.
- Sierra, L.M. 1997. Relaciones tróficas de los juveniles de cinco especies de pargos (Pisces: Lutjanidae) en Cuba. *Rev. Biol. Trop.* 44/45: 499–506.
- Sodikin, D., 1977. Fish cage culture in Indonesia: its construction and management. En *Joint SCSP/ SEAFDEC Regional Workshop on aquaculture engineering*. Vol. 2. Technical report. Manila, South China Sea Fisheries Development and coordinating programme, SCS/GEN/77/15:351–7
- Strickland, J.D.H. and Parsons, T.R., 1972. *A practical handbook of seawater analysis*. Fish. Res. Board of Canada. 311 pp.
- Su, M.-S., Chien, Y.-H. and Liao, I.C. 2000. Potential of marine cage aquaculture in Taiwan: Cobia culture. In: Liao, I.C. and Lin, C.K. (eds) *Cage Aquaculture in Asia: Proceedings of the First International Symposium on Cage Aquaculture in Asia*. Asian Fisheries Society and World Aquaculture Society – Southeast Asian Chapter, Bangkok, pp. 97–106.
- Takashima, F. and Arimoto, T. 2000. Cage culture in Japan toward the new millennium. In: Liao, I.C. and Lin, C.K. (ed.) *Cage Aquaculture in Asia: Proceedings of the First International Symposium on Cage Aquaculture in Asia*. Asian Fisheries Society and World Aquaculture Society – Southeast
- Tanomkiat, T. 1982. Programme on cage culture at the Phang Nga Small Scale Fisheries Assisted Project, Phang Nga Province, Thailand. Report of the Training Course on Small Scale Pen and Cage Culture for Finfish. In: South

China Sea Fisheries Development and Coordinating Programme, Manila, p. 213.

Thana, T.S. 1995. Cambodia. In: FAO/NACA Regional Study and Workshop on the Environmental Assessment and Management of Aquaculture Development (TCP/RAS/2253). NACA Environment and Aquaculture Development Series No. 1. Network of Aquaculture Centres in Asia-Pacific, Bangkok, pp. 83–90.

Thoms, A. 1989. Pointers to safer moorings. *Fish Farmer*. 12 (3), 27-28.

Trotter, C.W. 1970. Why cage culture?. *Farm Pond Harvest* 4, 8–11.

Tuya, F., P. Sanchez-Jerez. and T. Dempster. 2006. Changes in demersal wild fish aggregations beneath a sea-cage fish farm after the cessation of farming. *Journal of Fish Biology* 69, 682–697

Vaas, K.R. y M. Sachlan, 1957. Cultivation of common carp in running water in West Java. *Proc.IPFC*, 6(1–2):187–96

Wong, P.S. 1995. Hong Kong. In: FAO/NACA Regional Study and Workshop on the Environmental Assessment and Management of Aquaculture Development (TCP/RAS/ 2253). NACA Environment and Aquaculture Development Series No. 1, Network of Aquaculture Centres in Asia-Pacific, Bangkok, pp. 113–139.

Yongjia, Z., Zeyang, W. And Kangrong, C. 1996. Ultrastructural study of *Lymphocystis* in kelp bass (*Ephinefelus moara*, Serranidae). In Arreglin-Sanchez, F., Munro, J.L., Balgos, M.C. and Pauly, D. (eds) *Biology, Fisheries, and culture of tropical Groupers and Snappers*. ICLARM Conference Proceedings 48:385-398.