

**EVALUACION DEL CRECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA DE LA CARPA ROJA
(*Ciprynus carpio*) EN POLICULTIVO CON LA TILAPIA ROJA (*Oreochromis
spp.*), EN UN SISTEMA DE JAULAS FLOTANTES EN UN LAGO ARTIFICIAL
EN EL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA**

LEIDY DAYANA REYES SERNA



**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS
PROGRAMA ACADEMICO DE BIOLOGIA
SANTIAGO DE CALI**

2012

**EVALUACION DEL CRECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA DE LA CARPA ROJA
(*Ciprynus carpio*) EN POLICULTIVO CON LA TILAPIA ROJA (*Oreochromis
spp.*), EN UN SISTEMA DE JAULAS FLOTANTES EN UN LAGO ARTIFICIAL
EN EL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA**

LEIDY DAYANA REYES SERNA
leidy_dayana2858@hotmail.com

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Bióloga**

Director

GERMAN BOLIVAR

Biólogo, Ph.D.

UNIVERSIDAD DEL VALLE

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS

PROGRAMA ACADEMICO DE BIOLOGIA

SANTIAGO DE CALI

2012

UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS
PROGRAMA ACADÉMICO DE BIOLOGÍA
SANTIAGO DE CALI
2012

LEIDY DAYANA REYES SERNA, 1987.

**EVALUACION DEL CRECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA DE LA CARPA ROJA
(*Ciprynus carpio*) EN POLICULTIVO CON LA TILAPIA ROJA (*Oreochromis
spp.*), EN UN SISTEMA DE JAULAS FLOTANTES EN UN LAGO ARTIFICIAL
EN EL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA**

PALABRAS CLAVE

**Acuicultura, piscicultura, *Ciprynus carpio*, jaulas flotantes, encierros
naturales, policultivo, *Oreochromis spp*, densidad de siembra.**

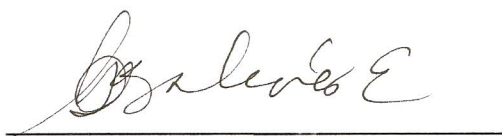
AGRADECIMIENTOS

Mis mas sinceros agradecimientos al Doctor Efraín Alfonso Rubio Rincón, por su valioso aporte, guía y apoyo incondicional para la realización de este trabajo, al profesor German Bolivar con su valiosa ayuda y motivación constante, al profesor Carlos Lucero por su orientación y colaboración.

A la Universidad del Valle, por brindarme los conocimientos necesarios para mi desarrollo profesional.

Nota de aprobación

El trabajo de grado titulado "Evaluación del crecimiento y supervivencia de la Carpa roja (*Ciprynus carpio*) en policultivo con la Tilapia roja (*Oreochromis spp.*), en un sistema de jaulas flotantes en un lago artificial en el departamento del Valle del Cauca", por el estudiante LEIDY DAYANA REYES SERNA, para optar al título de Biólogo con mención en Biología Marina, fue revisado por el jurado y calificado como:

Aprobado

German Bolivar

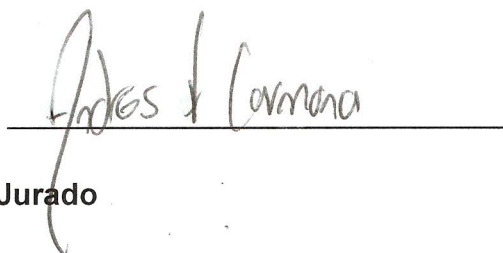
Director**Jurado**

TABLA DE CONTENIDO

	Páginas
LISTA DE FIGURAS.....	X
LISTA DE TABLAS.....	XIII
RESUMEN.....	XIV
1. INTRODUCCION.....	16
2. ANTECEDENTES.....	21
2.1	
Acuicultura.....	22
2.1.1 Historia.....	23
2.1.2 Acuicultura en jaulas	24
2.2 Acuicultura en Colombia.....	26
2.2.1 Historia de la acuicultura en Colombia	26
2.2.2 Estado actual de la acuicultura en Colombia	28
2.3 Experiencia de cultivo con Tilapia	29
2.4 Experiencia de cultivo con Carpa.....	32
3. MARCO TEORICO.....	34
3.1 Características de la Tilapia roja.....	34
3.1.1 Clasificación taxonómica de <i>Oreochromis spp</i>	34
3.1.2 Características de la familia Cichlidae.....	35
3.1.3 Características de <i>Oreochromis spp</i>	35
3.1.3.1 Características morfológicas.....	35

3.1.3.2 Aspectos biológicos y ecológicos	35
3.1.3.3 Distribución.....	36
3.1.3.4 Alimentación	36
3.2 Características Carpa roja.....	37
3.2.1 Clasificación taxonómica de <i>Oreochromis spp</i>	37
3.2.2 Características de la familia Cyprinidae	37
3.2.3 Características de <i>Oreochromis spp</i>	38
3.2.3.1 Características morfológicas.....	39
3.2.3.2 Aspectos biológicos y ecológicos.....	39
3.2.3.3 Distribución.....	39
3.2.3.4 Alimentación	39
4. OBJETIVO	40
4.1 Objetivo general	40
4.2 Objetivo específico	40
5. HIPOTESIS	41
6. MATERIALES Y METODOS.....	41
6.1 Área de estudio.....	41
6.2 Sistema de cultivo.....	42
6.2.1 Modulo flotante.....	42
6.2.2 Jaulas flotantes.....	43
6.3 Protocolo experimental	44

6.3.1 Obtención de semilla.....	44
6.3.2 Densidad de siembra y combinaciones policultivo.....	45
6.3.3 Alimentación	45
6.3.4 Parámetros fisicoquímicos	45
6.4 Crecimiento y parámetros zootécnicos.....	47
6.5 Relación longitud peso.....	49
6.6 Análisis estadístico.....	49
7. RESULTADOS.....	50
7.1 Parámetros fisicoquímicos.....	50
7.1.1 Temperatura.....	50
7.1.2 Oxígeno disuelto.....	51
7.1.3 Turbidez.....	52
7.1.4 pH.....	53
7.2 Parámetros zootécnicos.....	53
7.2.1 peso ganado	55
7.2.2 Supervivencia.....	55
7.2.3 Factor de conversión de alimento.....	55
7.2.4 Incremento de peso promedio por día.....	56
7.2.5 Incremento de talla promedio por día.....	56
7.2.6 Producción neta.....	57
7.2.7 Tasa de crecimiento específico.....	57
7.3 Relación longitud peso.....	59
7.4 Análisis de datos.....	65

7.4.1 Análisis de varianza para el crecimiento diario en talla del estudio realizado	65
8 DISCUSION	67
8.1 Parámetros fisicoquímicos.....	67
8.1.1 Temperatura.....	67
8.1.2 pH.....	68
8.1.3 Turbidez.....	69
8.1.4 Oxígeno disuelto.....	69
8.2 Parámetros zootécnicos.....	70
8.2.1 Crecimiento	70
8.2.2 Peso ganado.....	70
8.2.3 Supervivencia.....	71
8.2.4 Factor de conversión de alimento.....	71
8.2.5 Tasa de crecimiento específico	72
8.2.6 Producción neta.....	72
8.2.7 Tasa de crecimiento específica.....	72
8.2.8 Relación longitud peso.....	73
9 CONCLUSIONES.....	73
10 LITERATURA CITADA.....	74
11 ANEXOS.....	80

LISTA DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1. Individuo de <i>Oreochromis spp.</i>	37
Figura 2. Individuo de <i>Ciprynus carpio</i>	40
Figura 3. Ubicación geográfica de la microestación en la Universidad del Valle.....	42
Figura 4. Vista panorámica de la plataforma empleada en la experiencia.....	44
Figura 5. Construcción de los módulos de confinamiento.....	51
Figura 6. Comportamiento de la temperatura, durante 122 días de la experiencia.	52
Figura 7. oxígeno disuelto, durante 122 días de la experiencia.....	52
Figura 8. Comportamiento de la turbidez, durante 122 días de cultivo.....	53
Figura 9. pH, durante 122 días de la experiencia.....	57

Figura 10. Crecimiento en peso de *Oreochromis sp* en policultivo con *Ciprynus carpio* tratamiento A (1T/1C), en jaulas.....58

Figura 11. Crecimiento en peso de *Oreochromis sp* en policultivo con *Ciprynus carpio* tratamiento B (2T/1C), en jaulas flotantes.....58

Figura 12. Crecimiento en peso de *Oreochromis sp* en policultivo con *Ciprynus carpio* tratamiento C (1T/2C), en jaulas flotantes.....60

Figura 13. Relación peso total en función de longitud total, del tratamiento A con densidad (1T/1C) para la Tilapia, en el estudio de *Oreochromis sp* en policultivo con *Ciprynus carpio* en jaulas flotantes.....61

Figura 14. Relación peso total en función de longitud total, del tratamiento A con densidad (1T/1C) para la Carpa, en el estudio de *Oreochromis sp* en policultivo con *Ciprynus carpio* en jaulas flotantes.....61

Figura 15. Relación peso total en función de longitud total, del tratamiento B con densidad (2T/1C) para la Tilapia, en el estudio de *Oreochromis sp* en policultivo con *Ciprynus carpio* en jaulas flotantes.....62

Figura 16. Relación peso total en función de longitud total, del tratamiento B con densidad (2T/1C) para la Carpa, en el estudio de *Oreochromis sp* en policultivo con *Ciprynus carpio* en jaulas flotantes.....62

Figura 17. Relación peso total en función de longitud total, del tratamiento C con densidad (1T/2C) para la Tilapia, en el estudio de *Oreochromis sp* en policultivo con *Ciprynus carpio* en jaulas flotantes.....63

Figura 18. Relación peso total en función de longitud total, del tratamiento C con densidad (1T/2C) para la Carpa, en el estudio de *Oreochromis sp* en policultivocon *Ciprynus carpio* en jaulas flotantes.....64

Figura 19 Relación peso total en función de longitud total, del control de Tilapia, en el estudio de *Oreochromis sp* en policultivocon *Ciprynus carpio* en jaulas flotantes.....64

Figura 20. Relación peso total en función de longitud total, del control de Carpa, en el estudio de *Oreochromis sp* en policultivocon *Ciprynus carpio* en jaulas flotantes.....64

LISTA DE TABLAS

	Páginas
Tabla 1. Tabla de alimentación propuesta para la experiencia.....	46
Tabla 2. Composición proximal del alimento Mojarra 38% marca “Solla” utilizado durante la experiencia.....	46
Tabla 3. Composición proximal del alimento Mojarra 32% marca “Solla” utilizado durante la experiencia.....	47
Tabla 4. Parámetros físico-químicos del agua, evaluada quincenalmente, en el sitio de cultivo.....	50
Tabla 5. Los promedios del crecimiento en longitud y peso de <i>Oreochromis sp</i> en policultivo <i>Ciprynus carpio</i> y sus respectivos datos zootécnicos.....	54
Tabla 6. Resultados de la prueba t-Student para la relación longitud-peso del estudio de <i>Oreochromis sp</i> en policultivo con <i>Ciprynus carpio</i> , en jaulas flotantes bajo diferentes proporciones de siembra.....	59
Tabla 7. Análisis de varianza (Anova) para el crecimiento diario en talla del estudio de <i>Oreochromis sp</i> en policultivo con <i>Ciprynus carpio</i> en jaulas flotantes.....	65
Tabla 8. Análisis de varianza (Anova) test de homogeneidad de varianzas	65
Tabla 9. Post-Anova. (test de Tukey) para el crecimiento diario en talla del estudio de <i>Oreochromis sp</i> en policultivo con <i>Ciprynus carpio</i> en jaulas flotantes.....	66
Tabla 10. Post-Anova. (test de Newman-Keuls) para el crecimiento diario en talla del estudio de <i>Oreochromis sp</i> en policultivo con <i>Ciprynus carpio</i> en jaulas flotantes.....	67

RESUMEN

Se realizó una evaluación de crecimiento y supervivencia de Carpa roja (*Ciprynus carpio*) en policultivo con Tilapia roja (*Oreochromis spp.*), en un sistema de jaulas flotantes en un lago artificial en el Valle del Cauca. Durante 122 días.

Se evaluó una densidad de 6 individuos por jaula, los controles fueron cada una de las especies evaluadas creciendo de forma individual; se tuvieron 3 tratamientos para este policultivo, el primer tratamiento o tratamiento A corresponde a la proporción de 1/1, 3 Carpas y 3 Tilapias.

Para el tratamiento 2 o tratamiento B la proporción correspondiente fue de 2T/1C, es decir 4 Tilapias y 2 Carpas, el tratamiento 3 o C corresponde a la proporción 2C/1T, es decir 4 Carpas y 2, Tilapias, finalmente los tratamientos control correspondientes para cada especie tuvieron una densidad de: 6 Tilapias por modulo de confinamiento, en el caso del control para *Oreochromis spp* (Tilapia roja), de 6 Carpas por modulo de confinamiento, en el caso del control para *Ciprynus carpio* (Carpa roja); cada uno de los tratamientos conto con sus respectivas replicas.

Tanto el control como todos los tratamientos fueron repartidos aleatoriamente en los módulos experimentales; y alimentados según la tabla nutricional indicada para su edad, tamaño y peso; el alimento fue suministrado a los peces fueron 3 veces al día entre las 9:00 am y las 5:00pm. Durante los 2 primeros meses se utilizo un alimento extrudizado comercial marca “Solla” Mojarra 38, el cual contiene 38% de proteína; este tipo de harinas, es recomendada para suministrar a alevinos desde 0.5 hasta 80 gramos de peso vivo porque garantiza el menor costo energético de movimiento en su proceso de alimentación diario. Posteriormente se suministro alimento exdizado Mojarra 32, el cual contiene 32% que resulta mas acorde a las condiciones adquiridas por los individuos.

La experiencia se inicio el 28 de octubre de 2012 y se encuentra estipulado que su duración seria de 122 días a partir de dicha fecha.

Se realizaron mediciones tanto de la talla como de peso cada 15 días, con el fin de obtener los datos suficientes para establecer la eficacia de los tratamientos en relación con los datos zootécnicos.

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

1. INTRODUCCION

El crecimiento poblacional principalmente en los países en vías de desarrollo ha incrementado la problemática de la desnutrición en el mundo; constituyéndola en un asunto vigente y prioritario que requiere de la búsqueda de alternativas que contribuyan a mitigar sus estragos, dicha problemática se asocia tanto a la disponibilidad como a la falta de calidad de alimentos. La carencia de proteína animal y sus precios relativamente altos para la mayoría de los mercados, hacen que se requiera de una producción más alta, una disminución de costos de producción y el foco en fuentes de proteína animal alternas; la acuicultura que es el cultivo de organismos acuáticos bajo condiciones controladas por el hombre hasta su cosecha, procesamiento, comercialización y consumo, ofrece una buena alternativa para esta problemática, ya que los productos que se obtienen a través de la acuicultura, tales como crustáceos, peces, moluscos y algas, son alimentos de alta calidad, que contienen una cantidad importante de materias proteicas, son ricos en vitaminas y poseen cantidades variables de grasa, calcio, fósforo y otros elementos necesarios para la salud del hombre y su crecimiento.

Los expertos en materia nutritiva son unánimes en considerar que el pescado acompañado de diversos productos vegetales constituye una alimentación equilibrada por lo que el pescado emerge como una de las principales fuentes de proteína de cualquier país en desarrollo, especialmente por algunas características nutricionales, como su bajo contenido en grasas saturadas y colesterol y finalmente por su alto contenido en vitamina B12 (Salcedo 2006).

La acuicultura en el mercado mundial, se presenta como una solución al problema de alimentación mundial, ya que está orientada a obtener alimento de calidad proteica para las comunidades y gracias a esta visión la acuicultura ha venido creciendo desde mediados de la década de los 1970's (Anrooy et al. 2007). Durante la década pasada esta creciente en la acuicultura contribuyó a la seguridad alimentaria, al alivio de la pobreza, a la generación de empleo y al

desarrollo rural. En la actualidad se reconoce el potencial que tiene la acuicultura para el bienestar humano, puesto que cubre un gran porcentaje de la producción de pescado comestible en el mundo con el 76 % de la producción mundial de peces de aleta de agua dulce y el 65 % peces diádromos. La contribución de la acuicultura al suministro mundial de pescado, crustáceos, moluscos y otros animales acuáticos ha seguido aumentando, y ha pasado de un 3,9 % de la producción total en peso en 1970 a un 36,0 % en 2006. En el mismo período, el crecimiento de la producción acuícola fue más rápido que el de la población, y así el suministro acuícola per cápita pasó de los 0,7 kg en 1970 a los 7,8 kg en 2006, lo cual supone un crecimiento medio anual del 7,0 %. La acuicultura proporcionó el 47 % del suministro mundial de pescado para alimentación en 2006 (FAO 2008)

Pero no ha sido una labor sencilla, ya que muchos de los países con alto potencial para la práctica de la acuicultura no cuentan con suficientes conocimientos tecnológicos, presupuesto e infraestructuras adecuadas para la producción; además de no tener el suficiente conocimiento en el crecimiento de las especies nativas de interés comercial. Estos países también presentan problemas socioeconómicos, como analfabetismo, desnutrición y conflictos internos que dificultan a un mas la aplicación de la técnicas necesarias para el desarrollo de esta practica. Pese a estas dificultades la acuicultura puede constituir un importante medio de subsistencia para la población rural pobre, ya que se pueden generar ingresos mediante la venta directa de productos acuáticos, la elaboración y la prestación de servicios auxiliares. En 2006, el número estimado de acuicultores era de casi 9 millones, el 94 % de los cuales trabajaba en Asia. Esta cifra es únicamente indicativa, ya que algunos países no recogen datos sobre empleo de manera separada para los dos sectores, y los sistemas nacionales de otros países todavía no reflejan información sobre la cría de peces. (FAO 2008).

La acuicultura sigue creciendo más rápidamente que cualquier otro sector de producción de alimentos de origen animal, y a mayor ritmo que la población, con un incremento del suministro acuícola per cápita desde 0,7 kg en 1970 hasta 7,8

kg en 2008, lo que constituye un crecimiento medio anual del 6,6 %. Se espera que supere a la pesca de captura como fuente de pescado comestible; a pesar de la larga tradición de las prácticas acuícolas en algunos países, realizadas durante muchos siglos, en el contexto mundial la acuicultura es un sector de producción de alimentos joven que ha crecido rápidamente en los últimos 50 años. (FAO 2010).

La producción acuícola mundial se ha incrementado notablemente, desde menos de 1 millón de toneladas anuales en 1950 hasta los 52,5 millones de toneladas en 2008, según los datos comunicados, y ha aumentado a un ritmo tres veces mayor que la producción mundial de carne (2,7 % contabilizando el ganado avícola y vacuno juntos) en el mismo período.

Aunque la acuicultura se presenta como una alternativa muy rentable que abre un sector comercial muy próspero, también existen riesgos inherentes a esta actividad tanto en el ámbito económico como en el ambiental. Cuando no se tiene la suficiente información del proceso de cultivo, los riesgos de fracaso aumentan ostensiblemente. Antes de abordar la industria acuícola se deben conocer las técnicas de cultivo, la selección de sitios apropiados y las condiciones biológicas adecuadas para la producción (que incluyen suelo, calidad y caudal de agua del abastecimiento necesario), el conocimiento de su ciclo biológico y el rendimiento en el crecimiento, además de los factores económicos que involucran la producción tales como la demanda del producto final, la inversión que conlleva todo el proceso (fijas y de capital u operacional) y la rentabilidad final de la actividad. (Anrooy et al. 2007)

Aun teniendo en cuenta todas las ventajas de la acuicultura es necesario tener en consideración todos los aspectos relacionados con la misma, la producción acuícola como toda industria también tiene ligado un impacto ambiental que se genera por la actividad que realiza en los ecosistemas, y que puede generar riesgos para la salud y cambios en la biodiversidad. Sin embargo, hasta el momento no hay bases sólidas en conocimiento de cómo y cuánto impacto tiene la acuicultura sobre el medio, aunque se están generando métodos tecnológicos para abordar este problema, los cuales buscan obtener un mayor rendimiento con

menos recursos (intensificación de la acuicultura), como son la adecuada alimentación, mayores densidades y adecuadas condiciones de agua (Buschmann, 2001).

En los últimos años se ha presentado un incremento en la realización de prácticas acuícolas en gran parte por las ventajas que ha presentado frente a otras actividades agropecuarias tradicionales al compensar la disminución de los productos pesqueros, servir como fuente adicional de proteínas, aprovechar la alta tasa de producción de los organismos acuáticos, obtener en áreas relativamente pequeñas cosechas grandes, utilizar regiones acuáticas de baja producción, conservar y aumentar las poblaciones de animales que están en proceso de extinción, entre otras. Colombia posee un gran potencial para desarrollar la acuicultura, gracias a su ubicación geográfica y topográfica, además se encuentra ubicado como el tercer país a nivel mundial en disponibilidad de recursos hídricos con 25.000 millones de metros cúbicos, exceptuando aguas marítimas (Salazar, 2002). En el caso particular de Colombia la actividad pesquera y acuícola está enfocada en el aprovechamiento de sus dos litorales y el gran número de cuencas lacustres y fluviales, principalmente por la explotación artesanal (Beltrán & Villaneda, 2000). Bajo estas condiciones la acuicultura jugará un papel muy importante en el futuro en la búsqueda de nuevas soluciones a los problemas regionales y locales de nutrición, brindando fuentes de empleo, ayudando a la conservación de los recursos naturales y, en algunos casos, sirviendo como entrada importante de divisas para el país. (Wedler 1998).

Actualmente la importancia de la acuicultura radica en que en los últimos tiempos ha presentado un desarrollo considerable, observándose un incremento de la producción de 572 toneladas en 1985 a 23932 en 1992, lo cual equivale a un aumento del 4.183% en 7 años lo que la ubica en un lugar destacado dentro del marco dentro de la producción pesquera nacional (Salazar 1999) además de la creciente en la densidad poblacional en las diferentes ciudades, lo cual ha generado como consecuencia una presión sobre los diferentes ecosistemas al incurrir en prácticas nocivas como la sobreexplotación de los recursos, por lo que la

piscicultura paulatinamente se ha convertido en la respuesta para resolver esta problemática. Este crecimiento constante de la acuicultura se debe al efecto del estancamiento de la pesca, que en las últimas décadas no muestra crecimiento en el volumen de captura y además muestra disminuciones en la tasa de extracción del recurso pesquero (FAO 2010), que son consecuencia de la sobreexplotación de los recursos acuícolas, dado al efecto de la intensificación de la pesca, la cual es capaz de capturar poblaciones completas de peces, causando la disminución del recurso y pérdida en el pool genético. Además del aumento en la demanda mundial en productos acuícolas, las capturas no son suficientes para satisfacer las necesidades de alimento mundial (Rubio & Fernández 2008), principalmente por la pérdida de los recursos renovables, en aguas continentales y marinas por acciones antrópicas, como lo son la contaminación y cambios en los cursos de agua (Luchini & Panné 2008 citado por Ramírez 2009).

En Colombia la pérdida de este tipo de recursos se ha venido intensificando paulatinamente por lo que se ha hecho indispensable mejorar el crecimiento en producción y tecnología. En sus inicios, la acuicultura en Colombia era una actividad de autoconsumo y con muy poca capacidad de venta, debido al bajo consumo per-cápita de 2Kg, pero ha terminado por convertirse en una actividad de importancia social y económica a nivel nacional por ser una fuente de alimento y empleo para la población ribereña de los principales ríos y zonas costeras (Beltrán & Villaneda, 2000).

Para garantizar la eficacia en la aplicación de la piscicultura se hace necesario considerar técnicas económicamente viables como un sistema de cría en jaulas flotantes que ofrecen algunas ventajas: bajo costo de capital por unidad de producción, ya que los costos de inversión están relacionados con la superficie tierra/agua (compra de terrenos, permisos. Etc.), además de infraestructura y empleo de tecnologías sencillas. Las jaulas pueden construirse sin mucho costo con bambú para la estructura principal y bidones plásticos para la flotación. Las redes pueden ser metálicas o de otros materiales de bajo costo, lo cual facilita el

movimiento y traslado de la estructura. La piscicultura en jaulas, está jugando un rol cada vez mayor en la producción mundial de pescado, tanto en especies salinas como el salmón, como de agua dulce como la tilapia y carpas. Además que las posibilidades de la acuicultura en jaulas apenas están empezando a ser exploradas; pueden ser empleadas inclusive en especies grandes, de nado rápido y pelágicas como el atún. Además, no solo pueden ser empleadas como sistema de cría y crecimiento de peces, sino también para combatir la eutrofización de las lagunas y estanques. La práctica de crecimiento y engorde en los sistemas de cultivo en jaulas tiene un origen reciente, aunque su utilización se remonta a dos siglos atrás, donde eran utilizados por los pescadores para el mantenimiento y transporte de peces por periodos cortos (Halwart et al., 2008).

El interés del cultivo en jaulas en Latinoamérica incluye las especies como el barbudo, trucha, tilapia, dorado, y carpa. Debido a su alto potencial en las regiones costeras, en el caso de Colombia el cultivo de la tilapia roja (*Oreochromis spp.*) se ha ido intensificando considerablemente, tanto así que en la actualidad es una de las principales especies comercializadas. Al igual que en otros subsectores agrícolas, el empleo de especies introducidas ha desempeñado una importante función en la producción acuícola, el cultivo de la tilapia roja comenzó en Colombia con pequeños productores, con cosechas menores de 5 toneladas mensuales. Actualmente aporta el 20% de la producción de tilapia del país (Córdoba, 2003). La tilapia roja tiene características ideales como especie de cultivo; éstas son: hábitos de alimentación, resistencia al manejo y enfermedades, fácil reproducción, una amplia tolerancia a condiciones adversas de cultivo, además de su rápido crecimiento y es muy adaptable a diversos sistemas de cultivo tanto extensivos como intensivos (Borja et al., 2003).

Por otra parte la segunda especie a evaluar, carpa roja (*Ciprynus carpio*) se caracteriza por contar con amplio potencial, cuyas tecnologías son ampliamente conocidas a nivel mundial y que se considera como una de las especies de mayor cultivo en el mundo, con cerca de 17 millones de toneladas para el año 2003, en el 2008 la producción de peces de agua dulce estuvo dominada por las carpas (Cyprinidae, 20,4 millones de toneladas o el 71,1 %), además de esto es un pez

de amplio espectro alimentario , que acepta muy bien los carbohidratos , así como una amplia gama de alimentos forrajeros, con contenido bajo de proteínas . Su variedad “espejo”, ha sido utilizada para cultivos experimentales simulando arrozales, mostrando una resistencia alta a temperaturas de hasta 37°C, en estanques de baja profundidad en el subtrópico. Su variedad “koi”, es muy empleada para acuarios y estanques de jardines, como ornamental. Pese a que ambas especies a evaluar han sido muy empleadas en la práctica piscícola no se cuentan con datos acerca de la densidad de cría para la carpa roja, ni tampoco se han llevado a cabo experiencias de policultivo donde estén involucradas ambas especies.

El objetivo de este trabajo es determinar aspectos del crecimiento, incremento en peso, sobrevivencia, tasa de factor de conversión y relación talla peso, del *Ciprynus carpio* en policultivo con *Oreochromis spp* en jaulas flotantes, monitoreando periódicamente los parámetros físico-químicos y su influencia sobre el cultivo.

2. ANTECEDENTES

2.1. Acuicultura

2.1.1 Historia

La acuicultura es una actividad antigua que surgió de manera empírica, a partir de la observación de los animales acuáticos y mediante técnicas de pesca arcaicas, que luego dieron lugar a formas efectivas de captura y cultivo. El cultivo de organismos acuáticos a gran escala es un suceso relativamente reciente, pero a pequeña escala esta actividad ha existido desde tiempos antiguos en algunos países, muy probablemente desde los orígenes del pastoreo y la agricultura. Se tienen referencias de la práctica de la piscicultura en el antiguo Egipto, en el Imperio Romano y en diferentes países de Asia. Poco a poco se fue introduciendo en Europa Occidental, desarrollándose fundamentalmente durante la Edad Media en abadías y monasterios. Las referencias más antiguas datan en torno al 3500 a.c, en la antigua China, donde se cultivaban los ciprínidos que eran utilizados como peces ornamentales en lagos imperiales. La carpa fue introducida por varios

países de Asia por inmigrantes chinos, durante la edad media se introdujo en Europa principalmente por el cultivo de estanques que se llevaba a cabo en los monasterios. también se han hallado en algunos estudios datos que indican que en el antiguo Egipto, se inicio la piscicultura en estanques; por inscripciones en bajo relieve, como las encontradas en la tumba de Thebaine (2.000 años a. c.), donde se encontraron imágenes de peces en estanque demostrando que la Tilapia nilótica “se cultivaba en estanques artificiales con desagües muy semejantes a los que se recomiendan hoy para su cultivo”. En Hawaii también se encontraron vestigios de estanques prehistóricos que se utilizaban para estabulación o mantenimiento (Berasain et al., 2010).

En cuanto a escritos sobre acuicultura, la mayoría de las publicaciones hacen alusión a la larga historia de la piscicultura en Asia, el antiguo Egipto y Europa central. Los primeros trabajos de piscicultura en Estados Unidos se centraron en la propagación del salmón y la trucha, y en menor medida la lubina negra. A partir del siglo XVIII se establecieron viveros o criaderos de trucha en estaciones gubernamentales, principalmente para la liberación de alevines en aguas abiertas, pero con el transcurso del tiempo el sector privado comenzó la producción comercial de peces para consumo. Lentamente, la práctica de la propagación de las truchas para liberarlas en aguas abiertas (o, en fechas más recientes, para su cría comercial) se difundió a las regiones templadas y semitempladas del continente americano. La dispersión de la tilapia, una especie nativa del continente africano, a varios países del mundo, constituye un fenómeno notable. Aunque en muchas naciones hubo resistencia a su introducción y en otras se consideró una plaga, su cultivo se difundió ampliamente, en particular en países tropicales en vías de desarrollo, gracias a que fue reconocida por muchos como una forma fácil de producir proteínas a bajo costo para las clases populares. Mediante la investigación y la experimentación en años recientes se ha encontrado solución a algunos de los problemas del cultivo de tilapia, y la cría a nivel comercial se ha desarrollado en ciertas regiones. El éxito de la acuicultura moderna se basa en el control sobre la reproducción de las especies, al mejor conocimiento de su biología, a las innovaciones tecnológicas y al desarrollo de alimentos específicos.

Más de la mitad de la producción mundial de la acuicultura en 2000 consistió en peces, pero el incremento de la producción ha tenido lugar en todos los grupos de especies. En contraposición a los sistemas de explotación agropecuarios terrestres, en los que la mayor parte de la producción se obtiene de un reducido número de especies de animales y plantas, en el año 2000 se estaban criando más de 210 especies de plantas y animales acuáticos. Esta diversidad se debe al elevado número de organismos acuáticos que pueden adaptarse a los sistemas y condiciones de producción; para este mismo año más de la mitad de la producción acuícola mundial se obtuvo en aguas costeras marinas o salobres, sin embargo, el mayor crecimiento está ocurriendo en la producción en agua dulce, principalmente peces.

2.1.1. Acuicultura en jaulas

En términos de tiempo la producción de organismos acuáticos en jaulas flotantes es una práctica relativamente nueva, con una gran cantidad de ventajas; entre ellas la baja inversión de capital en infraestructura y empleo de tecnología sencilla, en la cual se puede generar intensificación de la producción de peces, es decir, aumento de las densidades de siembra, mejora de las tasas de crecimiento y reducción del periodo de cría si se optimiza la alimentación, entre otras tantas ventajas que se pueden mencionar de este sistema de producción de organismos, en este caso particular peces.

El desarrollo de la acuicultura, con un manejo muy sofisticado, requiere un incremento en la alimentación con una dieta de alta calidad, que implica un problema grave para el cultivo en corrales en países en desarrollo debido a los altos precios de los concentrados y los posibles efectos de contaminación orgánica del medio. La explotación de los recursos vivos presentes en los mares, los ríos y los lagos es tan antigua como el hombre mismo, potenciada por la capacidad de crear herramientas e instrumentos de pesca. Aunque los orígenes de la piscicultura en corrales, jaulas y japas empezó en el sur-este de Asia, donde los pescadores las utilizaban para almacenar y mantener viva la pesca del día;

este tipo de confinamiento intencional de peces en encierros para que aumente de talla es una actividad que se intensificó en uso a principios del siglo XX, tanto así que esta práctica fue llevada a nivel comercial en el mar en Noruega en la década de los 1970 con la cría de salmón. Hoy en día, este tipo de piscicultura en jaulas es una actividad practicada en muchas regiones del planeta y representa una industria creciente en algunas áreas. (Halwart & Soto, 2008). En la actualidad el cultivo de peces en jaulas se realiza en muchas regiones del mundo, ya que este es un modelo de acuicultura semiintensiva (Guo & Li, 2003). Según Barnabé (1989) citado por García et al. (2002), el sistema de cultivo en jaulas en el mar es una verdadera alternativa para desarrollar la piscicultura marina, aunque su desarrollo se ha situado principalmente en aguas dulces del mundo. El sistema de cultivo en jaulas ha tenido una gran acogida en los últimos 20 años, ya que tiene múltiples beneficios, tales como aumentar la producción y la ganancia derivada (Guo & Li, 2003), ya que es una tecnología que exige bajos costos de inversión comparada con la producción tradicional de peces en estanques, aprovecha con más eficacia los cuerpos de agua tanto continentales como marinos, optimiza la economía del uso de recursos naturales e intensifica la producción acuícola por utilizarse altas densidades de siembra. Además, gracias a su sencilla estructura se tiene un mejor manejo al tiempo de cosechar y tiene un menor impacto de estrés sobre los peces (Ramírez, 2009). En el ámbito social la producción permite el desarrollo de la economía familiar e ingresos extras en las comunidades locales (Yiyong et al., 2001).

La utilización de jaulas flotantes como una actividad familiar ha sido principalmente aplicada en Asia, África y países suramericanos, como Bolivia, Chile, Ecuador, Perú y Venezuela, cuando las necesidades locales lo promueven, ya que el cultivo en jaulas flotantes, puede ser utilizado para aliviar la pobreza en el área rural. Un ejemplo de esto es que, desde 1995, se viene desarrollando un proyecto de acuicultura en jaulas, llevado a cabo en Bangladesh, dirigido por CARE, que hasta 2003 ayudó con éxito a 2500 familias que adoptaron el sistema de cultivo en jaulas como medida económica familiar (Huchette & Beveridge, 2003).

En Colombia se han tenido experiencias de cultivo en jaulas con diversas especies como: trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), mojarra plateada (*O.niloticus*) el híbrido rojo de tilapia *Oreochromis spp.* Y las cachamas blanca y negra (*Piaractus brachipomus*) y (*colossoma macropomun*); la mojarra plateada (*O.niloticus*) cultivada en jaulas flotantes, puede ofrecer en seis meses una producción promedio de 31.6 kg/m³ a densidades de 135, 147, 291, y 300 peces/m³, con pesos promedios finales de 262, 299 y 172 g en 183, 182, 350 y 182 días de cultivo respectivamente, suministrando alimento concentrado al 3% de la biomasa total; en el embalse del Guajaro (Departamento del Atlántico), la producción promedio de la mojarra plateada ha sido estimada en 28.4 kg/m³, a una densidad de siembra de 84 peces/m³. Suministrando alimento concentrado del 25% de proteína, en 158 días de cultivo, obteniéndose por la alta productividad natural que presenta el embalse; para la cachama (*C.macropomun*), en este mismo embalse, la producción promedio obtenida está calculada en 22.5 kg/m³ en 271 días a una densidad de siembra de 50 peces/m³ con el suministro de alimento concentrado del 30% de proteína, obteniéndose animales con peso promedio de 450 g. y factor de conversión alimenticia promedio de 1.27:1 (INCODER 2009)

2.2.2. Historia de la acuicultura en Colombia

Acuicultura en Colombia cuenta con un gran potencial para el desarrollo la práctica de la acuicultura, y que cuenta con excelentes condiciones climáticas, topográficas e hidrológicas y una de las mayores ictiofaunas del mundo, lo cual debería ubicarla como uno de los principales exponentes de este sistema de producción; aun contando con todos estos elementos y recursos a favor, la falta de inversión ha generado una sub utilización de dicho potencial. (Salazar, 1993)

El origen de la piscicultura en el país se remonta al año 1938, con la introducción de la trucha arcoíris, para el repoblamiento en la zona andina. Para tal fin también fueron empleadas la carpa común, carpa espejo y las tilapias (mosambica y rendalli) (Beltrán & Villaneda, 2000). Con la introducción de estas especies se hizo

evidente la formación de programas de fomento de cultivo de aguas cálidas y fue así como el instituto de piscicultura tropical de Buga de la CVC dictó el primer curso sobre cultivo de peces; en los años 60 se inició la experimentación con tilapia rendalli en la estación de Santagueda de la Universidad de Caldas, también se empezó el trabajo con el bocachico (*Prochilodus reticulatus*) por parte de la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Magdalena, Sinú y San Jorge CVM (Hernández et al., 1988)

Con la creación delINDERENA en 1968, se comenzó en Colombia una nueva etapa, implementando proyectos de mejoramiento de infraestructura, equipos de investigación y capacitación del recurso humano, lo cual llevó al desarrollo de asistencias técnicas y financieras, con lo cual se logró construir y equipar las estaciones experimentales de Repelón en Atlántico y Gigante en Huila que actualmente pertenecen al Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura; con estos avances se logró el desarrollo de algunas investigaciones de especies de aguas continentales con potencial para el desarrollo de proyectos piscícolas, se fomentó la transferencia de tecnología, capacitación de profesionales por parte de expertos internacionales provenientes de Taiwán, sobre el cultivo de camarones peneidos; también se ejecutó un proyecto de asistencia técnica y financiera, integrado para el desarrollo de la acuicultura, patrocinado por Colciencias y el CIID (Canada) y ejecutado por elINDERENA para el estudio de ostras (*Cassostrea rizophorae*), piangua (*Anadara tuberculosa*) y jaiba (*Callinectes toxotes*), en cuanto al componente piscícola de este proyecto es posible decir que tenía como objetivo incrementar el rendimiento por unidad de área mediante la práctica de policultivos de cachama blanca, mojarra plateada (*Oreochromis niloticus*) y carpa roja; inicialmente, en Colombia se llevaron a cabo cultivos en pequeña escala enfocados a proveer de alimento de alta calidad a quien lo practicara, posteriormente este tipo de piscicultura fue evolucionando conforme se desarrolló el sector industrial; el desarrollo de la piscicultura comercial tuvo sus inicios a finales de los años 80 con la tilapia nilótica en el Huila y tilapia roja en el Valle del Cauca, lo que rápidamente se extendió a otras regiones del país como una

respuesta a la creciente demanda del producto y de la necesidad de mejorar la obtención del mismo. (Beltrán & Villaneda, 2000; Hernández et al., 1988).

2.2.3. Estado actual de la acuicultura en Colombia

Hasta hace poco más de un año, la tendencia de producción en acuicultura se mantenía estable, tras un vertiginoso crecimiento en el último medio siglo, que transformó una actividad familiar en una industria capaz de incorporar los últimos avances tecnológicos. Para comprobarlo, sólo hay que acudir a las cifras recogidas por la FAO; de una producción inferior al millón de toneladas en los cincuenta, se ha pasado a generar 51,7 millones de toneladas, con un valor de 78.000 millones de dólares americanos; este fenómeno no ha sido ajeno a Colombia donde la acuicultura que inicio como una práctica rural a pequeña escala se ha transformado para responder a las necesidades de la población; por lo que las ventajas económicas y sociales de la piscicultura como actividad, observadas a nivel mundial, permiten a esta ser presentada como una alternativa viable de desarrollo para Colombia; hoy en día existen grandes avances en infraestructura y una gran diversidad de materiales, desde artesanales a altamente tecnológicos, que pueden ser utilizados, presentando la ventaja de acomodarse a variados presupuestos, poniendo la piscicultura al alcance de virtualmente cualquiera. Esto permite pensar en la piscicultura como una seria alternativa de diversificación en las tierras poco productivas de la zona de ladera y de aquellas agotadas por el continuo o intensivo uso agrícola (Beltran 2000)

En los últimos años la acuicultura colombiana se ha afianzado, tanto que la producción se ha incrementado de 1.256 toneladas en 1986, a 45.930 toneladas en 1998, presentando una disminución en el 2.000 donde hubo una producción de 31.659 toneladas, ya en el 2008 se presenta una mayor producción con 53.944 toneladas, la caída en la producción a principios de la década, se debió al cierre de algunos grandes proyectos, problemas de orden público, la revaluación del peso, baja cotización del producto en el mercado internacional, los altos costos del

alimento para la producción, la recesión económica mundial y los frecuentes traslados de dirección entre diferentes agencias gubernamentales, responsables de los recursos pesqueros . (Salazar, 1999)

2.3. Experiencias de cultivo con Tilapias

La tilapia es uno de los principales peces en la producción piscícola del mundo, este pez de origen africano y el medio oriente (Rubio et al., 2010; Borjaet al., 2003; López, 1997). El híbrido rojo se reporto por primera vez en Tainan-Taiwan en 1968. Provenía de una población de tilapia mossambica (*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.

Fue introducida 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 acepta diversos tipos de alimento tanto artificiales como naturales (Borja et al., 2003).

La introducción de la tilapia en el Valle del Cauca se llevo a cabo en el año 1982, proveniente de Estados Unidos ; donde se intensificó el cultivo en estanques de tierra, suministrando aireación continua, según Aristizábal & guerrero (1988) citado por Arredondo (1990), reportándose producciones superiores a 3,30 tn/ha/año en este tipo de sistema de cultivo intensivo. La producción y cultivo comercial de tilapia roja en el Valle del Cauca, apareció como programa piloto en Colombia en el año 1987, se llevo a cabo en el corregimiento de Palmaseca en la finca “El Acuario”, que pertenecía a la firma Acuicultivos de Cali Ltda., encargada de la producción de alevinos y la hacienda los “Pinos” en el corregimiento de Dolores, perteneciente a la misma compañía vallecaucana de acuicultura Ltda. Encargada del engorde. Como resultado de este programa se obtuvo las pautas para el desarrollo tecnológico, mediante constantes investigaciones (Arredondo, 1990).

En 1989 con la dirección técnica israelita, comenzó la construcción de grandes piscícolas, como el caso de Colapia S.A. con 101 ha (Valle del Cauca) y Mar agrícola S.A. de 45ha. (Nariño). Ya que en la década de los 80 el cultivo utilizaba densidades muy bajas de 1 ó 1.5 individuos por metro cuadrado, la biomasa no alcanzaba mas de 0.5kg por metro cubico; era una cultivo de autoconsumo con poca capacidad de venta (Ramírez & Ruiz, 1993).

La tilapia roja hibrida es actualmente, mas comercial que las tilapias de coloración normal; la conformación de su cuerpo y su color, además de su semejanza a especies marinas como (*Chrysophrys mayor*) y el pargo rojo, (*Lutjanus campechanus*), le dan éxito a la tilapia roja en cuanto a su mercadeo; en Colombia se constituye en el pez cultivado con mas alta perspectiva de comercialización compitiendo actualmente con la industria del camarón marino como producto de exportación, siendo las compañías exportadoras nacionales, Colapia S.A y Maragricola S.A., las más grandes en la producción y mercadeo; es de anotar que esta última empresa, con sede en Tumaco, Nariño, explota su cultivo en aguas salobres junto con el camarón marino, y no se conocen datos públicos sobre estas experiencias comerciales.

Se tiene reportado para híbridos de tilapia roja, un crecimiento más rápido en agua de mar que en agua dulce (Clark et al., 1990). En Taiwán, *O. mossambicus* x *O. niloticus* rojas híbridas, crecen más rápido en agua de mar y estuarina que en agua dulce (Liao y Chang, 1983), con similares resultados para la roja hibrida Florida (*O. urolepis hornorum* x *O. mossambicus*) en Bahamas. La producción de tallas comerciales (454 g) de la tilapia roja hibrida Florida en agua de mar en condiciones de cultivo intensivo en las Bahamas (Ernst et al., 1989), ha demostrado su valor para la acuicultura marina. El mejor crecimiento en agua de mar o estuarina que en agua dulce, obedece a que el incremento del consumo alimenticio y la tasa de conversión alimenticia decrecen cuando la salinidad se incrementa. hace notar que las interacciones agresivas de la tilapia roja Florida son inhibidas en agua de mar; presumiblemente, esto permite canalizar más energía en crecimiento. (Watanabe 1988)

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 aguas estuarinas, en sus ensayos encontraron que al incrementar la salinidad, la tasa de conversión de alimento decrece, lo que se manifiesta en un mejor aprovechamiento del alimento suministrado. También, observaron que el crecimiento variaba respecto al sexo del individuo, con un crecimiento más rápido en machos.

En estudios posteriores Valeriano et. al (1984) determinan que existe una mejor producción de pescado en kilogramos por hectárea, en aguas estuarinas comparados con los de agua dulce, con una densidad de siembra de 40000 ind/ha.

En los últimos años en Colombia se han venido adelantando estudios de cultivo de tilapia roja tanto en aguas salobres como en jaulas flotantes; Cobo en (1994) estudio los efectos de la densidad de siembra sobre el crecimiento de la tilapia roja, en un sistema de cultivo de jaulas flotantes en un lago artificial en el Valle del Cauca, encontrando que la respuesta al crecimiento en jaulas es mucho mas optima que la presentada en estanques de tierra y con unas densidades mucho más altas. En (1995) Loaiza, ensayo un nuevo tipo de alimentación que consistía en carduma y harina de arroz, en la nutrición de la tilapia roja y nilótica, utilizando jaulas flotantes en agua salobres. Concluyendo que la nueva dieta es muy bien asimilada por la tilapia de ambas especies, pero se tiene un mejor rendimiento con el alimento comercial; aunque no es descartable utilizar este alimento alterno como un alimento suplementario ya que abarata los costos de producción. En (1997) López realizo un ensayo de reversión sexual de alevinos de tilapia roja, en agua salobres del Pacífico colombiano utilizando jaulas flotantes. No encontró relaciones entre la salinidad y la densidad de siembra en la reversión sexual. En la actualidad la tilapia es el segundo grupo más importante para la acuicultura en el ámbito mundial superada solo por las carpas chinas que tienen una tradición más antigua en el cultivo. La producción de la tilapia estuvo cerca de alcanzar el 1.000.000 de toneladas en el 2000 (Castillo, 2001)

En Colombia la tilapia también ha ganado una gran importancia, principalmente por la generación de empleo debido a su creciente en la producción. Esto se ve representado en las cifras que en 2001 fue de 21.641 toneladas a un incremento del más del doble de la producción en 2006 con 45.101 toneladas. Evidenciando el gran potencial que tiene el país en materia de producción acuícola, por su ubicación geográfica y sus condiciones ecológicas (Usgame, 2008).

2.4. Experiencias de cultivo con Carpas

La carpa dorada o roja, es una especie dulceacuícola, al igual que las otras especies de la familia Cyprinidae, son de distribución cosmopolita, habitando las aguas calidas y templadas del planeta. Son originarias del sureste Asiático y han sido introducidas en todos los continentes, a veces de forma irresponsable, lo que ha causado desastres en algunos países. Tienen una marcada preferencia por aguas ligeramente turbias y de temperaturas no mayores a 30°C; el cultivo de los Cyprínidos (carpas), de origen asiático, ha sido practicado por siglos en los continentes europeo y asiático. En otros continentes su expansión ha sido menor. Abarca extensas áreas y ha sido quizás la más vieja forma de realizar cultivos extensivos, semiintensivos o intensivos de peces. El principal Ciprínido, la carpa común, es muy popular y se la cultiva inclusive en estanques asociada con otras especies; especialmente en Asia y mucho de este cultivo es asociado además con el grupo de las carpas “chinas”. Es cultivada principalmente para consumo humano, como también para resiembras de ambientes naturales en algunos países donde es autóctona y para pesca deportiva. La evolución de este cultivo ha sido lenta y durante cientos de años se realizó en forma extensiva (a baja densidad). En el siglo XIX progresó con cultivos en tanques y también con la reproducción controlada. Los mejores resultados y el aumento del cultivo, se anotó a partir del ofrecimiento de raciones secas concentradas y la técnica de fertilización artificial. En general, se la cultiva en estanques donde son alojadas durante un período de tiempo hasta alcanzar los pesos requeridos, en Europa éste período pueden ser de 2 y 4 años, debido a que las condiciones ambientales

climáticas no son favorables para su rápido crecimiento. Los mejores peces son cosechados para venta de consumo y los restantes, que pueden ser peces de menor crecimiento quedan en los estanques. Este tipo de cultivo puede ofrecer mediocres resultados. Las modernas pisciculturas de carpa utilizan otros métodos hoy en día. Se emplean estanques para el desove de los reproductores, de crecimiento primario (preengorde) y de crecimiento secundario (engorde hasta peso de mercado). Las características de las aguas son similares a las de los salmónidos, pero con la diferencia de que las carpas necesitan al menos 18°C de temperatura como mínimo para crecer y ésta puede alcanzar hasta los 30°C (han soportado hasta 37°C en el subtrópico argentino). El óptimo crecimiento se produce entre los 20 y 28°C. La cantidad de agua de recambio en los estanques es muy pequeña, solo para compensación de las pérdidas por evaporación y filtración y para mantener las temperaturas adecuadas. En general se emplea 1 litro por segundo y por hectárea durante el verano que es la estación de crecimiento. La profundidad de los estanques en promedio suele ser de 1 m. (Castillo, 1990)

En los últimos años se ha observado un crecimiento en el interés y en el trabajo con especies exóticas (Castillo, 1990). Es así como se introdujo la carpa común (*Cyprinus carpio* var. *Espeularis*), seleccionada de Israel e introducida en 1963 por Sanclemente, de la estación piscícola de Chapingo en Mejico, al Valle del cauca (Castro, 1981).

En la década del 50 en Japon se comenzó a criar *Seriola* en aguas estuarinas y la carpa *Cyprinus carpio* en lagos y reservorios convirtiéndose en excelente productor (Koronuma, 1968), alcanzando en 1985 las 30.000 jaulas y un numero superior de otros tipos de confinamiento (Coche 1978).

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Características de la Tilapia roja

3.1.1. Clasificación taxonómica de la *Oreochromis spp.*

Phylum: Chordata

Subphylum: Vertebrata

Superclase: Gnathostomata

Clase: Actinopterygii

Orden: Perciformes

Familia: Cichlidae

Género: *Oreochromis*

Especie: *Oreochromis spp.*

Nombres comunes: tilapia roja, Mojarra roja

3.1.2. Características de la familia Cichlidae

Esta familia tiene 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).

3.1.3. Características de *Oreochromis spp.*

3.1.3.1. Características morfológicas.

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 mossambica, alcanza una longitud de 35 cm (figura. 1) (Zapata 2008).

3.1.3.2. Aspectos biológicos y ecológicos

Es una especie con amplia distribución de hábitat se encuentran en ríos, lagunas, estuarios, aguas salobres tropicales o subtropicales y 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 salobre (Rubio 2008).

3.1.3.3. Distribución

La tilapia es exclusivamente originaria del continente africano (excluyendo Madagascar) y palestina (valle del río Jordán). Fue ampliamente introducida para la acuicultura, pero escapó y se estableció en medio natural en muchos países, a

menudo compite con las especies locales. Varios países han informado el impacto ecológico adverso después de la introducción (Zapata 2008).

3.1.3.4. Alimentación

Las tilapias son por definición Omnívoras pero tienen tendencias herbívoras, pero cuando se encuentra 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 (Rubio 2008). Los alevines se alimentan de fitoplancton y zooplancton, etapa juvenil varían mucho más la dieta, incluyendo copépodos, crustáceos y otros pequeños invertebrados. En condiciones de cultivo pueden aceptar *Artemia salina*. Los adultos son voraces y devoran insectos, crustáceos, ocasionalmente larvas de anfibios y peces pequeños, que se encuentran en la superficie y en 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 (Op. Cit.).



Figura 1. Individuo de *Oreochromis spp.*

3.2. Características de la Carpa roja

3.2.1. Clasificación taxonómica de la *Cyprinus carpio*.

Phylum: Chordata

Subphylum: Vertebrata

Superclase: Gnathostomata

Clase: Actinopterygii

Orden: Ciprinoformes

Familia: Cyprinidae

Género: Carassius

Especie: *Cyprinus carpio*

Nombres comunes: carpa roja, carpa dorada

3.2.2. Características de la familia Cyprinidae

Es una familia casi en su totalidad dulceacuícola, se caracterizan por ser peces ovíparos con abandono de la puesta, aunque en algunas especies los machos construyen nidos y/o protegen los huevos; algunos de los caracteres distintivos de la familia son: cabeza corta, hocico redondeado, una sola aleta dorsal, aleta caudal homocerca; emarginada, boca terminal, sin dientes y escamas grandes distribuidas en forma irregular en el cuerpo. Poseen una espina aserrada en la aleta anal y en la dorsal y son característicos dos pares de barbos; uno mentonial y el otro bucal. Han sido muy importantes desde el punto de vista comercial para el hombre ya que el cultivo de muchos Cyprínidos particularmente las carpas, de origen asiático, ha sido practicado por siglos en los continentes europeo y asiático. En otros continentes su expansión ha sido menor. Abarca extensas áreas y ha sido quizás la más vieja forma de realizar cultivos extensivos, semiintensivos o intensivos de peces. (Rubio 2010).

3.2.3. Características de *Oreochromis spp.*

3.2.3.1. Características morfológicas.

La boca es terminal, casi siempre es protráctil, como precisamente sucede con el genero *Carassius*; los labios finos y pueden proyectarse hacia fuera; posee cuatro barbillas en el labio superior, dos cortas y dos más largas. Su color dorsal es verdoso a marrón en ambientes naturales y la parte ventral es de color amarillento a blanco. Pueden llegar a pesar entre 10 a 20 kilos y medir más de 80 cm de largo total en ambientes naturales, pero en cultivo se las cosecha al peso requerido en los mercados a los cuales se dirige el productor. Generalmente no poseen dientes verdaderos, sino callosidades dentales en la garganta, que actúan contra una placa palatal. Las aletas son angostas. Los perfiles superior e inferior son convexos, con muy pocas excepciones. No poseen aleta adiposa; la aleta caudal es marginada y dotada de dos lobulos iguales. (Rubio 2008).

3.2.3.2. Aspectos biológicos y ecológicos

Se trata de un pez de aguas templadas a cálidas. El crecimiento disminuye a medida que disminuyen las temperaturas y su alimentación se detiene a temperaturas cercanas a los 5°C. A temperaturas promedio de entre 15 y 18°C pueden vivir y crecer lo suficiente, pero en general, no se reproduce. Cuando se trata de veranos muy cálidos, se refugian en los fondos en las partes más profundas de los estanques y se vuelven letárgicas; en términos generales tienen preferencia por aguas de poca profundidad, de fondo fangoso y con vegetación densa. . (Op. Cit.).

3.2.3.3. Distribución

La familia Cyprinidae es de distribución cosmopolita, habitando las aguas calidas y templadas del planeta; son originarias del sureste Asiatico y han sido

introducidas en todos los continentes. Aparte de Asia y Europa, los cultivos se extendieron a Israel y también a América Latina, donde fueron introducidos ejemplares. En Argentina, la carpa común, fue introducida alrededor de 1946 y luego se extendió en muchos cuerpos de agua del país: ríos, embalses, lagunas y muy especialmente a partir de la inundación de 1982, cuando llegó por el río Salado hasta el río de la Plata donde es abundante actualmente. También se la transportó hacia el sur, de tal forma que en Río Negro se la encuentra abundantemente y fue introducida para disminuir la vegetación de los canales de riego y luego se expandió, igualmente al Río Colorado e inclusive en La Pampa existen abundantes poblaciones en el embalse de Casa de Piedra. . (Op. Cit.).

3.2.3.4. Alimentación

Es un pez de carácter omnívoro, que ingiere organismos planctónicos, así como pequeños animales que viven cercanos a los taludes y fondos de los ambientes donde ella vive o de los estanques de cultivo. También puede alimentarse y engordar a base de cereales, semillas de leguminosas y de alimentos secos balanceados. (Op. Cit.).



Figura 2. Individuo de *Ciprynus carpio*

4. OBJETIVO

4.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el crecimiento, del policultivo de tilapia roja (*Oreochromis spp.*) en policultivo con la carpa roja *Ciprynus carpio* en un sistema de jaulas flotantes en un lago artificial en el departamento del valle del cauca, con el fin de conocer la factibilidad de dicho policultivo.

4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Evaluar el crecimiento en peso y talla de la de tilapia roja (*Oreochromis spp.*) en policultivo con la carpa roja *Ciprynus carpio* en un sistema de jaulas flotantes, en un lago artificial en el departamento del Valle del Cauca.
- Determinar las variables físico-químicas relacionadas con el sistema de cría de jaulas flotantes, en un lago artificial en el departamento del valle del cauca.
- Determinar la relación existente entre peso-talla y determinar el tipo de crecimiento para cada especie en las diferentes combinaciones del policultivo de tilapia roja (*Oreochromis spp.*) en policultivo con la carpa roja *Ciprynus carpio* en un sistema de jaulas flotantes, en un lago artificial en el departamento del Valle del Cauca.

5. HIPOTESIS

H0: No hay diferencias significativas en el crecimiento en peso (gr.) y en longitud (cm.), policultivo de tilapia roja (*Oreochromis spp.*) en policultivo con la carpa roja *Ciprynus carpio*.

Ha: si hay diferencias significativas en el crecimiento en peso (gr.) y en longitud (cm.), policultivo de tilapia roja (*Oreochromis spp.*) en policultivo con la carpa roja *Ciprynus carpio*.

6. MATERIALES Y METODOS

6.1 Área de estudio

El estudio se llevo a cabo en la micro estación ubicada en el campus principal es la Ciudad Universitaria Meléndez, ubicada en la ciudad de Cali, en el departamento del Valle del Cauca $3^{\circ}22'33.55''\text{N}$ $76^{\circ}31'58.43''\text{O}$, con una elevación de 995 msnm (Figura 3). Esa zona presenta un clima de sabana tropical con una temperatura promedio de 25°C , la precipitación promedio anual alcanza 162.5 mm. (Rubio 2010)



Figura 3. Ubicación geográfica de la microestación en la Universidad del Valle – Cali - Valle del Cauca

6.2 Sistema de cultivo

6.2.1 Módulo flotante

Para la construcción de un modulo flotante de 36m^2 de área se utilizaron varas y tablas de madera disponibles en la zona, el modulo fue subdividió en 4 compartimentos de 6m^2 donde se dispusieron las jaulas flotantes. Para realizar un mejor control y manejo se construyeron pasadizos entre los compartimentos. (Figura 4). La flotación del modulo se llevó a cabo con canecas plásticas de 55 galones y se anclo por medio de muertos de cemento sujetos a la plataforma.



Figura 4. Vista panorámica de la plataforma empleada en la experiencia

6.2.2 Jaulas flotantes

Durante la experiencia fueron empleadas 30 jaulas distribuidas en forma aleatoria, unidas por sectores a una plataforma; las jaulas de 1 m³ fueron construidos en un armazón de tubos de pvc, a la cual se realizo la costura de la malla con nylon. Se utilizo una malla de polipropileno (PP Netlon Diamante) de 5 mm por 5 mm, estos módulos individuales de 1m³ con una capacidad útil de 0.8 m³ aproximadamente, con un margen de seguridad de 20cm, por encima de la superficie del agua, cada jaula fue construido con una compuerta de seguridad en la parte superior con el fin de evitar la intervención de posibles predadores. (Figura 5)



Figura 5 Jaulas empleadas en la experiencia, de 1 m³.

6.3 Protocolo experimental

6.3.1 Obtención de semilla

Para lograr los objetivos propuestos, se contactó a Biológicos de Colombia, con sede en la ciudad de Cali en la AV 4 N 45 N 64 con el fin de obtener la semilla o alevines para la realización del proyecto se calculó una población de 178 individuos para esta experiencia. Posteriormente fueron trasladados con ayuda de bolsas plásticas con oxígeno hasta la estación de cría en la Universidad.

6.3.2 Densidad de siembra y combinaciones del policultivo

Durante la experiencia se evaluó una densidad de 6 individuos por jaula, los controles fueron cada una de las especies evaluadas creciendo de forma individual; se tuvieron 3 tratamientos para este policultivo, el primer tratamiento o tratamiento A corresponde a la proporción de 1/1, 3 Carpas y 3 Tilapias. Para el tratamiento 2 o tratamiento B la proporción correspondiente fue de 2T/1C, es decir 4 Tilapias y 2 Carpas, el tratamiento 3 o C corresponde a la proporción 2C/1T, es decir 4 Carpas y 2, Tilapias, finalmente los tratamientos control correspondientes para cada especie tuvieron una densidad de: 6 Tilapias por modulo de confinamiento, en el caso del control para *Oreochromis spp* (Tilapia roja), de 6 Carpas por modulo de confinamiento, en el caso del control para *Ciprynus carpio* (Carpa roja); cada uno de los tratamientos conto con sus respectivas replicas. Tanto el control como todos los tratamientos fueron repartidos aleatoriamente en los módulos experimentales; la experiencia se inicio el 28 de octubre de 2012 y finalizo 27 de febrero de 2012, para una duración total de 122 días.

6.3.3 Alimentación

Los peces fueron alimentados 3 veces al día entre las 9:00 am y las 5:00pm. Durante la primera fase de la experiencia del cultivo experimental (2 primeros meses) se utilizó un alimento extrudizado comercial marca “Solla” Mojarra 38, el cual contiene 38% de proteína; este tipo de alimentos, es recomendada para suministrar a alevinos desde 0.5 hasta 80 gramos de peso vivo porque garantiza el menor costo energético de movimiento en su proceso de alimentación diario. Posteriormente se suministró alimento extrudizado Mojarra 32, el cual contiene 32% de proteína, este producto se suministra generalmente durante la fase de levante en el cultivo de especies porque permite obtener así la mejor relación costo beneficio en cultivos tecnificados y no tecnificados. La ración fue administrada al 15, 12, 10, 8 y 6% de acuerdo a la biomasa presentada por los peces al momento del muestreo, siguiendo la tabla de alimentación propuesta (**Tabla 1**).

En las tablas 2 y 3 se muestra la composición proximal de los dos tipos de alimento utilizado para esta experiencia.

Tabla 1. Tabla de alimentación propuesta para la experiencia

PESO (g)	Porcentaje de peso en alimento
31-60	15
61-90	12
91-120	10
121-150	8
151-180	6

Tabla 2. Composición proximal del alimento Mojarra 38% marca “Solla” utilizado durante la experiencia

MOJARRA 38%
Proteína mínima 38%
Grasa mínima 4%
Ceniza máxima 12%
Humedad 13%
Fibra máxima 4%
Tamaño de pelet 2,5 mm

Tabla 3. Composición proximal del alimento Mojarra 32% m
arca “Solla” utilizado durante la experiencia.

MOJARRA 32%
Proteína mínima 32%
Grasa mínima 2,5%
Ceniza máxima 12%
Humedad 13%
Fibra máxima 4%
Tamaño de pelet 3,5 mm

6.3.4 Parámetros fisicoquímicos

Se llevo a cabo un monitoreo quincenal de algunos parámetros fisicoquímicos, con la ayuda del disco Secchi el cual mide la visibilidad relativa o turbidez de los cuerpos de agua, dependiendo de la profundidad que alcance, se obtiene una idea sobre la productividad, presencia de plancton, sedimentación, etc y del YSI 58, el cual permite conocer la cantidad de oxígeno disuelto en el agua, la salinidad y la temperatura.

6.4 Crecimiento y parámetros zootécnicos

Durante la realización de esta experiencia se tomaron medidas quincenalmente, 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 estimará comparando la biomasa total con biomasa inicial.

- $\Delta B_t = B_t - B_0$

Donde B_t = biomasa final total (kg); B_0 = biomasa inicial total (kg).

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

- $\Delta w_t = W_t - W_0 / t$

Donde W_t = peso final del pez (g); W_0 = peso inicial del pez (g); t = tiempo (días)

Tasa de sobrevivencia, se estimara con el número de peces iniciales y el número de supervivientes después de 120 días de cultivo. 64

- $N_t / N_0 \times 100\%$

Donde N_t = número de peces supervivientes el tiempo t ; N_0 = número inicial de peces.

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

- $FRC = \text{peso alimento suministrado} / \text{peso ganado por los peces}$

- Producción neta (P_w)= $(W_t - W_0) \text{ (kg)} / v \text{ (m}^3\text{)}$

Donde W =: peso total de los peces que sobreviven al tiempo t ; W_0 = peso total inicial de los peces; V = volumen de la jaula.

- 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.

6.5 Relación longitud-peso

Relación longitud-peso $WT = aLT^b$

WT = peso total de pez en gramos; a = constante de regresión equivalente al factor de condición (F_c); LT es la longitud total en centímetros; b es el coeficiente de crecimiento de la regresión. Tomando el logaritmo para linear la ecuación:
 $\log WT = \log a + b \log LT$

Donde b es la pendiente de la recta.

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

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

Donde: Sx= desviación estándar de la LT (Longitud total), Sy= desviación estándar de la WT (peso total), b= pendiente de la curva, R²= coeficiente de correlación, n= numero de datos.

6.6 Análisis estadístico

El estudio realizado corresponde a un diseño completamente al azar y los datos obtenidos se compararon estadísticamente con el programa de computador statistica, mediante un análisis de varianza, de un diseño de medidas repetidas, con unas post-Anova de Tukey.

7. RESULTADOS

Con el fin de evaluar el crecimiento y supervivencia de tilapia roja (*Oreochromis spp.*) En policultivo con la carpa roja *Ciprynus carpio*, utilizando jaulas flotantes se llevo a cabo la experiencia de 122 días transcurridos entre el 28 de octubre de 2011 y el 27 de febrero de 2012.

7.1 Parámetros físico-químicos del agua

Tabla 4. Parámetros físico-químicos del agua, evaluada quincenalmente, en el sitio de cultivo.

Fecha de registro	Temperatura(°C)	Oxígeno(mg/L)	Turbidez (cm)	pH
28 de octubre 2011	20,5	6,53	28,9	7,83
12 de noviembre 2011	21	6,49	34,2	7,95
28 de noviembre 2011	20,8	6,54	29,2	7,96
13 de diciembre 2011	22,9	6,5	36,8	7,85
28 de diciembre 2011	22	6,55	37,64	8,39
12 de enero 2012	24,4	6,53	30	8,1
27 de enero 2012	25	6,5	35	7,86
11 de febrero 2012	23,9	6,53	33	8,24
27 de febrero 2012	23,5	6,5	35	8,15

7.1.1 Temperatura

La temperatura del agua presentó un promedio de 22,8 ° C, con una temperatura mínima de 20,5 °C y una máxima de 25°C. Las temperaturas más altas se registraron en el mes de Enero. El comportamiento de la temperatura durante 122 días. (Figura 6)

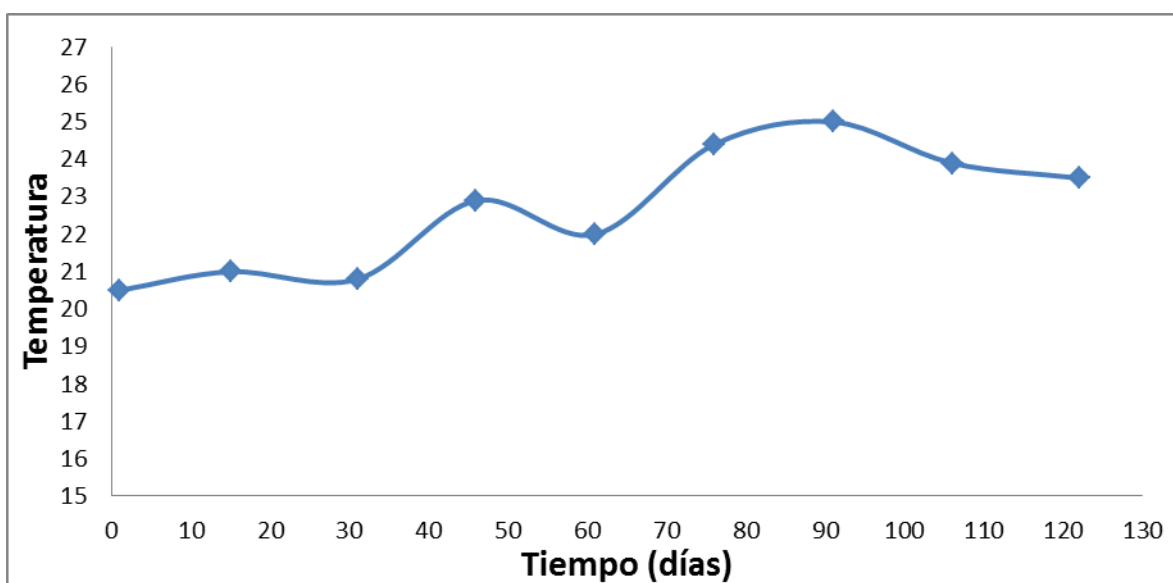


Figura 6. Temperatura, durante los 122 días de la experiencia.

7.1.2 El oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto es un parámetro sumamente importante en la calidad del agua y durante la realización de esta experiencia presento un valor promedio de 6,52 mg/L, con un valor mínimo de 6,49 y un valor máximo de 6,55 mg/L. El comportamiento de este parámetro fisicoquímico durante 122 días de la experiencia se observa en la figura 7

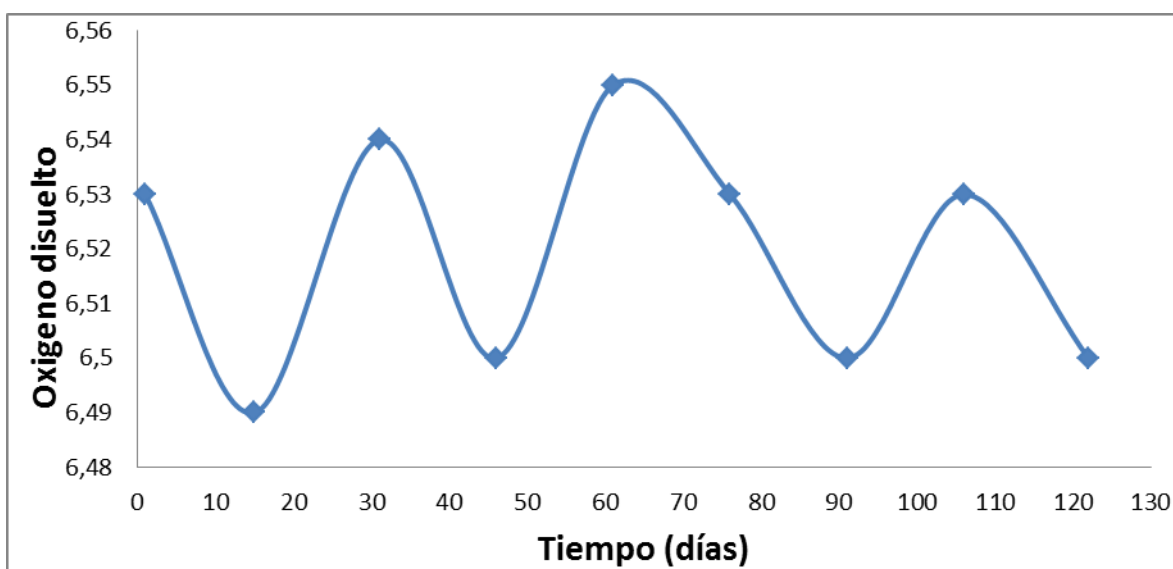


Figura 7. Oxígeno disuelto, durante los 122 días de la experiencia.

7.1.3 Turbidez

La turbidez presentó un rango de variación de 28,9cm a 37,6cm con un valor promedio de 33,1. Los valores máximos se registraron en el mes de diciembre, este comportamiento se muestra en la figura 8.

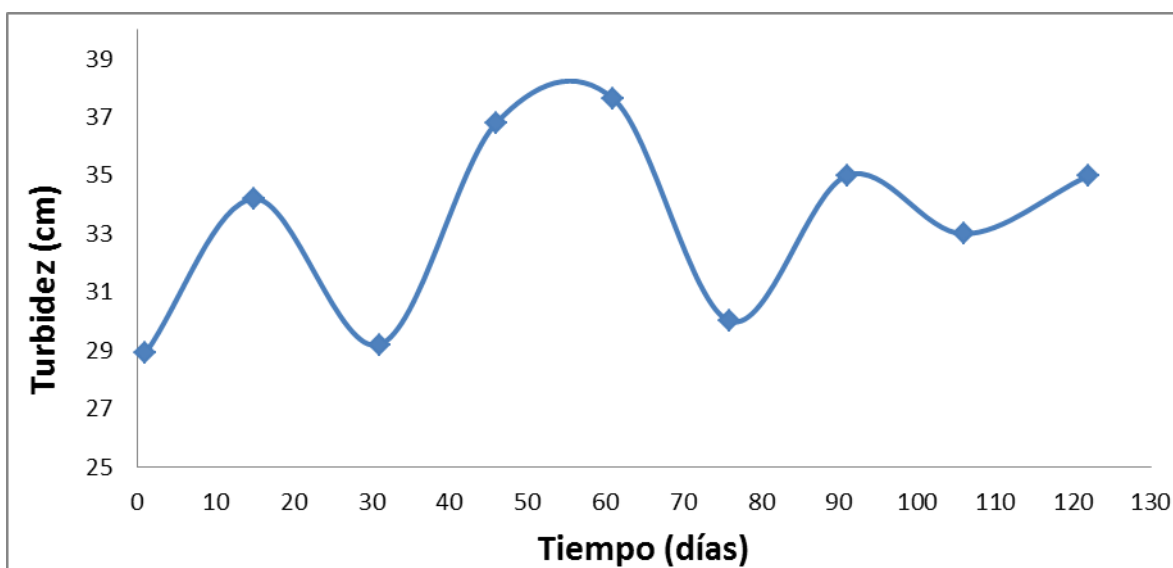


Figura 8. La turbidez, durante los 122 días de cultivo.

7.1.4 pH

El pH registró poca variación con un rango entre 6,5 y 7,2. Con un promedio de 6,9, muy cerca a la neutralidad. Que se mantuvo durante toda la experiencia de 122 días, este comportamiento se muestra en la figura 9.

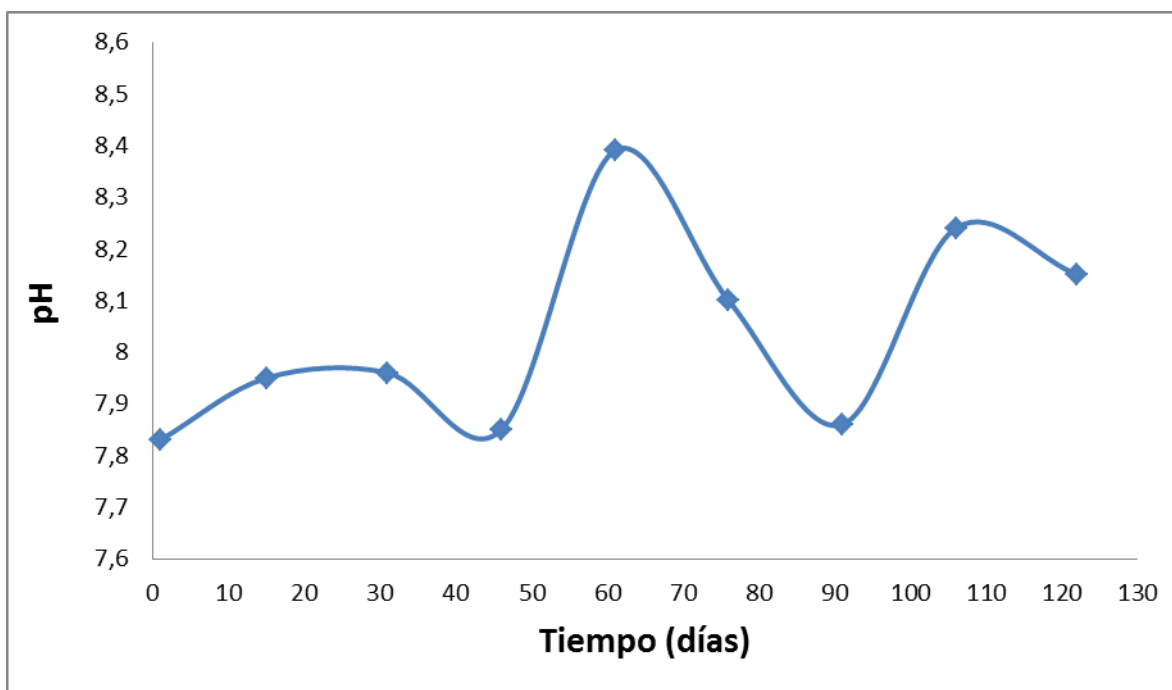


Figura 9. pH, durante los 122 días de la experiencia.

7.2 Parámetros zootécnicos

En la evaluación del crecimiento de *Oreochromis sp* en policultivo con *Ciprynus carpio*, se obtuvieron promedios constantes de crecimiento tanto para *Oreochromis sp* como para *Ciprynus carpio*, siendo el tratamiento A (proporción 1T/1C) el menos favorable para *Oreochromis sp* en cuanto a incremento de talla promedio (cm/día).

En la tabla 5 se observan los promedios del crecimiento en longitud y peso de *Oreochromis sp* en policultivo *Ciprynus carpio* y sus respectivos datos zootécnicos.

Tabla 5. Los promedios del crecimiento en longitud y peso de *Oreochromis sp* en policultivo *Ciprynus carpio* y sus respectivos datos zootécnicos.

TRATAMIENTO	TRATAMIENTO A (1T/1C)		TRATAMIENTO B (2T/1C)		TRATAMIENTO C (1T/2C)		CONTROL TILAPIA	CONTROL CARPA
	TILAPIA	CARPA	TILAPIA	CARPA	TILAPIA	CARPA		
Talla inicial (cm)	7,98	7,03	8,82	7,42	9,06	7,5	8,45	8,2
Talla final (cm)	25,42	28,87	31,72	32,62	33,65	33,02	34,5	34
Incremento talla promedio (cm/día)	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Peso inicial	39,72	33,2	40	33,25	39,6	35	38,58	39,72
Peso final	128,75	116,58	102	87	97,17	104	157,83	153
Incremento peso promedio (g/día)	0,73	0,68	0,51	0,44	0,47	0,56	0,97	0,93
peso ganado (g)	89,03	83,38	62	53,75	57,57	69	119,25	113,28
Producción neta (kg/m ³)	0,08	0,08	0,02	0,05	0,05	0,41	0,12	0,68
Tasa de crecimiento específico (%)	0,96	1,03	0,06	0,79	0,74	0,89	1,15	1,1
FCR	5,77	5,05	7,29	7,3	7,87	6,34	4,14	4,31
Supervivencia (%)	100	100	87,5	100	100	100	91,7	100

7.2.1 Peso ganado

Como se observa en la tabla 5, en el estudio de *Oreochromis sp* en policultivo con *Ciprynus carpio*; se registro al finalizar el periodo programado para la experiencia (122 días) una ganancia de peso aceptable del *Oreochromis sp* en los diferentes tratamientos aplicados; siendo el tratamiento C con una proporción de (1T/2C) el menos favorable con un valor en gramos de 57,57; en cuanto a *Ciprynus carpio* el tratamiento que presento el menor incremento en peso fue el tratamiento B que corresponde a la proporción (2T/1C) con un valor 53,75 gramos.

El tratamiento que registro los valores mas altos para ambas especies fue el tratamiento A correspondiente a la proporción (1T/1C) con valores de 89,03 gramos para *Oreochromis sp* y de 83,38 gramos para *Ciprynus carpio*. En cuanto a los controles el valor mas alto lo presento *Oreochromis sp* 119,25 gramos y *Ciprynus carpio* obtuvo un valor de 113,28 gramos.

7.2 2 Supervivencia

La supervivencia para ambas especies fue alta como se muestra en las tabla 5; *Ciprynus carpio* obtuvo una sobrevivencia del 100% en todos los tratamientos; por otra parte *Oreochromis spp* presento únicamente perdidas en el tratamiento C (1T/2C) con un 87,5% de supervivencia y en el control con 91,7% de supervivencia.

7.2.3 Factor de conversión de alimento

Los valores de FCR fueron similares en ambas especies. En *Oreochromis spp* este valor fue superior a 3, con un máximo de 7,87 en el tratamiento C (1T/2C) un mínimo de 5,77 que se registro en el tratamiento A (1T/1C) y en el control de esta

especie se registro un valor de 4,14. *Ciprynus carpio* el máximo valor se registró en el tratamiento B (2T/1C) 7,3 y un valor mínimo en el tratamiento A (1T/1C) de 5,05, en cuanto al control empleado para *Ciprynus carpio* el valor obtenido fue de 4,31.

7.2.4 Incremento de peso promedio por día

Como se observa en la tabla 5, en el estudio de *Oreochromis sp* en policultivo con *Ciprynus carpio*; se registro ganancia de peso promedio diario aceptable en *Oreochromis spp* con un valor mínimo de 0,47 g/día en el tratamiento C (1T/2C) y un valor máximo registrado en el tratamiento A (1T/1C) de 0,73 g/día. *Ciprynus carpio* obtuvo un valor mínimo de 0,44 g/día en el tratamiento B (2T/1C) y un máximo de 0,68 g/día obtenido en el tratamiento A (1T/1C); ambos controles presentaron valores de incremento de peso promedio por día altos en comparación con los diferentes tratamientos; con valores de 0,97 g/día para *Oreochromis sp* y de 0,93 g/día para *Ciprynus carpio*.

7.2.5 Incremento talla promedio por día

Los resultados obtenidos del incremento de talla promedio diario fueron muy similares para ambas especies de 0,2 (cm/día) para todos los tratamientos; siendo el dato obtenido en el tratamiento A (1T/1C) de 0,1 (cm/día) el único diferente y al tiempo el mas bajo registrado durante la experiencia, como los muestra la tabla 5.

7.2.6 Producción neta

Como muestra la tabla 5 ninguno de los tratamientos del estudio de *Oreochromis sp* en policultivo con *Ciprynus carpio*; obtuvo un valor superior de 1Kg/m³,

siendo el control de la carpa el de mejor comportamiento con 0,68Kg/m³, seguido del valor obtenido en por la carpa en el tratamiento C (1T/2C) 0,41 Kg/m³.

7.2.7 Tasa de crecimiento especifico

Como muestra la tabla 5 en los tratamientos del estudio de *Oreochromis sp* en policultivo con *Ciprynus carpio* el valor más alto lo presento la Carpa roja en el tratamiento A (1T/1C) con 1,03% y el valor menos favorable se presento en el tratamiento B (2T/1C) para la tilapia roja con un porcentaje en la tasa de crecimiento especifico muy bajo 0,06 %; en cuanto a los tratamientos fueron de 1,15% para Tilapia roja y de 1,1% para Carpa roja.

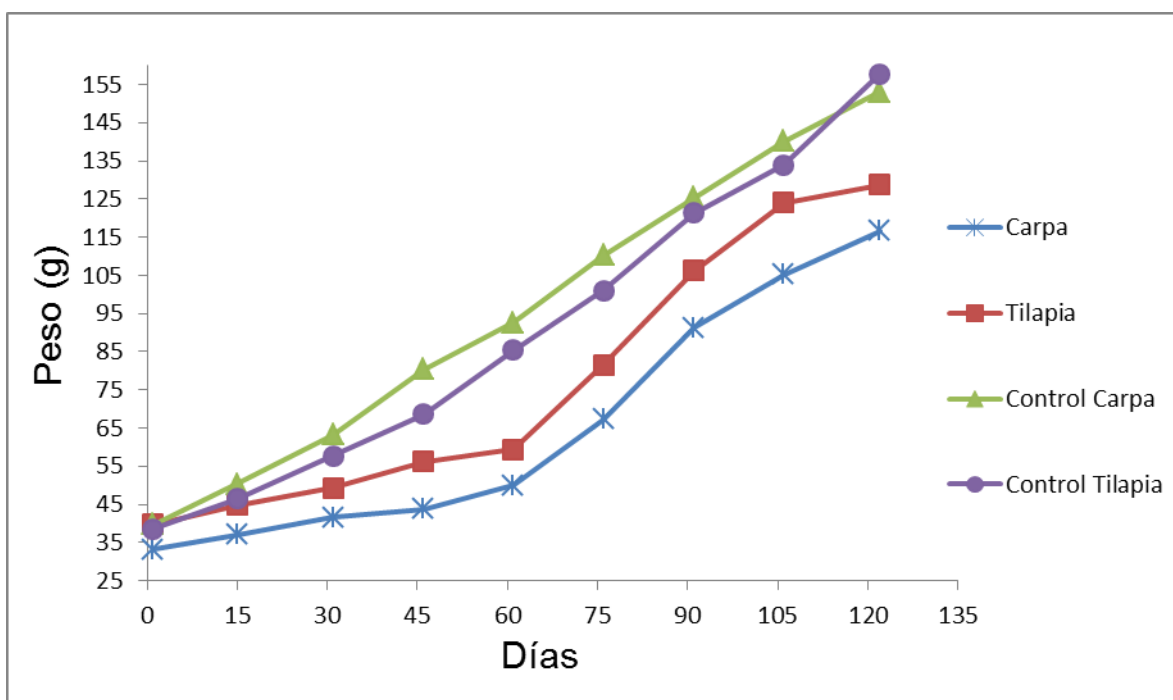


Figura 10. Crecimiento en peso de *Oreochromis sp* en policultivo con *Ciprynus carpio* tratamiento A (1T/1C), en jaulas Flotantes.

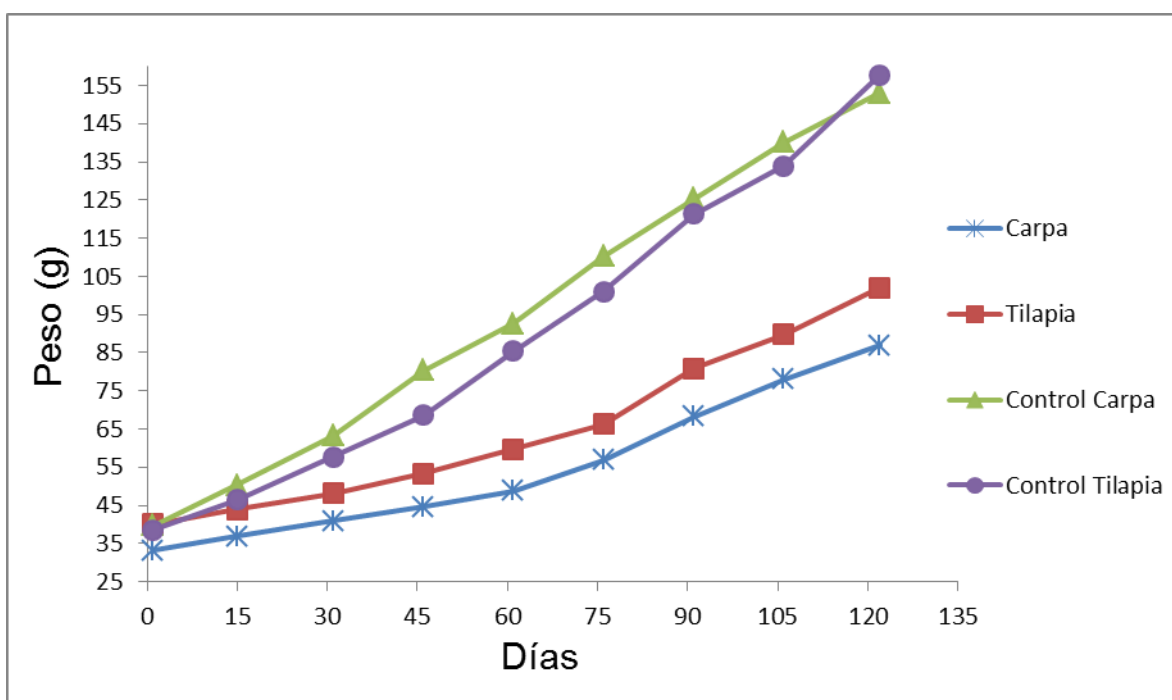


Figura 11 Crecimiento en peso de *Oreochromis sp* en policultivo con *Ciprynus carpio* tratamiento B (2T/1C), en jaulas flotantes.

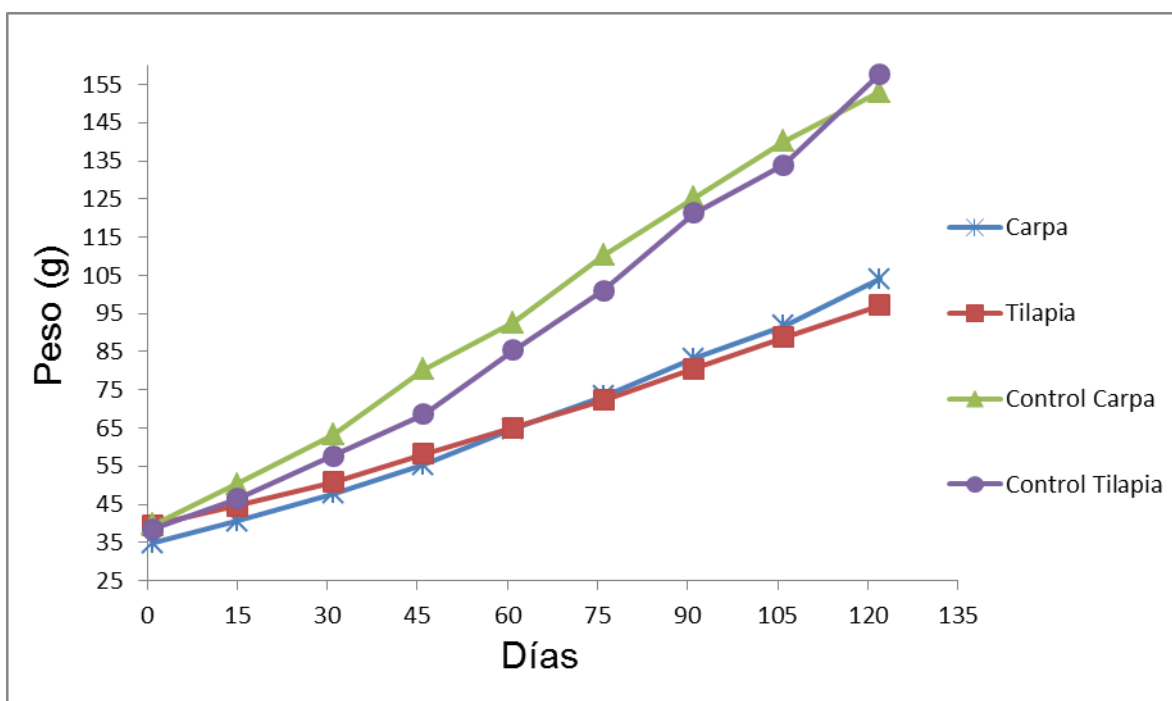


Figura 12 Crecimiento en peso de *Oreochromis sp* en policultivo con *Ciprynus carpio* tratamiento C (1T/2C), en jaulas flotantes

7.3 Relación longitud – peso

La relación de longitud-peso de cada una de las especies de peces en policultivo y su respectivas curvas, se realizaron con los datos de longitud y peso colectados quincenalmente, durante los 122 días de la experiencia (figuras). 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 6.

Tabla 6. Resultados de la prueba t-Student para la relación longitud-peso del estudio de *Oreochromis sp* en policultivo con *Ciprynus carpio*, en jaulas flotantes bajo diferentes proporciones de siembra

Tratamiento	T calculado	T de tabla	Crecimiento
Tilapia A(1T/AC)	140.23	1,65	Alométrico $b \neq 3$
Carpa A(1T/AC)	348,99	1,65	Alométrico $b \neq 3$
Tilapia B (2T/1C)	152,26	1,65	Alométrico $b \neq 3$
Carpa B (2T/1C)	82,16	1,66	Alométrico $b \neq 3$
Tilapia C (1T/2C)	182,46	1,66	Alométrico $b \neq 3$
Carpa C (1T/2C)	294,87	1,65	Alométrico $b \neq 3$
Control Tilapia	618,96	1,64	Alométrico $b \neq 3$
Control Carpa	627.09	1,64	Alométrico $b \neq 3$

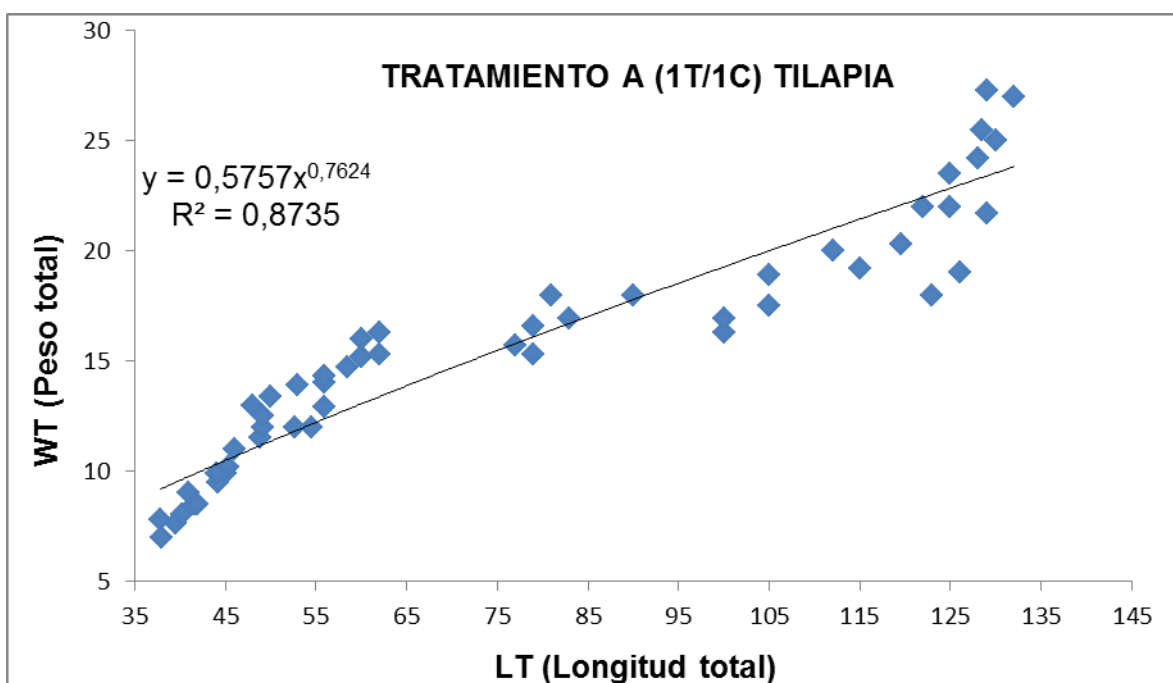


Figura 13. Relación peso total en función de longitud total, del tratamiento A con densidad (1T/1C) para la Tilapia, en el estudio de *Oreochromis sp* en policultivo con *Ciprynus carpio* en jaulas flotantes.

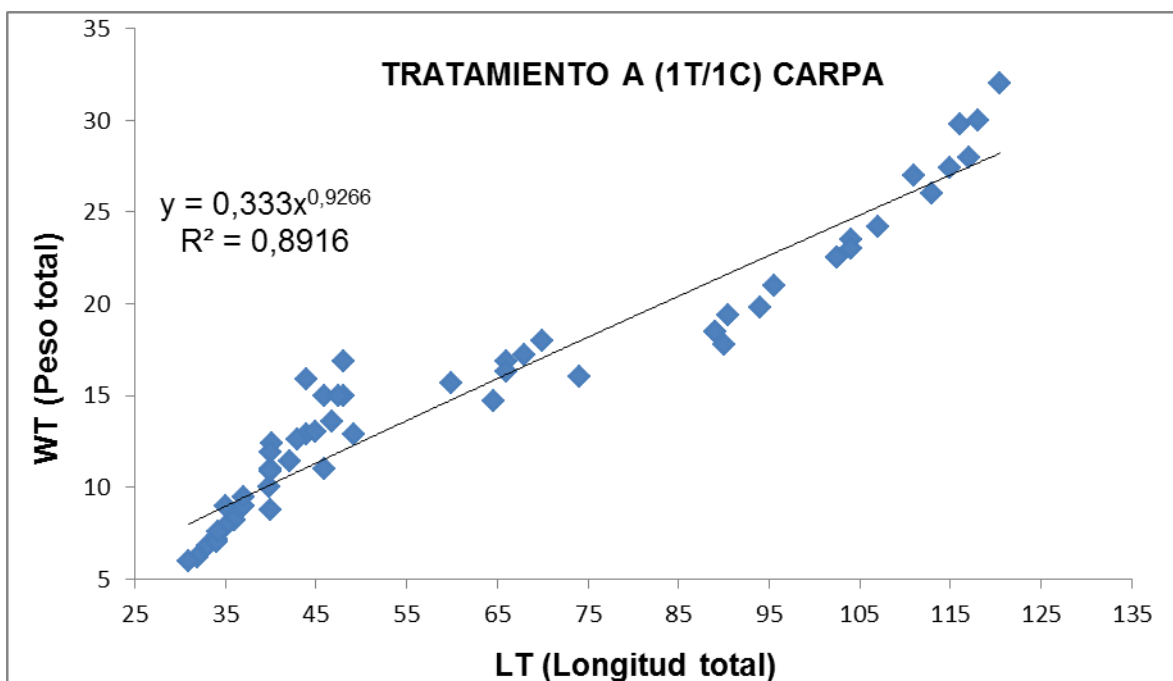


Figura 14. Relación peso total en función de longitud total, del tratamiento A con densidad (1T/1C) para la Carpa, en el estudio de *Oreochromis sp* en policultivo con *Ciprynus carpio* en jaulas flotantes.

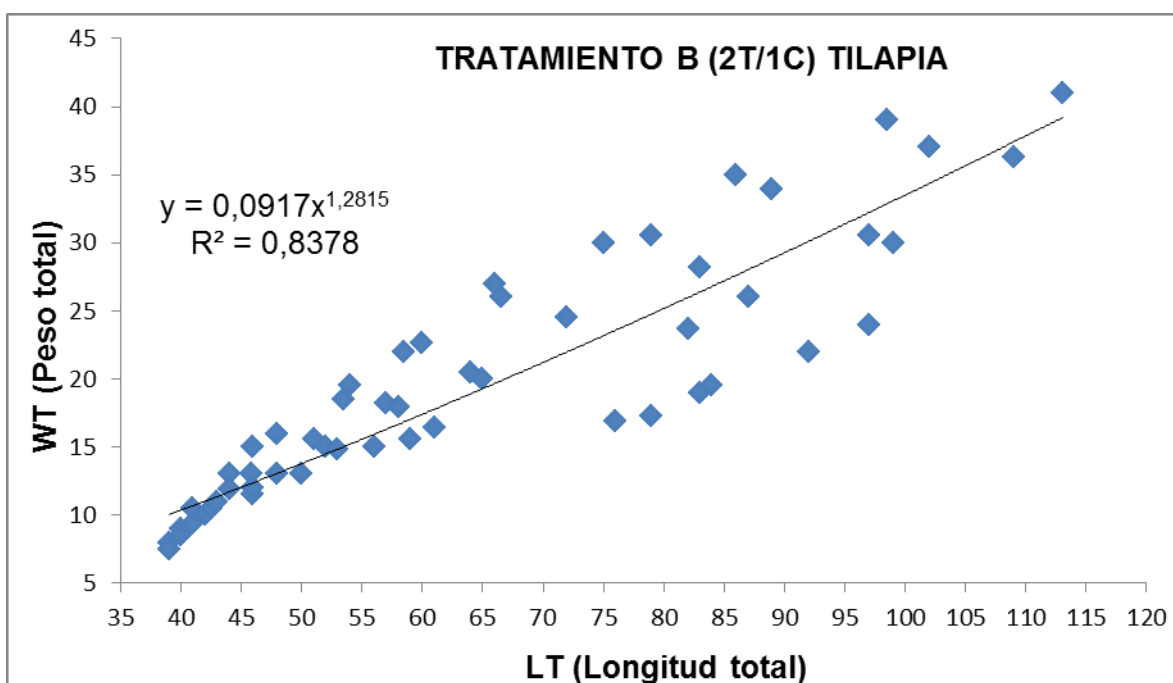


Figura 15. Relación peso total en función de longitud total, del tratamiento B con densidad (2T/1C) para la Tilapia, en el estudio de *Oreochromis sp* en policultivo con *Ciprynus carpio* en jaulas flotantes.

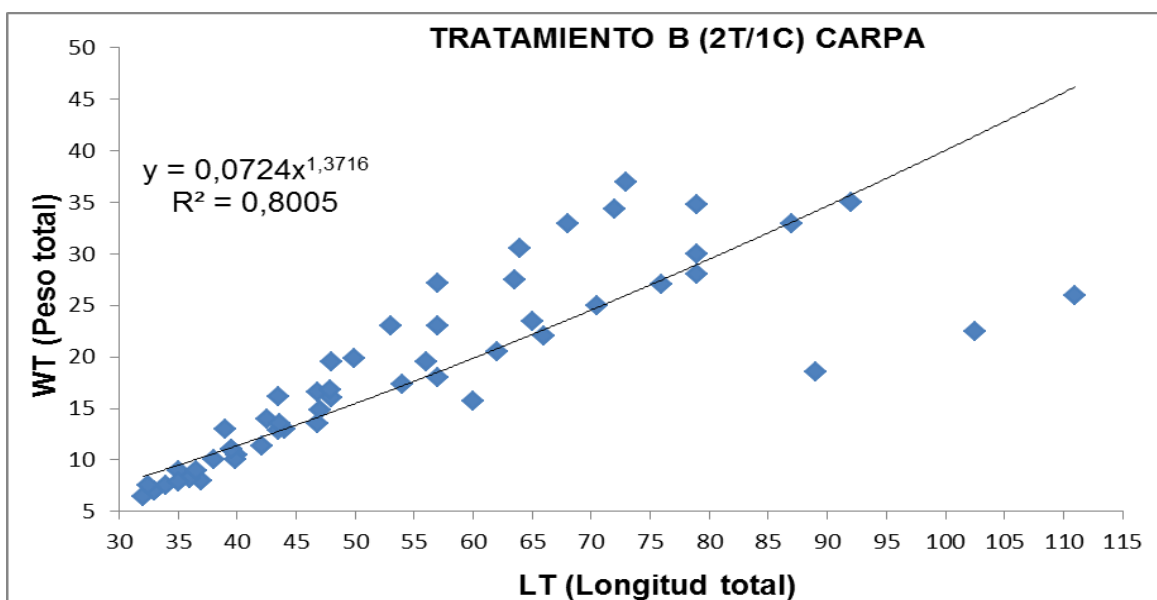


Figura 16. Relación peso total en función de longitud total, del tratamiento B con densidad (2T/1C) para la Carpa, en el estudio de *Oreochromis sp* en policultivo con *Ciprynus carpio* en jaulas flotantes.

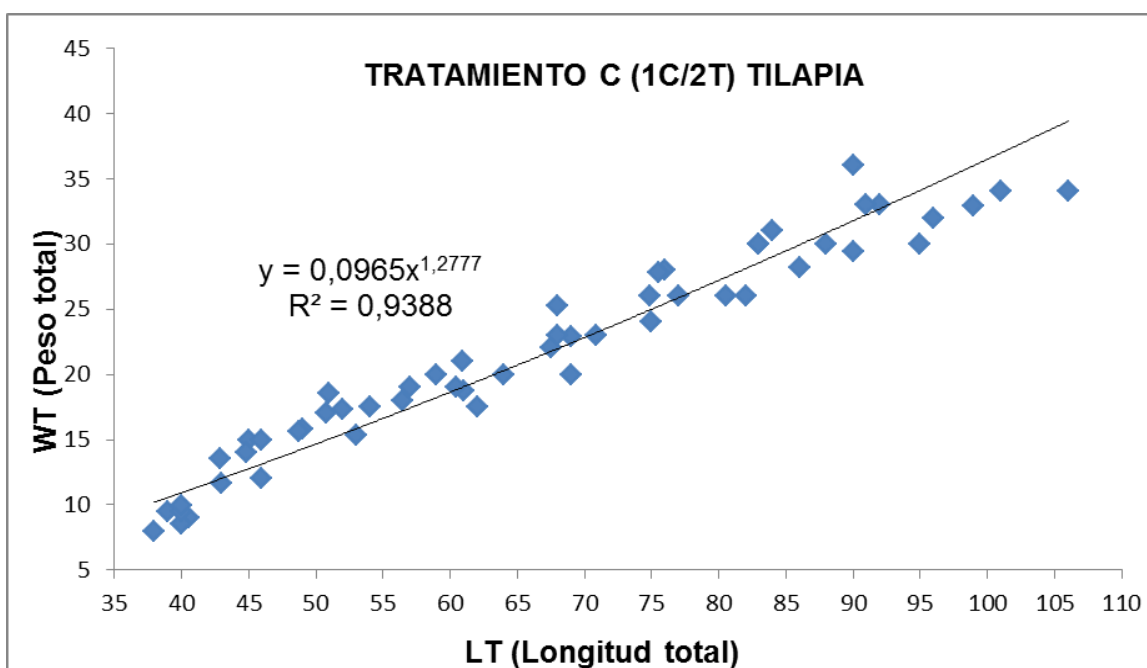


Figura 17. Relación peso total en función de longitud total, del tratamiento C con densidad (1T/2C) para la Tilapia, en el estudio de *Oreochromis sp* en policultivo con *Ciprynus carpio* en jaulas flotantes.

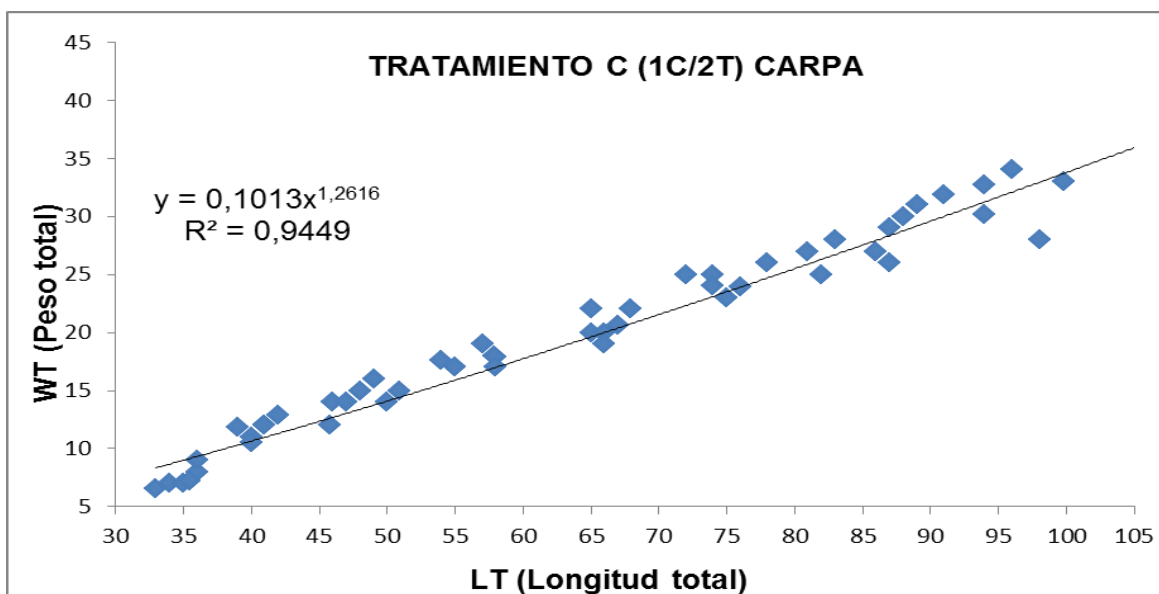


Figura 18. Relación peso total en función de longitud total, del tratamiento C con densidad (1T/2C) para la Carpa, en el estudio de *Oreochromis sp* en policultivo con *Ciprynus carpio* en jaulas flotantes.

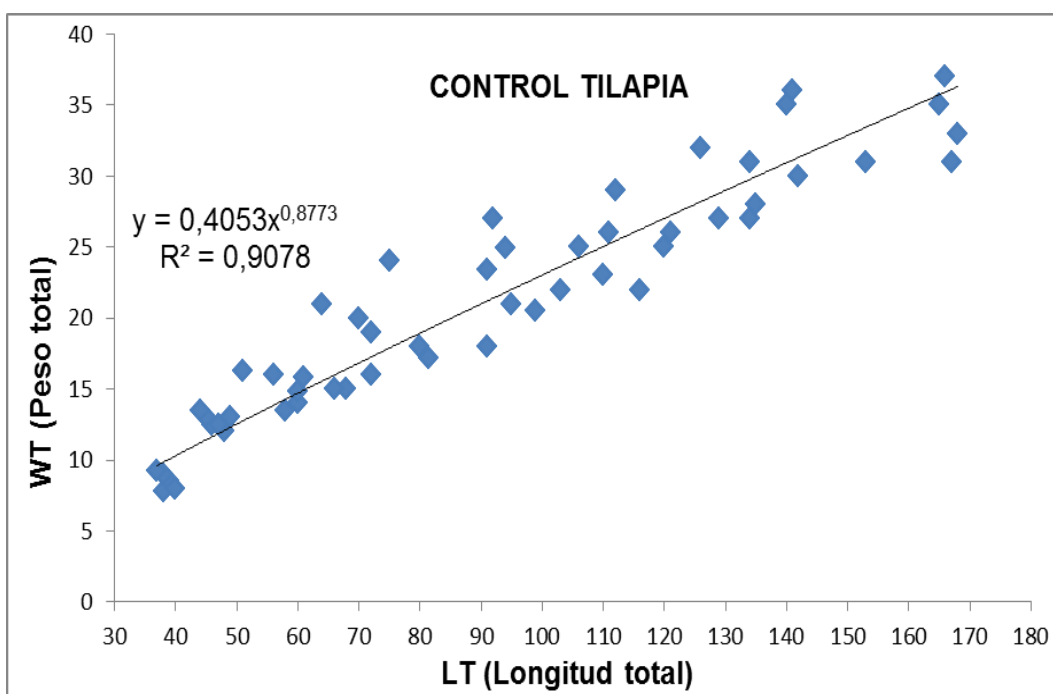


Figura 19 Relación peso total en función de longitud total, del control de Tilapia, en el estudio de *Oreochromis sp* en policultivo con *Ciprynus carpio* en jaulas flotantes.

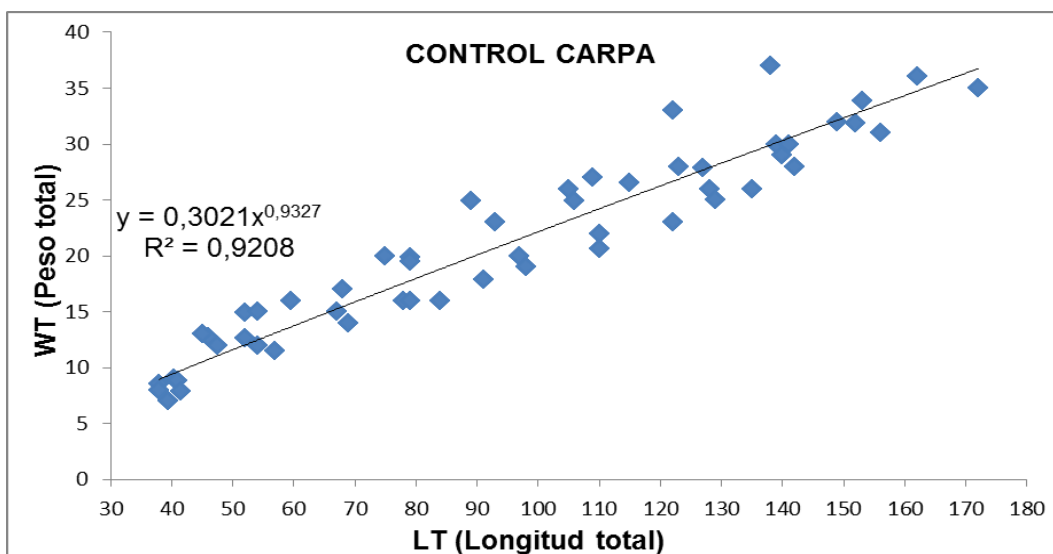


Figura 20. Relación peso total en función de longitud total, del control de Carpa, en el estudio de *Oreochromis sp* en policultivo con *Ciprynus carpio* en jaulas flotantes.

7.4 Análisis de datos

7.4.1 Análisis de varianza para el crecimiento diario en talla del estudio de Tilapia en policultivo con Carpa en jaulas flotantes.

Como muestra la Anova (tabla 7) el P-valor es menor que el estadístico de prueba de 0,05; lo que indica que acepta la hipótesis nula, por lo que fue posible inferir que hay diferencias significativas entre las combinaciones; al encontrar diferencias entre las combinaciones, se realizó una Post-Anova (test de Tukey)

Tabla 7. Análisis de varianza (Anova) para el crecimiento diario en talla del estudio de *Oreochromis sp* en policultivo con *Ciprinius carpio* en jaulas flotantes.

	Test	Value	F	Effect	Error	P
Intercept	Wilks	0,132504	1384,675	2	423	0,000000
Tratamiento	Wilks	0,524525	53,687	6	846	0,000000
Especie	Wilks	0,990941	1,933	2	423	0,145931
Tratamiento*Especie	Wilks	0,937350	4,636	6	846	0,000120

Tabla 8. Análisis de varianza (Anova) test de homogeneidad de varianzas

	Hartley F max	cocran c	bartlett chi-sqr	df	p
Peso	1,080174	0,519271	0,318875	1	0,572285
Talla	1,089378	0,521389	0,392871	1	0,530794

Tabla 9. Post-Anova. (test de Tukey) para el crecimiento diario en talla del estudio de *Oreochromis sp* en policultivo con *Ciprynus carpio* en jaulas flotantes.

		{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}
Tratamiento	Especie	76,65600	65,096	64,857	54,926	66,333	66,18	90,111	94,989
A	TR		0,449688	0,421614	0,003002	0,600696	0,581848	0,249523	0,025746
A	CR	0,449688		1,000000	0,619330	0,999999	1,000000	0,000274	0,000035
B	TR	0,421614	1,000000		0,648121	0,999996	0,999998	0,000230	0,000034
B	CR	0,003002	0,619330	0,648121		0,467956	0,486520	0,000032	0,000032
C	TR	0,600696	0,999999	0,999996	0,467956		1,000000	0,000684	0,000041
C	CR	0,581848	1,000000	0,999998	0,486520	1,000000		0,000610	0,000040
Control Tilapia	TR	0,249523	0,000274	0,000230	0,000032	0,000684	0,000610		0,989131
Control Carpa	CR	0,025746	0,000035	0,000034	0,000032	0,000041	0,000040	0,989131	

Tabla 10. Post-Anova. (test de Newman-Keuls) para el crecimiento diario en talla del estudio de *Oreochromis sp* en policultivo con *Ciprynus carpio* en jaulas flotantes.

		{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}
Tratamiento	Especie	76,65600	65,096	64,857	54,926	66,333	66,18	90,111	94,989
A	TR		0,170774	0,224484	0,001665	0,067526	0,151875	0,017175	0,003351
A	CR	0,170774		0,966308	0,169190	0,973881	0,847808	0,000106	0,000022
B	TR	0,224484	0,966308		0,078602	0,993749	0,970233	0,000128	0,000027
B	CR	0,001665	0,169190	0,078602		0,256134	0,190529	0,000026	0,000032
C	TR	0,067526	0,973881	0,993749	0,256134		0,978299	0,000094	0,000010
C	CR	0,151875	0,847808	0,970233	0,190529	0,978299		0,000138	0,000020
Control Tilapia	TR	0,017175	0,000106	0,000128	0,000026	0,000094	0,000138		0,387650
Control Carpa	CR	0,003351	0,000022	0,000027	0,000032	0,000010	0,000020	0,387650	

8. DISCUSIÓN

8.1 Parámetros físico-químicos

La estabilidad, la estructura y la productividad de la vida en un cuerpo de agua esta determinadas por una red compleja de factores de distinta jerarquía espacio-temporal que van desde la penetración de la luz, el origen geológico, la morfología del lago y la posición altitudinal del mismo, hasta el efecto que el hombre ejerce sobre el a través de las practicas culturales que realiza en su área de influencia (Roldan, 1992). Tales factores se reflejan en las características fisicoquímicas del agua y del sedimento y en las condiciones morfológicas de los reservorios, aspectos que se presentaran a continuación.

8.1.1 Temperatura

La temperatura es un factor de vital importancia ya que afecta directamente en los procesos fisiológicos como el metabolismo, respiración, maduración, producción, etc... indirectamente afecta a través de la calidad del agua por el grado de disolución de los gases mas importantes y la densidad del liquido;este importante factor medioambiental incide considerablemente en los procesos de asimilación del alimento por parte de los peces, lo que es benéfico para disminución en los costos de producción (Saavedra, 2006).

La temperatura del agua presentó un promedio de 22,8 ° C, con una temperatura mínima de 20,5 °C que se registro entre los meses de octubre y noviembre y una máxima de 25°C. Las temperaturas más altas se registraron en el mes de enero, cuando la pluviosidad comenzó a disminuir.

El comportamiento diario de la temperatura durante los 122 días en los que se llevo a cabo la experiencia, estuvo por debajo de los parámetros ambientales óptimos para el cultivo de peces de aguas cálidas, que deben estar en un rango normal de 25 a 30°C; Cuando la temperatura es mayor a 30 °C los peces consumen más oxígeno lo cual puede causar mortalidad en sistemas de cultivo intensivos o extensivos con alto grado de materia orgánica, como el registrado en el encierro natural (Saavedra, 2006).

Aunque no se tiene registro de la temperatura óptima la carpa roja se obtuvo un buen comportamiento en la aceptación del alimento, aunque se observaba una disminución en la ingestión del alimento en las horas frías del día, como sucedió en las mañanas donde se presentaron lloviznas. Mientras que para la tilapias estas temperaturas están un poco por debajo de su rango óptimo pero se observo un buen comportamiento en la alimentación. En la mayoría de los casos el registro de temperatura más alto se obtuvo en las horas de la tarde lo cual generaba variaciones en el comportamiento de los peces, haciéndolos mucho más activos en estas horas del día.

8.1.2 pH

La medida de pH expresa la concentración de iones hidrógeno en el agua y expresa la característica acida o básica de esta, va de 0 a 14 siendo 7 el punto neutro. Para la mayoría de los organismos acuáticos el pH optimo está entre el rango 6,5 y 9,0 para su normal crecimiento y desarrollo, ya que el pH controla diversas reacciones de equilibrio como son las reacciones de aminoácidos y nitritos, además influye en la toxicidad de metales pesados (Saavedra, 2006). El pH registrado en la experiencia tuvo poca variación con un rango entre 6,5 y 7,2. Con un promedio de 6,9, muy cerca a la neutralidad, lo cual fue favorable para la realización del cultivo, ya que se encuentra dentro del rango optimo, para el crecimiento de los peces, que crecen mejor en pH neutro o levemente alcalino, según la literatura se establece que pH ente 6.5 y8.5 son los limites deseables para la cría de peces de agua dulce, con crecimientos satisfactorios.

(Saavedra, 2006).

8.1.3 La turbidez

La turbidez mide los sólidos sedimentables, suspendidos y disueltos, que se producen por el alimento no ingerido, las heces, las algas, el plancton, y la influencia de la contaminación, formando una acumulación de desechos sólidos. En un sistema con un alto contenido de sólidos disueltos, la posibilidad de enfermedad aumenta ostensiblemente, ya que puede afectar el sistema branquial y aumenta la exposición a los patógenos (Saavedra, 2006).

La turbidez presentó un rango de variación de 28,9cm a 37,6cm con un valor promedio de 33,1. Los valores máximos se registraron en el mes de diciembre, Con los datos obtenidos se puede decir que el agua se mantuvo clara, ya que el rango de turbidez optimo es de 35 a 40 cm que es lo documentado para estanques (Saavedra, 2006).

8.1.4 El oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto en el parámetro sumamente importante en la calidad del agua ya que de no existir un buen nivel de oxígeno disuelto en el agua, los organismos pueden ser más vulnerables a enfermedades, parásitos morir por falta de estos elementos. Además, a niveles bajos, los peces dejan de aceptar alimento; durante la realización de esta experiencia presento un valor promedio de 6,52 mg/L, con un valor mínimo de 6,49 y un valor máximo de 6,55 mg/L; La mayoría de los organismos acuáticos necesitan oxígeno para sobrevivir y crecer. La insuficiencia de oxígeno disuelto en el agua puede llegar a causar reducción en el crecimiento y hasta muerte de adultos y jóvenes.

8.2. Parámetros zootécnicos

8.2.1 Crecimiento

El crecimiento de los peces es el incremento en peso y talla a lo largo de un tiempo determinado, está relacionado con factores como la alimentación, digestión, parámetros ambientales, el metabolismo y estado de maduración (Conijeski, 2008).

El crecimiento presentado por la Tilapia roja durante la experiencia, mostro un buen desempeño, con valores favorables (tabla 5) obteniendo peso final máximo de 157,83 g, muy cerca de la talla comercial y el peso ganado aceptable durante 122 días, como se observa en las figuras 10,11, 12. Aunque los valores de incremento de peso diario son menores que los registrados por Piraquive (2000) de 3,18g/día y Espejo (1999) 1.43g/día, existen diferentes efectos medio ambientales como las bajas temperaturas que pudieron influenciar en este comportamiento.

El crecimiento presentado por la Carpa roja definitivamente se vio favorecido por los parámetros fisicoquímicos ya que según la literatura las principales

características fisicoquímicas del agua para el cultivo de la carpa roja son: temperatura, la cual debe estar entre 16 y 23 °C, como rango óptico. La concentración del oxígeno disuelto debe mantenerse en valores entre 3y 6.5 ppm. El pH debe estar en un rango entre 6.0 y 7.5, como nivel óptimo para la especie.

8.2.2 Peso ganado

En el estudio de *Oreochromis sp* en policultivo con *Ciprynus carpio* en jaulas flotantes el tratamiento A (1T/1C) donde la densidad corresponde a iguales proporciones para ambas especies evaluadas, se presento el mayor incremento en el peso ganado por ambas especies; con valores de 89,03 para la Tilapia y de 83,38 para la Carpa; en contraste el tratamiento menos favorable para el aumento del peso ganado fue el tratamiento C (1T/2C) para la Tilapia con un valor de 57,57

Y el tratamiento B (2T/1C) para la Carpa con un valor 53,75; posiblemente estos datos corresponden a una leve ventaja que otorgaba el tratamiento en cuanto a numero de individuos de una especies en cada uno de los módulos de confinamiento.

En cuanto a los controles los valores obtenidos fueron 119,25 Para la Tilapia y 113,28 para la Carpa.

8.2.3 Supervivencia

En esta experiencia se obtuvieron porcentajes de sobrevivencia altos en los tres tratamientos para ambas especies, en los tratamientos A y C fueron de 100% y en los tratamiento B se presento una supervivencia de 87,5% para la Tilapia y de 100% para la Carpa, en el control de Tilapia se presento una supervivencia de 91,7 para la Tilapia, en el control de Carpa la supervivencia fue de 100%.

Los porcentajes de sobrevivencia de la tilapia, están dentro de los obtenidos para el cultivo en jaulas flotantes en embalses de Colombia. Piraquive (2000) reporta una sobrevivencia del 90%; Espejo. (1999) reporta un 92%, lo que demuestra la

gran rusticidad de la tilapia, tanto en aguas dulces como en las salobres, la perdidas registradas para Tilapia podrían corresponder a fugas ya que no se encontraron cuerpos flotando ni en el fondo de las jaulas. Los altos porcentajes de sobrevivencia en las dos especies muestran que, no hay depredación entre ellos; lo que indica que pueden ocupar el mismo espacio sin que esto comprometa supervivencia de los mismos.

8.2.4 Factor de conversión de alimento

El factor de conversión de alimento es la cantidad de alimento en kilogramos para producir un kilogramo de pez, este valor es importante para la producción piscícola dado que los valores de conversión bajos indican mayor producción con menos alimento; este parámetro ayuda a estimar la cantidad de alimento necesario para producir un kilo de pez, y considerando la rentabilidad resultante del cultivo, se considera aceptable un FRC de máximo 2; que indicaría que se necesitan 2 kilos de alimento para un aumento de 1 kilo en el peso del pez.

Los valores de FCR registrados en la experiencia fueron altos para ambas especies, estuvieron por encima de 3, con una mejor conversión de alimento en la Carpa. Estos valores altos se presentaron probablemente por el estrés generado por las condiciones ambientales ya que la temperatura registrada estaba por debajo del rango óptimo.

8.2.5 Incremento peso promedio por día

Según el análisis de varianza realizado para el crecimiento diario en peso del estudio de *Oreochromis sp* en policultivo con *Ciprynus carpio* (tabla 7). Existen diferencias significativas entre las combinaciones. Los mejores incrementos de peso promedio por día lo obtuvieron los controles con valores de 0,97 para Tilapia y de 0,93 para Carpa, seguidos del tratamiento A (1T/1C) con valores de 0,73 para Tilapia y de 0,68 para Carpa

8.2.6 Producción neta

En ninguno de los tratamientos de la experiencia se obtuvo un valor superior de 1Kg/m³, siendo el tratamiento A (1T/1C) el de mejor comportamiento con 0,08 Kg/m³, superando incluso el valor obtenido para los controles, corroborando que la igualdad en densidad en los sistemas de confinamiento resulta mas favorable para el cultivo de la Tilapia en policultivo con la Carpa. Vargas 2011 reporta una productividad de 0,05 1Kg/m³ para un policultivo de Tilapia y Canchimalo, lo cual evidencia que el tratamiento propuesto en esta experiencia es mas exitoso que los aplicados con otras especies en policultivos con Tilapia

8.2.7 Tasa de crecimiento especifico

Las mejores tasas de crecimiento específico se registraron en los controles seguidos por el tratamiento A (1T/1C) con valores de 0,96 para la Tilapia y de 1,03 para la Carpa.

Estos resultados corroboran lo favorable de conservar una igualdad en la proporción de individuos de diferentes especies por modulo de confinamiento.

8.2.8 Relación longitud-peso

La relación longitud-peso muestra como es la relación del aumento en talla y el peso ganado por los peces, teniendo en cuenta que la talla de un pez aumenta en una dimensión mientras que su peso aumenta tres veces más; esta relación es exponencial con un factor b que la pendiente de la curva, que indica el tipo de crecimiento que obtuvieron los peces; con un crecimiento isométrico si $b=3$ ó alométrico si $b \neq 3$, comprobándose con una prueba t-Student.

Como lo muestra la tabla 6. Ambas especies muestran un crecimiento alométrico en la totalidad de las combinaciones.

9. CONCLUSIONES

Las condiciones medioambientales fueron un factor que influye considerablemente en el crecimiento, desarrollo y adaptación de los peces, en esta experiencia los parámetros fisicoquímicos fueron estables lo cual favoreció la supervivencia de los organismos estudiados.

La producción de biomasa se ve influenciada por la densidad de cada uno de los tratamientos, demostrando que el tratamiento mas favorable es aquel que no proporciona ventaja numérica a ninguna de las especies (Tratamiento A).

La supervivencia no presenta relación directa con la densidad; ya que los valores encontrados de supervivencia fueron considerablemente altos para todas los tratamientos.

En la evaluación de los policultivos respecto al crecimiento, se encontró viabilidad para implementarlo a nivel comercial ya que la aceptación del alimento por parte de ambas especies, demuestra el potencial existente en este tipo de experiencias, la implementación del tratamiento A a futuro sugiere también ejercer un mayor control sobre los factores fisicoquímicos del agua, como es el caso del oxígeno disuelto y la temperatura que desempeñan un papel vital en el desarrollo adecuado de los organismos.

10. LITERATURA CITADA

Anrooy, R. V., P. A.D. Secretan, Y. Lou, R. Roberts & M. Upare. 2007. Análisis del estado actual de seguros en la acuicultura mundial. 493 Roma, área de pesca FAO. 118p.

Arredondo, D. 1990. Comparación de tres sistemas de abonos para la producción, sobrevivencia y levante masivo de alevinos de la línea híbrida de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* albina x *Oreochromis niloticus*). Tesis de pregrado. Universidad del Valle Facultad de Ciencias. 70p.

Berasain, G. E., C. A. M. Velasco & M.S. Chiclana. 2010. Historia de la piscicultura del pejerrey en Chascomús. La Plata, Argentina, ProBiota Programa para el estudio y uso sustentable de la biota austral, Serie Documentos-ProBiota, 14. 22p.

Beltrán, C. E. & A. A. Villaneda. 2000. Perfil de la pesca y la acuicultura en Colombia. Instituto nacional de pesca y acuicultura – INPA, subdirección de investigaciones. Bogotá. 29p.

Borja F. J., L. O. González & V. E Quintero. 2003. Diseño modelo de estanques climatizados para el cultivo de tilapia roja, *Oreochromis sp*, localizados en la zona fría del Valle del Cauca, Colombia. Tesis de pregrado. Palmira-Colombia. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira, facultad de ingeniería. 164p.

Buschmann, A. H. 2001. Impacto ambiental de la acuicultura, el estado de la investigación en Chile y el mundo. Departamento de Acuicultura, Universidad de Los Lagos. Osorno-Chile. Terram Publicaciones. 67p.

Castillo, L. F., 1990. La tilapia roja. Aspectos clásicos iniciales sobre el cultivo del híbrido. Colapia S.A. (ed.), Cali, Valle del Cauca, Colombia, 87 pp.

Castillo, S., J. T. Ponce, E. Chávez & J. L. Arredondo. 2007. Effect of the initial stocking body weight on growth of spotted rose snapper *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) in marine floating cages. Revista de Biología Marina y Oceanografía 42(3): 261 – 267.

Castro, C.A.1981. La acuicultura y el desarrollo rural. Coagro, 33: 37-38.

Cobo, L. A. 1994. Efectos de la densidad de siembra sobre el crecimiento del híbrido de la tilapia roja (*Oreochromis spp.*) en jaulas flotantes en un lago artificial del Valle del Cauca. Tesis de pregrado. Universidad del Valle, facultad de ciencias. 102p.

Coche, A. G. 1978. A review of cage fish culture and its application in Africa. En: Advance in aquaculture, E. T. V. R. Pillay News Books. Ltda. Para la FAO. P: 428-441.

Espejo. 1999. Evaluación de torta de soya, soya integral y harina de yuca en la alimentación de tilapia en jaulas. II Congreso Suramericano de Acuicultura Venezuela. 198-205

García, J., A. Rouco & B. García. 2002. Directrices generales de diseño de explotaciones de engorde de especies acuícolas en jaulas en mar. Archivos de zootecnia.51(156). 496-472.

Gu, L. Z. Li. 2003. Effects of nitrogen and phosphorus from fish cage-culture on the communities of a shallow lake in middle Yangtze River basin of China. Aquaculture. 226. 201-212.

Halwart, M., D. Soto & J. R. Arthur. 2008. Acuicultura en jaulas Estudios regionales y panorama mundial. Doc.498 Departamento de pesca de la FAO. Roma. 270p.

Huchette, S.M.H. & M.C.M. Beveridge. 2003. Technical and economical evaluation of periphyton-based cage culture of tilapia (*Oreochromis niloticus*) in tropical freshwater cages. Aquaculture. 218. 219–234

Koronuma, K. 1968 Carp Cultive in Floating Ret Cages in Lakes. Tokio Univ. Of Fisheries. FAO Fish Rep. 44(5): 123-142 p.

Loaiza, J. H. 1995. Ensayo de nutrición con carduma y harina de arroz de tilapia roja híbrida y nilótica cultivada en jaulas flotantes en aguas salobres de la bahía de Buenaventura. Tesis de pregrado, Universidad del Valle, facultad de ciencias. 59p.

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

Piraquive, R. A. 2000. Comparación de parámetros de producción, costos y análisis de calidad de agua utilizando dos alimentos balanceados en el cultivo de peces (tilapia Roja) en jaulas. Santa Fe de Bogotá. Tesis de grado Universidad de la Salle, Facultad de Zootecnia.

Ramírez, A. & W. Ruiz. 1993. Análisis preliminar sobre el crecimiento y conversión alimenticia de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis urolepis* hornorum x aureus) utilizando un concentrado comercial de diferentes porcentajes de proteína en distintas condiciones de siembra. Tesis de pregrado. Universidad del valle, facultad de ciencias. 92p.

Ramírez D. M. 2009. Evolución del crecimiento de los juveniles de lisa *Mugil cephalus*, cultivados en jaulas flotantes en el Estero Santa Clara Bahía de Buenaventura Pacífico colombiano. Tesis de pregrado. Cali-Colombia, Universidad del Valle, Facultad de Ciencias. 105p.

Rubio E. A. 2008. Introducción a los peces dulceacuícolas de colombia. Cali-Colombia. Facultad de ciencias exactas y naturales, Universidad del valle. 406p

Rubio E. A., X. Moreno, L. F. Piñero & L. Vargas. 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. Piñeros, 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. 273p.

Salazar, A. G. 1999. Situación de la acuicultura rural de pequeña escala en Colombia, importancia, perspectivas y estrategias para su desarrollo. Instituto nacional de pesca y acuicultura –INPA. Bogotá-Colombia. 26p.

Salazar, A. G. 2002. El cultivo de organismos acuáticos en pequeña escala en Colombia. Ministerio de agricultura y desarrollo rural, Instituto nacional de pesca y acuicultura –INPA. Bogotá-Colombia. 31p.

Saavedra M. A. 2006. Manejo del cultivo de tilapia. USAID from the American people, Costal Resources Center, University of Hawaii, CIDE. 22p.

Salcedo, D. 2006. Crecimiento y supervivencia del yamu (*Brycon amazonicus*) utilizando jaulas flotantes en un lago artificial en el Valle del Cauca Tesis de pregrado. Cali-Colombia, Universidad del Valle, Facultad de Ciencias. 123p.

Usgame D., G. Usgame, C. Valverde & A. Espinosa. 2008. Agenda productiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de la tilapia. Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Bogotá, Proyecto estudio de prospectiva tecnológica de la cadena colombiana de la tilapia. 95p.

Valeriano, L., J. Corre & M.L. Sanchez. 1984. Culture of red tilapia in brackishwater fishponds at varying stocking densities. Seminar-workshop on Gintong Biyaya sponsored by Technology Resources Center Foundation on March 30. TRCF bldg. Buendia, Makati. 9p.

Vargas, L. 2011. Evaluación del crecimiento y supervivencia del Canchimalo (*Arius seemanni*) (Günther, 1864) con el Pargo amarillo (*Lutjanus argentiventris*) (Peters, 1869) y la Tilapia roja (*Oreochromis spp.*), utilizado jaulas flotantes en encierros artificiales, en el estero de Santa Clara Bahía de Buenaventura.

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

Wedler, E. 1998 Contribuciones al conocimiento sobre el cultivo de la cachama (*Colossoma spp.*). Bol. Red . Acuicultura. 1 (2): 14-15.

Yiyong, Z., L. Jianqiu, F. Yongqing & Z. Min. 2003. Kinetics of alkaline phosphatase in lake sediment associated with cage culture of *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*. 203. 23–32.

Zapata, A. D., J. L. Gil, & C. E. González. 2008. Prueba de crecimiento en tilapia roja (*Oreochromis spp*) con niveles crecientes de inclusión de harinas de yuca en la dieta. Boletín electrónico del consorcio latinoamericano y del Caribe de apoyo a la investigación y el desarrollo de la yuca- Clauyuca. 7p.

FAO. 2010. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. 5a ed. Departamento de pesca y acuicultura de la FAO. 219p.

INCODER. 2009. Comportamiento de la acuicultura en Colombia, durante el 2008. Sistema de información de pesca y acuicultura, ISSN 201– 8139. 17p.

11. ANEXOS

11.1 ANEXO A

Datos quincenales de las mediciones de talla y peso durante toda la experiencia de cultivo

TIEMPO	TRATAMIENTO	REPLICA	ESPECIE	TEMPERATURA	OXIGENO	PESO	TALLA
1M	A	1J	TR	28,3	6,53	39,5	7,6
1M	A	2J	TR	28,3	6,53	40,3	8
1M	A	3J	TR	28,3	6,53	41	9
1M	A	4J	TR	28,3	6,53	41,6	8,5
1M	A	5J	TR	28,3	6,53	38	7
1M	A	6J	TR	28,3	6,53	37,9	7,8
1M	A	1J	CR	28,3	6,53	33	6,8
1M	A	2J	CR	28,3	6,53	34	7,2
1M	A	3J	CR	28,3	6,53	34	7
1M	A	4J	CR	28,3	6,53	32	6,2
1M	A	5J	CR	28,3	6,53	35	9
1M	A	6J	CR	28,3	6,53	31	6
1M	B	1J	TR	28,3	6,53	40	9
1M	B	2J	TR	28,3	6,53	39	8
1M	B	3J	TR	28,3	6,53	40	8,5
1M	B	4J	TR	28,3	6,53	41	9,4
1M	B	5J	TR	28,3	6,53	39	7,5
1M	B	6J	TR	28,3	6,53	41	10,5
1M	B	1J	CR	28,3	6,53	33	7
1M	B	2J	CR	28,3	6,53	32	6,5
1M	B	3J	CR	28,3	6,53	33	7
1M	B	4J	CR	28,3	6,53	35	9
1M	B	5J	CR	28,3	6,53	34	7,5

1M	B	6J	CR	28,3	6,53	32,5	7,5
1M	C	1J	TR	28,3	6,53	39	9,5
1M	C	2J	TR	28,3	6,53	40,6	9
1M	C	3J	TR	28,3	6,53	38	8
1M	C	4J	TR	28,3	6,53	40	8,5
1M	C	5J	TR	28,3	6,53	40	9,5
1M	C	6J	TR	28,3	6,53	40	9,9
1M	C	1J	CR	28,3	6,53	34	7
1M	C	2J	CR	28,3	6,53	36	8
1M	C	3J	CR	28,3	6,53	35	7
1M	C	4J	CR	28,3	6,53	33	6,5
1M	C	5J	CR	28,3	6,53	36	9
1M	C	6J	CR	28,3	6,53	35,5	7,2
1M	D	1J	TR	28,3	6,53	39,5	8,2
1M	D	2J	TR	28,3	6,53	38	7,8
1M	D	3J	TR	28,3	6,53	39	8,5
1M	D	4J	TR	28,3	6,53	40	8
1M	D	5J	TR	28,3	6,53	38	9
1M	D	6J	TR	28,3	6,53	37	9,2
1M	D	1J	CR	28,3	6,53	39,5	7
1M	D	2J	CR	28,3	6,53	40,3	9
1M	D	3J	CR	28,3	6,53	41	8,8
1M	D	4J	CR	28,3	6,53	41,6	7,9
1M	D	5J	CR	28,3	6,53	38	8,5
1M	D	6J	CR	28,3	6,53	37,9	8
2M	A	1J	TR	28,3	6,53	44,2	9,5
2M	A	2J	TR	28,3	6,53	45	9,9
2M	A	3J	TR	28,3	6,53	45,3	10,2
2M	A	4J	TR	28,3	6,53	48	13
2M	A	5J	TR	28,3	6,53	42	8,5
2M	A	6J	TR	28,3	6,53	44	9,9
2M	A	1J	CR	26,9	6,49	36	8,2

2M	A	2J	CR	26,9	6,49	40	8,8
2M	A	3J	CR	26,9	6,49	37	9
2M	A	4J	CR	26,9	6,49	35	7,9
2M	A	5J	CR	26,9	6,49	40,2	12,4
2M	A	6J	CR	26,9	6,49	34,2	7,6
2M	B	1J	TR	26,9	6,49	42	10
2M	B	2J	TR	26,9	6,49	42,5	10,5
2M	B	3J	TR	26,9	6,49	43	11
2M	B	4J	TR	26,9	6,49	45,8	13
2M	B	5J	TR	26,9	6,49	44	13
2M	B	6J	TR	26,9	6,49	46	15
2M	B	1J	CR	26,9	6,49	37	8
2M	B	2J	CR	26,9	6,49	36	8,2
2M	B	3J	CR	26,9	6,49	35	7,9
2M	B	4J	CR	26,9	6,49	39	13
2M	B	5J	CR	26,9	6,49	36,5	9
2M	B	6J	CR	26,9	6,49	38	10
2M	C	1J	TR	26,9	6,49	45	15
2M	C	2J	TR	26,9	6,49	43	11,6
2M	C	3J	TR	26,9	6,49	42,9	13,5
2M	C	4J	TR	26,9	6,49	46	15
2M	C	5J	TR	26,9	6,49	46	12
2M	C	6J	TR	26,9	6,49	44,8	14
2M	C	1J	CR	26,9	6,49	39	11,8
2M	C	2J	CR	26,9	6,49	41	12
2M	C	3J	CR	26,9	6,49	41	12
2M	C	4J	CR	26,9	6,49	40	11
2M	C	5J	CR	26,9	6,49	42	12,9
2M	C	6J	CR	26,9	6,49	40	10,5
2M	D	1J	TR	26,9	6,49	48	12
2M	D	2J	TR	26,9	6,49	46	12,5
2M	D	3J	TR	26,9	6,49	47	12,5

2M	D	4J	TR	26,9	6,49	49	13
2M	D	5J	TR	26,9	6,49	45	13
2M	D	6J	TR	26,9	6,49	44	13,5
2M	D	1J	CR	26,9	6,49	54	12
2M	D	2J	CR	26,9	6,49	46	12,7
2M	D	3J	CR	26,9	6,49	47,5	12
2M	D	4J	CR	26,9	6,49	57	11,5
2M	D	5J	CR	26,9	6,49	52	12,6
2M	D	6J	CR	26,9	6,49	45	13
3M	A	1J	TR	27,6	6,54	48,8	11,5
3M	A	2J	TR	27,6	6,54	49,2	12
3M	A	3J	TR	27,6	6,54	50	13,4
3M	A	4J	TR	27,6	6,54	52,9	13,9
3M	A	5J	TR	27,6	6,54	46	11
3M	A	6J	TR	27,6	6,54	49,2	12,5
3M	A	1J	CR	27,6	6,54	39,9	10
3M	A	2J	CR	27,6	6,54	46	11
3M	A	3J	CR	27,6	6,54	40,05	11,9
3M	A	4J	CR	27,6	6,54	40	11
3M	A	5J	CR	27,6	6,54	46	15
3M	A	6J	CR	27,6	6,54	37	9,5
3M	B	1J	TR	27,6	6,54	46	11,5
3M	B	2J	TR	27,6	6,54	44	11,9
3M	B	3J	TR	27,6	6,54	46	12
3M	B	4J	TR	27,6	6,54	51	15,6
3M	B	5J	TR	27,6	6,54	48	16
3M	B	6J	TR	27,6	6,54	53,5	18,5
3M	B	1J	CR	27,6	6,54	40	10,5
3M	B	2J	CR	27,6	6,54	39,9	10
3M	B	3J	CR	27,6	6,54	39,5	11
3M	B	4J	CR	27,6	6,54	43,5	16,2
3M	B	5J	CR	27,6	6,54	39,5	11

3M	B	6J	CR	27,6	6,54	42,5	14
3M	C	1J	TR	27,6	6,54	51	18,5
3M	C	2J	TR	27,6	6,54	49	15,8
3M	C	3J	TR	27,6	6,54	48,7	15,6
3M	C	4J	TR	27,6	6,54	50,8	17
3M	C	5J	TR	27,6	6,54	53	15,3
3M	C	6J	TR	27,6	6,54	52	17,3
3M	C	1J	CR	27,6	6,54	46	14
3M	C	2J	CR	27,6	6,54	48	15
3M	C	3J	CR	27,6	6,54	49	16
3M	C	4J	CR	27,6	6,54	47	14
3M	C	5J	CR	27,6	6,54	50,9	15
3M	C	6J	CR	27,6	6,54	45,8	12
3M	D	1J	TR	27,6	6,54	58	13,5
3M	D	2J	TR	27,6	6,54	61	15,8
3M	D	3J	TR	27,6	6,54	60	14
3M	D	4J	TR	27,6	6,54	60	14,8
3M	D	5J	TR	27,6	6,54	56	16
3M	D	6J	TR	27,6	6,54	51	16,3
3M	D	1J	CR	27,6	6,54	78	16
3M	D	2J	CR	27,6	6,54	52	14,9
3M	D	3J	CR	27,6	6,54	54	15
3M	D	4J	CR	27,6	6,54	69	14
3M	D	5J	CR	27,6	6,54	67	15
3M	D	6J	CR	27,6	6,54	59,6	16
4M	A	1J	TR	27,3	6,5	54,5	12
4M	A	2J	TR	27,3	6,5	55,9	12,9
4M	A	3J	TR	27,3	6,5	56	14,3
4M	A	4J	TR	27,3	6,5	62	15,3
4M	A	5J	TR	27,3	6,5	52,7	12
4M	A	6J	TR	27,3	6,5	55,9	14
4M	A	1J	CR	27,3	6,5	42,1	11,4

4M	A	2J	CR	27,3	6,5	49,2	12,9
4M	A	3J	CR	27,3	6,5	44	12,9
4M	A	4J	CR	27,3	6,5	43	12,6
4M	A	5J	CR	27,3	6,5	44	15,9
4M	A	6J	CR	27,3	6,5	40	10,9
4M	B	1J	TR	27,3	6,5	50	13
4M	B	2J	TR	27,3	6,5	48	13
4M	B	3J	TR	27,3	6,5	52	15
4M	B	4J	TR	27,3	6,5	57	18,2
4M	B	5J	TR	27,3	6,5	54	19,5
4M	B	6J	TR	27,3	6,5	58,5	22
4M	B	1J	CR	27,3	6,5	44	13
4M	B	2J	CR	27,3	6,5	42,1	11,4
4M	B	3J	CR	27,3	6,5	43,5	12,9
4M	B	4J	CR	27,3	6,5	48	19,5
4M	B	5J	CR	27,3	6,5	43,6	13,5
4M	B	6J	CR	27,3	6,5	46,8	16,6
4M	C	1J	TR	27,3	6,5	59	20
4M	C	2J	TR	27,3	6,5	54	17,5
4M	C	3J	TR	27,3	6,5	56,5	18
4M	C	4J	TR	27,3	6,5	57	19
4M	C	5J	TR	27,3	6,5	62	17,5
4M	C	6J	TR	27,3	6,5	61	18,7
4M	C	1J	CR	27,3	6,5	54	17,6
4M	C	2J	CR	27,3	6,5	57	19
4M	C	3J	CR	27,3	6,5	57,9	18
4M	C	4J	CR	27,3	6,5	55	17
4M	C	5J	CR	27,3	6,5	58	17,9
4M	C	6J	CR	27,3	6,5	50	14
4M	D	1J	TR	27,3	6,5	68	15
4M	D	2J	TR	27,3	6,5	72	19
4M	D	3J	TR	27,3	6,5	66	15

4M	D	4J	TR	27,3	6,5	72	16
4M	D	5J	TR	27,3	6,5	70	20
4M	D	6J	TR	27,3	6,5	64	21
4M	D	1J	CR	27,3	6,5	97	20
4M	D	2J	CR	27,3	6,5	79	16
4M	D	3J	CR	27,3	6,5	68	17
4M	D	4J	CR	27,3	6,5	84	16
4M	D	5J	CR	27,3	6,5	79	19,9
4M	D	6J	CR	27,3	6,5	75	20
5M	A	1J	TR	28,2	6,55	58,5	14,7
5M	A	2J	TR	28,2	6,55	60	15,2
5M	A	3J	TR	28,2	6,55	62	16,3
5M	A	4J	TR	28,2	6,55	60	16
5M	A	5J	TR	28,2	6,55	56	14,3
5M	A	6J	TR	28,2	6,55	60	15,2
5M	A	1J	CR	28,2	6,55	46,83	13,56
5M	A	2J	CR	28,2	6,55	64,6	14,7
5M	A	3J	CR	28,2	6,55	48	15
5M	A	4J	CR	28,2	6,55	47,5	15
5M	A	5J	CR	28,2	6,55	48	16,9
5M	A	6J	CR	28,2	6,55	45	13
5M	B	1J	TR	28,2	6,55	56	15
5M	B	2J	TR	28,2	6,55	53	14,8
5M	B	3J	TR	28,2	6,55	58	17,9
5M	B	4J	TR	28,2	6,55	65	20
5M	B	5J	TR	28,2	6,55	60	22,6
5M	B	6J	TR	28,2	6,55	66,5	26
5M	B	1J	CR	28,2	6,55	48	16
5M	B	2J	CR	28,2	6,55	46,83	13,56
5M	B	3J	CR	28,2	6,55	47	14,9
5M	B	4J	CR	28,2	6,55	53	23
5M	B	5J	CR	28,2	6,55	47,9	16,8

5M	B	6J	CR	28,2	6,55	49,9	19,9
5M	C	1J	TR	28,2	6,55	67,5	22
5M	C	2J	TR	28,2	6,55	60,5	19
5M	C	3J	TR	28,2	6,55	60,9	21
5M	C	4J	TR	28,2	6,55	64	20
5M	C	5J	TR	28,2	6,55	69	20
5M	C	6J	TR	28,2	6,55	69	22,9
5M	C	1J	CR	28,2	6,55	67	20,6
5M	C	2J	CR	28,2	6,55	65	22
5M	C	3J	CR	28,2	6,55	67,9	22
5M	C	4J	CR	28,2	6,55	65	20
5M	C	5J	CR	28,2	6,55	66	20
5M	C	6J	CR	28,2	6,55	58	17
5M	D	1J	TR	28,2	6,55	81,5	17,2
5M	D	2J	TR	28,2	6,55	91	23,4
5M	D	3J	TR	28,2	6,55	80	18
5M	D	4J	TR	28,2	6,55	91	18
5M	D	5J	TR	28,2	6,55	94	24,9
5M	D	6J	TR	28,2	6,55	75	24
5M	D	1J	CR	28,2	6,55	106	24,9
5M	D	2J	CR	28,2	6,55	91	17,9
5M	D	3J	CR	28,2	6,55	79	19,5
5M	D	4J	CR	28,2	6,55	98	19
5M	D	5J	CR	28,2	6,55	93	23
5M	D	6J	CR	28,2	6,55	89	24,9
6M	A	1J	TR	27,4	6,53	77	15,7
6M	A	2J	TR	27,4	6,53	83	16,9
6M	A	3J	TR	27,4	6,53	79	16,6
6M	A	4J	TR	27,4	6,53	90	18
6M	A	5J	TR	27,4	6,53	79	15,3
6M	A	6J	TR	27,4	6,53	81	18
6M	A	1J	CR	27,4	6,53	60	15,7

6M	A	2J	CR	27,4	6,53	74	16
6M	A	3J	CR	27,4	6,53	66	16,9
6M	A	4J	CR	27,4	6,53	68	17,2
6M	A	5J	CR	27,4	6,53	70	18
6M	A	6J	CR	27,4	6,53	66	16,3
6M	B	1J	TR	27,4	6,53	61	16,4
6M	B	2J	TR	27,4	6,53	59	15,6
6M	B	3J	TR	27,4	6,53	64	20,5
6M	B	4J	TR	27,4	6,53	72	24,5
6M	B	5J	TR	27,4	6,53	66	27
6M	B	6J	TR	27,4	6,53	75	30
6M	B	1J	CR	27,4	6,53	57	18
6M	B	2J	CR	27,4	6,53	60	15,7
6M	B	3J	CR	27,4	6,53	54	17,4
6M	B	4J	CR	27,4	6,53	57	27,2
6M	B	5J	CR	27,4	6,53	56	19,5
6M	B	6J	CR	27,4	6,53	57	23
6M	C	1J	TR	27,4	6,53	74,9	26
6M	C	2J	TR	27,4	6,53	68	23
6M	C	3J	TR	27,4	6,53	68	25,3
6M	C	4J	TR	27,4	6,53	70,9	23
6M	C	5J	TR	27,4	6,53	75	24
6M	C	6J	TR	27,4	6,53	77	26
6M	C	1J	CR	27,4	6,53	74	25
6M	C	2J	CR	27,4	6,53	72	25
6M	C	3J	CR	27,4	6,53	78	26
6M	C	4J	CR	27,4	6,53	74	24
6M	C	5J	CR	27,4	6,53	76	23,9
6M	C	6J	CR	27,4	6,53	66	19
6M	D	1J	TR	27,4	6,53	99	20,5
6M	D	2J	TR	27,4	6,53	106	25
6M	D	3J	TR	27,4	6,53	95	21

6M	D	4J	TR	27,4	6,53	103	22
6M	D	5J	TR	27,4	6,53	111	26
6M	D	6J	TR	27,4	6,53	92	27
6M	D	1J	CR	27,4	6,53	128	26
6M	D	2J	CR	27,4	6,53	110	20,6
6M	D	3J	CR	27,4	6,53	93	23
6M	D	4J	CR	27,4	6,53	110	22
6M	D	5J	CR	27,4	6,53	115	26,5
6M	D	6J	CR	27,4	6,53	105	26
7M	A	1J	TR	27,3	6,5	100	16,3
7M	A	2J	TR	27,3	6,5	105	17,5
7M	A	3J	TR	27,3	6,5	105	18,9
7M	A	4J	TR	27,3	6,5	115	19,2
7M	A	5J	TR	27,3	6,5	100	16,9
7M	A	6J	TR	27,3	6,5	112	20
7M	A	1J	CR	27,3	6,5	89	18,5
7M	A	2J	CR	27,3	6,5	90,5	19,4
7M	A	3J	CR	27,3	6,5	89	18,5
7M	A	4J	CR	27,3	6,5	94	19,8
7M	A	5J	CR	27,3	6,5	95,6	21
7M	A	6J	CR	27,3	6,5	90	17,8
7M	B	1J	TR	27,3	6,5	79	17,3
7M	B	2J	TR	27,3	6,5	76	16,9
7M	B	3J	TR	27,3	6,5	82	23,7
7M	B	4J	TR	27,3	6,5	83	28,2
7M	B	5J	TR	27,3	6,5	79	30,5
7M	B	6J	TR	27,3	6,5	86	35
7M	B	1J	CR	27,3	6,5	66	22
7M	B	2J	CR	27,3	6,5	89	18,5
7M	B	3J	CR	27,3	6,5	62	20,5
7M	B	4J	CR	27,3	6,5	64	30,5
7M	B	5J	CR	27,3	6,5	65	23,5

7M	B	6J	CR	27,3	6,5	63,5	27,5
7M	C	1J	TR	27,3	6,5	83	30
7M	C	2J	TR	27,3	6,5	76	28
7M	C	3J	TR	27,3	6,5	75,5	27,8
7M	C	4J	TR	27,3	6,5	80,5	26
7M	C	5J	TR	27,3	6,5	82	26
7M	C	6J	TR	27,3	6,5	86	28,2
7M	C	1J	CR	27,3	6,5	83	28
7M	C	2J	CR	27,3	6,5	80,9	27
7M	C	3J	CR	27,3	6,5	87	29
7M	C	4J	CR	27,3	6,5	86	27
7M	C	5J	CR	27,3	6,5	87	26
7M	C	6J	CR	27,3	6,5	75	23
7M	D	1J	TR	27,3	6,5	116	22
7M	D	2J	TR	27,3	6,5	134	27
7M	D	3J	TR	27,3	6,5	110	23
7M	D	4J	TR	27,3	6,5	121	26
7M	D	5J	TR	27,3	6,5	135	28
7M	D	6J	TR	27,3	6,5	112	29
7M	D	1J	CR	27,3	6,5	142	28
7M	D	2J	CR	27,3	6,5	122	23
7M	D	3J	CR	27,3	6,5	109	27
7M	D	4J	CR	27,3	6,5	129	25
7M	D	5J	CR	27,3	6,5	127	27,9
7M	D	6J	CR	27,3	6,5	123	28
8M	A	1J	TR	27,6	6,53	119,5	20,3
8M	A	2J	TR	27,6	6,53	126	19
8M	A	3J	TR	27,6	6,53	122	22
8M	A	4J	TR	27,6	6,53	129	21,7
8M	A	5J	TR	27,6	6,53	123	18
8M	A	6J	TR	27,6	6,53	125	22
8M	A	1J	CR	27,6	6,53	102,5	22,5

8M	A	2J	CR	27,6	6,53	104	23,5
8M	A	3J	CR	27,6	6,53	102,5	22,5
8M	A	4J	CR	27,6	6,53	107	24,2
8M	A	5J	CR	27,6	6,53	111	27
8M	A	6J	CR	27,6	6,53	104	23
8M	B	1J	TR	27,6	6,53	84	19,5
8M	B	2J	TR	27,6	6,53	83	19
8M	B	3J	TR	27,6	6,53	87	26
8M	B	4J	TR	27,6	6,53	97	30,5
8M	B	5J	TR	27,6	6,53	89	33,9
8M	B	6J	TR	27,6	6,53	98,5	39
8M	B	1J	CR	27,6	6,53	79	28
8M	B	2J	CR	27,6	6,53	102,5	22,5
8M	B	3J	CR	27,6	6,53	70,5	25
8M	B	4J	CR	27,6	6,53	68	32,9
8M	B	5J	CR	27,6	6,53	76	27
8M	B	6J	CR	27,6	6,53	72	34,4
8M	C	1J	TR	27,6	6,53	92	33
8M	C	2J	TR	27,6	6,53	84	31
8M	C	3J	TR	27,6	6,53	83	30
8M	C	4J	TR	27,6	6,53	88	30
8M	C	5J	TR	27,6	6,53	90	29,4
8M	C	6J	TR	27,6	6,53	95	30
8M	C	1J	CR	27,6	6,53	89	31
8M	C	2J	CR	27,6	6,53	88	30
8M	C	3J	CR	27,6	6,53	99,8	33
8M	C	4J	CR	27,6	6,53	94	30,2
8M	C	5J	CR	27,6	6,53	98	28
8M	C	6J	CR	27,6	6,53	82	25
8M	D	1J	TR	27,6	6,53	129	27
8M	D	2J	TR	27,6	6,53	142	30
8M	D	3J	TR	27,6	6,53	120	25

8M	D	4J	TR	27,6	6,53	134	31
8M	D	5J	TR	27,6	6,53	153	31
8M	D	6J	TR	27,6	6,53	126	32
8M	D	1J	CR	27,6	6,53	156	31
8M	D	2J	CR	27,6	6,53	135	26
8M	D	3J	CR	27,6	6,53	122	33
8M	D	4J	CR	27,6	6,53	140	29
8M	D	5J	CR	27,6	6,53	149	32
8M	D	6J	CR	27,6	6,53	139	30
9M	A	1J	TR	27,5	6,5	125	23,5
9M	A	2J	TR	27,5	6,5	130	25
9M	A	3J	TR	27,5	6,5	128	24,2
9M	A	4J	TR	27,5	6,5	132	27
9M	A	5J	TR	27,5	6,5	128,5	25,5
9M	A	6J	TR	27,5	6,5	129	27,3
9M	A	1J	CR	27,5	6,5	113	26
9M	A	2J	CR	27,5	6,5	117	28
9M	A	3J	CR	27,5	6,5	115	27,4
9M	A	4J	CR	27,5	6,5	118	30
9M	A	5J	CR	27,5	6,5	120,5	32
9M	A	6J	CR	27,5	6,5	116	29,8
9M	B	1J	TR	27,5	6,5	97	24
9M	B	2J	TR	27,5	6,5	92	22
9M	B	3J	TR	27,5	6,5	99	30
9M	B	4J	TR	27,5	6,5	109	36,3
9M	B	5J	TR	27,5	6,5	102	37
9M	B	6J	TR	27,5	6,5	113	41
9M	B	1J	CR	27,5	6,5	92	35
9M	B	2J	CR	27,5	6,5	111	26
9M	B	3J	CR	27,5	6,5	79	30
9M	B	4J	CR	27,5	6,5	73	37
9M	B	5J	CR	27,5	6,5	87	32,9

9M	B	6J	CR	27,5	6,5	79	34,8
9M	C	1J	TR	27,5	6,5	101	34
9M	C	2J	TR	27,5	6,5	90	36
9M	C	3J	TR	27,5	6,5	91	33
9M	C	4J	TR	27,5	6,5	96	32
9M	C	5J	TR	27,5	6,5	99	32,9
9M	C	6J	TR	27,5	6,5	106	34
9M	C	1J	CR	27,5	6,5	96	34
9M	C	2J	CR	27,5	6,5	94	32,7
9M	C	3J	CR	27,5	6,5	111	36
9M	C	4J	CR	27,5	6,5	115	33
9M	C	5J	CR	27,5	6,5	117	30,5
9M	C	6J	CR	27,5	6,5	91	31,9
9M	D	1J	TR	27,5	6,5	140	35
9M	D	2J	TR	27,5	6,5	165	35
9M	D	3J	TR	27,5	6,5	167	31
9M	D	4J	TR	27,5	6,5	141	36
9M	D	5J	TR	27,5	6,5	168	33
9M	D	6J	TR	27,5	6,5	166	37
9M	D	1J	CR	27,5	6,5	172	35
9M	D	2J	CR	27,5	6,5	141	30
9M	D	3J	CR	27,5	6,5	138	37
9M	D	4J	CR	27,5	6,5	153	33,9
9M	D	5J	CR	27,5	6,5	162	36
9M	D	6J	CR	27,5	6,5	152	31,9