

**EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE JUVENILES DE PARGO Y TILAPIA
ROJA, EN POLICULTIVO EN JAULAS FLOTANTES A DIFERENTES
DENSIDADES DE SIEMBRA EN EL ESTERO DE SANTA CLARA, BAHÍA DE
BUENAVENTURA**

LUIS FELIPE PIÑEROS GARCIA MAYORCA



**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FALCULTAC DE CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS
PROGRAMA ACADÉMICO DE BIOLOGÍA
SANTIAGO DE CALI
2011**

**EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE JUVENILES DE PARGO Y TILAPIA
ROJA, EN POLICULTIVO EN JAULAS FLOTANTES A DIFERENTES
DENSIDADES DE SIEMBRA EN EL ESTERO DE SANTA CLARA, BAHÍA DE
BUENAVENTURA**

LUIS FELIPE PIÑEROS GARCIA MAYORCA

**Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Biólogo con mención en Biología Marina.**

Director
EFRAIN A. RUBIO R.
Biólogo, Ph. D.
Profesor titular

UNIVERSIDAD DEL VALLE
FALCULTAC DE CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS
PROGRAMA ACADÉMICO DE BIOLOGÍA
SANTIAGO DE CALI
2011

UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS
PROGRAMA ACADÉMICO DE BIOLOGÍA
SANTIAGO DE CALI
2011

LUIS FELIPE PIÑEROS GARCIA MAYORCA. 1978

EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE JUVENILES DE PARGO (*Lutjanus argentiventris*) (Peters, 1869) Y TILAPIA ROJA (*Oreochromis spp*), EN POLICULTIVO EN JAULAS FLOTANTES A DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA EN EL ESTERO DE SANTA CLARA, BAHÍA DE BUENAVENTURA

Tema y palabras claves:

Policultivo

Lutjanus argentiventris

Pargo amarillo

Estero de Santa Clara

Oreochromis spp

Tilapia roja

Bahía de Buenaventura

Crecimiento

Jaulas flotantes

El trabajo de grado " EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE JUVENILES DE PARGO (*Lutjanus argentiventris*) (Peters, 1869) Y TILAPIA ROJA (*Oreochromis spp*), EN POLICULTIVO EN JAULAS FLOTANTES A DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA EN EL ESTERO DE SANTA CLARA, BAHÍA DE BUENAVENTURA" , Presentado por el estudiante Luis Felipe Piñeros Garcia Mayorca como requisito para optar al título de Biólogo con mención en Biología Marina, fue revisado por el jurado y calificado como:

Aprobado

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Eduardo', written over a horizontal line.

Jurado

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Efraín', written over a horizontal line.

Efraín Alfonso Rubio

Director

DEDICATORIAS

A mi padre Fernando Piñeros Villegas y mi madre Nurietta del Socorro Garcia Mayorca Ariza por darme la vida y brindarme siempre su apoyo incondicional.

A Lina Maria Acevedo porque a demás de darme su constante apoyo y ser mi compañera infatigable ha sido mi polo a tierra.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a las personas de la comunidad de Santa Clara y en especial al señor Faustino Álvarez y familia por haber facilitado las instalaciones y colaborar con su experiencia en el arte de la pesca y el cultivo de peces al desarrollo de mi práctica de tesis.

Al doctor Efraín Alfonso Rubio Rincón por su colaboración y apoyo que fue de gran valor en la realización de la práctica de tesis en la zona de Santa Clara.

A la Universidad el Valle por ser una fuente importante en mi formación académica en Biología.

TABLA DE CONTENIDO

	Páginas
LISTA DE FIGURAS.....	XIII
LISTA DE TABLAS.....	XVI
RESUMEN.....	XVII
1. INTRODUCCIÓN.....	19
2. ANTECEDENTES.....	25
2.1 Acuicultura	25
2.1.1 Acuicultura como potencia empleadora	25
2.1.2 Acuicultura en el continente americano.....	26
2.1.3 Acuicultura en Colombia.....	27
2.2 Experiencia de cultivo.....	29
2.2.1 Cultivo de tilapia.....	29
2.2.2 Cultivo de Lutjanidos.....	30
2.2.2.1 Cultivo de Lutjanidos a nivel mundial.....	30
2.2.2.2 Cultivo de Lutjanidos en Colombia.....	31
2.2.3 Cultivo con otras especies.....	33
3. MARCO TEÓRICO.....	35
3.1 Especies utilizadas.....	35
3.1.1 Clasificación taxonómica del pargo amarillo.....	35

3.1.2 Nombres comunes de pargo amarillo.....	36
3.1.3 Biología del pargo amarillo.....	36
3.1.4 Distribución del pargo amarillo.....	37
3.1.5 Descripción del pargo amarillo.....	37
3.1.6 Reproducción del pargo amarillo	38
3.1.7 Alimentación del pargo amarillo.....	39
3.2. Características de la Tilapia roja.....	40
3.2.1 Clasificación taxonómica de <i>Oreochromis spp</i>	40
3.2.2 Nombres comunes.....	40
3.2.3 Biología de la tilapia.....	41
3.2.4 Descripción de la familia Cichlidae.....	41
3.2.5 Descripción de la especie <i>Oreochromis spp</i>	42
3.2.6 Distribución.....	42
3.2.7 Alimentación.....	42
4. OBJETIVOS.....	44
4.1 Objetivos generales.....	44
4.2 Objetivos específicos.....	44

5. HIPÓTESIS.....	45
5.1 HIPÓTESIS 1.....	45
5.2 HIPÓTESIS 2.....	45
6. MATERIALES Y MÉTODOS.....	46
6.1 Área de estudio.....	46
6.1.1 Localización del estero de Santa Clara.....	46
6.1.2 Características de la zona.....	46
6.1.3 Climatología e hidrología.....	47
6.2 Sistema de cultivo.....	48
6.2.1 Cerramientos naturales.....	48
6.2.2 Módulo flotante.....	49
6.2.3 Jaulas flotantes.....	50
6.3 Protocolo experimental.....	51
6.3.1 Obtención de semilla.....	51
6.3.2 Transporte de la semilla.....	52
6.3.3 Acondicionamiento de la semilla.....	52
6.3.4 Adaptación a las jaulas.....	53

6.3.5 Densidad de siembra.....	53
6.3.6 Alimentación de la semilla.....	54
6.3.7 Parámetros fisicoquímicos del agua.....	55
6.3.8 Monitoreo y captura.....	55
6.4 Crecimiento y parámetros zootécnicos.....	55
6.5 Análisis estadístico.....	58
7. RESULTADOS.....	59
7.1 Parámetros físico-químicos del agua.....	59
7.1.1 Salinidad.....	60
7.1.2 Temperatura.....	60
7.3.3 pH.....	61
7.3.4 Turbidez.....	62
7.2 Parámetros zootécnicos.....	62
7.2.1 Peso ganado.....	63
7.2.2 Supervivencia.....	64
7.2.3 Factor de conversión de alimento.....	64
7.2.4 Incremento peso promedio por día.....	65

7.2.5 Incremento talla promedio por día.....	65
7.2.6 Producción neta.....	65
7.2.7 Tasa de crecimiento específico.....	66
7.2.8 Variación del crecimiento en talla.....	66
7.2.9 Variación del crecimiento en peso.....	69
7.3 Relación longitud – peso.....	71
7.4 Análisis de datos.....	74
7.4.1 Análisis de varianza para el crecimiento diario en talla de la combinación pargo tilapia.....	74
7.2.2 Análisis de varianza para el crecimiento diario en peso de la combinación pargo tilapia.....	75
8. DISCUSIÓN.....	77
8.1 Zona de emplazamiento y condiciones del encierro natural.....	77
8.2 Captura y transporte de peces.....	78
8.3 Adaptación a las jaulas.....	79
8.4 Alimentación.....	79
8.5 Parámetros físico-químicos.....	81
8.5.1 Salinidad.....	81

8.5.2 Temperatura.....	82
8.5.3 pH.....	83
8.5.4 Turbidez.....	83
8.6 Crecimiento.....	84
8.6.1 Parámetros zootécnicos.....	86
8.6.1.1 Peso ganado.....	86
8.6.1.2 Supervivencia.....	86
8.6.1.3 Factor de conversión de alimento.....	88
8.6.1.4 Producción neta.....	88
8.6.1.5 Tasa de crecimiento específico.....	89
8.7 Relación longitud-peso del crecimiento.....	89
8.8 Análisis de varianza para el crecimiento diario en talla y peso de la combinación pargo tilapia.....	90
8.8.1 Incremento en peso y talla.....	90
9. CONCLUSIONES.....	91
10. RECOMENDACIONES.....	93
11. LITERATURA CITADA.....	94
12. ANEXOS.....	106

LISTA DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1. Juvenil de <i>Lutjanus argentiventris</i>	40
Figura 2. Espécimen de tilapia roja <i>Oreochromis spp</i>	43
Figura 3. Ubicación geográfica de Santa Clara.....	48
Figura 4. Cerramiento natural en el Pacífico colombiano.....	49
Figura 5. Módulo flotante Santa Clara.....	50
Figura 6. Disposición de las jaulas en el módulo flotante.....	51
Figura 7. Comportamiento de la salinidad, durante 120 días de cultivo.....	60
Figura 8. Comportamiento de la temperatura, durante 120 días de cultivo.....	61
Figura 9. Comportamiento diario del pH, durante 120 días de cultivo.....	61
Figura 10. Comportamiento de la turbidez, durante 120 días de cultivo.....	62
Figura 11. Crecimiento comparativo en talla para los controles de pargo amarillo <i>Lutjanus argentiventris</i> y tilapia roja <i>Oreochromis spp</i> policultivo en jaulas flotantes.....	67
Figura 12. Crecimiento comparativo en talla para los controles de pargo amarillo <i>Lutjanus argentiventris</i> y tilapia roja <i>Oreochromis spp</i> y el tratamiento de 2 pargos con 4 tilapias, en jaulas flotantes.....	67

- Figura 13.** Crecimiento comparativo en talla para los controles de pargo amarillo *Lutjanus argentiventris* y tilapia roja *Oreochromis spp.* y el tratamiento de 3 pargos con 3 tilapias, en jaulas flotantes.....68
- Figura 14.** Crecimiento comparativo en talla para el tratamiento de 2 pargos con 4 tilapias y el tratamiento de 3 pargos con 3 tilapias, policultivo en jaulas flotantes.....68
- Figura 15.** Crecimiento comparativo en peso para los controles de pargo amarillo *Lutjanus argentiventris* y tilapia roja *Oreochromis spp* policultivo en jaulas flotantes.....69
- Figura 16.** Crecimiento comparativo en peso para los controles de pargo amarillo *Lutjanus argentiventris* y tilapia roja *Oreochromis spp* y el tratamiento de 2 pargos con 4 tilapias, en jaulas flotantes.....70
- Figura 17.** Crecimiento comparativo en peso para los controles de pargo amarillo *Lutjanus argentiventris* y tilapia roja *Oreochromis spp* y el tratamiento de 3 pargos con 3 tilapias, en jaulas flotantes.....70
- Figura 18.** Crecimiento comparativo en peso para el tratamiento de 2 pargos con 4 tilapias y el tratamiento de 3 pargos con 3 tilapias, policultivo en jaulas flotantes.....71
- Figura 19.** Relación peso total en función de longitud total, del control de pargo amarillo en policultivo en jaulas flotantes.....72

Figura 20. Relación peso total en función de longitud total, del control de tilapia, en policultivo en jaulas flotantes.....73

Figura 21. Relación peso total en función de longitud total del pargo amarillo y la tilapia, en policultivo en jaulas flotantes en el tratamiento de 2 pargo por 4 tilapias.....73

Figura 22. Relación del peso en función de longitud, del pargo amarillo, y la tilapia roja, en policultivo en jaulas flotantes para el tratamiento de 3 pargos y 3 tilapias.....74

LISTA DE TABLAS

	Páginas
Tabla 1. Composición del concentrado Mojarra 38 (CIPA).....	54
Tabla 2. Parámetros físico-químicos del agua, lectura mínima y máxima quincenal, en el sitio de cultivo.....	59
Tabla 3. Datos zootécnicos del policultivo de <i>Lutjanus argentiventris</i> y <i>Oreochromis spp</i> en jaulas flotantes bajo diferentes proporciones de siembra.....	63
Tabla 4. Resultados de de la prueba t-Student para la relación longitud-peso del policultivo de <i>Lutjanus argentiventris</i> y <i>Oreochromis spp.</i> en jaulas flotantes bajo diferentes proporciones de siembra.....	72
Tabla 5. Análisis de varianza de un factor con medidas repetidas (Test de Wilks) para el crecimiento diario en talla de la combinación pargo y tilapia	75
Tabla 6. Post-Anova. (Test de Tukey) para el crecimiento diario en talla de la combinación pargo y tilapia.....	75
Tabla 7. Análisis de varianza de un factor con medidas repetidas (Test de Wilks) para el crecimiento diario en peso de la combinación pargo y tilapia	76
Tabla 8. Post-Anova. (Test de Tukey) para el crecimiento diario en peso de la combinación pargo y tilapia.....	78

RESUMEN

Se llevó a cabo una evaluación de crecimiento en policultivo de tilapia roja (*Oreochromis spp.*) con pargo amarillo (*L. argentiventris*), en jaulas flotantes con diferentes combinaciones y densidades de siembra, en el estero de Santa Clara, Bahía de Buenaventura, en condiciones de encierro natural, durante 120 días durante los meses de octubre de 2010 a febrero de 2011.

Los especímenes de pargo amarillo utilizados como semilla se capturaron mediante métodos de pesca artesanal, en áreas aledañas al sitio de cultivo. Mientras que los alevines de tilapia roja, fueron suministrados por una granja piscícola.

Los peces se acondicionaron al cautiverio en jaulas flotantes y se les suministro alimento concentrado para mojarra con 38% proteína, durante dos meses para la tilapia y un mes el pargo. Luego fueron sembrados en policultivo en diferentes proporciones de 4 tilapias con 2 pargos, 3 tilapias con 3 pargos, utilizando como control los tratamientos con las especies individuales a una densidad de 6 ind/m³.

Para monitorear el crecimiento se tomaron datos quincenales de talla y peso. Los parámetros físico-químicos (pH, turbidez, temperatura, salinidad) se monitorearon diariamente.

En relación a los parámetros zootécnicos se encontró que la tilapia roja en el tratamiento combinando de 3 tilapias con 3 pargos por m^3 mostro el mayor crecimiento con una ganancia en peso de 174,5 g en 120 días de tratamiento y una producción neta de 0,17K g/m^3 , mientras que el pargo amarillo en los distintos tratamientos creció muy poco, siendo el tratamiento control de pargo *L. argentiventris* el que registro el mejor peso ganado 9,25g, con 0,009 Kg/m^3 de producción neta. La sobrevivencia para todos los tratamientos estuvo por encima del 90.0%. La tasa de crecimiento específico en porcentaje para el tratamiento control de tilapia fue de 1,17%, la tilapia en el tratamiento combinado con pargo amarillo mostro un crecimiento específico de 0,9% para el tratamiento con 4 tilapias por 2 pargos y 1,0% para el tratamiento de 3 tilapias con 3 pargos, superando ampliamente el 0,27% registrado por pargo amarillo en el tratamiento combinado de 3 tilapias con 3 pargos, lo que confirma el buen desempeño y crecimiento de la tilapias en cultivo en jaulas en agua salobre.

El control de *Oreochromis spp*, presentó crecimiento isométrico, en el resto de los tratamiento el crecimiento fue alométrico. El análisis de varianza demostró que existen diferencias significativas en el incremento de peso y talla diario para los tratamientos.

Durante la práctica se encontró que el pargo amarillo no es rentable para el cultivo comercial en jaulas flotantes, por su baja tasa de crecimiento.

1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial se ha evidenciado una gran disminución en las poblaciones naturales de peces producto de la explotación desmedida del recurso pesquero debido al aumento del consumo de pescado por habitante, unido al crecimiento de la población y a los efectos antrópicos como la contaminación; lo cual ha desencadenado un interés en los últimos años en procurar la optimización y el desarrollo de nuevas técnicas que permitan garantizar la continuidad del recurso pesquero a largo plazo, aumentando el suministro de alimento proveniente de la acuicultura (Brugère & Ridler)

De acuerdo con Beveridge (1986), la utilización de jaulas se considera una buena opción para el cultivo intensivo de peces, por el bajo costo de la infraestructura a diferencia de construir estanques o piscinas cuyos costos de construcción son mucho mayores. Además en estanques, los peces pueden gastar más energía moviéndose a través de estos; lo cual afectaría a los peces reduciendo su crecimiento. El empleo de jaulas permite maximizar con economía el uso del recurso (ambiente acuático), con muy poco o ningún impacto ecológico negativo. Este sistema permite el cultivo intensivo de peces de buena calidad a bajo costo y también ha sido empleado para limpiar aguas eutrofizadas, con el uso de peces plantívoros y para mejorar las condiciones de lagos ácidos en países del norte de Europa Beveridge (op. cit.).

El empleo de jaulas y corrales para la cría de peces constituye cada día una modalidad más popular de piscicultura, debido a que implica costos de inversión iniciales ostensiblemente más bajos que los requeridos para la piscicultura en tierra y requiere el empleo de tecnologías y métodos de gestión relativamente sencillos. Estos métodos que se realizan directamente en masas de agua difieren de las operaciones piscícolas basadas en tierra, como son la cría en estanques y canales, por el hecho de constituir sistemas abiertos, en los que pueden producirse interacciones entre la unidad piscícola y el medio ambiente con pocas restricciones (Beveridge 1986).

La acuicultura en jaulas es muy antigua, las primeras noticias del cultivo en jaulas provienen de Kampuchea, donde los pescadores criaban bagres asiáticos del género *Clarias* y otras especies de peces en jaulas manufacturados en diversos materiales tales como madera, bambú y mimbre, con buenos rendimientos en la cosecha final (Pantalu 1979).

El cultivo de peces en jaulas es una práctica que ha sido empleada durante siglos en algunos países asiáticos, principalmente Cambodia (Muller 1980). En los últimos 15 años el cultivo en jaulas y corrales se ha extendido a más de 40 países de Europa, África y América, en los que se cultivan más de 200 especies de aguas continentales y marinas (Coche 1978, Beveridge 1986), con producciones que

sobrepasan ampliamente los alcanzados por otros métodos de cría como estanques de tierra o cemento. (Beveridge, 1987).

La acuicultura ha tenido grandes adelantos técnicos, actualmente se emplean distintos métodos; además de las jaulas flotantes convencionales, se han desarrollado variantes con jaulas sumergidas y semisumergidas, las cuales han desplazado a los materiales tradicionales como madera y bambú por materiales nuevos tales como malla de nylon, plástico, polietileno y acero que aunque son más costosos tienen mayor duración y permiten un adecuado flujo del agua. (Cobo 1994).

La industria piscícola en jaulas en muchos países ha alcanzado un grado tal de tecnificación que sus producciones superan las capturas comerciales para varias especies, tal es el caso de los cultivos de salmones y truchas, en los países nórdicos, América del Norte y Chile y la cría de tilapia en el sudeste asiático y lenguados, meros y doradas en varios países europeos como Italia, España y Francia. (Coche, 1979).

Según la FAO, la acuicultura ha sido la actividad que presenta mayor crecimiento que cualquier otro sector de la producción de alimentos de origen animal, su abastecimiento mundial de pescado, crustáceos y moluscos paso del 3,9% de la

producción total en peso en 1970 al 27,3% en el 2000 hasta el 29,9% en 2002, con una tasa media de crecimiento en todo el mundo del 8,9% al año desde 1970, mientras que en el mismo periodo la pesca de captura solo ha crecido a razón del 1,2% y los sistemas de producción de carne de cría en tierra un 2,8% (FAO, 2004).

El informe del Estado de la Pesca y la Acuicultura en el Mundo, SOFIA 2004, asegura que mientras la mitad de los bancos pesqueros en el mundo están sobreexplotados, la producción global de pescado alcanzó una nueva marca de 101 millones de toneladas para consumo humano, como resultado de la producción de peces en granjas, lo que permite predecir que la acuicultura será la responsable del 39% de la producción mundial de pescado en el 2015. El aumento de la producción en acuicultura ha sido muy superior al crecimiento demográfico, puesto que su suministro medio mundial per cápita ha crecido de 0.7 Kg en 1970 a 6.4 Kg en el 2002, es decir, a una tasa media anual del 7,2%, lo que se debe en gran medida al crecimiento declarado por China (FAO, 2004).

Más de 1,000 millones de personas en el mundo dependen del pescado como fuente de proteína animal, el consumo per cápita ascenderá de los 16 Kg actuales hasta los 19 a 21 Kg en el 2030 (FAO, 2004), y cabe de esperar que a medida que se vayan conociendo mejor la biología de los peces, se resuelvan los problemas que plantea su alimentación y se controle el ambiente acuático, se alcance una

mayor participación de la acuicultura marina en la alimentación humana. (Coll, 1983).

El esfuerzo y conocimiento actual en acuicultura se ha encaminado principalmente en explorar especies de camarones Peneidos y peces dulceacuícolas explotados por tradición y economía en gran número de países como; el bagre de canal en Estados Unidos, la tilapia en Colombia y Centroamérica, carpas en Asia y los salmónidos en los países Nórdicos, Norteamérica y Chile, siendo la región Asiática y del Pacífico los principales productores, con China, Tailandia, Vietnam, Indonesia y la India como los cinco mayores productores suministrando el 81% (FAO 2008; Rubio & Fernández 2008).

La acuicultura marina en Colombia se encuentra en un estado incipiente, aun es mucho lo que se desconoce sobre el rendimiento de las especies comerciales y solo se ha hecho un estudio preliminar con el 3% de las especies comercializadas en la zona (Rubio & Fernández 2008).

Los peces de la familia Lutjanidae, representan uno de los grupos de peces más estudiados. Se encuentran presentes en aguas costeras de todo el país, con las siguientes especies reportadas: *Lutjanus guttatus* (pargo lunarejo), *L. argentiventris* (pargo dentón, pargo blanco), *L. colorado* (pargo), *L. novemfasciatus* (pargo mulato, pargo negro, pacific dog snapper), *L. aratus* (pargo), *L. jordani* (pargo) y *L. Perú* (pargo peruano) Rubio, (1988).

El pargo es una especie que tiene gran demanda para el consumo humano en el ámbito nacional dentro de la especies de primera clase, siendo en el pacífico colombiano el género *Lutjanus* el más abundante con ocho especies, todas las cuales tienen gran importancia comercial, (Rubio, 2003)

La tilapia roja es la especie de mayor importancia comercial para la acuicultura continental en Colombia y a nivel mundial ocupa el tercer lugar en producción con el 13,7% y 4,8 millones de toneladas anuales (FAO, 2010). Según Lovshin, (2000) la tilapia roja descendiente de la tilapia Mozambique tienen mayor rendimiento, mayor sobrevivencia, mayor crecimiento en menos tiempo y menor factor de conversión.

2. ANTECEDENTES

2.1 Acuicultura

2.1.1 Acuicultura como potencia empleadora

De acuerdo con Pullin (1989) ha habido beneficios socio-económicos grandes provenientes de la expansión de la acuicultura. Estos beneficios incluyen aumento de los ingresos, el empleo y la mejora de la nutrición. Esta mejora económica ha llegado a varios niveles de la sociedad desde granjeros pobres a generaciones de grandes empresas de cultivo, donde se puede observar la participación del núcleo familiar como unidades económicas y la integración con operadores privados y públicos.

Desde los años 70 la producción acuícola mundial ha crecido substancialmente contribuyendo enormemente a la seguridad alimentaria mundial, y de la cual la tilapia es el segundo grupo más importante de peces después de las carpas chinas, con una producción que solo en acuicultura pronto superará los 2,0 millones de toneladas de Tilapia al año, lo cual cobra importancia si consideramos que las Tilapias tienen una contribución a la producción mundial de aproximadamente el 20% del volumen total de peces, incrementándose en más del 85% exclusivamente entre 1984 y 1992, siendo la Tilapia nilótica (*O. niloticus*) y los híbridos tilapia roja *O. niloticus* x *O. aureus* equivalentes al 80% de la producción, seguida de *O. mossambicus* con el 5%. En 1989 la producción fue de

363,326 TM, llegando hasta 1,099,053 TM en 1999 que equivalen en dinero a US \$ 1.4 billones de dólares. En la actualidad estas ventas superan los 1,700 millones de dólares.

En cuanto a la producción mundial de Tilapia por países, en 1998 la China (525,926 TM) fue el más grande productor, equivalente a más del 50% de la producción mundial, seguida por Tailandia (102,120 TM), Filipinas (72.022 TM), Indonesia (70,030 TM), Egipto 52,755 TM), Taiwán (36,126 TM), Brasil (18.250 TM), Colombia (15,240 TM), Malasia (12,625 TM) y Estados Unidos (8,961 TM).

2.1.2 Acuicultura en el continente americano

En Norteamérica en especial en los Estados Unidos, el pez gato es la principal especie para la acuicultura, mientras que el salmón del Atlántico y Pacífico. En Latinoamérica durante el último decenio, el cultivo de salmónidos ha predominado sobre el camarón como principal grupo de especies de acuicultura, tras los brotes de enfermedades padecidos en las principales zonas productoras de camarón y debido al rápido crecimiento de la producción de salmones en Chile. La tilapia, carpa y trucha arco iris, también han tenido un notable crecimiento en Colombia, Brasil, Ecuador y Perú (FAO 2007).

Desde que la tilapia fue introducida, ha ganado adeptos muy rápidamente hacia otros países tropicales y subtropicales, debido a sus excelentes características para el cultivo, tales como: la alta adaptabilidad a diversas condiciones medio

ambientales, fácil reproducción, alta resistencia a enfermedades, un buen crecimiento con alta productividad y la aceptación de diversos tipos de alimento, tanto artificiales como naturales (Borja, 2003).

Países latinoamericanos como, Cuba, México, Costa Rica, Honduras, Ecuador han incrementaron notablemente su producción acuícola. la producción de Tilapia en las Américas en el año 2000 fue de 260,462 TM, presentando enorme crecimiento en los últimos años, los mayores productores fueron: México (102,000 TM), Brasil (45,000 TM), Cuba (39,000 TM), Colombia (23,000 TM), Ecuador (15,000 TM), Costa Rica (10,000 TM), USA (9,072 TM), Honduras (5,000 TM) y el resto (12,420 TM), se calcula que para el año 2010 la producción ascienda 500,000 TM y se duplique en el año 2020 (Fitzsimmons, 2001).

2.1.3 Acuicultura en Colombia

En Colombia la acuicultura se desarrolla en gran medida a nivel rural y como complemento a la actividad agrícola, la producción acuícola en Colombia ha ido incrementándose durante las últimas décadas, ésta pasó de 1.259 toneladas en 1986 a 52.213 toneladas en 1999. Según datos de 1999 y 2000 la especie íctica de agua dulce con mayor producción es la tilapia roja con 19.842 toneladas, seguida de la chama con 13.445 toneladas (ANALISIS DE COYUNTRA, PISCICULTURA EN COLOMBIA. <http://www.cci.org.co> consulta: 5 de junio 2011).

En Colombia la acuicultura se ha estructurado de tal forma que se genera una cadena donde muchas personas, pequeñas y medianas empresas generan grandes ingresos. En esta estructura se observa (1) la producción de alevinos, (2) las actividades de levante y engorde, (3) el procesamiento o transformación de los peces y (4) los canales comercialización. Otras actividades como la elaboración de alimento balanceado para peces, la prestación de servicios financieros y transporte, se vinculan paralelamente a la dinámica de la cadena. Así mismo, la participación de instituciones públicas como el SENA y el INCODER. Se considera que el nivel tecnológico al que se ha ido llegando con la producción es bastante alto, pues se cuenta con una infraestructura y equipos adecuados, utilizando técnicas de producción modernas (Salazar 1999).

En la actualidad las especies más importantes que se cultivan son de origen continental como la tilapia, la cachama, la trucha arco iris y la carpa. La acuicultura marina se ha desarrollado principalmente con camarones, también se han realizado investigaciones sobre la biología y el cultivo de ostras de mangle del género *Crassostrea* en la costa Caribe, se avanza en la investigación de otras especies marinas (ACUICULTURA EN COLOMBIA: UNA ACTIVIDAD QUE BUSCA DESARROLLAR SU AMPLIO POTENCIAL PROCUTIVO. <http://www.mundoacuicola.cl>, consulta 4 de febrero del 2011).

2.2 Experiencias de cultivos

2.2.1 Cultivo de Tilapia

La tilapia es uno de los principales peces en la producción piscícola del mundo, con origen en África y el cercano medio oriente (Rubio et al., 2010; Borja, 2003; López, 1997). El híbrido rojo se reporto por primera vez en Tainan-Taiwan en 1968. Provenía de una población de tilapia mozambica (*O. mossambicus*), que tenían una coloración normal, se realizaron cruces de individuos de pigmentación roja con ejemplares normales de (*O. niloticus*) para fijar la coloración roja.

La introducción de la tilapia en el Valle del Cauca se llevo a cabo en el año 1982, proveniente de estados unidos (Borja, 2003). Donde se intensifico el cultivo en estanques de tierra, suministrando aireación continua, según Aristizábal y Guerrero (1988) reportándose producciones superiores a 3000 ton/ha/año en este tipo de sistema de cultivo intensivo.

Aunque el cultivo de tilapia en jaulas se realiza casi por completo en aguas dulces, Según Watanabe, et al (1988) la tilapia tiene un mejor crecimiento en mar o agua estuarinas que en agua dulce, estos autores postulan que al incrementar la salinidad la tasa de conversión de alimento decrece, aprovechado mejor el alimento suministrado. También, observaron que el crecimiento variaba respecto al sexo del individuo, con un crecimiento más rápido en machos.

2.2.2 Cultivo de Lutjanidos

2.2.2.1 Cultivo de Lutjanidos a nivel mundial

El género *Lutjanus*, dentro del cual se ubica la especie en estudio, con 69 especies, Druzhinin (1970); se ha transformado en un de los géneros de mayor importancia y punto de investigaciones por su gran demanda.

A nivel mundial, el cultivo experimental de diferentes especies de pargos (familia *Lutjanidae*) se realiza con relativo éxito en Asia y en algunos países americanos como en Estados Unidos, Martinica, Cuba y Venezuela (Colura et, al. 1991), siendo una realidad en Singapur, Filipinas y Tailandia, donde se cultiva en jaulas y estanques el pargo manglero *Lutjanus argentimaculatus* y el pargo dorado *Lutjanus Johni* con buenos resultados (Garret, 1994 y Chaitannawisuti & Piyatiratitivorakul, 1994).

En países como México se han realizado estudios en Lutjanidos sobre engorde en jaulas flotantes con *Lutjanus perú* y *L. guttatus* reportados por Estrella (2003), y en estanques de fibra de vidrio para *L. novemfasciatus* por (Pérez, 2003), evaluando su crecimiento empleando alimento fresco.

Un estudio llevado a cabo por Rojas, (1997) sobre los hábitos alimentarios del *L. colorado* en Costa Rica lo define como una especie demersal tropical que muy a

menudo se encuentra en proximidades de arrecifes; presentando un amplio espectro alimentario, caracterizado principalmente por una gran diversidad de peces (16 especies) y crustáceos (14 especies), aunque también en forma ocasional consume moluscos, anélidos e inclusive materia vegetal (*Rhizophora mangle*), mostrando gran afinidad por crustáceos.

2.2.2.2 Cultivo de Lutjanidos en Colombia

Existen antecedentes sobre el cultivo con otras especies en jaulas flotantes en zonas estuarinas. Ocampo (1990), quien trabajó con especies como pargo amarillo (*Lutjanus argentiventris*), pargo lunarejo (*Lutjanus guttatus*) y pargo mulatillo (*L. jordanii*), donde éstos presentaron una mejor adaptabilidad para el cultivo que el canchimalo (*Arius troschellii*).

Suárez y Rubio (1992) reportaron algunos aspectos sobre el crecimiento y ciclo sexual de *Lutjanus guttatus* en zonas aledañas a la bahía de Buenaventura. Por su parte, Arango y Linares (1994), realizaron cultivos artesanales de pargos (*Lutjanus spp.*) y bagres en jaulas flotantes en la zona de Tumaco (Pacífico colombiano).

Mosquera (1999) reportó resultados de cultivos experimentales de peces en jaulas flotantes y encierros naturales de *Lutjanus spp* y *Mugil curema*; Riascos (1999),

trabajó con varias especies de pargos entre ellos *Lutjanus argentiventris* pero obtuvo pobres crecimientos.

Rubio, Loaiza y Riascos en 1996 realizaron ensayos de cría con el pargo amarillo (*Lutjanus argentiventris*) a densidades variables (5 a 20 ind/m³), en el estero de agua dulce en la Bahía de Buenaventura donde evidenciaron la gran rusticidad de esta especie, que tiene gran resistencia a la manipulación y carencia de enfermedades.

Algunos ensayos de crecimiento realizados en el estero de agua dulce en inmediaciones de la Bahía de Buenaventura, en la estación experimental conocida como “La Canchimalera” no arrojaron buenos resultados para *Lutjanus argentiventris*, con un crecimiento promedio de 0.5 a 0.7 gramos por día y tasas de supervivencia a densidades de siembra bajas de 5 - 15 ind/m³ del 80%, dadas las condiciones de la zona, donde existen algunos limitantes propios del Pacífico colombiano como son sus condiciones mareales cuyos niveles fluctúan hasta 5.50 m, produciendo corrientes que en ciertos períodos alcanzan 1m/s (Rubio et al 2001).

Para el Caribe colombiano, Botero y Ospina (2003a) reportaron un estudio sobre el crecimiento de juveniles de pargo palmero *Lutjanus analis* en jaulas flotantes en Islas del Rosario, El cual obtuvieron un buen rendimiento empleando alimento granulado con un 45% de proteína.

Rubio (2005) realizó un estudio sobre el crecimiento y sobrevivencia del pargo *Lutjanus argentiventris* criado en jaulas flotantes con salinidades variables en el estuario de la Bahía de Buenaventura, considerando bajas tasas de crecimiento, las cuales variaron entre 0.56 y 0.74g en 120 días, pero con un buen porcentaje de supervivencia entre el 80-100%.

2.2.3 Cultivo con otras especies

Rubio et al (2004) reportan para dos especies de mojarra (Guerreidae) cultivadas a densidades de 5, 10, 20, 30 ind/m³, tasas de crecimiento promedio por día entre 0.31 y 0,45 g/día para *Diapterus peruvianus*, y para *Eucinostomus currani* entre 0.26 y 0.36 g/día; considerando que las dos especies respondieron mejor a las densidades más bajas y que la densidad deprime su crecimiento. Estos mismos autores ensayaron el crecimiento en jaulas para dos especies de jureles *Caranx caninus* y *Caranx vinctus*, considerándolos con un crecimiento lento, alcanzando pesos de 52g a 74g en 120 días y con supervivencias superiores al 70%. (ASPECTOS SOBRE EL CRECIMIENTO EN JAULAS FLOTANTES DE *Caranx caninus* y *Caranx vinctus* (PISCES: CARANGIDAE) EN AGUAS ESTUARINAS DE LA BAHIA DE BUENAVENTURA –www.iiap.org.pe/publicaciones/CDs/MEMORIAS_VALIDAS/pdfs/Rubio1.pdf- consulta: mayo 2011.

Existen mejores resultados de especies pertenecientes a esta zona como la lisa (*Mugil curema*) por Asprilla (1998) en el Golfo de Tortugas, a densidades altas 40-

50ind/m³, la cual registro buenas tasas de crecimiento de 35g a 198g y una tasa baja de conversión alimenticia.

Dos especies de róbalos (*Centropomus viridis* y *Centropomus armatus*) fueron criadas en jaulas flotantes a varias densidades 5, 10, 20 y 40 ind/m³ en el estuario de la Bahía de Buenaventura por Rubio et al (2006), los cuales reportan que ambas especies muestran gran rusticidad y resistencia a condiciones hidrográficas adversas pero su crecimiento es lento comparado con otras especies de la familia Centropomidae.

En el Pacífico colombiano hay un gran número de especies de importancia comercial que aun no han sido estudiadas de manera apropiada. Se ha invertido gran cantidad de tiempo y recursos en estudios realizados en diferentes sitios de la Bahía de Buenaventura con varias especies de pargos adaptados a jaulas flotantes sin alcanzar crecimientos satisfactorios. (Riascos 1999, Rubio et al 2001, 2006).

3. Marco teórico

3.1 Especies Utilizadas

Para la realización de este ensayo de crecimiento en policultivo a diferentes densidades de siembra se utilizaron juveniles de pargo amarillo (*Lutjanus argentiventris*) y juveniles de tilapia roja (*Oreochromis spp*).

3.1.1 Clasificación taxonómica del pargo amarillo

Reino:	Animal
Phylum:	Chordata
Subphylum:	Vertebrata
Superclase:	Osteichthyes
Clase:	Actinopterygii
Subclase:	Neopterygii
Infraclasse:	Teleostei
Superorden:	Acanthopterygii
Orden:	Perciformes
Suborden:	Percoidei

Familia:	Lutjanidae
Subfamilia:	Lutjaninae
Género:	Lutjanus
Especie:	<i>Lutjanus argentiventris</i> (Peters, 1869)

3.1.2 Nombres Comunes del pargo amarillo

Colombia: Pargo amarillo, Pargo rojo, Pargo de manglar, Pargo raicero, Pargo mulatillo, Ecuador: Pargo dentón, Pargo de manglar, Pargo blanco, Perú: Pargo amarillo, Pargo blanco, Parvo, Pargo dientón, México: Pargo amarillo, Pargo alazán, Pargo de manglar, Huachinango, Honduras: Pargo amarillo, Guatemala: Huachinango, Pargo amarillo, Nicaragua: Pargo amarillo, El Salvador: Pargo boca colorada, Huachinango, Parvo, Pargo amarillo, Costa Rica: Pargo amarillo, Pargo coliamarillo, Pargo colorado, Estados Unidos: Yellow Snapper, Nicaragua: Boca colorada; PANAMÁ: Pargo, Pargo rosquero.

3.1.3 Biología del pargo amarillo

Los pargos se caracterizan por ser animales dioicos, ovíparos de fecundación externa, pueden presentar o no dimorfismo sexual en los patrones de estructura y color. El pargo amarillo es una especie costera, presente en variedad de sustratos sobre la plataforma continental, desde fondos rocosos y coralinos hasta fangosos

de bahías y estuarios, se encuentra frecuentemente en fondos duros donde emplea arrecifes como vivienda. A menudo formando congregaciones durante el día o como peces solitarios al buscar refugio de en las cuevas o en oquedades del mangle. Se alimenta, tanto de día como de noche, de camarones, pescado, cangrejos y moluscos; las larvas y juveniles son comunes en zonas estuarinas aledañas a los manglares o en charcos intermareales de fondos arenosos (Rubio, 1988; Suarez, 1992).

3.1.4 Distribución del pargo amarillo

El pargo amarillo *Lutjanus argentiventris* está distribuido en el Pacífico oriental entre el Golfo de California y norte de Perú en arrecifes coralinos, zonas rocosas, estuarios y desembocaduras de ríos (Rubio, 1988). En el Pacífico colombiano la especie es abundante, se le encuentra en zonas rocosas aledañas al manglar y en los esteros donde hace cambios ontogénicos del hábitat; agregaciones de juveniles viven en los manglares, los sub-adultos ocupan arrecifes rocosos superficiales y los adultos en arrecifes rocosos profundos (Rojas et al., 2004; Aburto-Oropeza et al., 2009).

3.1.5 Descripción del pargo amarillo

El pargo amarillo *Lutjanus argentiventris* posee un cuerpo relativamente profundo y moderadamente comprimido. Frente con pendiente pronunciada, hocico algo

puntiagudo; muesca preopérculo y del mando débil; dientes vomerianos de triángulo o de media luna con una alargada extensión posterior medial, la lengua con un parche de dientes granulares; branquispinas en el miembro inferior (incluyendo rudimentos) del primer arco de 12 o 13. Aleta dorsal con 10 espinas y 14 radios blandos, aleta anal con 3 espinas y 8 radios blandos, perfil posterior de las aletas dorsal y anal redondeado a anguloso; aletas pectorales con 16 o 17 radios; la aleta caudal emarginada. Filas de escamas en la espalda paralela a la línea lateral. Color: rosa rojo hacia delante cada vez de color naranja brillante que amarilla en la mayor parte del cuerpo, las aletas de color amarillo o naranja, el interior de la boca de color blanco y principalmente una raya azul horizontal debajo del ojo.

3.1.6 Reproducción del pargo amarillo

El pargo amarillo alcanza la madurez sexual a los 4 años, posee una gran fecundidad, presentando actividad reproductiva durante todo el año, con picos máximos en los meses de abril y octubre. Los ejemplares adultos en algunas zonas forman congregaciones, entran y salen repetidamente de las cuevas y grietas en un cortejo que se prolonga durante todo el día. Poco antes del ocaso, sobre todo durante el cuarto menguante lunar, nadan frenéticamente hacia la superficie y antes de alcanzarla, desovan simultáneamente en la columna de agua, liberando una gran nube de huevecillos que se fecundarán rápidamente. (Aburto, 2007).

3.1.7 Alimentación del pargo amarillo

Los animales más pequeños se alimentan de anfípodos, nauplios de distintos decapodos e isópodos, pequeños animales que habitan en los cantos rodados en grandes cantidades. Cuando inician su período de vida en las raíces de los manglares, sus presas favoritas son los cangrejos ermitaños, cangrejos violinistas y los camarones pistola (*Alpheus* spp).

Estas condiciones les permiten crecer rápidamente, cerca de medio milímetro diariamente, durante los siguientes diez o doce meses. En este periodo, alcanzan entre 10 y 15 centímetros de longitud y comienzan su migración en busca de bloques de roca fuera de los esteros. En esta etapa sus principales alimentos son las jaibas, los camarones peneidos y los cangrejos grápsidos.

Dos años después, la migración continúa hacia aguas más profundas, alcanzado tallas de entre 35 y 50 centímetros y habitando aguas que se encuentran más allá de los 20 metros de profundidad. Ya con cuatro años, han madurado y comienzan a reproducirse, en esta etapa como la mayoría de pargos adultos, sus presas favoritas son los peces, tanto las especies presentes en la columna de agua, como las asociadas al fondo. (Aburto, 2007).



Figura 1. Juvenil de *Lutjanus argentiventris*

3.2 Características de la Tilapia roja

3.2.1 Clasificación taxonómica de la *Oreochromis spp.*

Phylum:	Chordata
Subphylum:	Vertebrata
Superclase:	Gnathostomata
Clase:	Actinopterygii
Orden:	Perciformes
Familia:	Cichlidae
Género:	<i>Oreochromis</i>
Especie:	<i>Oreochromis spp.</i>

3.2.2 Nombres comunes: Tilapia roja, Mojarra roja

3.2.3 Biología de la tilapia

Es una especie con amplia distribución de hábitad se encuentran en ríos, lagunas, estuarios, aguas salobres tropicales o subtropicales a altitudes que van desde nivel del mar hasta terrenos montañosos. Tiene una alta tolerancia a aguas frías, aun siendo de clima cálido, su rango de tolerancia térmico va desde los 8° a los 30°C. Aunque forman cardúmenes, a veces son territoriales. Se ocultan entre las piedras y vegetación sumergida. Tiene cuidado parental, la hembra lleva las ovas en la boca y los retiene hasta la eclosión es una estrategia de protección contra los depredadores, la reproducción se lleva a cabo tanto en aguas dulce como salobres (Pullin & Lowe-McConnell, 1982).

3.2.4 Descripción de la familia Cichlidae

Esta familia se una amplia distribución, se encuentra en África, India, Arabia, islas del Caribe, norte, sur y centro América. Alcanzan una longitud total de 80 cm. son de cuerpo alto y comprimido, aleta dorsal larga con 13 a 16 espinas en la primera dorsal, 2 a 5 espinas en la aleta anal usualmente 3; un orificio nasal a cada lado de la cabeza; línea lateral comúnmente dividida, la anterior corre por debajo de la base de la dorsal a nivel superior del opérculo, la inferior en la mitad del pedúnculo caudal. Son especies que se adaptan muy bien a los ambientes lacustres y algunas especies pueden adaptarse a agua salobres. Son de hábitos omnívoros con preferencia por invertebrados, plantas, material en descomposición. Presentan muchas especies con cuidado parental y dimorfismo sexual marcado (Rubio, 2008).

3.2.5 Descripción de la especie *Oreochromis spp.*

La tilapia roja (*Oreochromis spp.*) es una especie de origen africano. De cuerpo alto y comprimido, algo ovalado, cabeza grande, boca terminal, aleta dorsal larga, caudal redondeada, colores rojos fuertes a rosados variando la intensidad, con manchas de diversos tamaños en el cuerpo, es una mutación de la tilapia mozambica, alcanza una longitud de 35 cm (Rubio et al., 2010).

3.2.6 Distribución

La tilapia es exclusivamente originaria del continente Africano (excluyendo Madagascar) y Palestina (valle del río Jordán). Fue introducida con fines encaminados a la acuicultura, pero escapó y se estableció en medio natural en muchos países, a menudo compite con las especies locales.

3.2.7 Alimentación

Las tilapias son por definición omnívoras pero tienen tendencias herbívoras, pero cuando se encuentran en cultivo se alimentan de pequeños invertebrados. La tilapia ha sufrido una serie de adaptaciones estructurales de acuerdo a su dieta, principalmente son un intestino largo y muy plegado, dientes bicúspides o tricúspides sobre la mandíbula y presencia de dientes faríngeos (Pullin & Lowe-McConnell, 1982).

Los alevines se alimentan de fitoplancton y zooplancton, etapa juvenil varían mas la dieta, incluyendo copépodos, crustáceos y otros pequeños invertebrados. En condiciones de cultivo pueden aceptar artemia salina. Los adultos son voraces devorando insectos, crustáceos, ocasionalmente larvas de anfibios y peces pequeños, que se encuentra en la superficie y el fondo de los estanques, que captan mediante la filtración del agua que llega a sus bocas y es expulsada a través de sus agallas.



Figura 2. Espécimen de tilapia roja *Oreochromis spp.*

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el crecimiento, del pargo amarillo (*Lutjanus argentiventris*) y la tilapia roja (*Oreochromis spp*) en condiciones de policultivo en un encierro natural y utilizando jaulas flotantes, para conocer la factibilidad del policultivo en el Pacífico colombiano.

4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Evaluar el crecimiento en talla y peso de las especies; pargo amarillo (*Lutjanus argentiventris*) y tilapia roja (*Oreochromis spp*), empleando policultivo a diferentes densidades de siembra, en jaulas flotantes.
- Determinar el porcentaje de supervivencia del policultivo de pargo amarillo (*Lutjanus argentiventris*) y tilapia roja (*Oreochromis spp.*), en jaulas flotantes a diferentes densidades de siembra.
- Documentar las variables físico-químicas relacionadas con el sistema de jaulas flotantes.
- Determinar la relación existente entre peso-talla y determinar el tipo de crecimiento para cada especie en las diferentes combinaciones del policultivo de pargo amarillo (*Lutjanus argentiventris*) y tilapia roja (*Oreochromis spp.*), en jaulas flotantes.

5. HIPOTESIS

5.1 HIPOTESIS 1

H₀: No existen diferencias significativas en el crecimiento en peso de los juveniles para las distintas combinaciones de las especies *Lutjanus argentiventris* y *Oreochromis spp.* cultivados en jaulas flotantes a diferentes densidades.

H_a: Si existen diferencias significativas en el crecimiento en peso de los juveniles para las distintas combinaciones de las especies *Lutjanus argentiventris* y *Oreochromis spp.* cultivados en jaulas flotantes a diferentes densidades.

5.2 HIPOTESIS 2

H₀: No existen diferencias significativas en el crecimiento en longitud de los juveniles para las distintas combinaciones de las especies *Lutjanus argentiventris* y *Oreochromis spp.* cultivados en jaulas flotantes a diferentes densidades.

H_a: Si existen diferencias significativas en el crecimiento en longitud de los juveniles para las distintas combinaciones de las especies *Lutjanus argentiventris* y *Oreochromis spp.* cultivados en jaulas flotantes a diferentes densidades.

6. MATERIALES Y METODOS

6.1 Área de estudio

6.1.1 Localización del estero de Santa Clara

Santa Clara es una vereda perteneciente al corregimiento de Punta Bazán Bocana en la Bahía de Buenaventura, se halla a treinta minutos del casco urbano de Buenaventura y solo se puede llegar a ella en lancha, la población está ubicada a los 3°51'44.4"N y 77°10'58.9"W en la región de la costa Pacífica colombiana. Está situada en el Pacífico centro-oriental que se extiende desde bahía Magdalena, en la península de Baja California, hasta el borde meridional de Colombia, (FAO, 1995).

Esta comunidad que antiguamente estaba compuesta por ocho (8) familias, conformadas por ocho hombres, once (11) mujeres y veintitrés (23) menores. Actualmente se ve reducida a 5 personas; la familia del señor Faustino Álvarez Valencia, Marcelino y un colono.

6.1.2 Características de la zona

En la costa Pacífica colombiana, sobre la zona litoral, se encuentran bosques de manglar y cuangarial; éstos son atravesados por numerosos cauces o canales de marea (esteros) que evacúan el agua que ingresa por acción mareal y por los afluentes dulceacuícolas. Sin embargo, el bosque de natal, sitio específico donde

se adelanta el proyecto se caracteriza por estar situado detrás del bosque de mangle; en éste predomina el Nato (*Mora mengistosperma*) y algunas palmas de chonta iraca y palmiche. De ese límite hacia atrás, sobre áreas más terrestres, comienza a desarrollarse un ecosistema conocido como bosque muy húmedo tropical en “recuperación”, donde se encuentran formaciones vegetales en proceso de sucesión temprana, predominando primeras gramíneas y leñosos de porte bajo.

6.1.3 Climatología e hidrología

Esta zona es considerada “bosque húmedo tropical”, con temperatura promedio de 27 °C, humedad relativa de 95% y precipitaciones promedio de 7000mm anuales, que generan escorrentías de agua dulce (ríos y quebradas) que tienen un efecto dramático en la salinidad, creando un ecosistema de condiciones dinámicas, cuya salinidad puede variar desde 0 - 25 ppm, con temperaturas que oscilan entre 26 y 30 °C. Los flujos de agua proveniente del mar que entran y salen del estero, son cíclicos y penetran en intervalos de cada 12 horas y 25 min. Este flujo y reflujo de marea, es el encargado de incorporar sales y materia orgánica al medio, convirtiéndolo en uno de los ecosistemas más ricos y productivos del planeta.



Figura 3. Ubicación geográfica de Santa Clara

6.2 Sistema de cultivo

6.2.1 Cerramientos naturales

Consisten en diques o muros de contención cuya finalidad es la de proporcionar la máxima retención de agua durante la bajamar, asegurando un volumen constante dentro del encierro que permita el cultivo de peces. Este dique posibilita el aprovechamiento de los cambios de las mareas (3 a 4 m. cada 12 horas), con el recambio de agua por encima de sí mismo y a través de una malla se brinda la entrada de alimento (plancton) y nutrientes al área embalsada. Y además, posee una compuerta que facilita el desalojo completo del agua del interior del embalse, en el momento de la cosecha.



Figura 4. Cerramiento natural en el Pacífico colombiano.

6.2.2 Módulo flotante

Para colocación de las jaulas se construyó un módulo flotante, con varas de madera propia del área, formando una pasarela con tablas de madera de aproximadamente 30 cm de ancho. Los espacios donde se ubicaron las jaulas estuvieron compuestos por cuadrados de poco más de 4m². La flotación del módulo se llevó a cabo por canecas plásticas que fueron amarradas con sogas a la plataforma en la zona de los pasillos. La fijación a tierra se hizo con cuerdas que sujetaban los extremos del módulo.



Figura 5. Módulo flotante Santa Clara

6.2.3 Jaulas flotantes

Las jaulas flotantes empleadas fueron un total de ocho (8) cada una de un tamaño de 1m^3 , construidas con maya de polipropileno (PP Netlon diamante) con un ojo de maya 0.5 cm, cuentan con un sistema de plomadas en los bordes del fondo lo que las mantiene extendidas con espacio suficiente durante los cambios mareales y que estaban fijadas a la plataforma. Para evitar la pérdida de alimento se colocó un alimentador cilíndrico de 10cm de alto y 40cm de diámetro con flotadores en cada una de las jaulas y también se cubrieron con una malla para evitar las pérdidas por efecto de las aves.



Figura 6. Disposición de las jaulas en el módulo flotante

6.3 Protocolo experimental

6.3.1 Obtención de semilla

Durante los meses de septiembre a octubre del 2010 se realizaron atajos en el estero de santa clara, durante las semanas de puja. Con el objetivo de capturar la semilla de pargo. Se obtuvieron 52 individuos de *Lutjanus argentiventris* con pesos promedios de 47,67g a 54,25g. La semilla de *Oreochromis spp.* Se adquirió una granja piscícola con pesos promedios de 16g a 52,5 g.

Entre los especímenes capturados de pargo amarillo (*Lutjanus argentiventris*), se seleccionaron 32 individuos que presentaron una talla adecuada. Con estos ejemplares se realizó la siembra en el módulo, junto con 44 ejemplares de *Oreochromis spp* o tilapia roja, prestados por la gente de la comunidad de Santa Clara.

6.3.2 Transporte de la semilla

Dada la cercanía del lugar de captura de los peces su transporte se hizo en canoa, empleando una malla sintética con la que se obtiene un recambio de agua constante o en baldes plásticos con agua y haciendo recambios periódicos para evitar la asfixia por ausencia de O₂ o el recalentamiento. Luego de ser llevados hasta el sitio donde estaban dispuestas las jaulas, los organismos fueron separados por especie, pesos y tallas adecuadas para el sistema de cultivo.

6.3.3 Acondicionamiento de la semilla

Antes de someterlos a los respectivos tratamientos, se alimentó a los pargos durante tres semanas con alimento granulado comercial con 38% de proteína, para el acondicionamiento al extrudizado. Los alevines de *Oreochromis spp*, fueron comprados en una granja piscícola de la zona, estos se mantuvieron en acondicionamiento y crecimiento durante dos meses, hasta que alcanzaron una

talla de engorde de 30g, esto debido a la alta mortalidad que existen en los juveniles que están en condiciones fluctuantes.

6.3.4 Adaptación a las jaulas

Durante los 20 días de acostumbramiento del pargo amarillo *Lutjanus argentiventris* al encierro en jaulas flotantes, se observó que tenían poca aceptación al alimento, aunque eventualmente se observaba a los pargos alimentándose en la superficie. El acondicionamiento de los alevines de tilapia roja *Oreochromis spp.* a la salinidad, se llevó a cabo durante 45 días, debido a las altas mortalidades que presento en su etapa de alevinaje, de 1.500 individuos que se tenían en principio, al iniciar la experiencia se obtuvo una mortalidad de 70%.

6.3.5 Densidad de siembra

En el único cerramiento habilitado en la zona de Santa Clara se dispusieron los peces para el tratamiento de la siguiente forma: 6 ind/m³ de pargos, 6 ind/m³ de tilapia roja. Combinación de pargo con tilapia *Oreochromis spp.*, 3 ind/m³ pargos con 3 ind/m³ tilapias por jaula, combinación de 2 ind/m³ pargos con 4 ind/m³ tilapias. Cada uno de los tratamientos contó con su respectiva réplica y en total se emplearon 8 jaulas de 1m³, que se distribuyeron aleatoriamente en el módulo. No se pudo realizar la combinación de 2 tilapias con 4 pargos por no contarse con espacio suficiente en el módulo ni con los pargos suficientes.

6.3.6 Alimentación de la semilla

Para la alimentación de los distintos tratamientos se utilizo alimento comercial mojarra 38 de la marca CIPA durante todo el tiempo que duro la experiencia. (Tabla 1).

El concentrado utilizado es un alimento extruido en harina gruesa con tamaño entre 1.4 y 2.3 mm, que es preparado con harinas vegetales y de pescado, aceites vegetales y de pescado, vitaminas y minerales.

Tabla 1. Composición del concentrado Mojarra 38 (CIPA)

Componente	Porcentaje
Fibra máxima	3-4%
Grasa máxima	10%
Ceniza máxima	10%
Humedad máxima	10%
Proteína máxima	38%

6.3.7 Parámetros fisicoquímicos del agua

Se realizó monitoreo diario del agua, dos veces por día directamente en las jaulas flotantes y se promedió los resultados, se midió el pH con una cinta de pH, la salinidad utilizando un refractómetro manual y se empleó un termómetro de cocina analógico Luft para medir temperatura con una precisión de $\pm 1^{\circ}\text{C}$ y un disco secchi para medir la turbidez.

6.3.8 Monitoreo y captura

Esta experiencia de policultivo de pargo amarillo (*Lutjanus argentiventris*) y tilapia roja *Oreochromis spp.* utilizando jaulas flotantes, se realizó durante 120 días, a lo largo de los meses octubre de 2010 a febrero de 2011, con el fin de evaluar el crecimiento y supervivencia. La captura de los peces fue relativamente simple, consistió en levantar la malla y capturar los peces con un chayo de ojo fino. En todas las jaulas se midió cada uno de los individuos. Para tomar el peso de los individuos se empleó una balanza electrónica portátil con capacidad para 5Kg, una precisión de 1.0g y la talla se midió con un ictiómetro.

6.3.9 Crecimiento y parámetros zootécnicos

El peso medio final (g) por jaula, dividiendo la biomasa final en cada jaula por el número de sobrevivientes.

El incremento de peso total ΔB_t en (Kg.) en cada jaula se estimó comparando la biomasa total con biomasa inicial.

A) $\Delta B_t = B_f - B_i$

Donde B_f : biomasa final total (kg);

B_i : biomasa inicial total (kg).

El incremento de peso promedio de los peces en cada jaula por día, Δwt , se estimará con la diferencia entre peso inicial y peso final después del tiempo de cultivo.

B) Incremento del peso promedio día (g/d), $\Delta wt = W_f - W_i/t$

Donde W_f : peso final del pez (g);

W_i : peso inicial del pez (g);

t : tiempo (días).

Tasa de sobrevivencia, se estimará con el número inicial y el número de supervivientes después del tiempo de cultivo.

C) $N_t/N_o \times 100\%$

Donde N_t : numero de peces supervivientes el tiempo t

N_o : número inicial de peces.

Razón de conservación de alimento (FCR), se obtiene con el cociente del peso del alimento suministrado y el peso ganado del pez.

D) $FRC = \text{peso alimento suministrado} / \text{peso ganado por los peces}.$

E) Producción neta (P_w) = $(W_t - W_o) \text{ (kg)} / v \text{ (m}^3\text{)}$

Donde W : peso total de los peces que sobreviven al tiempo t

W_o : peso total inicial de los peces

V : volumen de la jaula.

F) Tasa de crecimiento específico = $100(\ln w_f - \ln w_i) / t.$

Donde: $\ln W_f$: log natural del peso promedio final

$\ln W_i$: log natural del peso promedio inicial

t : tiempo de cría.

G) Relación longitud-peso $WT = aLT^b.$

Donde: WT : peso total de pez en gramos

a : constante de regresión equivalente al factor de condición (F_c)

LT : longitud total en centímetros

b : coeficiente de crecimiento de la regresión

H) $\log WT = \log a + b \log LT$

Donde b es la pendiente de la recta.

Se utiliza una prueba de hipótesis t-Student sobre el b estimado se comprobará si en las jaulas, presentarán un crecimiento isométrico ($=3$) o alométrico ($\neq 3$).

$$t = \frac{S_x}{S_y} \times \frac{|b - 3|}{\sqrt{1 - R^2}} \times \sqrt{n - 2}$$

Donde: S_x = desviación estándar de la LT (Longitud total), S_y = desviación estándar de la WT (peso total), b = pendiente de la curva, R^2 = coeficiente de correlación, n = número de datos

6.3.10 Análisis estadístico

Los datos obtenidos se compararon estadísticamente con el programa de computador Statistica 8, mediante un análisis de varianza, de un diseño de medidas repetidas, con unas post-Anova de Tukey.

7. RESULTADOS

7.1 Parámetros físico-químicos del agua

En la tabla 2 se observan los datos de las variables ambientales del agua de salinidad, temperatura, pH y turbidez registradas durante los 120 días que duro la experiencia de cria.

Tabla 2. Parámetros físico-químicos del agua, lectura mínima y máxima quincenal, en el sitio de cultivo.

Fecha	Salinidad (ppt)	Temperatura (°C)	pH	Turbidez (cm)
31/10/2010	8	23	7	52,7
15/11/2010	0 – 8	19,5 - 24	6,7 - 7,2	37,8 - 60,7
30/11/2010	3 - 12,5	20 - 24,5	6,8 – 7	36 – 60
16/12/2010	0 – 10	19 - 23	6,5 - 7,2	34 - 61,5
04/01/2011	0 - 7,5	20 - 24	6,8 – 7	39,4 – 74
14/01/2011	0 - 7,5	19 - 24	6,5 - 7	23,1- 55,8
29/01/2011	0 - 8,5	19,5 -25	6,5 - 7	48,9 – 76
13/02/2011	0 – 19	21 - 25	6,7 - 7	43 - 76,8
28/02/2011	0 – 10	20 - 25	6,5 -7	39,3 - 73,7

7.1.1 Salinidad

La salinidad tuvo un gran rango de variación, de 0ppt a 19ppt con un valor promedio de 5,5ppt, estas bajas salinidades se observaron durante toda la experiencia, siendo el mes de febrero donde se presentaron las salinidades más altas como se muestra en la figura 7.

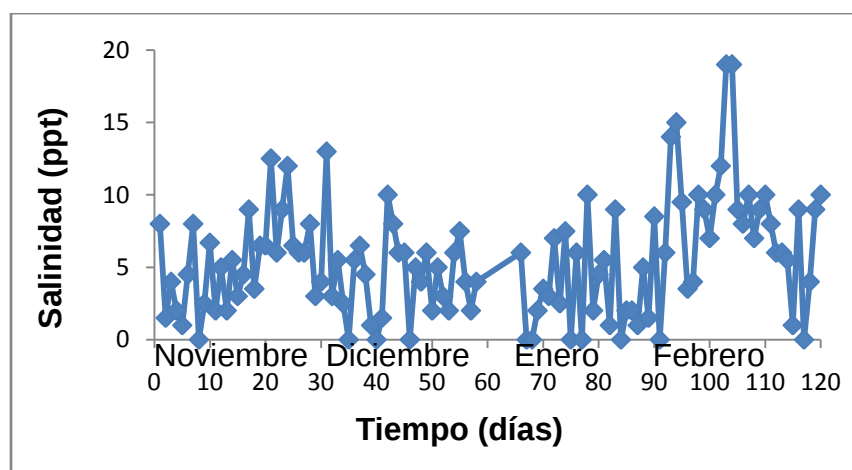


Figura 7. Comportamiento diario de la salinidad, durante 120 días de cultivo.

7.1.2 Temperatura

La temperatura del agua registró altas variaciones en un rango de 7 °C, con una temperatura promedio de 22,3 °C, una mínima de 19°C y una máxima de 25°C. Las temperaturas más altas se registraron en los meses de Enero y febrero. El registro diario de la temperatura durante 120 días se observa en la figura 8.

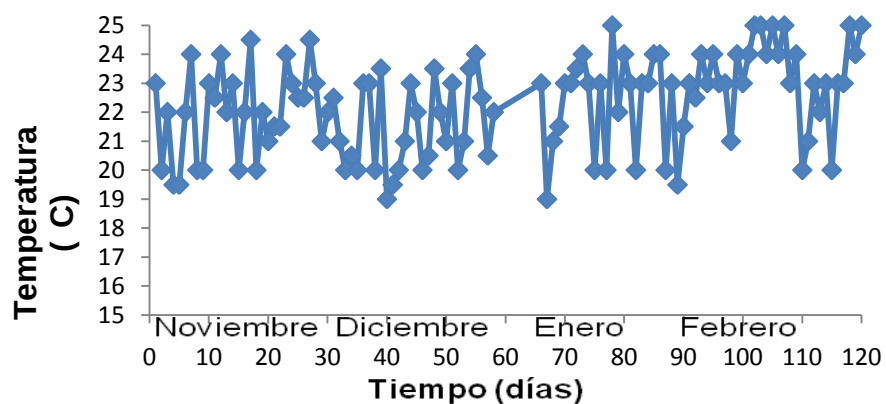


Figura 8. Comportamiento diario de la temperatura del agua en la zona del modolo, durante 120 días de cultivo.

7.1.3 pH.

El pH registro poca variación con un rango entre 6,5 y 7,2. Con un promedio de 6,9, muy cercano a la neutralidad. Que se mantuvo durante los 120 días de experiencia, este comportamiento se muestra en la figura 9.

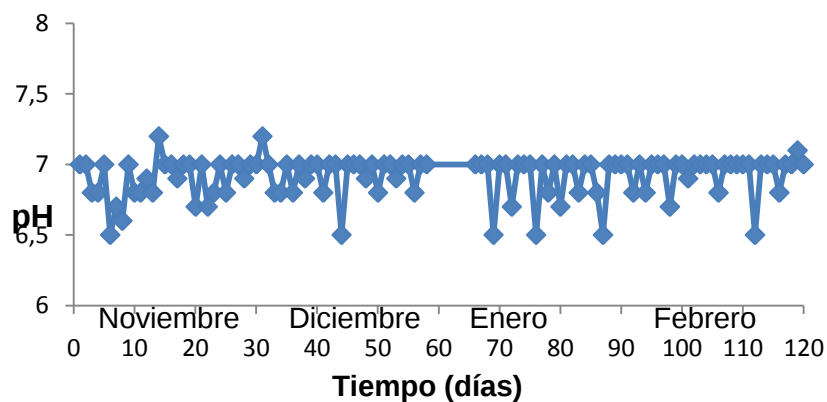


Figura 9. Comportamiento diario del pH, durante 120 días de cultivo.

7.1.4 Turbidez

La turbidez obtuvo un gran rango de variación de 23,1cm a 76,8cm con un valor promedio de 51,9. Los valores mínimos se registraron en los meses de enero y Febrero y un registro en diciembre, que coinciden con las menor incidencia de las lluvias, este comportamiento se muestras en la figura 10.

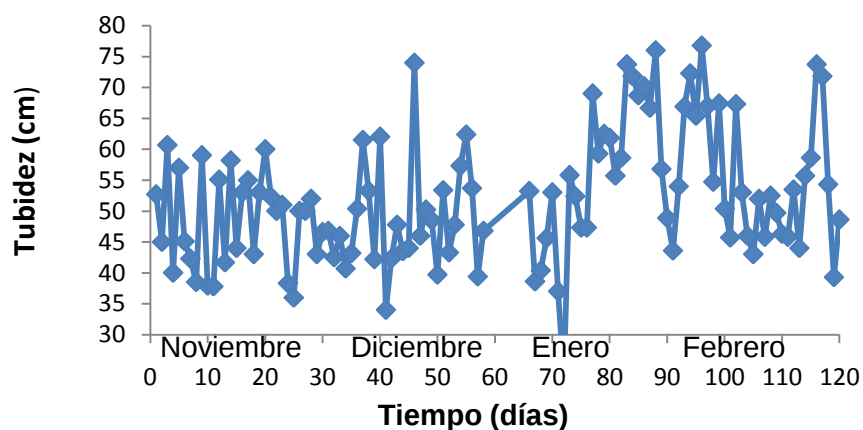


Figura 10. Comportamiento diario de la turbidez, durante 120 días de cultivo.

7.2 Parámetros zootécnicos

En la evaluación del crecimiento en policultivo de *Lutjanus argentiventris* y *Oreochromis spp*, se obtuvieron promedios bajos de crecimiento en todos los tratamientos de pargo amarillo *Lutjanus argentiventris*. Mientras que la tilapia *Oreochromis spp* obtuvo un incremento aceptable siendo el mejor tratamiento el control con 6 tilapias.

En la tabla 3 se observan los promedios del crecimiento de longitud y peso de *Lutjanus argentiventris* en combinación con *Oreochromis spp*, y datos zootécnicos obtenidos en cada una de las combinaciones.

Tabla 3. Datos zootécnicos del policultivo de *Lutjanus argentiventris* y *Oreochromis spp*, en jaulas flotantes bajo diferentes proporciones de siembra.

TRATAMIENTO	Control Tilapia	Control Pargo	Policultivo		Policultivo	
			Pargo 2 X Tilapia	Tilapia 4	Pargo 3 X Tilapia	Tilapia 3
			pargo	tilapia	pargo	tilapia
Talla inicial (cm)	13,56	15,08	11,38	13,55	11,1	15,6
Talla final (cm)	22,08	16,73	12,33	20,59	13,28	24,47
Incremento talla promedio (cm/día)	0,07	0,01	0,01	0,06	0,02	0,07
Peso inicial (g)	46,83	54,25	21,5	50,75	22,17	75,5
Pesos final (g)	190,55	63,5	29,25	148,63	30,5	250
Incremento peso promedio (g/día)	1,2	0,08	0,06	0,82	0,07	1,45
Peso ganado (g)	143,71	9,25	7,75	97,88	8,33	174,5
Producción neta (kg/m3)	0,144	0,009	0,008	0,1	0,008	0,175
Tasa de Crecimiento específico (%)	1,17	0,13	0,26	0,9	0,27	1
FCR	3,35	38,34	12,45		36,89	
Supervivencia (%)	91,7	100	100	100	100	100

7.2.1 Peso ganado

Como se observa en la Tabla 3, en el estudio de policultivo de *Lutjanus argentiventris* en combinación con *Oreochromis spp.*, se registró una escasa ganancia de peso para el pargo. En el tratamiento que combina 2 pargos con 4 tilapias el peso ganado por el pargo fue de 7,75g y para la tilapia de 97,88g, para

el tratamiento con 3 pargos y 3 tilapias el pargo *Lutjanus argentiventris* muestra un peso ganado de 8,33g, mientras que la tilapia *Oreochromis spp.* obtuvo el mayor peso ganado con 174,5g, superior a los 143,72 registrados en el tratamiento control de tilapia.

7.2.2 Supervivencia

La supervivencia para las dos especies fue alta como se muestra en la Tabla 3, el tratamiento control de *Oreochromis spp* obtuvo una supervivencia de 91,7%, mientras que para el resto de los tratamientos la supervivencia alcanzó el 100%.

7.2.3 Factor de conversión de alimento

Los valores de FCR para los tratamientos que manejaron dos especies se midieron en conjunto, al ser imposible determinar cuánto alimento consumió cada especie de manera independiente en dichos tratamientos. En la Tabla 3 se observa que fueron altos para todos los tratamientos que trabajaron combinaciones de especies situándose por encima de 10. *Oreochromis spp* fue la especie con mejor conversión de alimento 3,35, mientras que *Lutjanus argentiventris* fue la que presentó un peor desempeño con 38,34.

7.2.4 Incremento peso promedio por día

Como se observa en la Tabla 3, el pargo amarillo *Lutjanus argentiventris* no supero los 0,08g/día en ningún tratamiento, el mejor desempeño lo obtuvo la tilapia en el tratamiento que combina 3 pargos con 3 tilapias con 1,45g/día, un incremento superior a los 1,2g/día obtenidos por el control de tilapia *Oreochromis spp.*

7.2.5 Incremento talla promedio por día

Los resultados obtenidos para el incremento de talla promedio diario para *Lutjanus argentiventris* fueron muy bajos en todos los tratamientos, como muestra la Tabla 3, el mejor incremento para esta especie fue de 0,02 cm/día registrado en el policultivo de 3 pargos con 3 tilapias. Para *Oreochromis spp* se observa un mejor incremento promedio de 0,07 cm/día para los tratamientos control y el tratamiento con 3 pargos y 3 tilapias. El tratamiento con 2 pargos y 4 tilapias registró un incremento de 0,06 cm/día.

7.2.6 Producción neta

En ninguno de los tratamientos de policultivo de *Lutjanus argentiventris* en combinación con *Oreochromis spp.* se obtuvo un valor superior de 1Kg/m³, siendo el policultivo de 3 pargos con 3 tilapias el de mejor comportamiento con

0,17Kg/m³, superior al registrado en el tratamiento control de tilapia con 0,14Kg/m³, como muestra la Tabla 3.

7.2.7 Tasa de crecimiento específico

Como muestra la Tabla 3, se registraron bajas tasas de crecimiento específico en porcentaje para *Lutjanus argentiventris* con un valor de 0,13% en el tratamiento control de pargo, 0,26% para el pargo en el tratamiento de policultivo de 2 pargos con 4 tilapias y 0,27% para el tratamiento con 3 pargos y 3 tilapias. Para *Oreochromis spp.*, el porcentaje de crecimiento específico fue de 1,17% en el tratamiento control de tilapia y bastante similar a lo registrado para la tilapia en los tratamientos con combinaciones de pargo y tilapia, 0,9% para el tratamiento con 4 tilapias y 2 pargos y 1,0% para el tratamiento con 3 tilapias y 3 pargos.

7.2.8 Variación del crecimiento en talla

Las figuras 11 a la 14 muestran la variación del crecimiento en talla para los distintos tratamientos; controles de pargo amarillo *Lutjanus argentiventris* y tilapia roja *Oreochromis spp.* y las combinaciones en policultivo con estas especies. Donde se observa un escaso crecimiento en talla para el pargo en todos los tratamientos y la marcada diferencia en ganancia de talla de la tilapia.

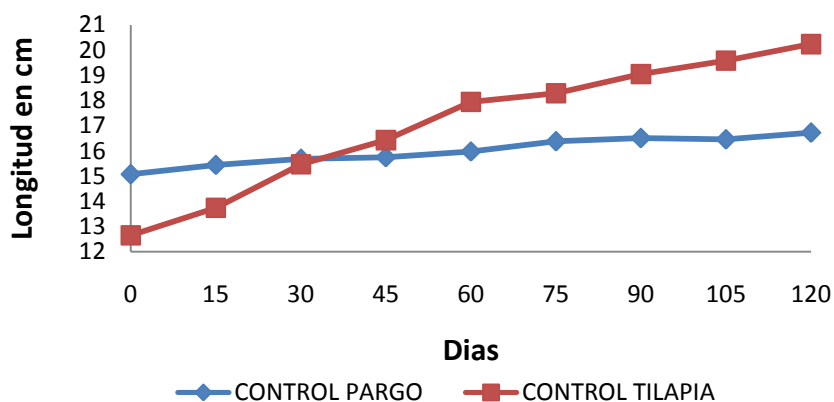


Figura 11. Crecimiento comparativo en talla para los controles de pargo amarillo *Lutjanus argentiventris* y tilapia roja *Oreochromis spp.* policultivo en jaulas flotantes.

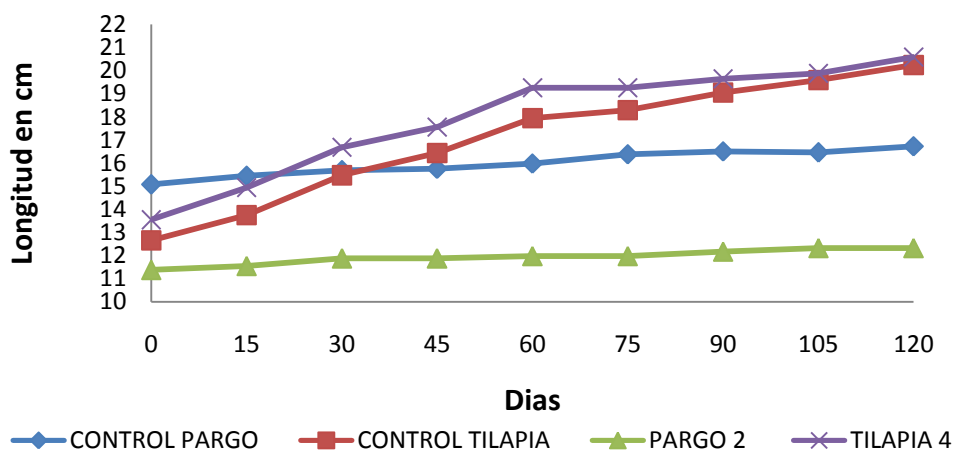


Figura 12. Crecimiento comparativo en talla para los controles de pargo amarillo *Lutjanus argentiventris* y tilapia roja *Oreochromis spp.* y el tratamiento de 2 pargos con 4 tilapias, en jaulas flotantes.

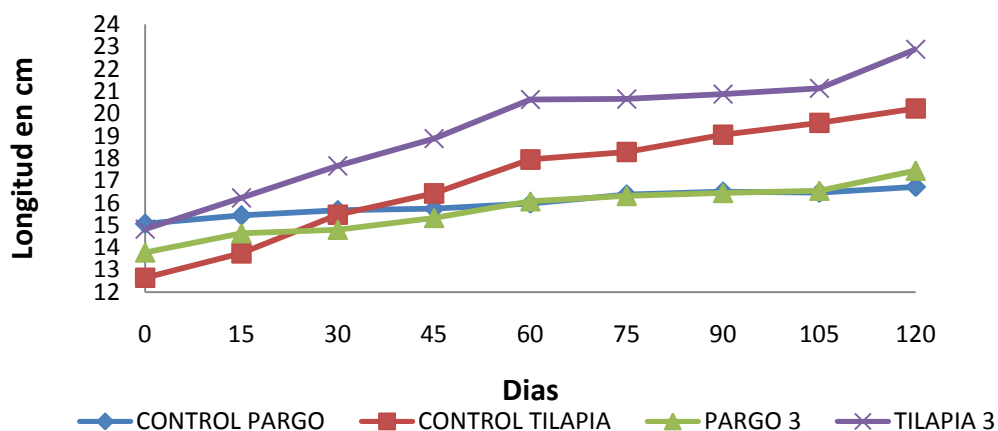


Figura 13. Crecimiento comparativo en talla para los controles de pargo amarillo *Lutjanus argentiventris* y tilapia roja *Oreochromis spp.* y el tratamiento de 3 pargos con 3 tilapias, en jaulas flotantes.

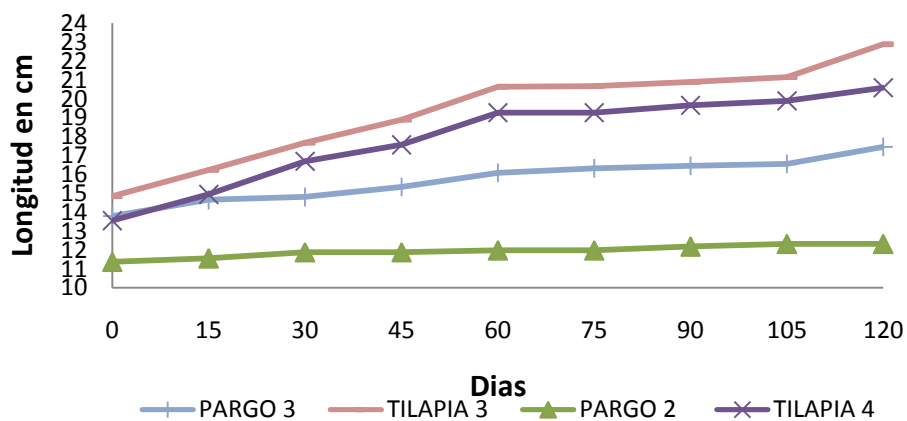


Figura 14. Crecimiento comparativo en talla para el tratamiento de 2 pargos con 4 tilapias y el tratamiento de 3 pargos con 3 tilapias, policultivo en jaulas flotantes.

7.2.9 Variación del crecimiento en peso

Las figuras 15 a la 18 muestran la evolución en peso para los distintos tratamientos; controles de pargo amarillo *Lutjanus argentiventris* y tilapia roja *Oreochromis spp.* y las combinaciones en policultivo con estas especies. Donde se observa un escaso crecimiento para el pargo en todos los tratamientos y la marcada diferencia de ganancia en peso de la tilapia.

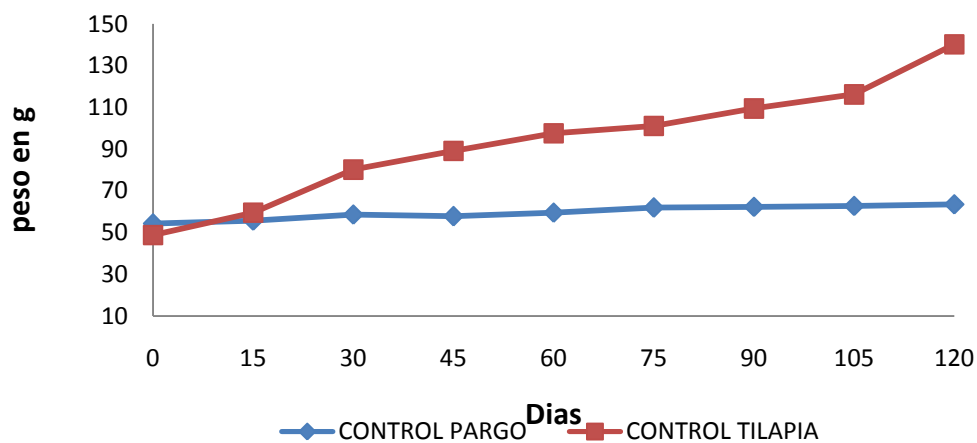


Figura 15. Crecimiento comparativo en peso para los controles de pargo amarillo *Lutjanus argentiventris* y tilapia roja *Oreochromis spp.* policultivo en jaulas flotantes.

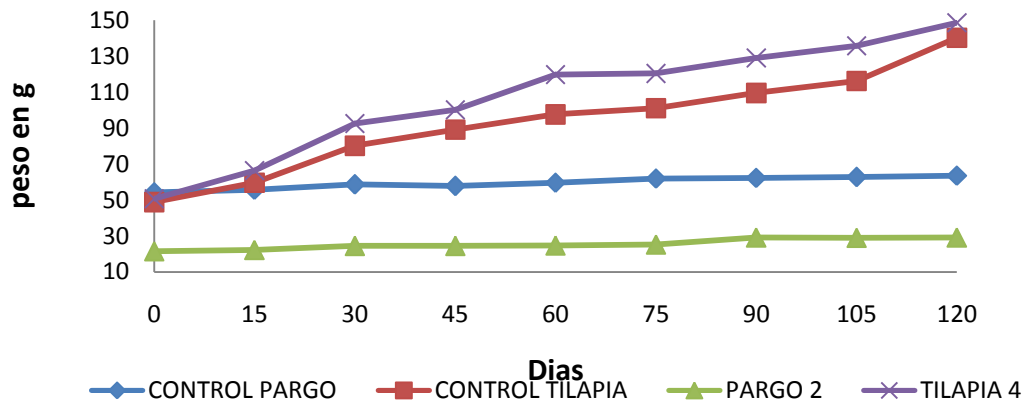


Figura 16. Crecimiento comparativo en peso para los controles de pargo amarillo *Lutjanus argentiventris* y tilapia roja *Oreochromis spp.* y el tratamiento de 2 pargos con 4 tilapias, en jaulas flotantes.

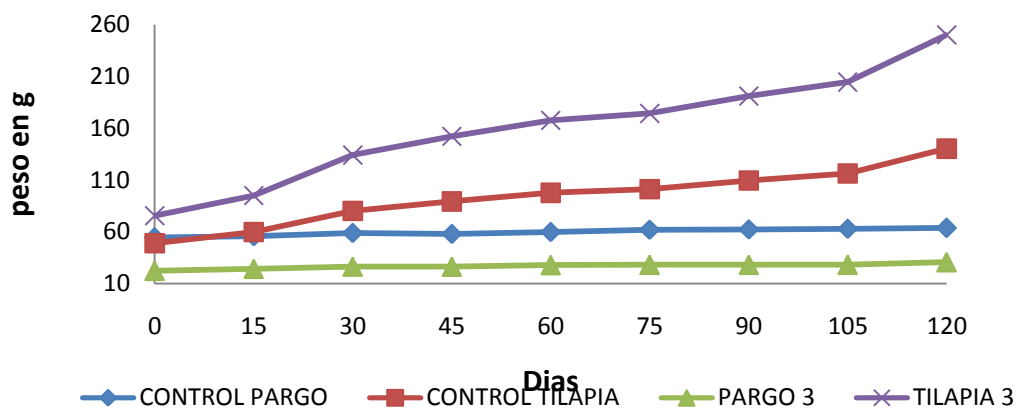


Figura 17. Crecimiento comparativo en peso para los controles de pargo amarillo *Lutjanus argentiventris* y tilapia roja *Oreochromis spp.* y el tratamiento de 3 pargos con 3 tilapias, en jaulas flotantes.

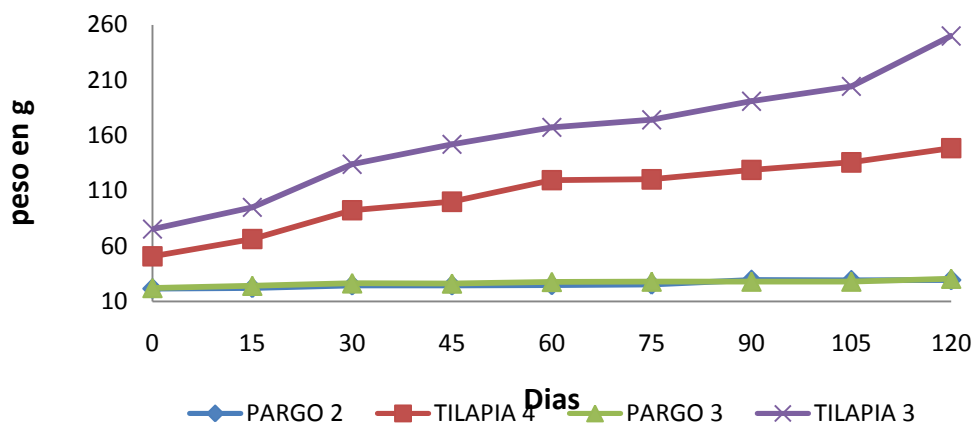


Figura 18. Crecimiento comparativo en peso para el tratamiento de 2 pargos con 4 tilapias y el tratamiento de 3 pargos con 3 tilapias, policultivo en jaulas flotantes.

7.3 Relación longitud – peso

La relación de longitud-peso de cada una de las dos especies de peces en policultivo y su respectivas curvas, se realizaron con los datos colectados quincenalmente de todos los peces, durante 120 días (figuras 19 a 22). Teniendo en cuenta la ecuación potencial de la relación ($y=aX^b$) donde (b) y (a) tiene una relación cubica. Esta relación longitud-peso se utiliza en los peces, para determinar si el crecimiento es alométrico o isométrico, esto se comprueba con una prueba t- student tabla 4.

Tabla 4. Resultados de la prueba t-Student para la relación longitud-peso del policultivo de *Lutjanus argentiventris* y *Oreochromis spp* en jaulas flotantes bajo diferentes proporciones de siembra

Tratamiento	T calculado	T tabla	Crecimiento
CONTROL TILAPIA	4,242	1,659	Isométrico $b = 3$
CONTROL PARGO	5,665	1,659	Alométrico $b \neq 3$
PARGO (Pargo2 tilapia4)	0,33	1,659	Alométrico $b \neq 3$
TILAPIA (Pargo2 tilapia4)	2,935	1,659	Alométrico $b \neq 3$
PARGO (Pargo3 tilapia3)	2,859	1,659	Alométrico $b \neq 3$
TILAPIA (Pargo3 tilapia3)	4,318	1,659	Alométrico $b \neq 3$

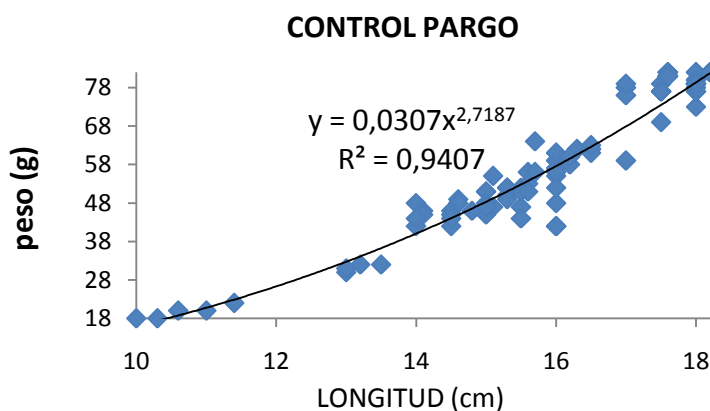


Figura 19. Relación peso total en función de longitud total, del control de pargo amarillo en policultivo en jaulas flotantes.

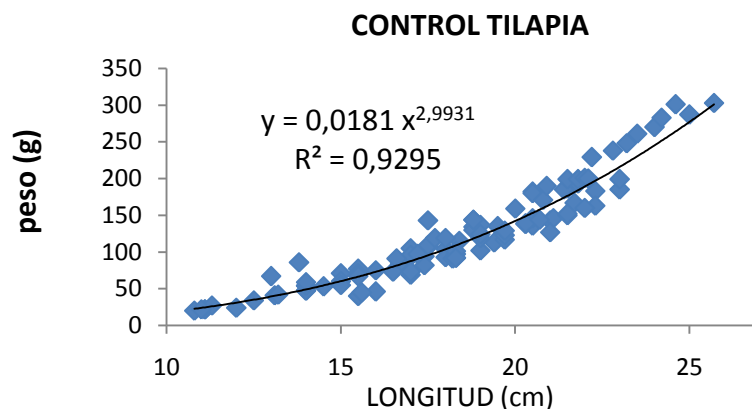


Figura 20. Relación peso total en función de longitud total, del control de tilapia, en policultivo en jaulas flotantes.

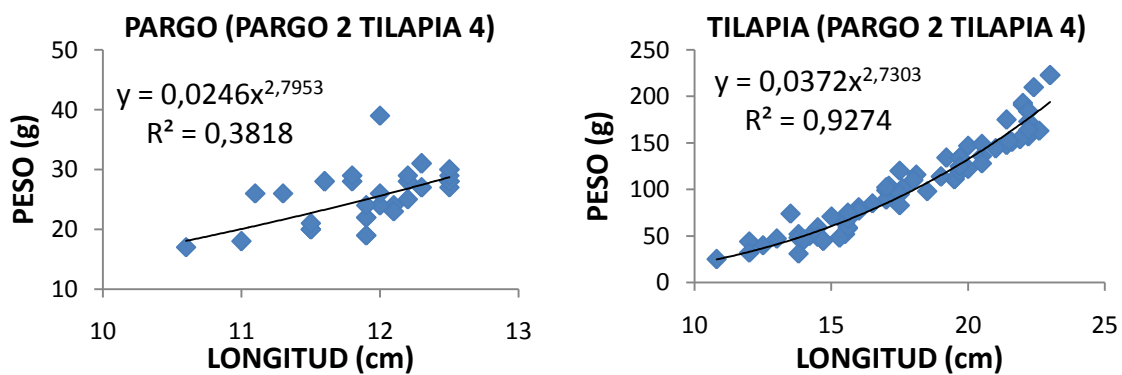


Figura 21. Relación peso total en función de longitud total del pargo amarillo y la tilapia, en policultivo en jaulas flotantes en el tratamiento de pargo 2 por tilapia 4.

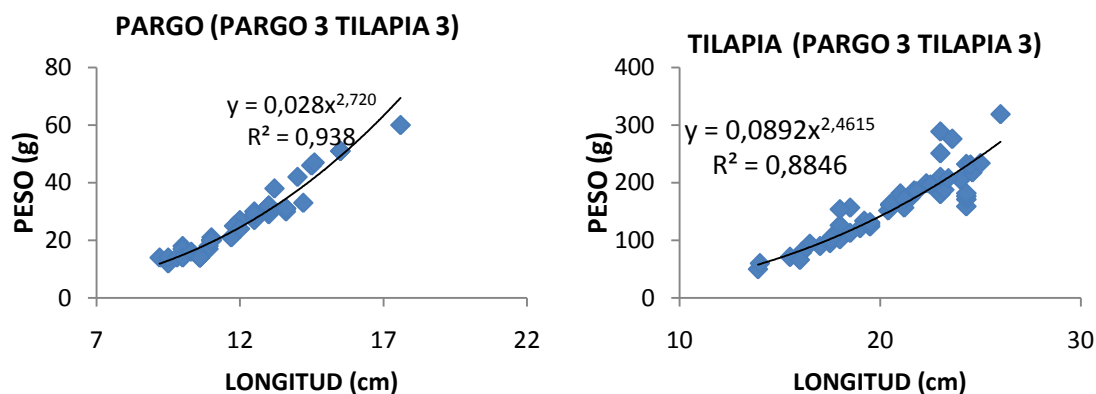


Figura 22. Relación del peso en función de longitud, del pargo amarillo, y la tilapia roja, en policultivo en jaulas flotantes para el tratamiento de 3 pargos y 3 tilapias.

7.4 Análisis de datos

7.4.1 Análisis de varianza para el crecimiento diario en talla de la combinación pargo tilapia.

Como muestra la Anova (tabla 5) el P-valor es menor que el estadístico de prueba de 0,05, lo que indica que se rechaza la hipótesis nula, por lo cual hay diferencias significativas entre las combinaciones. Como se encontraron diferencias entre las combinaciones, se realizó una Post-Anova test de tukey (tabla 6).

Tabla 5. Análisis de varianza de un factor con medidas repetidas (Test de Wilks) para el crecimiento diario en talla de la combinación pargo y tilapia.

	Test	Valor	F	Effect df	Error df	P
Intercepto	Wilks	0,012640	277,7407	9	32,00000	0,000000
Tratamiento	Wilks	0,134434	3,4431	27	94,09882	0,000005

Tabla 6. Post-Anova. (Test de Tukey) para el crecimiento diario en talla de la combinación pargo y tilapia.

	PAR 17,018	PAR2TILA4 18,064	PAR3TILA3 18,064	TILA 22,082
PAR		0,933127	0,848445	0,031034
PAR2TILA4	0,933127		0,996400	0,118445
PAR3TILA3	0,848445	0,996400		0,180868
TILA	0,031034	0,118445	0,180868	

7.4.2 Análisis de varianza para el crecimiento diario en peso de la combinación pargo y tilapia.

Como muestra la Anova (tabla 7) el P-valor es menor que el estadístico de prueba de 0,05, lo que indica que se acepta la hipótesis nula, entonces hay diferencias significativas entre las combinaciones. Como se encontraron diferencias entre las combinaciones, se realizó una Post-Anova test de Tukey (tabla 8).

Tabla 7. Análisis de varianza de un factor con medidas repetidas (Test de Wilks) para el crecimiento diario en peso de la combinación pargo y tilapia.

	Test	Valor	F	Effect df	Error df	P
Intercepto	Wilks	0,122534	25,46137	9	32,00000	0,000000
Tratamiento	Wilks	0,097829	4,23970	27	94,09882	0,000000

Tabla 8. Post-Anova. (Test de Tukey) para el crecimiento diario en peso de la combinación pargo y tilapia.

	PAR 66,364	PAR2TILA4 114,36	PAR3TILA3 127,91	TILA 190,55
PAR		0,488130	0,272630	0,003575
PAR2TILA4	0,488130		0,977506	0,122184
PAR3TILA3	0,272630	0,977506		0,258322
TILA	0,003575	0,122184	0,258322	

8. DISCUSIÓN

8.1 Zona de emplazamiento y condiciones del encierro natural

El sistema de cría en condiciones de encierro natural provee protección para las jaulas flotantes, lo que atenúa el efecto de las mareas que son características de la zona del Pacífico colombiano; donde se presentan corrientes de gran intensidad, como consecuencia del movimiento de grandes masas de agua. El efecto de las mareas durante los días de puja puede aumentar el nivel del agua (entre 4 y 5 metros) y arrastrar gran cantidad de sedimentos. Los cambios que se dan entre las pleamares y las bajamares, pueden ocasionar un efecto ambiguo en la experiencia de cría de peces ya que a la vez que se favorecen las condiciones aptas para la cría, al suministrar una fuente continua de recambio y ayudar a mantener un nivel de agua constante durante la bajamar, también se presenta un efecto adverso durante las pleamares al dificultar el acceso al modulo para la alimentación de los peces y arrastrar el alimento.

Además en el transcurso de la experiencia se observó un deterioro de los diques de contención, permitiendo la filtración del agua y disminuyendo el nivel de las jaulas durante las bajamares, al punto de quedar estas en el fondo donde entraban en contacto con el de lodo y materia orgánica, lo que disminuye el nivel de oxígeno.

8.2 Captura y transporte de peces

Parte de la importancia de las zonas estuarinas radica en servir como aérea de nodrizas e incubadora para las larvas y juveniles y como primer sitio de refugio y alimentación, utilizando la abundante cantidad de detritos orgánicos que son arrastrados por los ríos y otros provenientes del material nutritivo que brindan las hojas del manglar al descomponerse (Robertson y Duke 1990). Estas características hacen de las zonas estuarinas un lugar propicio para la obtención de semilla.

A lo largo de su historia, los pobladores de las costas tropicales y subtropicales han sido ingeniosos cazadores, pescadores y recolectores de organismos del manglar. Hábiles en el empleo de trampas (como las catangas, challos, atarrayas, redes, trasmallos o atajos, chinchorros, anzuelos, copones, canastos y nasas. (Prahl, et al 1990). La información y colaboración suministrada por la gente de la comunidad de Santa Clara fue de vital importancia en la realización de los atajos, contribuyo a identificar los sitios de mayor recurrencias de peces y la optimización técnica de los distintos artes de pesca.

El transporte en pequeñas jaulas flotantes o en baldes con recambio de agua, permitió mantener una buena oxigenación y minimizar el estrés en los peces, lo que ayudo a obtener una mayor sobrevivencia, al retirar los residuos de lodo que pudieran acumularse en las branquias durante los atajos.

8.3 Adaptación a las jaulas

En la adaptación al cautiverio, se observó que el pargo aceptó el alimento concentrado y no se observó daños causados por las jaulas, alcanzándose el 100% de sobrevivencia, lo que muestra una alta rusticidad y resistencia al cautiverio.

Los alevines de tilapia roja estuvieron durante dos meses en acondicionamiento a la salinidad, mientras alcanzaban una talla adecuada, en ese periodo se observó una alta mortalidad del 70%, esto se puede adjudicar a que los juveniles de tilapia son muy susceptibles a los cambios de salinidad (Watanabe, et al 1988), que fueron muy drásticos. Durante el periodo de tratamiento los organismos de tilapia escogidos no presentaron muertes, la ausencia de un espécimen se atribuye a una pérdida accidental.

8.4 Alimentación

El suministro de una dieta bien equilibrada es uno de los factores más importantes para un cultivo eficaz, el alimento que se da a los peces debe suplir adecuadamente sus requerimientos fisiológicos en cuanto a proteínas y ácidos grasos, ya que estos son la fuente principal de energía para los peces debido a que la habilidad de los peces para extraer energía de los carbohidratos es reducida (Kono et al, 1985).

Para la alimentación de los distintos tratamientos se utilizó alimento comercial mojarra 38 de la marca CIPA durante todo el tiempo que duró la experiencia.

Para la tilapia se observó una buena disposición a recibir el alimento, consumían casi en su totalidad el alimento proporcionado, ya que no se encontraban muchos residuos de alimento luego de la primera alimentación del día.

También para el pargo se observó un comportamiento activo al momento de recibir el alimento aunque no tan marcado como el de la tilapia ya que en los alimentadores se observaba alimento no consumido especialmente en días con temperaturas bajas, en los que se observó un poco más de actividad en las tilapias comiendo este alimento concentrado.

Esto puede adjudicarse al comportamiento del alimento extrudizado y su capacidad de mantenerse en la superficie por largo tiempo y a que en los días con bajas temperaturas en el módulo, también se observó una salinidad menor en la zona del encierro, con una capa amplia de agua dulce a nivel de superficie.

Durante las pujas se observó que el encierro natural presentaba una afluencia mayor de alimento externo, camarones y pequeños peces, que ayudan al mantenimiento del pargo, dada la preferencia por este tipo de presas por los Lutjanidos (Randall y Brock, 1960).

8.5 Parámetros físico-químicos

8.5.1 Salinidad

La salinidad tuvo un gran rango de variación, de 0ppt a 19ppt con un valor promedio de 5,5ppt, estas bajas salinidades se observaron durante toda la experiencia, siendo Enero el mes donde se presentaron las salinidades más altas como se muestra en la figura 8. Estas fluctuaciones se deben en gran parte a la temporada de lluvias provocadas por el fenómeno de la Niña de finales del 2010; ya que en la zona del encierro confluye una quebrada y la escorrentía producto de las copiosas lluvias, ocasiona un descenso en la salinidad del sitio de cultivo.

La salinidad variable afecta la adaptación de los alevines de tilapia, presentándose una alta mortalidad, ya que los peces pueden tolerar diferentes salinidades pero son sensibles a los cambios bruscos de esta. De acuerdo con Pillay (2004) las amplias variaciones de salinidad afectan la osmolaridad y crecimiento de los peces y a pesar de que las dos especies en tratamiento son eurihalinas, las fluctuaciones de hasta 6 ppm de salinidad en un solo día, hacen que los peces gasten mucha energía ajustando su metabolismo a esas condiciones. Esto pudo ocasionar las mortalidades tan altas que mostraron los alevines de tilapia durante el periodo de acondicionamiento (Watanabe, et., 1988). No obstante se destaca que en la fase de tratamiento ya no se presentaron más pérdidas para la tilapia

En pargo la variación de la salinidad es un factor importante para el buen crecimiento, estos tienen una buena respuesta a las salinidad entre 6 y 20 ppm en sus estadios juveniles (Ewing, 1990). Las filtraciones del dique en su parte inferior pueden influir negativamente en el crecimiento del pargo al escaparse la capa inferior de agua, más densa y salada, el flujo constante de esorrentía disminuye la salinidad.

8.5.2 Temperatura

La temperatura es un factor clave que controla el ritmo de crecimiento y la actividad de los peces (Brown 1989), temperaturas óptimas permiten la reducción del tiempo de producción y una eficacia alimenticia mayor con el subsecuente ahorro de alimento (Suarez et al. 2006). Las temperaturas bajas o muy fluctuantes pueden reducir el crecimiento de los juveniles al afectar la tasa metabólica. La temperatura del agua registró en promedio 22,3 °C, con una temperatura mínima de 19°C en los meses de mayores precipitaciones, Octubre, Noviembre de 2010 y principios de Enero de 2011, y una máxima de 25°C, que coincide con una disminución de la pluviosidad a finales de Enero.

El comportamiento diario de la temperatura durante los 120 días fue inferior a los parámetros ambientales óptimos requeridos para el cultivo de peces de aguas cálidas, que tienen un rango normal de 25 a 28°C (Asprilla, 1998).

Autores como Shepherd y Bromage (1999) registraron que los mejores rendimientos de los peces se observan con las temperaturas de verano, cuando los peces poseen el mayor potencial de ganancia en peso, esto se correlaciona con el escaso rendimiento obtenido para el pargo amarillo durante los 120 días de tratamiento, lo que coincide con un periodo de bajas temperaturas y altas pluviosidades en la zona. Mientras que para la tilapias estas temperaturas están un poco por debajo de su rango óptimo y se observa un buen comportamiento en la alimentación.

8.5.3 pH

El pH registrado en la experiencia mostró poca variación con un rango entre 6,5 y 7,2. Con un promedio de 6,9, muy cercano a la neutralidad, excelente para el desarrollo de actividades de acuicultura, ya que se encuentra dentro del rango optimo para el crecimiento de los peces de 6,0 a 8,0, Asprilla (1998).

8.5.4 Turbidez

La turbidez mide los sólidos suspendidos y disueltos, y obtuvo un rango de variación de 23,1cm a 76,8cm de profundidad, con un promedio de 51,9cm. Los valores mínimos se obtuvieron en los meses de Enero y Febrero que coinciden con el periodo con menor incidencia de lluvias. En la zona de encierro los sólidos en suspensión son, influenciados por la amplia acción mareal durante las pujas y

la escorrentía de las quebradas que arrastran sedimentos arcillosos (Prahl et al. 1990). Los valores de turbidez registrados difieren levemente del rango de turbidez optimo documentado para estanques de 35 a 40 cm, sin embargo, la profundidad del encierro superaba los dos metros durante el periodo de aguas claras en las horas de la pleamar, y con aguas más turbias en la bajamar, además el efecto de la turbidez producto del alimento no ingerido es casi nulo ya que cualquier excedente de alimento era consumido por pequeños peces (poecilidos) y camarones asociados al modulo, lo que indica que la turbidez no tuvo un efecto apreciable en el crecimiento de los peces.

8.6 Crecimiento

El crecimiento de un organismo implica un cambio en peso y talla en un tiempo determinado, puede verse fuertemente afectado por parámetros ambientales que desencadenan respuestas metabólicas que alteran factores como la alimentación y asimilación de nutrientes.

Melo y Guerrero Citados por Riascos, (1990), sugieren que las jaulas cultivadas a densidades menores de 10 ind/m³, presentan mejores crecimientos en peso y talla, ya que los individuos tienen menor competencia por alimento y espacio. A pesar de que en todos los tratamientos, la densidad fue de 6 ind/m³ la ganancia de peso fue baja para el pargo en todos los tratamiento que lo incluían, siendo el tratamiento control de este el que registró el mejor peso ganado para *Lutjanus*

argentiventris con 9,25g y un crecimiento promedio de 0,08 g/d, muy inferior a lo reportado por Rubio et al 2006 para *Lutjanus argentiventris* alimentados con concentrado comercial al 30% de proteína, que obtuvo una tasa de crecimiento promedio de 0,79 g/d, que sin ser optima es muy superior a la registrada en el encierro de Santa Clara durante los 120 días de tratamiento. Valverde et al, (1999) reportan en distintas experiencias con *Lutjanus argentiventris* incrementos variables de peso diario de 0,06, 0.77 y 0.1g/día para especímenes que fueron alimentados con una mezcla de pescado picado y concentrado, lo que indica que aun con alimento fresco el pargo amarillo no tiene un buen crecimiento.

Para el policultivo de *Lutjanus argentiventris* y *Oreochromis spp* en el encierro natural de Santa Clara se registró una mayor ganancia de peso para la tilapia. El peso ganado de la tilapia fue de 97,88g para el tratamiento con 2 pargos y 4 tilapias y de 174,5g para el tratamiento de 3 pargos y 3 tilapias, los incrementos de peso promedio g/d para la tilapia en estos tratamientos fueron respectivamente de 0,82 y 1,45g/d. El tratamiento control de tilapia mostro un resultado aceptable con peso promedio ganado de 143,72g e incrementos de peso promedio diario de 1,2g/d.

La tilapia puede tolerar concentraciones tan bajas como 0.10 mg/L de oxígeno disuelto en el agua y concentraciones máximas de 2.4 mg/L de amoníaco Lovell, (1987). La tilapia es un pez sensible al frío Mires, (1995). La tilapia comienza a

presentar inactividad por debajo de los 16 °C y la muerte puede ocurrir por debajo de los 12°C si la exposición se mantiene. Su crecimiento es escaso por debajo de los 20°C y se reproducen por encima de los 22°C Chervinski, (1982). Esto evidencia que ante las condiciones poco adecuadas para el crecimiento la mayor rusticidad de la tilapia hace que el crecimiento de esta sea mayor.

8.6.1 Parámetros zootécnicos

8.6.1.1 Peso ganado

En el estudio de policultivo de *L. argentiventris* combinado con *Oreochromis spp.*, se registró baja ganancia de peso para el pargo en los tratamientos con combinaciones y el tratamiento control de pargo, *L. argentiventris* muestra un peso ganado muy bajo siendo el mejor registro para la especie el del tratamiento control de pargo con 9,25g de peso ganado. Por otra parte la tilapia muestra una buena ganancia de peso, en el tratamiento control esta fue de 143,71g, superada por los 174,5g ganados por la tilapia en el tratamiento de policultivo de 3 tilapias con 3 pargos. Esto demuestra la superioridad de la tilapia en la ganancia de peso.

8.6.1.2 Supervivencia

Se obtuvieron porcentajes de supervivencia altos para las dos especies, tanto en los tratamientos de policultivo como en los tratamientos control; 91,1 % para

Oreochromis spp. y 100% para el resto de los tratamientos. El espécimen que se perdió de tilapia se debió a un accidente durante una medición.

El pargo amarillo también tiene un alto porcentaje de sobrevivencia. Como lo documenta Valverde et al. (1999) en varios trabajos revisados se encuentran porcentajes de sobrevivencia superiores al 80%, en el cultivo de pargo amarillo en jaulas, realizados en el Pacífico colombiano. Lo que indica que el pargo tiene una alta rusticidad en sistemas de cultivo en jaulas.

Yi et al. (2004) experimentaron con el cultivo de tilapia (*O. niloticus*) y el pez “snakehead” (*Channa striata*), Como una medida de control a la precocidad de la tilapia, con la finalidad de que estos últimos se alimenten de la descendencia de la tilapia y eviten de esta forma la sobrepoblación en el estanque, llegando a determinar que el “snakehead” fue capaz de controlar la descendencia de tilapia del Nilo, y que la mejor tasa predador/presa (tilapia) fue de 1/80. Los altos porcentajes de sobrevivencia en las dos especies muestran que, con las tallas utilizadas no se dió depredación entre ellos aunque el pargo es una especie depredadora.

8.6.1.3 Factor de conversión de alimento

El factor de conversión de alimentó es una relación de la cantidad de alimento en kilogramos empleado para producir un kilogramo de pez, este valor es importante para la producción piscícola dado que valores de conversión bajos indican mayor producción con menos alimento.

Los valores de FCR fueron altos en los tratamientos con combinaciones de las dos especies y en especial para control del pargo. La tilapia registró un FCR 3,35, siendo la especie con mejor conversión de alimento. Las condiciones ambientales adversas con temperaturas por debajo del rango óptimo y la salinidad con variaciones drásticas probablemente generan un estrés adicional en los peces que afecta su metabolismo y hace que este valor diste tanto de los FCR reportados por autores como; Riascos, (1999) y Mosquera, (1999), para los pargos superiores a 4 pero significativamente inferiores al compararlos con los registrado en Santa Clara.

8.6.1.4 Producción neta

Para los tratamientos se observó que la tilapia en el tratamiento de policultivo de 3 pargos con 3 tilapias registra el mejor comportamiento con una producción neta de $0,17 \text{ Kg/m}^3$, seguido por el tratamiento control de tilapia con $0,14 \text{ Kg/m}^3$ y la tilapia en las combinaciones de 2 pargos con 4 tilapias con $0,1 \text{ Kg/m}^3$, el pargo fue la especie que registró el peor desempeño en todos los tratamientos que se incluyó, no superó los $0,01 \text{ Kg/m}^3$ de producción neta. El deficiente comportamiento para el

pargo amarillo en los tratamientos que combinan tilapia con pargo y el tratamiento control de pargo, contrasta con la buena productividad de la tilapia, ya que en líneas generales creció bien en todos los tratamientos que estuvo implicada y en especial en el tratamiento de 3 pargos con 3 tilapias. (Figura 18 y Figura 16)

8.6.1.5 Tasa de crecimiento específico

La tasa de crecimiento específico en porcentaje para los tratamientos con tilapia independientes 1,14% y tilapia combinada con pargo amarillo 1,17% y 0,9% superaron ampliamente el 0,27% mostrado por el pargo en el tratamiento combinado de 3 pargos con 3 tilapias, lo que afirma el buen desempeño y crecimiento de la tilapias en cultivo en jaulas en agua salobre.

8.7 Relación longitud peso del crecimiento

Le Cren (1951), señaló que la mayoría de los peces cambian su forma a medida que crecen, con coeficientes de regresión diferentes para distintas localidades, sexo y estado de desarrollo del pez.

En el presente estudio, la relación longitud total (LT) y peso total (WT) presentaron valores de coeficiente de regresión (b) distintos, siendo 2,99 el valor para el control de tilapia, el resto de tratamientos tuvieron valores inferiores a 2,80. Cuando el valor del coeficiente de regresión es igual a 3 el crecimiento es isométrico;

mientras que si es mayor o menor de 3 es alométrico (Ricker, 1971). Con base en esa observación, se puede afirmar que el control de *Oreochromis spp*, presenta un crecimiento isométrico, el pez aumenta en peso a una tasa igual a la requerida para mantener constantes las proporciones del cuerpo.

8.8 Análisis de varianza para el crecimiento diario en talla y peso de la combinación pargo tilapia.

8.1 Incremento en peso y talla

Como muestran las Anovas realizadas para el crecimiento diario en peso y talla de la combinación de pargo y tilapia (tablas 5 y 7) respectivamente, se observan diferencias significativas entre los diferentes tratamientos y las combinaciones, lo cual coincide con lo observado en los parámetros zootécnicos en los que se registra una marcada diferencia en crecimiento tanto en talla como en peso de la tilapia *Oreochromis spp* sobre el pargo amarillo *Lutjanus argentiventris* en los distintos tratamientos.

A través del análisis post-anova mediante la prueba de Tukey para los valores de talla Tabla 6 y de peso Tabla 8 se puede inferir que solo se registraron diferencias significativas entre medias al comparar el tratamiento control de tilapia con el tratamiento control de pargo, al comparar el resto de tratamientos no se observan diferencias significativas entre las medias y la mayor homogeneidad entre las medias se encuentra entre los tratamientos de tilapia 3 pargo 3 y tilapia 4 pargo 2.

9. CONCLUSIONES

Entre las combinaciones de tratamientos evaluadas durante la experiencia en encierros naturales en Santa Clara se encontró que los mejores rendimientos los dió la tilapia roja *Oreochromis spp*, a una densidad de 6ind/m³.

La tilapia roja en combinación con el pargo presenta un buen crecimiento, aunque no sucede lo mismo con el pargo para ninguno de los tratamientos en los que se empleo.

El encierro natural no mostró tener las condiciones adecuadas para hacer acuicultura en jaulas, a pesar de proporcionar protección al modulo flotante y las jaulas durante las pleamares, la retención de agua se vio disminuida por filtraciones en el dique.

La baja aceptación del alimento por parte del pargo, es un factor que hace inviable el cultivo comercial, ya que incrementa los costos de producción.

Las variaciones medioambientales no pudieron ser atenuadas debido a las condiciones del encierro, con alta sedimentación baja profundidad durante las bajamares lo que constituyo un factor constante de estrés para los peces, debido

las copiosas lluvias que generaban grandes cambios rápidamente de temperatura y salinidad.

10.RECOMENDACIONES

Se descarta la viabilidad para una implementación a nivel comercial para el pargo amarillo, debido a que tiene bajas tasas de crecimiento a densidades bajas de siembra, independiente de si se encuentra solo o en condiciones de policultivo y requiere de mucho tiempo para obtener una talla comercial.

Evaluar el cultivo de *Oreochromis spp.* en un sistema intensivo de jaulas, con jaulas de mayor volumen y en un encierro con mejores condiciones técnicas.

Experimentar el policultivo de la tilapia con otros peces estuarinos de interés comercial.

11. LITERATURA CITADA

ABURTO, O. 2007. El Pargo Amarillo: Depredador de los arrecifes rocosos. CONABIO. Biodiversitas 73: 8-11p.

ABURTO-OROPEZA., O. DOMINGUEZ-GUERRERO., I. COTA-NIETO., J. PLOMOZO-LUGO, T. 2009. Recruitment and ontogenetic habitat shifts of the yellow snapper (*Lutjanus argentiventris*) in the Gulf of California. Marine Biology (156): 2461-2472p.

ARANGO, J. & LINARES. 1994. Informe técnico del ensayo sobre el cultivo artesanal de pargos (*Lutjanus spp*) y bagre (*Bagre spp*) en jaulas flotantes. Tumaco Pacífico colombiano. 45p.

ARISTIZABAL. R. & GUERRERO, M. 1988. Premier Tilapia Venture Doubles Yields. Aquq. 2-3

ASPRILLA, A. 1998. Cultivo experimental de la lisa *Mugil curema* en jaulas flotantes dentro de encierros naturales en el Golfo de Tortugas Pacífico colombiano. Tesis de grado. Programa Académico de Biología. Universidad del Valle, Cali. Colombia. 28-54 p.

BEVERIDGE, M. 1986. Piscicultura en jaulas y corrales, modelos para calcular capacidad de carga y las repercusiones en el ambiente. FAO. Documento técnico de pesca No. 225. Roma-Italia. 100p.

BEVERIDGE, M. C. M. 1987. "Cage Aquaculture". Fishing News Books. Osney Mead, Oxford. 351p.

BORJA, F. J. 2003. Diseño modelo de estanques climatizados para el cultivo de tilapia roja, *Oreochromis spp*, localizados en la zona fría del Valle del Cauca, Colombia. Tesis pregrado, Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira, facultad de ingeniería. 164p.

BOTERO, J & J. F. OSPINA. 2003^a. Crecimiento de juveniles de pargo palmero *Lutjanus analis* (Cuvier 1828) en jaulas flotantes en Islas del Rosario, Caribe colombiano. Boletín de investigaciones Marinas y Costeras, 31:205-217.

CHAITANAWISUTI, N. & S. PIYATIRATITIRA-VORAKUL. 1994. Studies on cage culture of red snapper *Lutjanus argentimaculatus*, with special emphasis on growth and economics. Journal Aquaculture trop. 9 (4):269-278.

CHERVINSKI, J. 1982. Environmental Physiology of Tilapias. In Pullin, R.; Lowe, R. eds. The Biology and Culture of Tilapias. ICLARM Conference Proceedings. Manila, Filipinas. 119-128p.

COBO, L. A. 1994. Efecto de la densidad de siembra sobre el crecimiento del híbrido de tilapia (*Oreochromis spp*) en jaulas en un lago artificial del Valle del Cauca. Tesis de grado. Universidad del Valle, Facultad de Ciencias. Cali-Colombia. 101p.

COCHE, A. G. 1979. "A review of cage culture and its application in Africa in: Advances in Aquaculture". Papers presented at FAO. Tech conf. On Aquaculture. Kyoto, Japan. 1976. T.V.R Pillay and Dill (eds). Fishing News Books Ltd. Farnham, Surrey. 428-441.

COLL, J. 1983. Acuicultura Marina Animal. Ediciones Mundi-prensa. Madrid

COLURA, R. L., A. HENDERSON-ARZAPALA & MACROSOSKI. 1991. Cultura of reard drum *Sciaenops ocellatus*. En: Mckey, J. P (Ed), C.r.C Hand Book of Mariculture. Finfish Aquaculture. Bocca Ratón, Florida, 2:149-166.

DRUZHININ, A. D. 1970. The range and biology of snappers (fam, Lutjanidae). J. Ichthyology. 10(5): 717-735.

ESTRELLA, H. F., H. E. GARCIA., A. HUEZO & M. FLORES 2003. Cultivo de Lutjanidos en jaulas flotantes en las costas de Manzanillo Col. México. X Congreso Nacional en Ciencia y Tecnología del Mar; 10:62-6p.

FAO. 1995. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca Pacifico central-oriental. Roma. Departamento de pesca de la FAO e instituto de investigación Senckenberg. Vol1. 1812p.

FAO. 2004. EL ESTADO MUNDIAL DE LA PESCA Y ACUICULTURA (SOFIA), 2004. Departamento de Pesca, Roma 2004.

FAO. 2007a. El estado mundial de la acuicultura 2006. Departamento de pesca y acuicultura de la FAO. Roma. 176p.

FAO. 2008. El estado mundial de la pesca y la acuicultura.5^a ed. Departamento de pesca y acuicultura de la FAO. 196p.

FAO. 2010. El estado mundial de la acuicultura 2009. Departamento de pesca y acuicultura de la FAO. Roma. 249p

GARRET, R. N. 1994. Hatchery breeding of mangrove Jack *Lutjanus argentimaculatus* and barramundi *Lates calcarifer* Australian barramundi farming Workshop. Brisbane. Q.L.D. Australia. 16p.

KONO, M., TATSUI, T & CHIAKI, S.1987. Effect of chitin, chitosan and cellulose as diet supplements on the growth of cultured fish. Bulletin on the Japanese Society of Scientific Fisheries. 53: (1), 125-129p.

LE CREN, E.D. 1951. The Length-Weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). J. Anim. Ecol., 20:201-219p.

LOVELL, T. 1987. Feed and Feeding Practices for Tilapia. Aquaculture Magazine.

LÓPEZ, L. 1997. Ensayo de reversión sexual de alevinos de tilapia roja (*Oreochromis spp.*) en agua salobre de la bahía de Buenaventura, pacifico colombiano. Tesis pregrado. Cali. Universidad del valle, facultad de ciencia. 51p.

LOVSHIN, 2000. Tilapias do nilo ou tilapias vermelhas?. edição 61 Setembro-Outubro da Revista panorama da acuicultura. Pag 39-43.

MIRES, D. 1995. The tilapias. *In* Ross, L. 2000. Tilapias: Biology and exploitation. Environmental physiology and energetics. The major metabolic modifiers. Kluwer Academic Publishers. Gran Bretaña. p. 115-119

MOSQUERA, W. 1999. Cultivo experimental de pargos (PISCES: LUTJANIDAE) en jaulas flotantes en un sistema de encierro natural en el Golfo de Tortugas, Pacífico colombiano. Tesis de grado. Universidad del Valle sede- Pacifico. 84p.

MULLER, F. 1980. The result of cage fish culture in Hungary. En: Acuacultura Hungárica; editado por Fisheries Research Institute Szarvas, Vol. 2. 154-167.

OCAMPO, A. P. 1990. Aplicación de tecnología de cultivo en jaulas flotantes para peces y camarones en zonas estuarinas de Bahía Málaga. Mem. Sem. Nal. De ciencias y tecnologías del mar CCO. Cali Colombia 630-639p.

PANTALU, V. R. 1979. Floating cage culture of fish in the lower Mekong river basin. Advances in aquaculture. Editado por T. V. R. Pillay and W. A. Dill. Farnham, Surrey, Fishing News Books Ltd. Fao. 423p.

PRAHL, H., CANTERA, J. A. & CONTRERAS, R. 1990. Manglares y hombres del Pacífico colombiano. Fondo Fen Colombia, Bogotá, 1990, 193p.

PULLIN, R. S. V. 1989. Third world aquaculture and the environment. NAGA ICLARM Quarterly. 12(1): 3-10p.

RIASCOS, Z. 1999. Ensayos de cría de algunas especies de pargo (PISCES LUTJANIDAE) utilizando jaulas flotantes en la Bahía de Buenaventura costa Pacífica Colombiana. Tesis de grado. Universidad del Valle Sede- Pacífico. 19, 20, 24p.

RICKER, W. E. 1971. Methods for assesment of fish production in fresh waters. Internat. Biol. Programme. Hand Book 3, Blackwell Scient. Pub. Oxford and Edimbug.348p.

ROBERTSON A. J. & D. C. DUKE, 1990. Mangrove fish-communities in tropical Queensland, Australia. Spatial and Temporal Patterns in densities, biomass, and community structure, Marine Ecology, 104: 369-379p.

ROJAS M., J. R. 1997. Dieta del "Pargo Colorado" *Lutjanus Colorado* (Pisces: Lutjanidae) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica., Revista de Biología Tropical, 45:1173-1183.

ROJAS, P. A., GUTIÉRREZ, C. F., PUENTES, V, VILLA, A. A & RUBIO, E. A. 2004. Aspectos de la biología y dinámica poblacional del pargo coliamarillo *Lutjanus argentiventris* en el Parque Nacional Natural Gorgona, Colombia. Investigaciones Marinas (32): 23-36p.

RUBIO, E. A. 1988. "Peces de importancia comercial para el pacifico colombiano". Centro de publicaciones. Facultad de Ciencias. Universidad del Valle. 500p.

RUBIO, E. A., J. H. LOAIZA & C. J. MORENO. 2001. Sistema modular para cría de peces estuarinos en jaulas flotantes bajo las condiciones mareales del Pacífico de Colombia en: Noveno congreso latinoamericano sobre ciencias del mar. 16-20 de septiembre de 2001. San Andrés Islas, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. 5 p.

RUBIO, E. A. 2003. Peces coralinos de Pacifico de Colombia. Unidad de artes gráficas. Facultad de Ciencias. Universidad de Valle. 306pp.

RUBIO, E., LOAIZA, J. y ARROYO, R. 2004. Crecimiento y supervivencia de dos especies de Mojarra (*Diaperus peruvianus* y *Eucinostamus currani*) criadas en jaulas flotantes en la Bahía de Buenaventura (Colombia). En III Congreso Iberoamericano virtual de Acuicultura CIVA 2004. 16 de nov al 19 dic de 2004. Observatorio Español de Acuicultura (OESA), SOCIEDAD Española de Acuicultura (SEA). 7p.

RUBIO, E, A., J. H. LOAIZA & Z. RIASCOS. 2006. Crecimiento y sobrevivencia del pargo *Lutjanus argentiventris* (Pisces: Lutjanidae) criado en jaulas flotantes con

salinidades variables en el estuario de la Bahía de Buenaventura. En: IV Congreso Iberoamericano virtual de Acuicultura CIVA 2006, 6 de diciembre de 2006 a 15 de enero de 2007. Observatorio español de Acuicultura (OESA). Sociedad Española de Acuicultura (SEA). 1279-1285 p.

RUBIO, E. A., LOAIZA, J. y MORENO, J. 2006. Crecimiento de dos especies de Róbalos (*Centropomus viridis* y *Centropomus armatus*) utilizando jaulas flotantes en zonas estuarinas de la Bahía de Buenaventura. Departamento de biología. Universidad del Valle. Cali, Colombia. 1286 p. En: IV Congreso Iberoamericano virtual de Acuicultura CIVA 2006, 6 de diciembre de 2006 a 15 de enero de 2007. Observatorio español de Acuicultura (OESA). Sociedad Española de Acuicultura (SEA). 1279-1285 p.

RUBIO E. A. & C. E. FERNÁNDEZ. 2008. Crecimiento experimental en cautiverio de peces marinos con alto valor en el mercado de la acuicultura: selección de especies potenciales para la piscicultura en las familias Sciaenidae, Serranidae y Carángidae del Pacífico colombiano. Grupo de investigación GILAC, Universidad del Valle. Cali. 1-44 p.

RUBIO E. A., MORENO, X., PIÑEROS, L. F & VARGAS, L. 2010. Peces. Págs. 94-121 en: Castro, F., M. I. Arce, J.R. Cantera, E. A. Rubio, L. A. López, R. González, N. Carrejo, P. Chacón, G. Zabala, F. A. Sarria, L. A. Rengifo, J. A.

Perea, X. Moreno, L. F. Piñero, L. Vargas, X. García, K. Reyes, L. Tabares, A. Giraldo, M. f. Garcés, F. González, O. E. Murillo, M. J. Bedoya & P. Carvajal. Vida silvestre en el campus de la Universidad del Valle. Programa editorial Universidad del Valle. Cali-Colombia.

SAMPAIO L. A., M. B. TESSER & D. BURKERT. 2003. Tolerância de Juvenis do pampo *Trachinotus marginatus* (Teleostei, Carangidae) ao choque agudo de salinidade em laboratório. Cienc. Rural .33 (4).

SHEPHERD, J & N. BROMAGE. 1999. Piscicultura Intensiva. Zaragoza, Editorial Acrivía. 9-237p.

SUAREZ, G. A. & E. A. RUBIO. 1992. Aspectos sobre el crecimiento y ciclo sexual de *Lutjanus guttatus* (PISCES: LUTJANIDAE); Perciformes. En la Costa Pacífica Colombiana. En: Memorias del VIII seminario nacional de ciencias del mar. Santa marta, Colombia. 924-940 p.

SUAREZ, J., E. O ARISTIZABAL & J.C. MALLO. 2006. Efectos de temperatura y salinidad en juveniles de *Pagrus pagrus* L. (Pisces: Sparidae), en sistemas de recirculación cerrada. Memorias del IV Congreso Ibero Americano Virtual de Acuicultura CIVA. 695-706p.

TONGUTHAI & J. L. MACLEAN. (eds). International center for living aquatic, department of fisheries, Bangkok, Thailand and international center for living aquatic resources Management. Manila.

VALVERDE, J., E. E. SÁNCHEZ & J. H. GAMBOA. 1999. Cerramiento para la cría y levante de especies marinas de interés comercial para las comunidades pesqueras del litoral Pacífico. Ministerio de agricultura y desarrollo rural instituto nacional de pesca y acuicultura – INPA, programa de cooperación técnica para la pesca. 35p.

WATANABE, W. O., L. J. ELLINGSON., R. I. WICKLUND & B. L. OLLA. 1988. Effects of salinity on growth, food consumption and conversion in juvenile, monosex male Florida Red Tilapia. 515-523. En: Pullin, R.S.V, T. Bhukawan, K.

YI Y, J. DIANA. M. SHRESTHA & C. KWEI LIN. 2004. Culture of Mixed-sex Nile tilapia with predatory snakehead. The 6th International Symposium of Tilapia. Arizona – USA.

(ACUICULTURA EN COLOMBIA: UNA ACTIVIDAD QUE BUSCA DESARROLLAR SU AMPLIO POTENCIAL PRODUCTIVO. <http://www.mundoacuicola.cl>, consulta 4 de febrero del 2011).

(ANALISIS DE COYUNTURA, PISCICULTURA EN COLOMBIA.

<http://www.cci.org.co> consulta: consulta 5 de junio 2011.

RUBIO, E. A., LOAIZA, J. H. & ARROYO, R. (ASPECTOS SOBRE EL CRECIMIENTO EN JAULAS FLOTANTES DE *Caranx caninus* y *Caranx vinctus* (PISCES: CARANGIDAE) EN AGUAS ESTUARINAS DE LA BAHIA DE BUENAVENTURA –www.iiap.org.pe/publicaciones/CDs/MEMORIAS_VALIDAS/pdfs/Rubio1.pdf- consulta: mayo 2011.

12. ANEXOS

Datos registrados durante las mediciones quincenales para la experiencia de policultivo de pargo amarillo y tilapia roja en el encierro natural de Santa Clara.

Combinación de 2 pargos x 4 tilapias																		
Día	0		15		30		45		60		75		90		105		120	
Ind	LT (cm)	WT (g)	LT (cm)	WT (g)	LT (cm)	WT (g)	LT (cm)	WT (g)	LT (cm)	WT (g)	LT (cm)	WT (g)	LT (cm)	WT (g)	LT (cm)	WT (g)	LT (cm)	WT (g)
1	10,6	17	11	18	11,5	20	11,5	20	11,5	20	11,5	21	12	24	12,3	27	12,3	27
2	11,9	19	11,9	19	11,9	22	11,9	22	12,1	24	12,1	23	12,2	25	12,2	28	12,2	29
3	16	81	17	99	19,2	134	20	147	22	191	22	193	22,4	210	23	223	23	223
4	10,8	25	12	32	17,1	104	17,5	120	22,2	157	22,2	159	22,2	173	22,2	184	22,2	184
5	13	47	15	71	14,2	50	14,5	49	15,6	58	15,6	59	15,6	68	15,6	75	17,5	83
6	13,8	52	15,5	64	16,5	85	17,5	95	19,5	111	19,5	111	19,7	119	19,7	125	21,4	175
7	11,9	24	12	26	12,5	28	12,5	28	12,5	27	12,5	28	12,5	29	12,5	30	12,5	30
8	11,1	26	11,3	26	11,6	28	11,6	28	11,8	28	11,8	29	12	39	12,3	31	12,3	31
9	13,8	31	14,5	59	17	102	18,5	98	19	114	19	114	20	122	20,5	128	20,5	149
10	13,5	74	17	89	18,1	116	20,5	136	21,4	148	21,4	148	21,6	151	21,9	154	22,6	163
11	15,5	52	16	77	17,6	101	18	110	19,7	134	19,7	134	21	144	21,5	152	22,2	164
12	12	44	12,5	40	13,8	48	14	46	14,7	45	14,7	45	14,7	45	14,7	45	15,3	48

Combinación de 3 pargos x 3 tilapias

Día	0		15		30		45		60		75		90		105		120	
	LT	WT	LT	WT	LT	WT	LT	WT	LT	WT	LT	WT	LT	WT	LT	WT	LT	WT
Ind	(cm)	(g)	(cm)	(g)	(cm)	(g)	(cm)	(g)	(cm)	(g)	(cm)	(g)	(cm)	(g)	(cm)	(g)	(cm)	(g)
1	12	27	13	29	13	30	13	31	13,6	30	13,6	31	13,6	31	13,6	31	13,6	31
2	9,2	14	10	15	10	18	10	17	11	20	11	20	11	20	11	20	11,7	21
3	10,9	17	10,9	18	11	20	11	20	11	21	11	20	11	20	11	20	12	24
4	17	90	18	110	19,2	134	20,5	161	21,7	184	21,7	186	22,3	199	23	210	24,3	232
5	16,1	79	17,5	95	18,5	157	20,5	163	23	201	23	203	23	251	23	289	26	319
6	16,5	94	18	126	20,4	152	21,5	174	24,3	159	24,3	171	24,3	177	24,3	182	24,5	231
7	11,8	25	12,5	27	12,5	30	12,5	29	13	32	13	32	13	32	13	32	14,2	33
8	13,2	38	14	42	14,5	46	14,5	46	14,6	47	15,5	51	15,5	51	15,5	51	17,6	60
9	9,5	12	9,5	14	9,8	14	10	14	10,3	16	10,6	14	10,6	14	10,6	14	10,6	14
10	16,1	80	18	102	18	154	21	181	23	180	23,2	188	24	205	24,6	218	25	234
11	13,9	50	15,5	71	17,6	106	19	121	21,2	157	21,2	171	21,8	185	22,5	197	23,4	208
12	14	60	16	66	17,5	101	18,5	113	19,5	124	19,5	126	19,5	129	19,5	131	23,6	276

[illegible]

Control pargo																		
Día	0		15		30		45		60		75		90		105		120	
Ind	LT (cm)	WT (g)	LT (cm)	WT (g)	LT (cm)	WT (g)	LT (cm)	WT (g)	LT (cm)	WT (g)	LT (cm)	WT (g)	LT (cm)	WT (g)	LT (cm)	WT (g)	LT (cm)	WT (g)
1	14,6	49	15	51	15,3	50	15,3	50	15,6	51	15,7	56	17	59	16	61	16,5	61
2	17,5	69	18	73	18	77	18	77	18	80	18	79	18	79	18	79	18	78
3	14,5	42	15	45	15	47	15	47	15,5	44	16	42	16	42	16	42	16	48
4	15,1	55	14,1	45	14,1	46	14,5	45	14,8	46	15	47	15	47	15	47	15,3	49
5	14,6	48	15	51	15,6	56	15,6	53	15,7	64	17,5	77	17,5	77	17,5	77	18,5	77
6	14	48	16	57	16	61	16	59	16	59	16,3	62	16,5	62	16,5	62	16,5	63
7	15,1	47	15,5	47	15,5	52	15,5	51	16	57	16	55	16	56	16,2	58	16,2	60
8	17	78	17	79	17,6	82	17,6	81	17,6	82	17,6	81	17,6	81	17,6	82	17,6	81
9	17	76	17,5	77	18	82	18	79	18	80	18	80	18	79	18	79	18	79
10	17,5	79	18	82	18	85	18	86	18,2	82	18,2	82	18,2	82	18,2	82	18,6	82
11	14	42	14	44	14,5	46	14,5	44	15	48	15,3	52	15,3	52	15,3	52	16	52
12	10	18	10,3	18	10,6	20	11	21	11,4	22	13	30	13	31	13,2	32	13,5	32

Datos mensuales de la disponibilidad de semilla

FECHA	ARTE DE CAPTURA	LUGAR DE CAPTURA	NOMBRE	N° DE INDIVIDUOS
Agosto de 2010	Arrastres con chinchorro	Punta soldado Bahía de buenaventura	Locas (Scianidae)	9
			Camisetas (Scianidae)	10
			Gualajos (Centropomidae)	8
			Pámpanos (<i>Trachinotus rodophus</i>)	124
		Playas de Piangüita y la Bocana	Botellona (<i>Menticirrhus panamensis</i>)	25
			Barbetas (<i>Polydactylus aproximans</i>)	16
			Lisas (<i>Mugil spp</i>)	7
			Robalos (<i>Centropomus spp.</i>)	230
			Pargos (<i>Lutjanus spp</i>)	20
			Corvina blanca (<i>Cynoscion spp</i>)	13
Septiembre de 2010	Atajos con red larvera	Estero de Santa Clara	Canchimalos (<i>Arius seemanni</i>)	28
			Lisas (<i>Mugil spp</i>)	5
			Pargos (<i>Lutjanus spp</i>)	17
			Canchimalos (<i>Arius seemanni</i>)	20
			Robalos (<i>Centropomus spp.</i>)	25
Octubre de 2010	Atajos con red larvera	Estero de Santa Clara	Corvina blanca (<i>Cynoscion spp</i>)	17
			<i>Centropomus armatus</i>	59
			<i>Centropomus medius</i>	8
			<i>Centropomus robalito</i>	1
			<i>Centropomus spp</i>	4
Noviembre de 2010	Atajos con red larvera	Estero de Santa Clara	<i>Lutjanus argentiventris</i>	9
			<i>Lutjanus jordani</i>	1
			<i>Lutjanus novemfasciatus</i>	1