

	GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS						  
	CARTA DE AUTORIZACIÓN						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-06	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 2

Neiva, 03/10/2016

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s):

Cesar Andrés Rubio Pérez, con C.C. No 1.075.254.887

Titulado: EVALUACIÓN DE PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE JUVENILES DE (*Mykrogeophagus ramirezi* Myers & Harry, 1948) ALIMENTADOS CON DIETAS EXPERIMENTALES CON DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA Presentado y aprobado en el año 2013 como requisito para optar al título de: Tecnólogo en Acuicultura Continental.

Autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales “open access” y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.

- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.

- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

	GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS					  	
	CARTA DE AUTORIZACIÓN						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-06	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	2 de 2

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Cesar P. bio

	GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS						  
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 3

TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO:

EVALUACIÓN DE PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE JUVENILES DE (*Mykrogeophagus ramirezi* Myers & Harry, 1948) ALIMENTADOS CON DIETAS EXPERIMENTALES CON DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Rubio Pérez	Cesar Andrés

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Rodríguez Sierra	Claudia Milena

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Rodríguez Sierra	Claudia Milena

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Tecnólogo En Acuicultura Continental

FACULTAD: Ciencias exactas y Naturales

PROGRAMA O POSGRADO: Tecnología en Acuicultura Continental.

CIUDAD: Neiva

AÑO DE PRESENTACIÓN: 2013 **NÚMERO DE PÁGINAS:** 64

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.

	GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS						  
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	2 de 3

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

Diagramas x Fotografías x Grabaciones en discos Ilustraciones en general x Grabados
 Láminas Litografías Mapas x Música impresa Planos Retratos Sin ilustraciones Tablas
 o Cuadros x

SOFTWARE requerido y/o especializado para la lectura del documento:

MATERIAL ANEXO:

PREMIO O DISTINCIÓN (En caso de ser LAUREADAS o Meritoria):

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. Sistema de Recirculación	Recirculation system
2. Dieta	Diet
3. Juveniles	Youth
4. Proteínas.	Protein
5. Parámetros Productivos	productive parameters

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

La alimentación en los peces es uno de los factores más importantes para un sistema de producción, ya que con esto se logran un buen desempeño productivo en los peces. Con el objetivo de evaluar los rendimientos productivos del *mykrogeophagus ramirezi* se realizó el proyecto utilizando 108 juveniles, distribuidos aleatoriamente en un sistema de recirculación de 12 acuarios de a 9 ejemplares en cada uno de ellos con peso y longitudes inicial de 0.35 ± 0.031 Gr y 2.7 ± 0.07 cm. T1: 32% T2:36% T3: 40% y control de 38% de proteína, la alimentación fue suministrada ad libitum ;Quincenalmente se realizó biometrías del 40% del total de individuos durante 105 días evaluando ganancia en peso, tasa de crecimiento específica, factor de condición, porcentaje de sobrevivencia, eficiencia en la utilización de proteína y retención de la proteína. , obteniendo en los parámetros productivos mejor resultados el T2 de 36% de proteína observando un mayor crecimiento, mejor coloración y unas mejores características fenotípicas. y con una mayor retención de proteína de 66.8% el tratamiento control 38% de proteína. Lo anterior, evidencia que niveles bajos de proteína favorece la producción del *mykrogeophagus ramirezi* generando menos costos y mayor rentabilidad para los productores por ser más económicos en el mercado.

	GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS						   
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	3 de 3

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

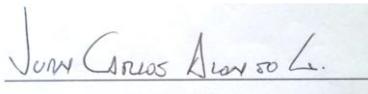
Feeding in fish is one of the most important factors a production system, because with this a good performance in fish production are achieved. In order to evaluate the productive performance of ramirezi mykrogeophagus the project using 108 juveniles was conducted randomly distributed in a recirculation system 12 aquariums to 9 copies each with weight and initial lengths of 0.35 ± 0.031 Gr and 2.7 ± 0.07 cm. T1: 32% T2: 36% T3: 40% control and 38% protein, feed was provided ad libitum; Biweekly biometry 40% of individuals was performed for 105 days assessing weight gain, growth rate specific, condition factor, survival rate, utilization efficiency of protein and protein retention. Obtaining better productive parameters Q2 results 36% protein observing higher growth, better color and better phenotypic characteristics. and greater retention of 66.8% protein control 38% protein treatment. The foregoing evidence that low levels of protein promotes the production of ramirezi mykrogeophagus generating lower costs and higher returns for producers to be more economical in the market.

APROBACION DE LA TESIS

Nombre Jurado:

Juan Carlos Alonso González

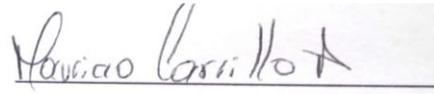
Firma:



Nombre Jurado:

Mauricio Carrillo Ávila

Firma:



**EVALUACIÓN DE PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE JUVENILES DE
(*Mykrogeophagus ramirezi* Myers & Harry, 1948) ALIMENTADOS CON DIETAS
EXPERIMENTALES CON DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA**



CESAR ANDRÉS RUBIO PÉREZ

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
PROGRAMA DE TECNOLOGÍA EN ACUICULTURA CONTINENTAL
NEIVA - HUILA
2016**

**EVALUACIÓN DE PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE JUVENILES DE
(*Mykrogeophagus ramirezi* Myers & Harry, 1948) ALIMENTADOS CON DIETAS
EXPERIMENTALES CON DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA**

CESAR ANDRÉS RUBIO PÉREZ

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar por el título de
Tecnólogo en Acuicultura Continental

Directora

CLAUDIA MILENA RODRÍGUEZ SIERRA

Bióloga – MSc

Docente

Universidad Surcolombiana

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
PROGRAMA DE TECNOLOGÍA EN ACUICULTURA CONTINENTAL
NEIVA - HUILA
2016**

DEDICATORIA

*Quiero dedicar este logro a toda mi familia,
especialmente a mi madre Mercedes Pérez, que la admiro por ser tan luchadora
gracias a su esfuerzo ha hecho mi sueño realidad.
A Luis Martínez y a mis hermanos Mauricio Rodríguez y José Alberto Hernández que
me brindaron su incondicional apoyo y creyeron en mí.
Mil y mil gracias.*

AGRADECIMIENTOS

Principalmente a mis padres quienes fueron mi apoyo incondicional, su aporte financiero en tan importante proceso profesional....muchísimas gracias... a mis hermanos por su gran apoyo de fuerza y ánimo.

A la Vicerrectoría de Investigación y Proyección Social por financiar el proyecto del semillero el cual facilitó el desarrollo del presente trabajo de grado.

A la Universidad Surcolombiana, y en ella al laboratorio de Acuicultura por el apoyo y por proporcionar la logística para el desarrollo de la presente investigación, en especial a los profesores Juan Carlos Alonso y Claudia Milena Rodríguez por la colaboración incondicional con ésta investigación

Al Programa de Tecnología en Acuicultura Continental y a los docentes que contribuyeron en mi formación académica... muchas gracias...

A la profesora Claudia Milena Rodríguez, por el honor de ser dirigido por tan excelente profesora... por sus enseñanzas ...diálogos...grandes discernimientos en las arduas jornadas de trabajo...por su optimismo y alegría que no me dejaron caer en los momentos críticos que se presentaron durante este proceso... también a su gran amistad... muchísimas gracias.

Al profesor Juan Carlos Alonso por su oportuna colaboración en los momentos complicados del trabajo de tesis, por compartir sus experiencias conmigo muchísimas gracias.

Al profesor Luis Gabriel Quintero por su enseñanza en la formulación y la orientación en la elaboración de las dietas, por compartir sus experiencias con peces ornamentales y por dejarme compartir las mías con los alumnos del laboratorio de ictiología.

A la Universidad Nacional de Colombia Bogotá, y en ella al Laboratorio de Ictiología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, especialmente a la señora Amanda Reyes ("Amandita") por su guía, colaboración con la elaboración de las dietas, además de su tiempo palabras de ánimo y buen humor,

Al laboratorio de Nutrición animal de la Universidad Nacional de Bogotá, por permitirme realizar los procesos Bromatológicos, a Carolina Coordinadora del laboratorio por tiempo, orientación y dedicación.

Al semillero de investigación Yuma Challwani, Erik, Leonardo, Zulima, Fabián por su gran apoyo en cada uno de los muestreos y especialmente a Katherin Estefany Rojas Coordinadora del semillero por su ánimo, positivismo y gran humor en tan duros momentos del proyecto... muchas gracias flaca.

Agradeciendo de igual forma a la piscícola la pancha a su propietario el Profesor Dr. José Alfredo Arias por suministrarnos los ejemplares del tamaño que deseábamos y por sus sugerencias al trabajo de tesis.

A los doctores Ictiólogos Venezolanos Otto Castillo, Francisco Provenzano y Antonio Machado Allison, por su colaboración en la confirmación taxonómica del nombre científico de la especie trabajada.

Igualmente a mis compañeros de código que de una u otra forma me hicieron crecer como persona, a todos mis amigos y demás que hicieron de esta meta una realidad.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	12
2. JUSTIFICACIÓN	15
3. OBJETIVOS	19
3.1 Objetivo General.....	19
3.2 Objetivo Específicos.....	19
4. MARCO TEÓRICO	20
4.1. Familia Cichlidae.....	20
4.2. Historia natural del <i>Mykrogeophagus ramirezi</i>	20
4.3. Distribución de la especie <i>Mykrogeophagus ramirezi</i>	21
4.4 Características morfológicas del <i>Mykrogeophagus ramirezi</i>	21
4.5 Sistemas de recirculación.....	22
4.5.1 Filtro Mecánico.....	24
4.5.2 Filtro biológico.....	24
4.5.3 Filtro ultravioleta o Esterilización.....	24
4.6 Nutrición y alimentación en peces.....	25
4.6.1 ¿En qué consiste la formulación de dietas completas?.....	25
4.6.2 Recursos de nutrientes para la formulación de dietas.....	25
4.6.3 Composición proximal (Análisis Bromatológicos).....	26
4.6.4 Avances en el conocimiento del manejo nutricional en Ciclidos.....	28
5. METODOLOGÍA	29
5.1 Montaje del sistema de recirculación.....	29
5.1.1 Montaje infraestructura hidráulica y para aire.....	29
5.1.2 Montaje de panel de circuitos.....	29
5.1.3 Montaje de Infraestructura para filtración mecánica UV (Esterilización).....	29
5.1.4. Montaje infraestructura de filtración biológica.....	30
5.2. Monitoreo inicial al funcionamiento del sistema de recirculación.....	30
5.2.1. Monitoreo preliminar al manejo de ejemplares vs la temperatura del sistema de recirculación.....	30
5.3. Elaboración de dietas experimentales.....	32
5.3.1. Formulación, molienda y pesaje de ingredientes para la elaboración de dietas a utilizar en juveniles de <i>M. ramirezi</i>	32
5.3.2. Mezclado de ingredientes y adición de la fracción lipídica y húmeda para la elaboración de dietas a utilizar en juveniles de <i>M. ramirezi</i>	32
5.3.3. Procesos de extrudización, secado y tamizaje de las dietas elaboradas....	33
5.4. Material biológico.....	34
5.5. Condiciones del experimento.....	35

5.6 Monitoreo de parámetros fisicoquímicos.....	36
5.7. Análisis bromatológicos.....	37
5.5. Diseño experimental y análisis estadístico.....	38
6. RESULTADOS.....	39
6.1 Monitoreo Semanal de la temperatura y el caudal del sistema de recirculación...39	
6.2. Comportamiento del peso del <i>M. ramirezi</i> en los 105 días de experimentación en el sistema de recirculación.	39
6.3 Comportamiento de la longitud de <i>M. ramirezi</i> durante los 105 días de experimentación en el sistema de recirculación.....	40
6.4. Ganancia en peso (GP) obtenida por los juveniles de <i>M. ramirezi</i>	41
6.5 Análisis estadístico ANOVA para ganancia en peso.....	41
6.6 Tasa de crecimiento específico (TCE) obtenida por los juveniles de <i>M. ramirezi</i>	42
6.7 Factor de condición (K) obtenido por los juveniles de <i>M. ramirezi</i>	42
6.8 Consumo acumulado registrado por <i>M. ramirezi</i> durante los 105 de experimentación en un sistema de recirculación.....	42
6.9 Factor de conversión alimenticia obtenido por los juveniles de <i>M. ramirezi</i>	43
6.10 Eficiencia Alimenticia (EA) obtenida por los juveniles de <i>M. ramirezi</i>	44
6.11. Determinación de la composición proximal en dietas y ejemplares de <i>M. ramirezi</i>	44
6.13. Eficiencia de la retención de la proteína (ERP) obtenida por juveniles de <i>M. ramirezi</i>	46
6.15. Comportamiento general de los parámetros fisicoquímicos del sistema de recirculación.	47
6.15.1 Valoración quincenal los parámetros fisicoquímicos durante los 105 días de experimentación con <i>M. ramirezi</i>	48
7. DISCUSIÓN.....	50
7.1 Rendimiento productivo del <i>M. ramirezi</i>	50
7.2 Crecimiento en <i>M. ramirezi</i>	52
7.3 La calidad del agua para el manejo de <i>M. ramirezi</i>	53
7.4 Importancia de la valoración proximal en dietas y juveniles de <i>M. ramirezi</i>	55
8. CONCLUSIONES.....	58
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Áreas de pesca en el área de influencia de Puerto Gaitán, Meta.....	21
Figura 2. Ejemplar juvenil de <i>Mykrogeophagus ramirezi</i>	22
Figura 3. Imágenes de diversos Sistemas de Recirculación (R.A.S). A) sistema circular para el manejo de peces de agua dulce. B) Sistema en NFT para acuaponia. C) Sistema para el manejo de peces marinos. D) Sistema de acuarios para el manejo Peces en bodegas.....	23
Figura 4. Método Weende de composición proximal de las dietas.....	26
Figura 5. Montaje del sistema de recirculación para el manejo de <i>Mykrogeophagus ramirezi</i> . A) Tubería de ½"conductora de agua dentro del sistema de recirculación y termocupla para manejo de temperatura B) Bomba sumergible C) Panel de control de mando, D) Unidades experimentales acondicionadas con tubería agua de 1", E) Acondicionamiento de entrada de aire independiente a las unidades experimentales, F) Blower de 2HP y cámara húmeda contiene biobolas G) Termómetro digital programable, H) Swich de encendido y apagado de blower y bomba sumergible y temporizador, I) Sistema Ultra violeta para Esterilización del agua, J) Contenedor en acrílico dividido en dos compartimentos, K) Bandejas que constituyen el filtro biológico con los sustratos empleados, L) Sistema de recirculación completamente armado y en funcionamiento.	31
Figura 6. Proceso de alistamiento de ingredientes. A) Molino donde fueron trituradas las materias primas. B) Recolección de la molienda de las materias primas. C) pesaje por separado de ingredientes. D) Ingredientes pesados en las cantidades apropiadas para cada dieta.	32
Figura 7. Proceso de mezcla de ingredientes A) Ubicación de ingredientes en recipientes para mezclar, B) Mezcla de ingredientes C) Pesaje y adición del aceite de soya, D) Inclusión del agua para humedecer y compactar la mezcla de ingredientes. .	33
Figura 8. Proceso de extrudizado de las dietas ya elaboradas. A) Equipo microextrusora listo para iniciar el proceso, B) Ubicación de la mezcla lista para extrudizar, C) Recepción en cubeta del producto ya extrudizado, D) Distribución de la dieta en capas delgadas sobre bandejas para llevar al horno, E) Acomodación de las bandejas con las dietas para el proceso de secado, F) Tamizaje de las dietas por tamaños.	33
Figura 9. Proceso de manejo del material biológico. A) Recepción de los ejemplares en el laboratorio, B) Inicio del proceso de aclimatación durante 45 minutos, C) Monitoreo de temperaturas en el proceso de aclimatación, D) Preparación del sumo de ajo empleado para manejo de peces ornamentales E) Aplicación de la solución para	

desparasitación externa, F) Ejemplares de *M. ramirezi* dispuestos a proceso de cuarentena 34

Figura 10. Distribución de los ejemplares de tallas homogéneas en el sistema de recirculación. A) Recipientes con ejemplares distribuidos por rangos de tamaño, B) manipulación de los ejemplares C) Registro de Tamaño de los ejemplares D) Registro del peso en balanza analítica digital, E) Registro de información en planillas y hojas de cálculo, F) Distribución de los ejemplares en cada unidad experimental (tratamiento) dentro del sistema de recirculación. 35

Figura 11. Secuencia de las condiciones experimentales, A) Dietas a suministrarse en cada tratamiento, B) contenedores para almacenar el alimento diario, C) Materiales listos para la realización de las biometrías, D) Pesaje de los ejemplares, E) Registro de la longitud de los ejemplares, F) Mecanismo de manipulación para disminuir el metabolismo de los ejemplares, G) *M. ramirezi* a 7°C, H) Ejemplares después de la manipulación en el proceso de recuperación metabólica, I) Ubicación de los ejemplares nuevamente en el sistema de recirculación. 36

Figura 12. Monitoreo de los parámetros Fisicoquímicos en el sistema de recirculación. A) Alistamiento de muestras y registro de temperatura, B) Valoración de oxígeno disuelto, C) Valoración de Amonio en las muestras de agua. 37

Figura 13. Secuencia del análisis bromatológico desarrollado en laboratorio de Nutrición animal – Universidad Nacional A) Muestras empacadas para el proceso de liofilización, B) Muestras después de liofilización marcadas con su respectivo código, C) alistamiento de materiales para realizar pesaje de muestras, D) Crisoles con muestra de peces y alimentos para realizar Cenizas, E) ingreso de muestras en estufa durante 4 horas, F) Adición de catalizador para realizar la digestión de la proteína, G) Muestras en reposo después de la adición de ácido y su respectiva digestión, H) Destilación de muestras para establecer cantidad de Nitrógeno en las muestras, I) Titulación de las muestras para determinación de la cantidad de Nitrógeno presente en la muestra..... 38

Figura 14. Monitoreo semanal de la temperatura vs caudal manejado en el sistema de recirculación. 39

Figura 15. Monitoreo del peso (g) Vs Biometría (días) t=105 días de seguimiento de juveniles de *Mykrogeophagus ramirezi*. 40

Figura 16. Monitoreo de la longitud (g) Vs Biometría (días) t=105 días de seguimiento de juveniles de *Mykrogeophagus ramirezi*. 40

Figura 17. Valores medios \pm DS de la Ganancia en Peso (GP), en juveniles de *M. ramirezi* variedad de velo 41

Figura 18. Comparación múltiple para la determinación de diferencias estadísticas entre medias de los tratamientos testados. 41

Figura 19. Valores medios \pm DS de la Tasa de Crecimiento específico (TCE), en juveniles de <i>M. ramirezi</i> Variedad de velo.	42
Figura 20. Valores medios \pm DS del Factor de Condición (k), en juveniles de <i>M. ramirezi</i> Variedad de velo.	43
Figura 21. Valores \pm DS de consumo acumulado de alimento empleado por juveniles de <i>M. ramirezi</i>	43
Figura 22. Valores \pm DS de Factor de Conversión alimenticia obtenida por juveniles de <i>M. ramirezi</i>	44
Figura 23. Valores \pm DS de Eficiencia Alimenticia (EA), obtenida por juveniles de <i>M. ramirezi</i>	44
Figura 24. Valores medios \pm DS de la Eficiencia de utilización de proteína (EUP), en juveniles de <i>M. ramirezi</i> Variedad de velo.	46
Figura 25. Valores medios \pm DS de la Eficiencia de retención de proteína (ERP), en juveniles de <i>M. ramirezi</i> variedad de velo.	47
Figura 26. Valores medios \pm DS de sobrevivencia para juveniles de <i>Mykrogeophagus ramirezi</i>	47
Figura 27. Valores medios \pm DS de los parámetros fisicoquímicos monitoreados quincenalmente en el sistema de recirculación donde se manejaron los juveniles de <i>Mykrogeophagus ramirezi</i> variedad albina de velo. A) pH, B) Temperatura, C) Oxígeno Disuelto, D) Nitritos, E) Dureza, F) Cloruros, G) Alcalinidad, H) Amonio.	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Número de especies por familia de peces ornamentales comercializados en Colombia.	16
Tabla 2. Especies más importantes en las capturas comercializadas de peces ornamentales de la región de Gaitán – Meta.	16
Tabla 3. Procesos utilizados en sistemas de recirculación.	24
Tabla 4. Descripción de algunos recursos de nutrientes empleados en la formulación de dietas.....	27
Tabla 5. Principales antecedentes del trabajo en nutrición realizado en el grupo de los Ciclidos ornamentales.	28
Tabla 6. Composición Proximal de las dietas empleadas en la alimentación <i>M. ramirezi</i>	45
Tabla 7. Composición Proximal de los ejemplares de <i>M. ramirezi</i> alimentados con los diferentes tenores de proteína	45
Tabla 8. Valores medios de los parámetros fisicoquímicos registrados durante los 105 días de manejo de <i>M. ramirezi</i> en el sistema de recirculación.....	48

1. INTRODUCCIÓN

La acuicultura ha tenido un gran crecimiento en las últimas décadas desde el siglo XX. Nuevas especies han sido incorporadas, nueva tecnología ha sido introducida, una gran base de investigación ha sido establecida y grandes inversiones han sido hechas para su desarrollo. Hoy en día la acuicultura es reconocida como una actividad empresarial viable y provechosa a nivel mundial. En la medida en que la tecnología de cultivo ha evolucionado, ha habido una tendencia hacia la obtención de altos rendimientos y crecimiento cada vez más rápido. Para ello ha sido necesario aumentar el suministro de alimento que provea todos los nutrientes a las especies cultivadas a través de dietas artificiales completas (Vásquez-Torres, 2002).

En este sentido el desarrollo y uso de alimentos balanceados ha sido un factor muy importante en la expansión global de las industrias de cultivo de peces y su uso va a continuar teniendo gran importancia y creciendo en el futuro, para mantener estas industrias rentables y ecológicamente viables (Logato, 1999).

Existe un potencial considerable para mejorar las prácticas actuales de manejo de alimentación que deberían ser específicas para las diferentes especies, áreas, y épocas del año, para de ésta manera desarrollar la eficiencia en producción y la disminución de la polución en los efluentes. De acuerdo con Millward (1989), se deben tener diversos cuidados en lo relacionado con el manejo de la alimentación propiamente dicha, ya que a partir de la compra de la ración la responsabilidad pasa a ser del productor, quién debe definir las mejores estrategias de alimentación.

Es importante por consiguiente prestar atención a los siguientes criterios de manejo: evaluación inicial de la calidad de los concentrados, almacenamiento de los concentrados, ajuste periódico, de la granulometría, ajuste a los niveles y frecuencia de alimentación, horario y sitio para el suministro de alimento y los métodos de alimentación (Tacon, 1989). Prácticas apropiadas del manejo del alimento balanceado como las anteriormente mencionadas maximizan el crecimiento y supervivencia de los peces, aumentan las conversiones de alimento y la cantidad de alimento que hay que suministrarles. Prácticas incorrectas del manejo del alimento llevan a los animales a unos rendimientos muy bajos, promueven la aparición de enfermedades y otros problemas de calidad de agua que afectan negativamente la producción, y que pueden en algunos casos tener efectos adversos sobre las condiciones ambientales en ecosistemas adyacentes (ASA, 2000; Sagratzki, *et al.*, 2004).

Sumado a lo anterior, existen otros factores o condiciones de manejo que varían considerablemente entre los centros de producción acuícola en función de las especies cultivadas, las instalaciones de mantenimiento, la calidad y composición del agua, el flujo de agua, y la temperatura.

Generalmente las prácticas tradicionales de producción acuícola, requieren grandes áreas y altas cantidades de agua de muy buena calidad que actualmente se encuentra

limitada en muchas áreas. La disminución de la pureza del agua, ha puesto el objetivo en una acuicultura de alta densidad de cultivo, con la reutilización de aquella, utilizando sistemas de recirculación cerrado. Aunque estas tecnologías son más costosas que las tradicionales, las altas rentabilidades potenciales han captado la atención de nuevos productores y han hecho atractivos los cultivos intensivos (Kolman, 1993).

No es muy frecuente pensar en el aprovechamiento integral de pequeños espacios para desarrollar la actividad de producción especies menores, y menos aún en que el producto final no debiera ser sacrificado, para obtener beneficios de él. Sin embargo, existe una actividad poco explotada en Colombia que permite llevar a cabo grandes rendimientos: el cultivo de peces ornamentales (Landines, 1999).

En los últimos años, el aprovechamiento y comercio de estos organismos se ha convertido para la economía Colombiana en una de las actividades que posicionan al país a nivel de exportación dentro de los cinco principales países exportadores de Suramérica alcanzando cifras alrededor de los 7 millones de dólares, representados en cerca de 25 millones de ejemplares comercializados anualmente.

Para Colombia esta actividad se ha venido desarrollando hace más de tres décadas donde la mayoría de los peces ornamentales comercializados provienen del medio ambiente natural, siendo las dos principales cuencas de extracción la del Orinoco (88%) y la del Amazonas (10%). En el país no se ha dado el paso de comercializar ejemplares provenientes de ambiente natural a variedades producidas en sistemas de confinamiento, situación atribuida a factores como: el desconocimiento de la biología básica de las especies y a que no se han desarrollado eficientemente sistemas productivos sostenibles que nos permitan competir con productos de calidad y exclusividad.

Sumado al anterior panorama, se tiene que el alimento balanceado que actualmente se comercializa en los mercados, tiene un elevado valor económico y no tiene en cuenta requerimientos específicos de las especies menores, presentándose prácticas de mala alimentación, supliendo la alimentación en peces ornamentales con concentrados comerciales para especies de consumo, obteniendo rendimientos desfavorables para estas especies al punto de llegar a presentarse pérdida de animales por deficiencias nutricionales ya que se observan animales delgados y poco apetito por dietas comerciales. Los requerimientos de proteína como uno de los principales componentes de los tejidos corporales, debería ser el principal nutriente a tener en cuenta a la hora de balancear dietas para peces en etapas iniciales de desarrollo (Urueña & Avendaño, 2004).

Pese a lo factores expresados, en los últimos años se han generado algunas producciones acuícolas de especies menores, basadas en tecnologías generalmente empíricas que no siempre arrojan buenos resultados esperados, debido principalmente a que el desarrollo de una actividad productiva está fundamentado, entre otros factores, en la investigación.

Consiente de esta situación, con el apoyo de la Vicerrectoría de investigación y proyección Social de la Universidad Surcolombiana se ha planteado la presente investigación en relación a establecer el rendimiento de una especie de ciclido enano frente al manejo nutricional específicamente a las diferencias en la inclusión del tenor proteico en dietas balanceadas, con lo que se espera brindar los parámetros técnicos para el manejo de esta especie en sistemas de recirculación.

2. JUSTIFICACIÓN

Cada año, el comercio de peces ornamentales extrae cerca de 100 millones de individuos de unas 400 especies de peces de agua dulce de Suramérica. El manejo de esta extracción silvestre es un gran reto para los países de la región, el cual requiere de un compromiso efectivo de diversos actores, incluidos los gobiernos nacionales y locales, la industria de acuarios en los países productores e importadores, las comunidades de pescadores e investigadores. Igualmente, la necesidad de desarrollar una agenda regional necesita una integración a través de las fronteras de los países productores dado que las soluciones viables requieren de una estrecha cooperación y coordinación en el manejo de recursos compartidos por varios países en las diferentes cuencas abarcadas por los territorios de los países de la región. (WWF & TRAFFIC, 2005).

La importancia de las especies que son extraídas de las cuencas o ríos son las que constituyen un significativo renglón en la economía nacional, donde la mayoría de las especies capturadas provienen del medio natural y cerca del 90% de la producción se destina a la exportación, teniendo 37 destinos entre los cuales se destacan Estados Unidos (58%), la Unión Europea (23%) y Japón (13%) (Mancera- Rodríguez & Alvarez-León, 2008).

Además, dichas exportaciones a los diferentes países van en crecimiento y su demanda cada vez es mayor, el anterior panorama en nuestro país no es muy diferente pues la totalidad de ejemplares que se comercializan también provienen del medio natural, en especial de los ríos de aguas negras de las regiones de la Orinoquia y Amazonia que presentan una gran diversidad de especies (Mancera-Rodríguez & Alvarez-León, 2008). Es por esta razón que las distintas variedades de peces ornamentales de Colombia tienen preferencia por los acopiadores y acuaristas del país y esto hace que se esté disminuyendo su población un ejemplo muy claro, son las cifras que se reportan para el 2008 Ajiaco-Martínez, las familias más representativas en las capturas fueron las *Anostomidae*, *Callichthyidae*, *Cichlidae*, *Loricariidae*, *Characidae*, (Tabla 1). Y posteriormente para el 2011 dichas especies no tuvieron una captura masiva, por lo tanto tuvieron que optar, por capturar especies que no tenían una importancia comercial tan elevada como las pertenecientes a las familias *Characidae* (51%) y la *Loricariidae* (21,56%) (AUNAP, 2013) que en los años anteriores no tenían gran acogida por parte de la cadena de comercialización.

Ocupando el tercer lugar de las familias más comercializadas, se encuentra la familia Cichlidae, dentro de las especies que la conforman, está el *Mykrogeophagus ramirezi* como una de las especies más capturadas y comercializadas para la región de Puerto Gaitán Meta, puesto que para el año 2009, representó un total comercializado de 23,290 unidades vivas (Tabla No 2). Comparando con las cifras de comercialización del año 2007, se observa una disminución del recurso, *M. ramirezi*, lo que hace que productores e investigadores empiecen a unir esfuerzos en pro de conocer i) su biología ii) sus hábitos alimenticios, iii) procesos y mecanismos de reproducción entre

otros aspectos de relevancia, que permitan dar alternativas de conservación desde la producción y manejo acuícola.

Tabla 1. Número de especies por familia de peces ornamentales comercializados en Colombia.

Familia	Número de especies
Anostomidae	22
Callichthyidae	42
Cichlidae	63
Characidae	75
Loricariidae	81

Fuente: Ajiaco-Martínez *et al.*, (2013)

Tabla 2. Especies más importantes en las capturas comercializadas de peces ornamentales de la Región de Gaitán – Meta.

Especies (nombre común)	Año		
	2007	2008	2009
Rubi	261,700	139,930	208,950
Brillante	185,447	92,590	154,766
Rojitos	381,937	199,120	127,955
Cardenal	180,970	248,300	99,730
Moneda	169,410	152,384	92,156
Rodostomo	233,650	54,100	72,310
Ramirezi	45,865		23,290
Corredora decker	38,475	12,780	22,605
Otras especies	177,434	100,242	94,871
TOTAL	1,674,888	999,446	896,673

Fuente: (MADR-CCI (2008 y 2009) en Ajiaco-Martínez *et al.*, (2012)

Hoy día la producción acuícola de peces ornamentales en Colombia se basa más en las especies exóticas porque ya vienen con estándares de producción, entre las cuales se encuentran: Bailarinas (*Carassius auratus*), Betas (*Betta splendens*), discos modificados genéticamente (*Symphysodon spp*) y algunos poecilidos, esta producción está dada principalmente en los departamentos de Antioquia y Valle del Cauca.

No se quiere decir, que en Colombia no se esté trabajando con las especies nativas, porque si se han estado realizando estudios como por ejemplo en: arawanas (*Osteoglossum sp*), monedas (*Metynnis sp*), escalares (*Pterophyllum sp*), sapuaras

(*Semaprochilodus sp*), cucha mariposa (*Glyptoperichthys sp*), cardenal (*Paracheirodon sp*), ramira (*apistograma spp*), etc.,(Arias-Castellanos,2000; Ramírez-Gil *et al.*, 2001; Rodríguez, 2001; Luna-Figueroa 2003; Landines, 2004; Parada & Rodríguez-Sierra, 2004;Sanabria-Ochoa *et al.*, 2007a,b; Landines *et al.*,2007; Rodríguez-Sierra, 2007a,b; Muñoz-Ramírez *et al.*, 2009; Lasso *et al.*, 2011, Sánchez-Páez *et al.*,2011), con miras a establecer su aspectos básicos de su biología, mecanismos de reproducción y cultivo, pero los resultados han sido parciales y las producciones no son masivas, y es realmente lo que se necesita para tener un campo amplio en mercado y ante todo mantenerlo constantes, pero debido a que los parámetros de producción no han sido estandarizados y validados en las regiones con potencial para la actividad de peces ornamentales. (AUNAP 2013).

Estas ineficiencias de producción como: i) bajas cantidad de peces por unidad de área, ii) inestable manejo de producción anual, iii) malas prácticas de alimentación, iv) escasa investigación en especies de interés comercial, v) fallas para llegar a establecer buenos rendimientos en la producción, están asociadas con: a) al desconocimiento de los hábitos alimenticios y especialmente la dieta preferencialmente consumida por las especies en su ambiente natural, b) al detallado desconocimiento sobre sus exigencias nutricionales, c) a la escasa información sobre la composición química sobre las materias primas disponibles para dietas para especies menores, tanto como de restricción de uso por presencia de componentes anti nutricionales como de precios en el mercado (Vásquez-Torres, 2002).

De acuerdo con Rodríguez-Sierra, (2007), no es solamente conocer la disponibilidad del producto o materias primas para la realización de las dietas, existe otro factor que también es importante como manejo de adecuadas estrategias de alimentación para cada especie, de esta manera se podría mejorar la producción de peces por unidad de área o por unidad de cultivo, los rendimientos económicos serán mejor retribuidos, por lo tanto, dependerán entonces, no solo de calidad y cantidad de alimento ofrecido a los peces sino también saberlo ofrecer de manera adecuada y oportuna a cada cultivo de especies ornamentales Para ir llenando los vacíos sobre el manejo de producciones de peces ornamentales se han empezado a establecer investigaciones en sistemas de recirculación que anteriormente eran empleados en peces de consumo únicamente, y como con estos sistemas se puede tener más control de las condiciones fisicoquímicas del agua y sanitarias de los ejemplares, que en un sistema tradicional abierto, donde los agentes patógenos son difíciles de controlar , el manejo de éstos, en sistemas de recirculación con la ayuda de filtros de última generación p.ej. la radicación ultra violeta, los agentes patógenos pueden ser eliminados, convirtiéndose en ventaja para producciones acuícolas de especies menores que son tan susceptibles a estos organismos.

De otra parte el progresivo aumento por parte de las empresas acuaristas, en la compra de peces ornamentales de excelente calidad, está llevando a mejorar las formas de cultivo y alimentación de los ejemplares, ya que si citamos el caso en que del total de individuos que llegan a cada una de empresas acuaristas (centros de acopio), solo sobrevive un 45% de los ejemplares, por la gran falencia en el suministro

de alimento mientras están los ejemplares en acopio, además de mencionar que los ejemplares llegan con múltiples lesiones ocasionadas por las capturas, Por las anteriores razones los peces manejados en sistemas de cautiverio tienen sus múltiples ventajas como: i) buen estado sanitario ii) tallas más homogéneas, iii) bajo impacto sobre los ecosistemas acuáticos.

Hasta el momento se han mencionado algunos de los vacíos y/o problemáticas existentes para realmente llegar a establecer unos parámetros de producción para algunas especies menores (peces ornamentales), pero cabe destacar que es importante realizar investigaciones encaminadas al conocimiento de la biología y manejo de las especies nativas, para contribuir con la disminución de las extracciones de los ríos y cuencas de Colombia, así como con ofrecer herramientas básicas de manejo para estas especies menores.

En este sentido si hablamos de manejo productivo de peces ornamentales, para el presente estudio el ofrecerles a estos ejemplares un alimento balanceado que esté acorde con sus hábitos alimenticios nos lleva a plantear la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles serían los rendimientos productivos de *M. ramirezi* al ser manejado en un sistema de recirculación, ofreciéndoles diferentes niveles de Proteína?. Para con ello dar algunos elementos que ayuden a minimizar ese efecto predador de la pesca mediante la producción en cautiverio ofreciéndoles una dieta más adecuada para entregar de igual manera al comercio, ejemplares con acondicionamiento nutricional apropiado.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Evaluar los parámetros de producción de juveniles *Mykrogeophagus ramirezi* de la variedad albina manejados en un sistema de recirculación y alimentados con dietas de diferentes tenores de proteína

3.2 Objetivo Específicos

Determinar para juveniles de *Mykrogeophagus ramirezi* la tasa de crecimiento específico, la ganancia en peso la conversión alimenticia, el factor de condición.

Determinar la tasa de retención de la proteína, eficiencia de la utilización de proteína en juveniles de *Mykrogeophagus ramirezi* alimentados con diferentes tenores de proteína.

Establecer la tasa de sobrevivencia de juveniles de *Mykrogeophagus ramirezi* manejados en un sistema de recirculación.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. Familia Cichlidae

A esta familia pertenecen los mejores ejemplares de la acuariofilia mundial, gracias a que en ella se encuentra una gran variedad de especies, todas ellas de coloración, forma y comportamiento muy interesantes y atractivos (Lasso & Machado-Allison, 2000). Existen numerosas especies de ciclidos que habitan en las principales cuencas hidrográficas de Suramérica (para Colombia distribuidas principalmente en las cuencas de los ríos Orinoco y Amazonas), África, Centro América y un par de especies en Asia (India). Entre los Ciclidos se pueden encontrar desde especies en las que sus ejemplares alcanzan una talla máxima de apenas 3 cm como son las del género *Apistogramma*, hasta las que sobrepasan los 50 cm como el tucunaré (*Cichla* spp.). Además de las diferencias en tamaño los Ciclidos también presentan patrones de coloración muy característicos, los cuales pueden cambiar con la edad o con las variaciones medioambientales. Algunas especies presentan bandas u ocelos que utilizan como mecanismo de protección y mimetismo para ocultarse de sus predadores. La mayoría de las especies pertenecientes a este grupo tienen comportamiento territorialitas y hábitos reproductivos muy complejos; algunas construyen nidos y cuidan de su prole, mientras que otras la incuban y mantienen en su cavidad bucal (Landines, 2004). Generalmente estos peces habitan en diferentes nichos ecológicos dada su gran versatilidad y capacidad de adaptación a las condiciones medioambientales propias de los ríos de aguas negras. No obstante, prefieren habitar en lagos o aguas de curso lento, las cuales poseen sustratos rocosos y abundante cobertura vegetal, y dependiendo del tipo de desove pueden depositar sus huevos sobre una piedra plana, sobre la superficie de las hojas de las plantas o en una cueva (Lasso & Machado-Allison, 2000).

4.2. Historia natural del *Mykrogeophagus ramirezi*

Especie omnívora, con fuerte tendencia al consumo de insectos acuáticos, especialmente quironomidos, también incluyen en su dieta zooplancton y material vegetal (semillas y algas filamentosas). Su reproducción es continua en áreas acuáticas permanentes. Sin embargo en zonas de los llanos altos se reproducen en el periodo de las lluvias donde es abundante a lo largo de los canales formados por los mismos ríos. Alcanza su madurez sexual a los 26 mm, con una fecundidad absoluta de 288 huevos (Lasso & Machado-Allison 1996). En los llanos se reproduce en las zonas ribereñas de las áreas inundadas, donde hacen nidos sencillos, las crías y los padres permanecen allí hasta que el saco vitelino es reabsorbido por completo (Machado-Allison, 1996).

4.3. Distribución de la especie *Mykrogeophagus ramirezi*

Esta especie está ampliamente distribuida en la cuenca del Orinoco, y ríos aledaños al río Meta, incluyendo los Llanos Colombianos (Figura 1). En Venezuela ha sido citado para la región de los Llanos Centro - Occidentales debido a su gran belleza, tamaño pequeño y fácil mantenimiento, es posiblemente el ciclido más importante en la industria de acuarios. Su reproducción artificial ha fomentado el desarrollo en regiones tan remotas de su hábitat natural como las Islas de Hawai, donde salen cientos de miles de ejemplares para ser colocados en mercados internacionales. Sin embargo el patrón de coloración nunca es tan llamativo como los provenientes de su hábitat natural (Machado-Allison, 1996)



Figura 1. Áreas de pesca en el área de influencia de Puerto Gaitán, Meta.

Fuente: Ajiaco-Martínez y Ramírez-Gil (2000).

4.4 Características morfológicas del *Mykrogeophagus ramirezi*

Los Ciclidos enanos tienen en común su tamaño, en comparación con los demás Ciclidos midiendo entre 3 y 8 cm, por lo general son peces tímidos y pacíficos, aunque casi siempre se comportan agresivos en la etapa reproductiva. Las especies pertenecientes a este grupo presentan cuerpo alto, oblongo o elongado, piel cubierta de escamas ásperas, con coloraciones variadas iridiscentes. La línea lateral es interrumpida generalmente con dos porciones, la anterior desde el opérculo hasta los radios de la aleta dorsal y la otra desde la base de la dorsal hasta el pedúnculo caudal, posee boca terminal protractil con dientes cónicos en dos o más hileras localizadas en

las dos maxilas y un solo orificio nasal a cada lado; la aleta dorsal con la espina usualmente más larga que la zona de radios, aleta anal con tres o más espinas, aleta ventral con una espina y cinco radios, aleta anal nunca bifurcada (Figura 2) (Lasso & Machado-Allison, 2000).



Figura 2. Ejemplar juvenil de *Mykrogeophagus ramirezi*

4.5 Sistemas de recirculación

La producción en las granjas acuícolas depende directamente de la cantidad de agua y su calidad, es decir, la capacidad de carga de una granja es el balance entre los factores bióticos (animales acuáticos) y los factores abióticos (agua). Para un desarrollo óptimo (crecimiento, salud y conversión alimenticia) de un determinado cultivo, la producción estará en función de un buen soporte de vida (calidad de agua) y la cantidad de agua que puede ser administrada (Klontz, 1991).

Los problemas que actualmente se tienen en granjas acuícolas relacionados con la cantidad de agua son: bajo tiempo de recambio, baja velocidad del agua y sobrepoblación de los espacios de cultivo (Klontz, 1991). Los problemas relacionados con la calidad del agua, generalmente, derivan en enfermedades o en estrés, que no permite el buen desarrollo de los animales acuáticos.

Otro problema frecuentemente encontrado es el uso de la misma agua a través de diferentes estanques, esto ha traído como consecuencia, que los animales que reciben esta agua, tengan problemas sanitarios o de supervivencia, debido a la baja cantidad de oxígeno disuelto, la alta concentración de sólidos suspendidos, ocasionando generalmente la muerte (Klontz, 1991).

Una de las soluciones que han encontrado los productores acuícolas, para aumentar la producción, o para disminuir los riesgos de una mala calidad de agua en los sistemas de producción, es el uso de sistemas de recirculación de agua (Figura 3), de acuerdo con Mayo (1991), se entiende como un conjunto de procesos que mejoran la calidad del agua, que permiten una mayor producción. Por consiguiente las ventajas de estos sistemas de recirculación son:

- ⤴ Economía en el empleo de espacio y agua,
- ⤴ Posibilidad de controlar mejor la calidad del agua (Existe mayor estabilidad de los parámetros fisicoquímicos)
- ⤴ Viabilidad de una mayor tasa de siembra,
- ⤴ Más alta tasa de producción.
- ⤴ Ahorro del recurso hídrico
- ⤴ Obtención de mayor rendimiento por volumen de agua.
- ⤴ Control sobre los patógenos.

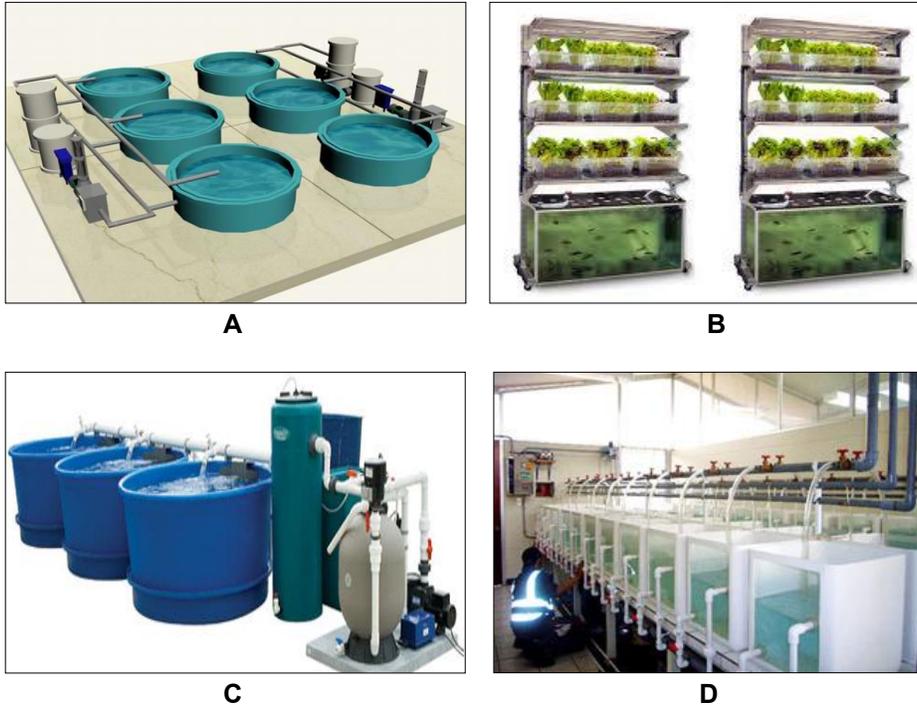


Figura 3. Imágenes de diversos Sistemas de Recirculación (R.A.S). A) sistema circular para el manejo de peces de agua dulce. B) Sistema en NFT para acuaponia. C) Sistema para el manejo de peces marinos. D) Sistema de acuarios para el manejo Peces en bodegas.

Para el uso de estos sistemas, es imprescindible que el potencial productor conozca en qué mercado colocará su producto terminado. El análisis económico de los sistemas de recirculación, indica que los parámetros clave para su operación, abarcan principalmente: i) La operación del sistema con la mínima entrada posible de energía y ii) la obtención de una apropiada purificación del agua, para su posible reutilización. Estos dos criterios deben ser optimizados al diseñar los sistemas (Tabla 3).

Los peces producen desechos que degradan la calidad del agua en la que son cultivados. Los principales desechos que ejercen un efecto negativo sobre esta calidad son: amoníaco, anhídrido carbónico, materia fecal y otros provenientes del metabolismo de los animales, además de los desperdicios de alimento ofrecido. La materia orgánica (heces), también se degrada, produciendo una cantidad apreciable de amoníaco, nitritos y nitratos. En sistemas cerrados, sin recirculación, el efecto de estas sustancias

hace disminuir el pH del agua, consume todo el oxígeno disuelto existente, aumenta la turbidez y convierte el agua en un medio inhóspito para la vida de los peces.

Tabla 3. Procesos utilizados en sistemas de recirculación.

Físicos	Químicos	Biológicos
Sedimentación	Aireación	Nitrificación
Filtración por arena	Inyección de oxígeno puro	Desnitrificación
Centrifugación	Control de Alcalinidad y dureza del agua, control de pH	
Control de temperatura	Adsorción del carbono	
Esterilización por UV	Ozonización	
Por medio de pantallas	Ósmosis inversa	
	Desgasificación	
	Intercambio de iones	

4.5.1 Filtro Mecánico

El filtro mecánico, es utilizado para remover los sólidos suspendidos obtenidos de las heces y de alimento no consumido lo cual es importante para evitar que se tapen las tuberías además de que dichos sólidos consumen oxígeno, afectando su disponibilidad para los peces. (Timmons *et al.* 2002)

4.5.2 Filtro biológico

El filtro biológico dentro del sistema de recirculación es el componente más complejo ya que por extensión puede considerarse como un organismo “viviente”. Por tal razón, requiere de variables físicas y químicas estables, de un permanente abastecimiento de alimento (desechos) y un adecuado nivel de oxígeno. La recirculación del agua sin embargo, tiende a acumular desechos de los metabolitos y bacterias hasta un punto donde pueden volverse dañinas. Ya que los peces producen amoníaco (NH_3) y nitritos (NO_2) como productos metabólicos, los que son tóxicos para ellos por lo que deben ser transformados en nitratos (NO_3) para reducir su peligrosidad. Esto ocurre a través de los biofiltros puesto que establecen colonias de bacterias denominadas *nitrosomonas* y *nitrobacter*, las que intervienen en el ciclo del Nitrógeno (Shepherd, 1992).

4.5.3 Filtro ultravioleta o Esterilización

El agua pasa a través de filtros con rayos ultravioleta o con ozono, que destruyen patógenos, parásitos y enfermedades que puedan estar presentes dentro del agua. (IPAC, 2010)

4.6 Nutrición y alimentación en peces

La alimentación es uno de los factores más importantes dentro de un sistema de producción, corresponde a la mayor parte de los costos de producción (El-Sayed, 1999), donde el rubro representado por el alimento concentrado es el 57% (AUNAP). Dando un buen manejo de la misma se logra un desempeño productivo y reproductivo ideal en cada especie, debido a que los animales tendrán satisfechas sus necesidades y requerimientos básicos, lo cual les permitirá estar sanos y podrán expresar sus características fenotípicas, importantes para su comercialización. Una mala nutrición implicaría un cambio drástico en el desempeño de los animales con el consiguiente perjuicio económico.

4.6.1 ¿En qué consiste la formulación de dietas completas?

De acuerdo con Cho *et al.*, (1995), la formulación de una dieta es el proceso mediante el cual se trasladan los requerimientos de energía y de nutrientes a una mezcla balanceada de ingredientes alimenticios para un grupo de animales. Tal dieta deberá satisfacer las necesidades diarias de energía y nutrientes para el sostenimiento y crecimiento del animal.

A través de procedimientos diferentes, la formulación de dietas para animales selecciona ingredientes dietarios y los niveles en los que serán combinados para crear una mezcla que debe atender los requerimientos nutricionales de una especie en particular y además ser palatable, nutritiva, fácil de almacenar, transportar y suministrar a los peces y entre diferentes opciones posibles, la más económica. (Tacón, 1989; De Silva & Anderson 1995).

4.6.2 Recursos de nutrientes para la formulación de dietas.

Los nutrientes consumidos por los peces después de ser digeridos en el estómago e intestino, son absorbidos a través de las paredes del intestino hacia el torrente circulatorio en la forma de moléculas, lo cual la mayor parte de la masa del alimento que los peces consumen está constituida por tres macronutrientes que son las proteínas, los carbohidratos y lípidos. La proteína como la harina de pescado es digerida para liberar sus componentes los aminoácidos que subsecuentemente son usados para síntesis de nuevas proteína o para producir energía.

La proteína es el nutriente de mayor importancia para el animal en crecimiento, donde el perfil de aminoácidos es decisivo para su calidad (Pezzato, 1999), siendo este el componente básico de los tejidos animales y es por ello esencial para el mantenimiento y crecimiento. A nivel de mantenimiento, el pez la requiere para reponer tejidos desgastados y productos proteínicos como células del epitelio intestinal, enzimas y hormonas, (Hepher, 1993), anticuerpos y transporte de minerales y para peces por ejemplo carnívoros, como fuente de energía (Logato, 1999).

Según Boscolo *et al.*, (2002), los nutricionistas deben formular las raciones con base en nutrientes digestibles, buscando el máximo desempeño de los animales a un mínimo costo y también minimizar la contaminación del medio acuático, debido a que la porción de proteína no digerida y absorbida se excreta.

A pesar de que el contenido de nutrientes de los ingredientes alimenticios comúnmente utilizados en la fabricación de raciones para peces, varía en función de la región, país, época del año de producción, clima del lugar donde se produce, estado de madurez de la cosecha, métodos de la colecta, procesamiento post-cosecha, almacenamiento, transporte entre otras, algunas generalizaciones se pueden hacer analizando la composición química de los materiales alimenticios individuales, con el fin de compilar informaciones útiles en los procesos de formulación y fabricación de raciones para peces.

Por motivos económicos, de disponibilidad y de constancia en la calidad, los productos y subproductos de origen vegetal vienen sustituyendo en importantes proporciones, los ingredientes de origen animal (Tabla 4) en la fabricación de raciones para peces.

4.6.3 Composición proximal (Análisis Bromatológicos)

El primer paso en la evaluación química de los ingredientes que se pretenden usar en la alimentación animal, usualmente es el análisis Weende o proximal. (Tacon, 1989). Aquí el material a probar es sometido a una serie de pruebas químicas relativamente simples, para determinar su contenido de humedad, proteína cruda, cenizas, lípidos, fibra cruda y carbohidratos digeribles. Una representación diagramática del esquema del método de Weende de análisis proximal de alimentos se muestra en la Figura 4.

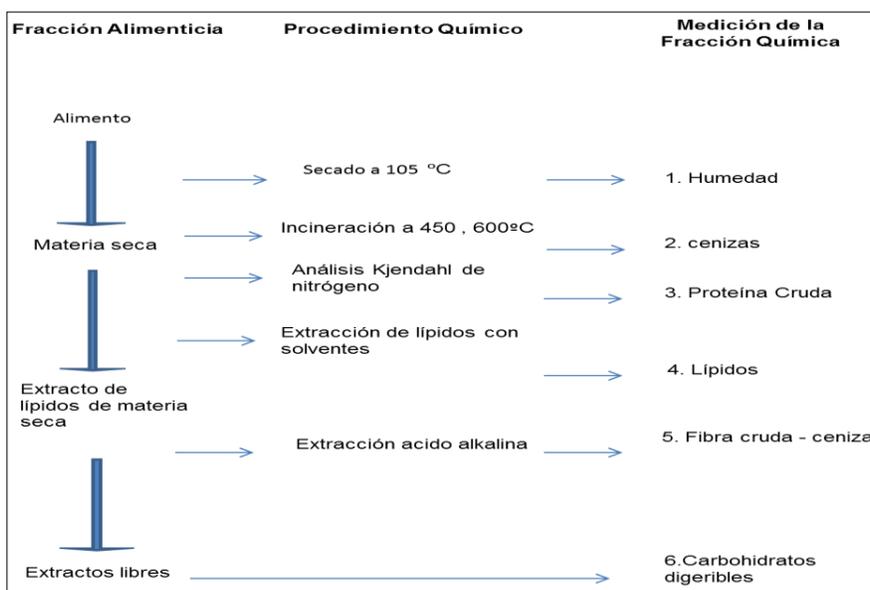


Figura 4. Método Weende de composición proximal de las dietas.

Tabla 4. Descripción de algunos recursos de nutrientes empleados en la formulación de dietas.

MATERIA PRIMA (INGREDIENTE)	DESCRIPCIÓN	AUTOR
Harina de pescado	La harina de pescado es obtenida a través del cocimiento, secado y molido de peces enteros descartados para el consumo humano y residuos del procesamiento del pescado (descamado, eviscerado, extracción del filete) tales como esqueleto, cabeza, escamas, y vísceras. Las harinas son tratadas con ácidos orgánicos e inorgánicos para reducir el desarrollo de microorganismos durante el proceso y almacenamiento (la adición excesiva puede reducir su palatabilidad).	Kubitza 1997; Ramírez, 2009
Harina de carne	Estas harinas son el producto de cocimiento sobre presión de residuos de tejidos cárnicos y de huesos de animales, generalmente bovinos y cerdos. La calidad nutricional de esta harina es muy variada, también en función de las materias primas utilizadas y el tipo de procesamiento empleado en su fabricación. Piel y pelo en exceso así como cascós, cuernos, vísceras con contenido estomacales, materias fecales y sangre, deterioran la calidad de estas harinas. También la contaminación bacteriana cuando las materias primas se deterioran demasiado antes del procesamiento puede ser muy perjudicial para los peces que la consumen.	Hepher, 1988 Swingle, 1961
Torta de soya	La torta de soya es un subproducto resultante de la extracción, por prensado mecánico o por solvente, del aceite de los granos de soya seguidos de tostado y molido. Es una de las fuentes proteicas más utilizadas en la fabricación de alimentos concentrados para peces, llegando a sustituir completamente la harina de pescado en la formulación de raciones para varias especies. El contenido de PB de la torta de soya puede variar entre 42-48% dependiendo del método de extracción del aceite.	Tacon, 1989; Vaques-Torres, 2002
Harina de Maíz	El maíz es el alimento más utilizado en la alimentación de aves, cerdos y peces, su valor energético depende del grado de molido y gelatinización del almidón. En general en cuanto menor el tamaño de las partículas después del molido, mayor será la digestibilidad.	Vásquez-Torres 2000; Hepher, 1988
Gluten de maíz	Es aquella parte del descascarado comercial del maíz que permanece después de la extracción de la mayor parte del almidón, gluten y germen por los procesos empleados en el molido húmedo durante la manufactura del almidón o miel. Puede o no puede contener extractos fermentados de maíz y harina de germen de maíz.	Vásquez-Torres 2000;2002
Grasas y aceites	En los vegetales la energía es almacenada en forma de almidón mientras que en los animales de glicógeno, sin embargo tanto en vegetal como animal pueden ser almacenados en forma más compacta como grasa o aceites. En los vegetales las grasas y aceites formados a partir de lo carbohidratos, en los animales las grasas pueden formarse también a partir de carbohidratos.	Vásquez-Torres 2002
Vitaminas	Las vitaminas son un grupo heterogéneo de compuestos orgánicos esenciales para el crecimiento y mantenimiento de la vida animal, la mayoría de las vitaminas no son sintetizadas por el cuerpo de los animales, o bien si son, es una tasa muy inferior, que permita cubrir los requerimiento de la especie. Las vitaminas difieren de los otros nutrientes principales (proteínas, lípidos, y carbohidratos, en que esas no estén químicamente relacionadas unas con las otras, existe en cantidades muy pequeñas dentro de las materias alimenticias de origen animal y vegetal y son requeridas por los animales en cantidades traza.	Tacon, 1989

4.6.4 Avances en el conocimiento del manejo nutricional en Ciclidos.

Los Ciclidos enanos son peces con hábitos alimenticios muy similares entre sí, se puede afirmar que la mayoría de las especies son omnívoras, pues consumen plancton, larvas de insectos, artemia, material vegetal y aceptan bien los alimentos balanceados (Tabla 5), los cuales son una excelente opción para suplir los requerimientos nutricionales. Estas dietas proveen a los animales todos los nutrientes alimenticios básicos: proteínas, carbohidratos, lípidos, entre otros, que cumplen un papel fundamental en el crecimiento y la reproducción.

Tabla 5. Principales antecedentes del trabajo en nutrición realizado en el grupo de los Ciclidos ornamentales.

Autor	Año	Especie	Nivel de proteína (%)
Ureña Bermeo, F. R. & Avendaño Vásquez L.	2004	Escalar (<i>Pterophyllum scalare</i>)	40, 45
Mora Mora J. C; Ureña Bermeo F. R; Avendaño Vásquez L& Landines M. A.	2004	Ciclidos enanos	36
Cortés S & Landines M.	2007	Falso disco (<i>Heros severus</i>)	40, 45 y 50
Rodríguez C; Sarmiento A; Landinez M.	2007	Falso escalar (<i>Mesonauta festivum</i>)	40, 43, y 50
Bermúdez J. & Landines M.	2007	Juan Viejo (<i>Satanoperca jurupari</i>)	40, 45
Landines M. A. & Herazo D. M.	2007	Disco (<i>Symphysodon sp</i>)	45
Mora J. C. Ureña R. F; Landines M. & Sanabria A.	2007	Ciclidos	38
Luna-Figueroa, J.	2007	Mojarra Criolla <i>Cichlasoma istlanum</i>	45
Villarreal C, R. Gelabert, G; Gaxiola, Cuzon, L.E. Amador, E. Guevara, R. Brito	2011	<i>Cichlasoma urophthalmus</i>	55

5. METODOLOGÍA

5.1 Montaje del sistema de recirculación.

5.1.1 Montaje infraestructura hidráulica y para aire.

La tubería hidráulica de ½ “fue armada y acondicionada a la bomba sumergible, la cual está siendo controlada desde el panel de mando, ésta tiene la capacidad de recircular agua alrededor de 1,95 l/seg, directamente a las unidades de experimentación (acuarios) (Figura 5 A, B, C, L)

Se empleó un total de 2,09 m, de tubería cuyas funciones son i) la de recolectar y transportar el agua directamente al sistema de filtración ii) la de llevar aire al interior de las unidades. En este sentido a cada batería de Unidades experimentales (acuarios) (Figura 5D) se le instaló la tubería PVC de 2”, la cual conducirá el agua de salida de las unidades directamente al sistema de filtración biológica, así como tubería para suministrar el aire generado por el blower (Figura 5 E,F).

5.1.2 Montaje de panel de circuitos.

En primera instancia el sistema de recirculación debe de trabajar con un voltaje entre 120 y 130 voltios, para un adecuado funcionamiento. El sistema de circuitos Cuenta con un control de mando (Figura 5C), desde donde se puede manejar manualmente el encendido y apagado del Blower y bomba sumergible, además el control de mando monitorea: i) la temperatura del sistema, desde allí se puede programar la temperatura deseada (29°C) (Figura 5G), ii) manejar automáticamente el tiempo de encendido y de apagado también de la bomba de agua, del blower mediante un temporizador (Figura 5H) que al programarlo da un tiempo máximo de diez minutos, para que el sistema se apague totalmente y de esta manera poder desarrollar cualquier tipo de actividad al interior de las baterías de acuarios y en términos generales con el sistema de recirculación.

5.1.3 Montaje de Infraestructura para filtración mecánica UV (Esterilización).

Desde el panel de control de mando se procedió con la instalación eléctrica del sistema de filtración Ultravioleta, el cual va directamente conectado a una caja eléctrica, con su respectivo interruptor, el cual se puede activar manualmente para dar funcionamiento al filtro.

Este filtro mecánico (lámpara UV) se instaló directamente en la tubería de paso de agua, ubicada al costado posterior del sistema de recirculación. La frecuencia de utilización de este filtro ultravioleta era de 2/veces/día durante 45 minutos, con el objeto de minimizar la carga de patógenos en el agua circulada (Figura 5I).

5.1.4. Montaje infraestructura de filtración biológica.

El montaje del sistema de filtración biológica (Figura 5J) se desarrolló en dos pasos: i) Consta de un contenedor de dos compartimentos elaborado en acrílico blanco de dimensiones 45 cm de largo por 35 cm de alto 30 de profundo, al interior de uno de los compartimentos se disponen de manera ascendente cuatro bandejas, cada una de las bandejas del sistema se puede extraer fácilmente para realizar su debido mantenimiento y limpieza. A continuación se describe la organización y cantidades de los materiales a emplear en las cuatro bandejas:

El primer nivel superior se armó con una gruesa capa de guata, el segundo nivel consta de una delgada capa de guata, la cual recubre 2000 gramos de gravilla número 2 previamente lavada y desinfectada. El tercer nivel consta de una delgada capa de guata la cual está recubriendo el carbón activado. El cuarto nivel está compuesto de una última y gruesa capa de guata (Figura 5K).

El mantenimiento de estas bandejas se realizó 1 vez por mes.

ii) se procedió con el montaje de cámara húmeda donde se depositaron 125 unidades de biobolas, las cuales se colocaron al interior de un cilindro con rosca, material PVC de 10 pulgadas (Figura 5F) y su función fue la de maximizar la superficie de filtración y a la vez permitir gran circulación de aire a través de las mismas de forma que al ser utilizadas en la cámara húmeda de los filtros pudieran desarrollarse en la misma, bacterias nitrificantes que permitían una completa depuración biológica del agua, además de su oxigenación.

5.2. Monitoreo inicial al funcionamiento del sistema de recirculación

5.2.1. Monitoreo preliminar al manejo de ejemplares vs la temperatura del sistema de recirculación.

Una vez estandarizada la temperatura en el sistema de recirculación (29°C), se desinfectó cada una de las baterías experimentales y el filtro biológico con NaCl distribuyendo el NaCl por todo el sistema y dejándolo actuar durante dos días, al cabo de este tiempo el sistema se lavó y quedó listo para su utilización. Para evaluar la tolerancia de los ejemplares a la temperatura 29°C, se empezó por colocar 1 ejemplar al interior de cada unidad experimental y gradualmente se fueron aumentando el número de ejemplares de ramirezi, los peces empleados presentaban en promedio $1,24 \pm 0.038$ gr de peso y $3,2 \pm 0.07$ cm de longitud total.

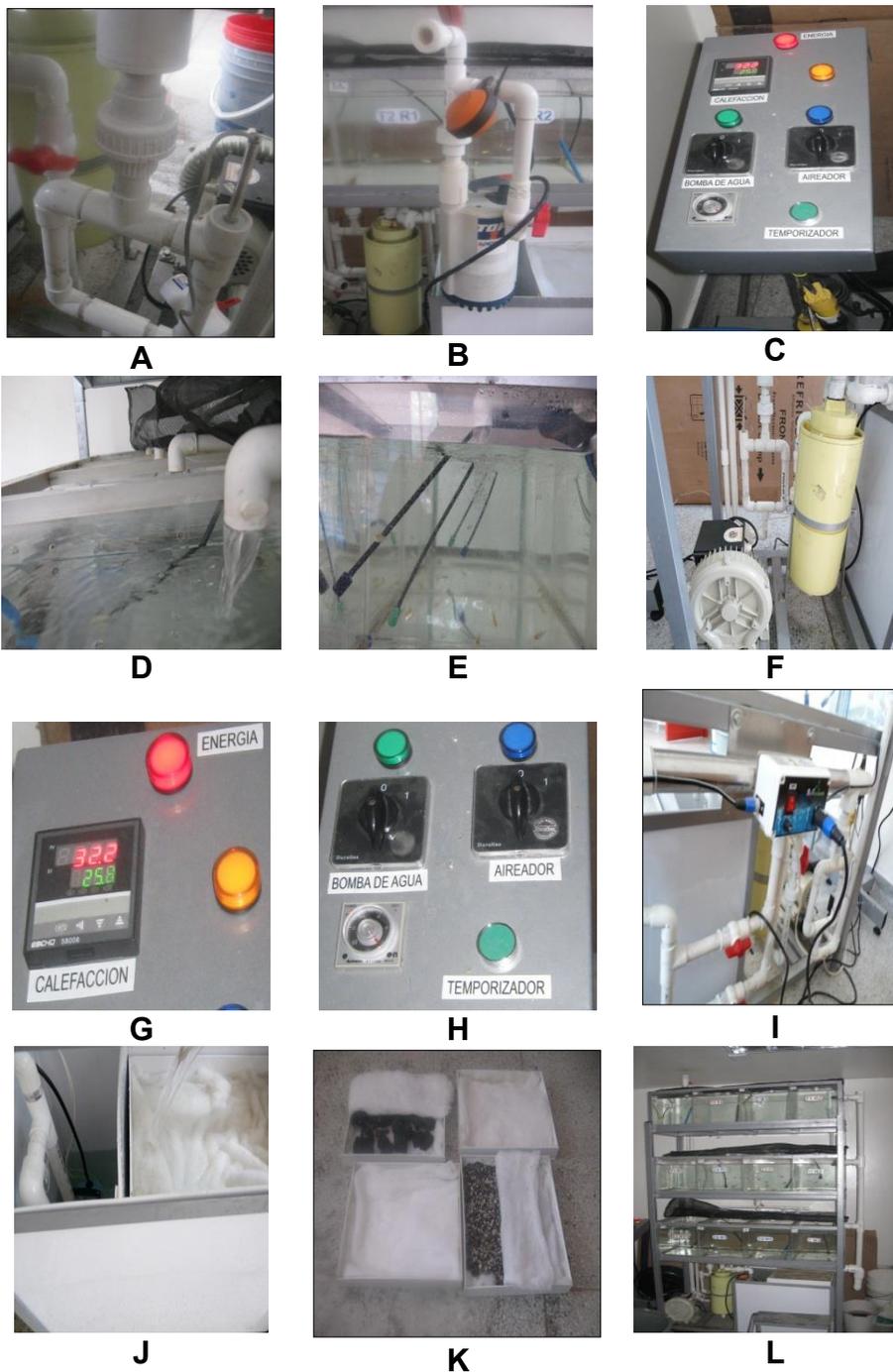


Figura 5. Montaje del sistema de recirculación para el manejo de *Mykrogeophagus ramirezi*. A) Tubería de ½"conductora de agua dentro del sistema de recirculación y termocupla para manejo de temperatura B) Bomba sumergible C) Panel de control de mando, D) Unidades experimentales acondicionadas con tubería agua de 1", E) Acondicionamiento de entrada de aire independiente a las unidades experimentales, F) Blower de 2HP y cámara húmeda contiene biobolas G) Termómetro digital programable, H) Switch de encendido y apagado de blower y bomba sumergible y temporizador, I) Sistema Ultra violeta para Esterilización del agua, J) Contenedor en acrílico dividido en dos compartimentos, K) Bandejas que constituyen el filtro biológico con los sustratos empleados, L) Sistema de recirculación completamente armado y en funcionamiento.

5.3. Elaboración de dietas experimentales

Para la elaboración de las dietas experimentales se siguieron las metodologías propuestas por National Research Council (1993); Pezzato (1999); Pezzato (2000) Rodríguez-Sierra (2007).

5.3.1. Formulación, molienda y pesaje de ingredientes para la elaboración de dietas a utilizar en juveniles de *M. ramirezi*

La formulación se realizó en la Universidad Nacional de Colombia, en el laboratorio de Ictiología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Empleando la herramienta Solver de Excel de office 2010, se estableció teóricamente el balanceo de los insumos especialmente el tenor proteico a emplear en la dieta.

Una vez con la dieta balanceada, se procedió con la consecución de los insumos: Harina de pescado, torta de soya, Harina de Carne, Gluten de Maíz, Harina de Maíz, Arroz quebrado, Aceite Pescado, Aceite de Soya, Premix, Sal, Fos bical, CaCO_3 , BHT, Vitamina C, ClorColina, CMC, Posteriormente se empleó un molino de pines eléctrico (220 voltios) (Figura 6A), con el fin de triturarlos insumos de cada una de las dietas, los cuales después de ser triturados fueron recolectados en la parte inferior en un empaque plástico (Figura 6B) quedando listos para su pesaje, se llevó cada uno de los ingredientes separados por dieta y con la ayuda de una balanza semianalítica intellab wpt6c/1, se inició el pesaje de los insumos (Figura 6C) colocándolos directamente en bolsas ziplock por separado (Figura 6D).

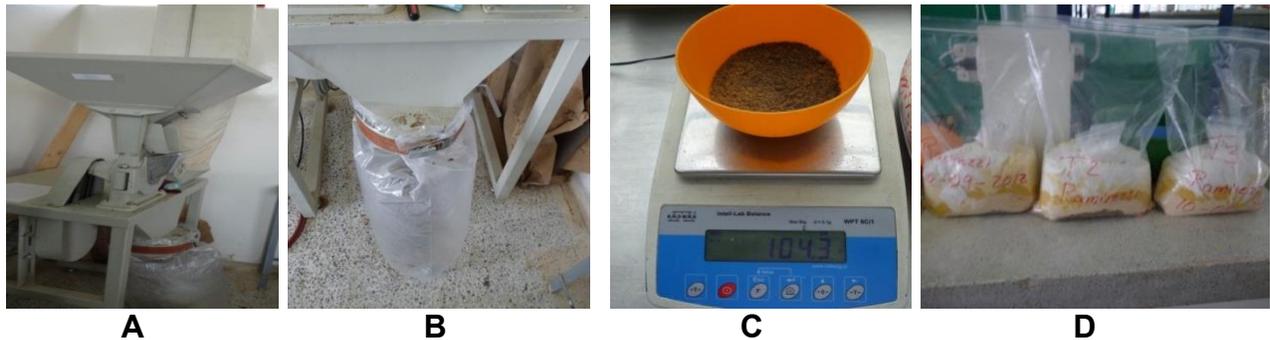


Figura 6. Proceso de alistamiento de ingredientes. A) Molino donde fueron trituradas las materias primas. B) Recolección de la molienda de las materias primas. C) pesaje por separado de ingredientes. D) Ingredientes pesados en las cantidades apropiadas para cada dieta.

5.3.2. Mezclado de ingredientes y adición de la fracción lipídica y húmeda para la elaboración de dietas a utilizar en juveniles de *M. ramirezi*.

Cada dieta se colocó por separado en un recipiente plástico totalmente esterilizado y seco (Figura 7A), se adicionó paulatinamente cada ingrediente de la dieta, y empleando guantes de nitrilo se empezó a mezclar hasta lograr integración total de las partículas de todos los ingredientes (textura homogenizada) (Figura 7B).

Posteriormente se adicionaron 30 gr de Aceite de Soya a cada una de las dietas, se mezcló nuevamente (Figura 7C) y luego se le adicionó el agua en un 20% del total del peso de la dieta (40gr) (Figura 7D) y nuevamente se mezcló.

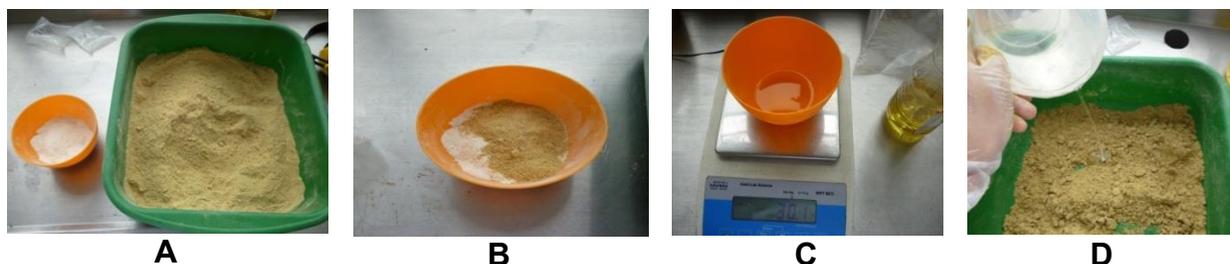


Figura 7. Proceso de mezcla de ingredientes A) Ubicación de ingredientes en recipientes para mezclar, B) Mezcla de ingredientes C) Pesaje y adición del aceite de soya, D) Inclusión del agua para humedecer y compactar la mezcla de ingredientes.

5.3.3. Procesos de extrudización, secado y tamizaje de las dietas elaboradas

Una vez la mezcla de cada una de las dietas estuvo homogénea se llevó por separado a la microextrusora (voltaje 110 – 120) (Figura 8A), la cual en la parte superior cuenta con un embudo en donde es depositada la mezcla la cual se bajaba hasta llegar a la parte media de la extrusora (Figura 8B), donde se encuentran las cuchillas del tamaño que se requiere salga finalmente el extruder y por compresión de aire caliente la extrusora le iba dando forma al tamaño de la partícula, el cual al salir se recogía en una cubeta plástica esterilizada (Figura 8C).



Figura 8. Proceso de extrudizado de las dietas ya elaboradas. A) Equipo microextrusora listo para iniciar el proceso, B) Ubicación de la mezcla lista para extrudizar, C) Recepción en cubeta del producto ya extrudizado, D) Distribución de la dieta en capas delgadas sobre bandejas para llevar al horno, E) Acomodación de las bandejas con las dietas para el proceso de secado, F) Tamizaje de las dietas por tamaños.

Luego de extruídas y enfiadas las dietas se pasaban a una bandeja metálica de 40 cm de ancho, por 70 cm de largo (Figura 8D), la cual se llevaba al horno previamente calentado a 95°C por un tiempo de 12 horas de cocción (Figura 8E), pasado este tiempo se dejaba por 6 horas más para que disminuyera la temperatura y se pudieran manipular las dietas.

Finalmente para clasificar por tamaños los extrudizados de cada dieta, se pasaban por 4 tamices de diferente micraje (1mm, 125 micras; 250 micras; 500 micras) (Figura 8F).

5.4. Material biológico.

Se adquirieron 150 ejemplares de *Mykrogeophagus ramirezi* de la variedad albina en la ciudad de Villavicencio, estación piscícola la Pancha, ubicada en la vereda la llanerita, los ejemplares contaban con un peso medio de $0,36 \pm 0,03$ g y longitud total media de $2,3 \pm 0,041$ los cuales se trasladaron a la ciudad de Neiva al laboratorio de Acuicultura Continental (Figura 9A) de la Universidad Surcolombiana. Donde se realizaron las respectivas i) aclimatación (Figura 9B), registrando temperaturas del agua de transporte y de recepción (Figura 9C) y ii) cuarentena por quince días (Figura 9C), acompañada de una desparasitación externa empleando sumo de ajo (Figura 9D), en baño corto por tres días en una concentración de 2 g/3L de agua (Figura 9E). Durante este tiempo de cuarentena se monitoreo de todas maneras la temperatura.

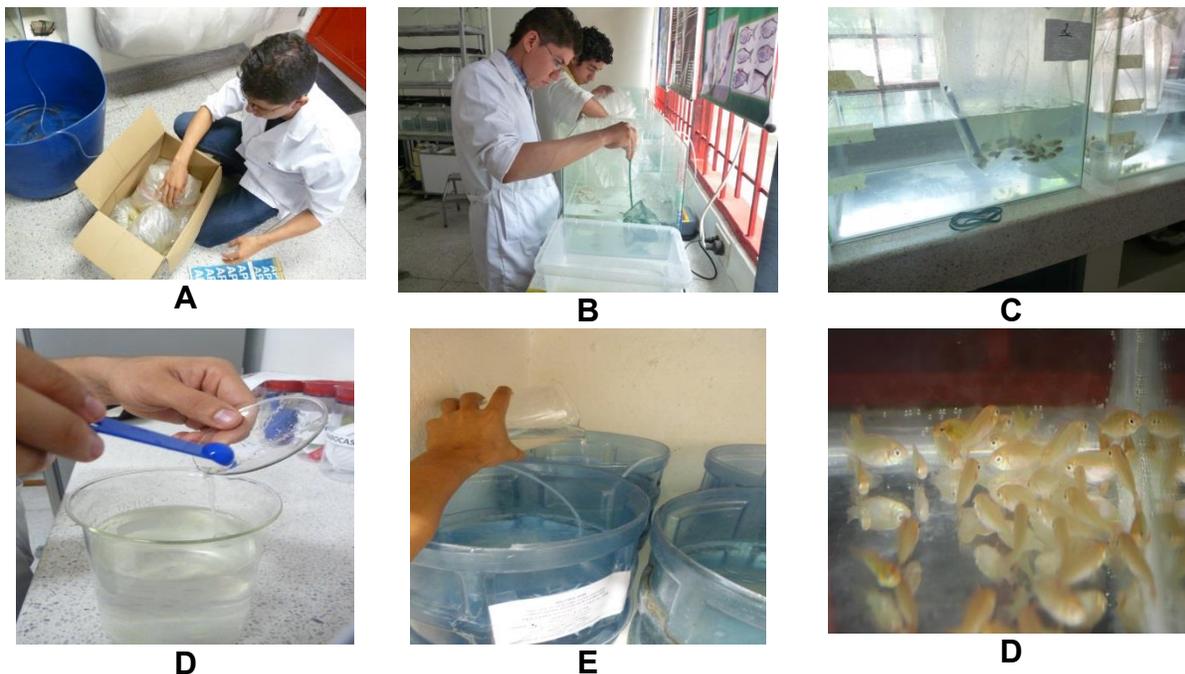


Figura 9. Proceso de manejo del material biológico. A) Recepción de los ejemplares en el laboratorio, B) Inicio del proceso de aclimatación durante 45 minutos, C) Monitoreo de temperaturas en el proceso de aclimatación, D) Preparación del sumo de ajo empleado para manejo de peces ornamentales E) Aplicación de la solución para desparasitación externa, F) Ejemplares de *M. ramirezi* dispuestos a proceso de cuarentena

Finalizada la cuarentena se procedió con la selección de los ejemplares homogéneos para la siembra de los mismos en las unidades experimentales (Figura 10A) y el criterio de selección fue el rango de tamaño (Figura 10B), para esto se realizaba la biometría de los ejemplares, registrando longitud total (Figura 10C), longitud horquilla, longitud estándar y peso (g) (Figura 10D), La información obtenida se registraba inmediatamente (Figura 10E), Finalmente los ejemplares eran colocados en las unidades experimentales dentro del sistema de recirculación (Figura 10F).

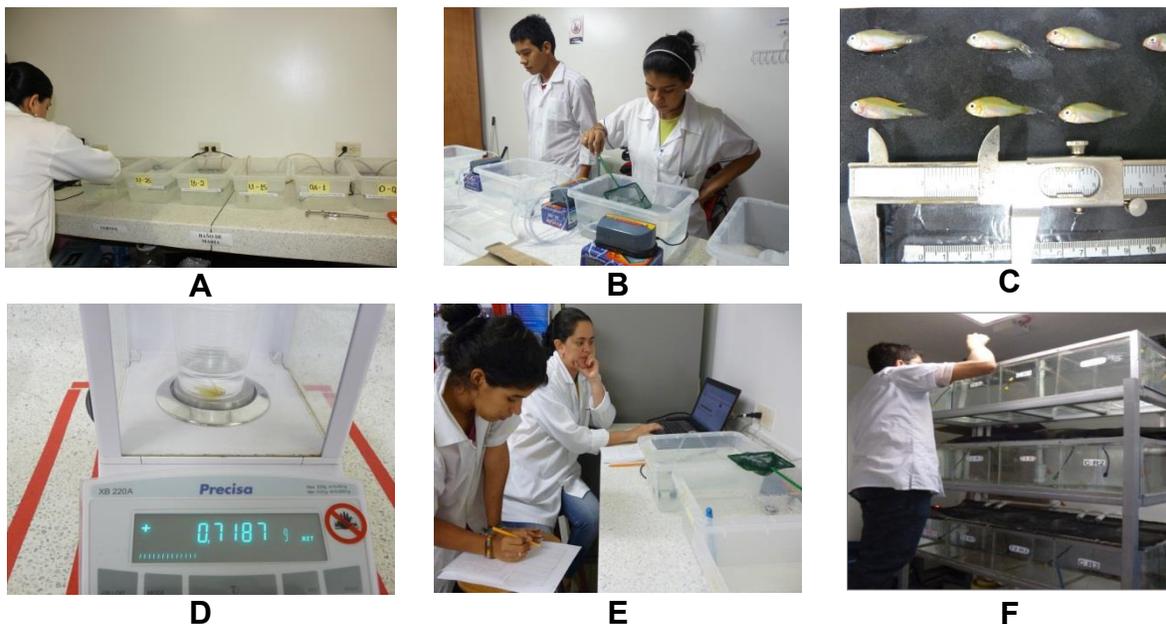


Figura 10. Distribución de los ejemplares de tallas homogéneas en el sistema de recirculación. A) Recipientes con ejemplares distribuidos por rangos de tamaño, B) manipulación de los ejemplares C) Registro de Tamaño de los ejemplares D) Registro del peso en balanza analítica digital, E) Registro de información en planillas y hojas de cálculo, F) Distribución de los ejemplares en cada unidad experimental (tratamiento) dentro del sistema de recirculación.

5.5. Condiciones del experimento

El experimento tuvo una duración de 105 días, tiempo en el cual los ejemplares eran alimentados *ad libitum* con tres dietas experimentales (32%, 36% y 40% PB) y el control (38%PB) (Figura 11A) suministrado 3 veces al día, dicho alimento fue tamizado para adaptarlo al tamaño de la boca de los ejemplares (Figura 11B).

En cada una de las unidades experimentales del sistema de recirculación se manejaron 9 ejemplares de *M. ramirezi* quincenalmente se realizaba la biometría (40% del total de individuos), en donde se registraron el peso total (g) y Longitud total, longitud horquilla y Longitud estándar (cm) (Figura No.11C,) con una balanza analítica digital Precisa® (Figura 11D) y un ictiometro artesanal (Figura 11E). Para facilitar la manipulación de los ejemplares estos se sometían a bajar el metabolismo con hielo y agua hasta que esta mezcla alcanzara una temperatura de 7°C (Figura 11F,G), posteriormente si se realizaban las actividades de biometría con los peces y una vez manipulados se pasaba a una cubeta con agua a temperatura ambiente (28° C) donde

iniciaba su proceso de recuperación con abundante oxigenación (Figura 11H), finalmente los ejemplares manipulados en cada biometría eran dispuestos nuevamente en el sistema de recirculación (Figura 11).

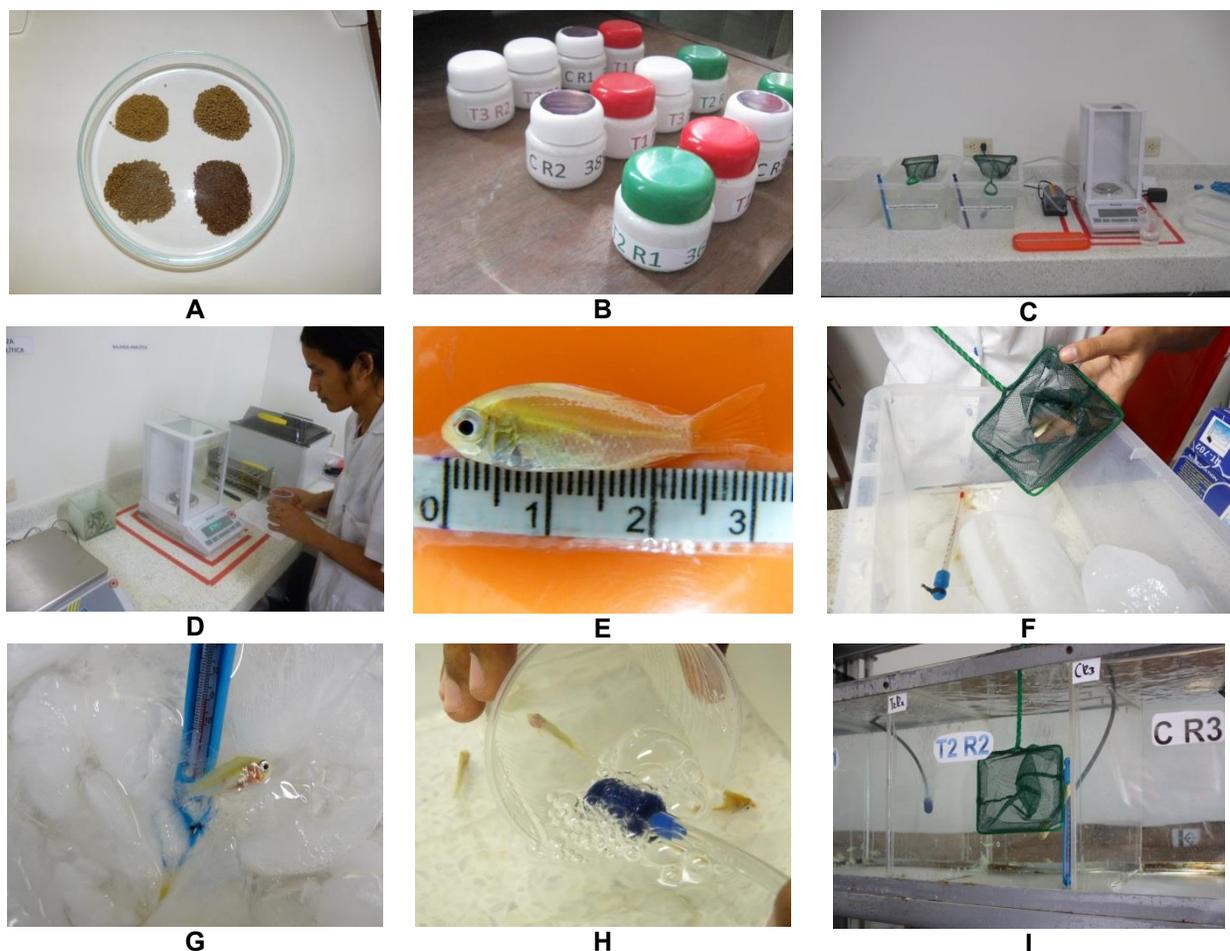


Figura 11. Secuencia de las condiciones experimentales, A) Dietas a suministrarse en cada tratamiento, B) contenedores para almacenar el alimento diario, C) Materiales listos para la realización de las biometrías, D) Pesaje de los ejemplares, E) Registro de la longitud de los ejemplares, F) Mecanismo de manipulación para disminuir el metabolismo de los ejemplares, G) *M. ramirezi* a 7°C, H) Ejemplares después de la manipulación en el proceso de recuperación metabólica, I) Ubicación de los ejemplares nuevamente en el sistema de recirculación.

5.6 Monitoreo de parámetros fisicoquímicos

Se escogían dos replicas al azar del sistema de recirculación y se iniciaba el proceso de valoración de parámetros de calidad e agua. De las unidades experimentales se tomaba una muestra de agua (Figura 12A) y se registraba la Temperatura (°C), con un equipo HACH FF1A (Figura 12B), se evaluaban los parámetros físicos químicos como: pH, amonio (mg/l), alcalinidad (mg/l), cloruros (mg/l), y oxígeno disuelto (mg/l) (Figura 12 C); esta valoración se realizaba cada 15 días antes de iniciar la biometría correspondiente.

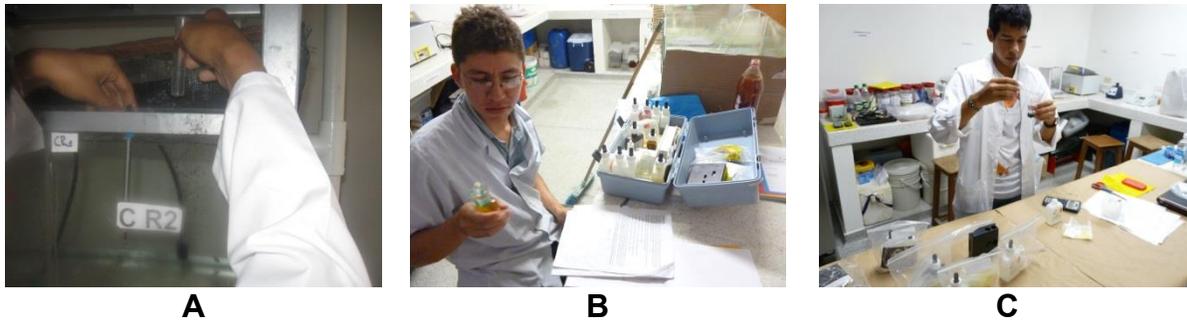


Figura 12. Monitoreo de los parámetros Físico-Químicos en el sistema de recirculación. A) Alistamiento de muestras y registro de temperatura, B) Valoración de Oxígeno disuelto, C) Valoración de Amonio en las muestras de agua.

5.7. Análisis bromatológicos

Siguiendo las metodologías propuestas por la A.O.A.C. (1990) se procedió a la preparación de cada una de las muestras para el desarrollo de los análisis bromatológicos, se utilizaron 20 gr de muestra en el caso de las dietas y 10 gr en el caso de los ejemplares de cada uno de los tratamientos. Para obtener la carcasa, los peces fueron sacrificados disminuyendo su metabolismo, sometiéndolos a agua a 0°C, las muestras se empacaron en bolsas ziplock, fueron rotuladas y llevadas a la Universidad Nacional de Colombia de Bogotá.

El análisis proximal de los diferentes tipos de alimento fue realizado según la metodología planteada en el Manual del Laboratorio de Nutrición Animal de la Misma universidad que se basa en los protocolos también propuestos por A.O.A.C. (1990). A continuación se describe brevemente el proceso: i) las muestras fueron sometidas al proceso de Liofilización que consistía en extraerles el total del agua corporal de los peces (Figura 13A), ii) se pasaron las muestras por el molino para pulverizarlas (Figura 13B), iii) se procedió a la determinación de cenizas y proteína donde se tomaban 0,5 gramos de la muestra, se ubicaban en el digestor por 5 horas a una temperatura de 95°C, iv) se adicionaban 5 ml de ácido sulfúrico y su respectivo catalizador (neutralizar la reacción de ácido sulfúrico) (Figura 13 C,D,E,F), v) luego se retiraban las muestras del digestor (Figura 13G) y se procedía con la destilación de la muestra (Figura 13H), vi) se procedía a la titulación de la muestra para determinar el contenido de nitrógeno presente en la proteína cruda en cada muestra. (Figura 13I)



A



B



C

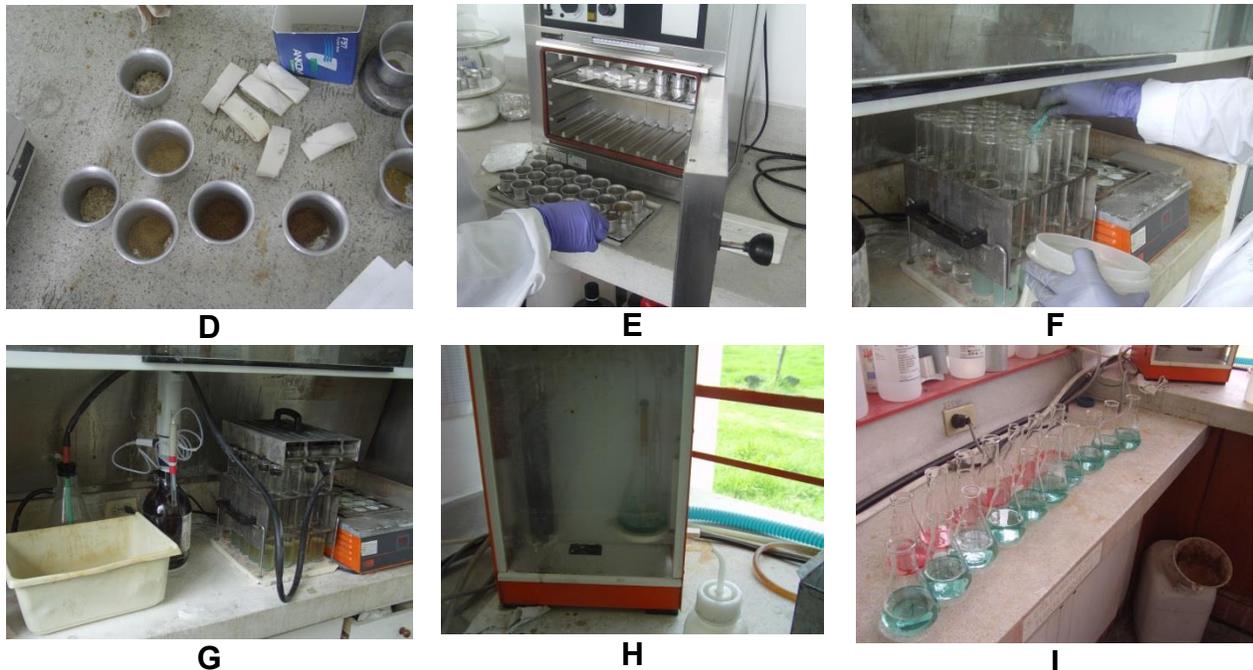


Figura 13. Secuencia del análisis bromatológico desarrollado en laboratorio de Nutrición animal – Universidad Nacional A) Muestras empacadas para el proceso de liofilización, B) Muestras después de liofilización marcadas con su respectivo código, C) alistamiento de materiales para realizar pesaje de muestras, D) Crisoles con muestra de peces y alimentos para realizar cenizas, E) ingreso de muestras en estufa (4 horas), F) adición de catalizador para la digestión de la proteína, G) muestras en reposo después de la adición de ácido y su digestión, H) destilación de muestras para establecer cantidad de nitrógeno en las muestras, I) titulación de las muestras para determinación de la cantidad de Nitrógeno presente en la muestra.

5.5. Diseño experimental y análisis estadístico

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con tres tratamientos (dietas de diferente tenor proteico), un control (concentrado comercial) y cada uno con sus respectivas tres réplicas (unidades experimentales).

Siguiendo los planteamientos propuestos por: Granado, (2000); García, (2004) ; Rodríguez-Sierra 2007; Arias & Montenegro, (2010); Gutiérrez & Vásquez-Torres 2007 Fueron calculados los parámetros de desempeño productivo: Ganancia en Peso (GP), Tasa de Crecimiento Específico (TCE), Factor de Condición (K), Factor de Conversión Alimenticia (FCA), Eficiencia de Utilización de Proteína (EUP), tasa de retención de proteína (TRP), Porcentaje de Supervivencia (%S); las expresiones matemáticas para dichos cálculos se presentan en el Anexo No. 3. Como el diseño experimental fue completamente al azar, se evaluó la existencia de diferencias atribuidas a los tratamientos por medio del análisis de varianza (ANAVA) en el parámetro Ganancia en Peso; para verificar diferencias, entre tratamientos, las medias fueron comparadas por la prueba de Múltiple Rangos, bajo el método de tukey (Martinez, 2000; Guisande *et al.*, 2006; Rodríguez-Sierra, 2007). Todas las pruebas fueron trabajadas al nivel de 95% de confianza.

6. RESULTADOS

6.1 Monitoreo Semanal de la temperatura y el caudal del sistema de recirculación.

En términos generales la temperatura se mantuvo estable durante los 105 días ($29,5^{\circ}\text{C}\pm 0,8$), Solo en la quinta semana se observa un incremento ($31,5^{\circ}\text{C}$), el restante del tiempo se mantuvo estable; con respecto al caudal que se manejó en el sistema de recirculación fue constante 1.96 l/seg (Figura 14)

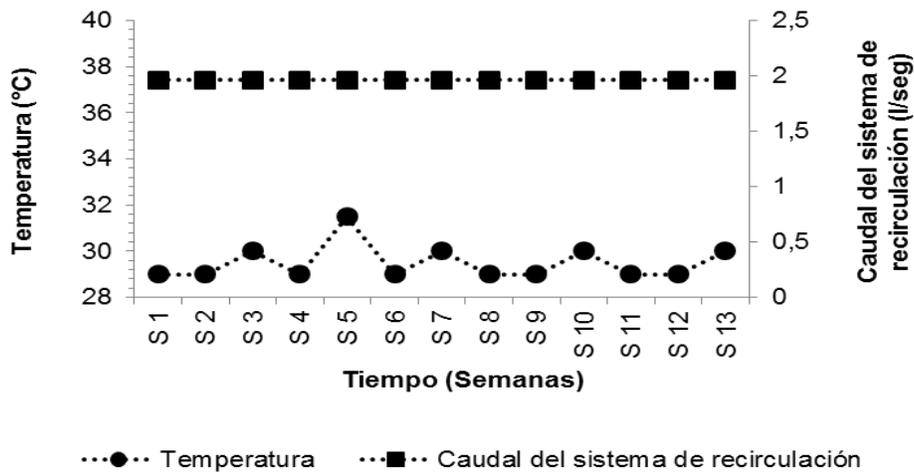


Figura 14. Monitoreo semanal de la temperatura vs caudal manejado en el sistema de recirculación.

6.2. Comportamiento del peso del *M. ramirezi* en los 105 días de experimentación en el sistema de recirculación.

El comportamiento del peso de los juveniles de *M. ramirezi* durante los 105 días de experimentación se presenta en la Figura 15 donde se observa una tendencia similar para los cuatro tratamientos. Sin embargo a partir del día 30 el tratamiento 2 fue el que mostró mayor peso. Entre los días 45 y 75 en todos los tratamientos se presentó un leve incremento en peso, alcanzando para todos cierta estabilidad al cabo de los 105 días. El Control (T4) fue el que menos incremento en peso obtuvo.

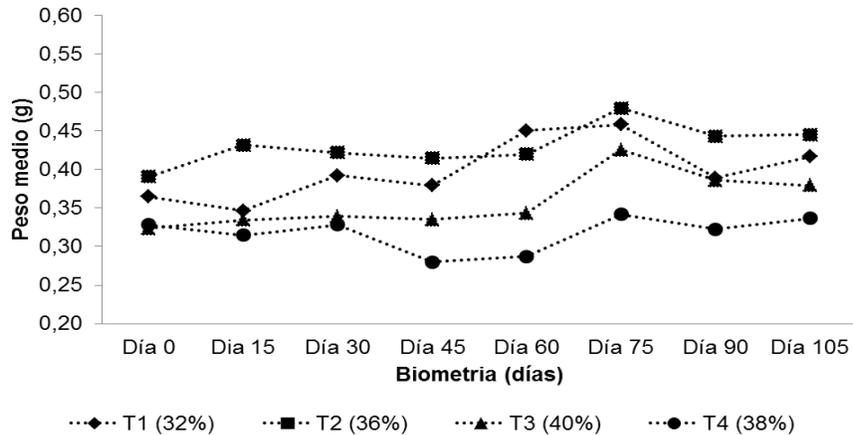


Figura 15. Monitoreo del peso (g) Vs Biometría (días) t=105 días de seguimiento de juveniles de *Mykrogeophagus ramirezi*.

6.3 Comportamiento de la longitud de *M. ramirezi* durante los 105 días de experimentación en el sistema de recirculación.

Cuando se habla de la comercialización de los peces ornamentales lo que se busca es proveer condiciones nutricionales para optimizar los tamaños de comercialización (longitud), en este sentido en la Figura 16 se aprecia como respondieron los ejemplares de *M. ramirezi* con relación a la longitud. Desde el inicio del montaje del experimento hasta el día 30, los tratamientos T2, T3 y T4 (control), presentaron un incremento en longitud apreciable, mientras que T1 desde el día 0 al día 15 presento un descenso en la longitud el cual fue recuperándose después de este tiempo de adaptación a las condiciones de manejo. A partir del día 45 todos los tratamientos siguieron creciendo en longitud, excepto T1 y T4 (Control) que muestran una drástica disminución en la longitud al llegar a los 105 días de experimentación.

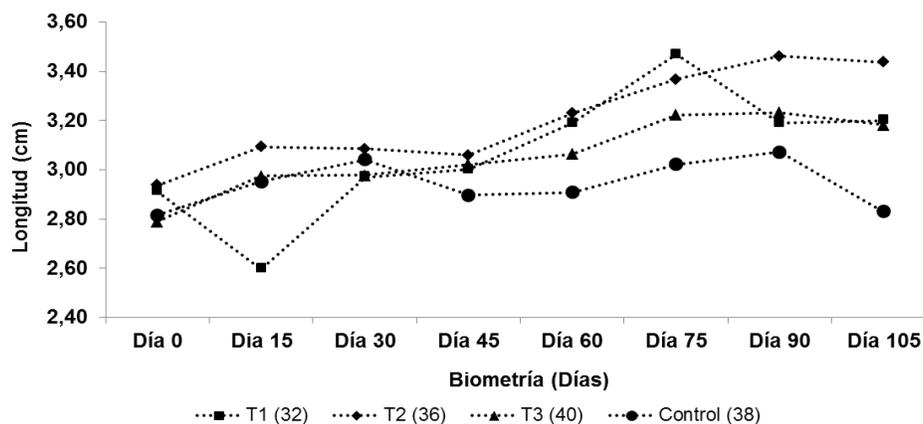


Figura 16. Monitoreo de la longitud (g) Vs Biometría (días) t=105 días de seguimiento de juveniles de *Mykrogeophagus ramirezi*.

6.4. Ganancia en peso (GP) obtenida por los juveniles de *M. ramirezi*.

Al respecto de la ganancia en peso los tratamientos T3, T2 y T1 presentaron más altos rendimientos frente al T4 (control), siendo T3 el de mayor ganancia. (Figura 17)

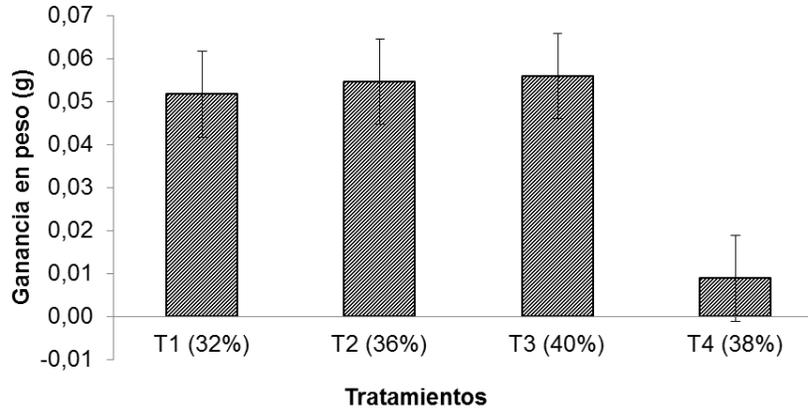


Figura 17. Valores medios \pm DS de la Ganancia en Peso (GP), en juveniles de *M. ramirezi* variedad de velo

6.5 Análisis estadístico ANOVA para ganancia en peso

Como se enunció anteriormente en la metodología, el parámetro ganancia en peso fue el seleccionado para la realización del análisis estadístico. El análisis ANOVA descompuso la varianza de la Ganancia Peso en dos grandes componentes: i) entre grupos (Tratamientos) y ii) dentro de los grupos (Tratamientos). Obteniendo una razón $F = 0,435983$, que fue el cociente entre el estimado entre grupos y el estimado dentro de grupos. El valor de P de la razón F es mayor o igual que $0,05$, ($p > 0,05$) lo que nos indica que NO existen diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos.

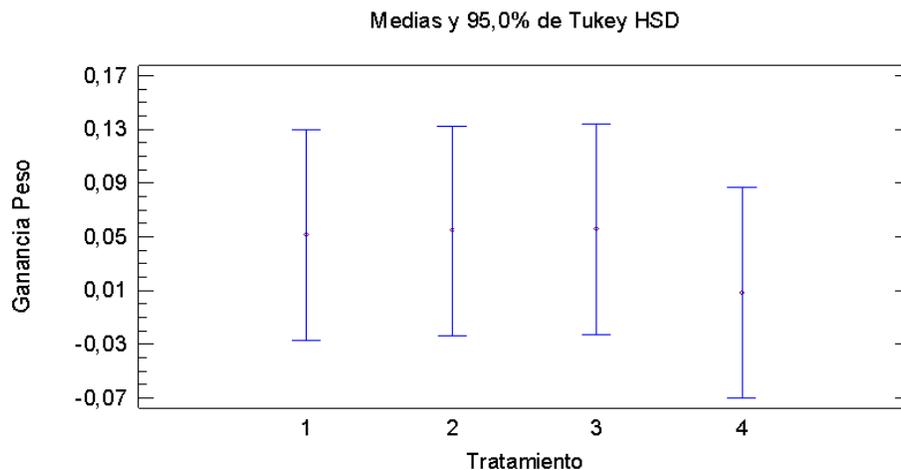


Figura 18. Comparación múltiple para la determinación de diferencias estadísticas entre medias de los tratamientos testados.

Al aplicar la Prueba de Rangos Múltiples para Ganancia Peso por Tratamiento, se encontró que No existen diferencias estadísticamente significativas entre cualquier par de medias de los tratamientos. El análisis se realizó con un nivel del 95,0% de confianza (Figura 18).

6.6 Tasa de crecimiento específico (TCE) obtenida por los juveniles de *M. ramirezi*.

En relación a la tasa de crecimiento específico obtenida por los juveniles de *M. ramirezi* se encontró que el T3 presentó el más alto rendimiento durante el tiempo de experimentación. (Figura 19).

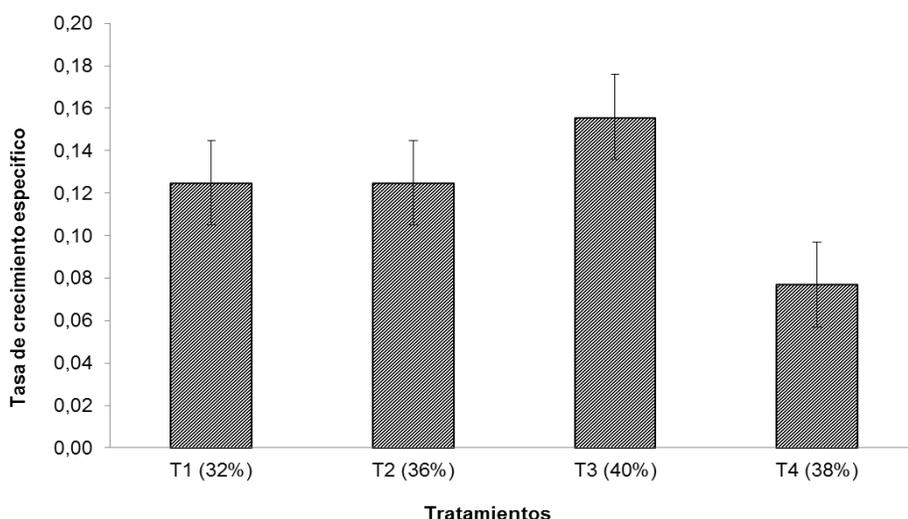


Figura 19. Valores medios \pm DS de la Tasa de Crecimiento específico (TCE), en juveniles de *M. ramirezi* Variedad de velo.

6.7 Factor de condición (K) obtenido por los juveniles de *M. ramirezi*.

Respecto al factor de condición, los ejemplares manejados en el tratamiento T4 (control) presentaron el más alto bienestar, frente a los demás Tratamientos (Figura 20).

6.8 Consumo acumulado registrado por *M. ramirezi* durante los 105 de experimentación en un sistema de recirculación.

El consumo del alimento es un parámetro que se debe tener en cuenta siempre que se esté trabajando a nivel productivo, para este caso del trabajo con *M. ramirezi* el consumo registrado, fue mayor en el T2 (33g), seguido del T4 (32g) y los T1 y T3

fueron los que menos consumo de alimento registraron durante los 105 días de experimentación. (Figura 21).

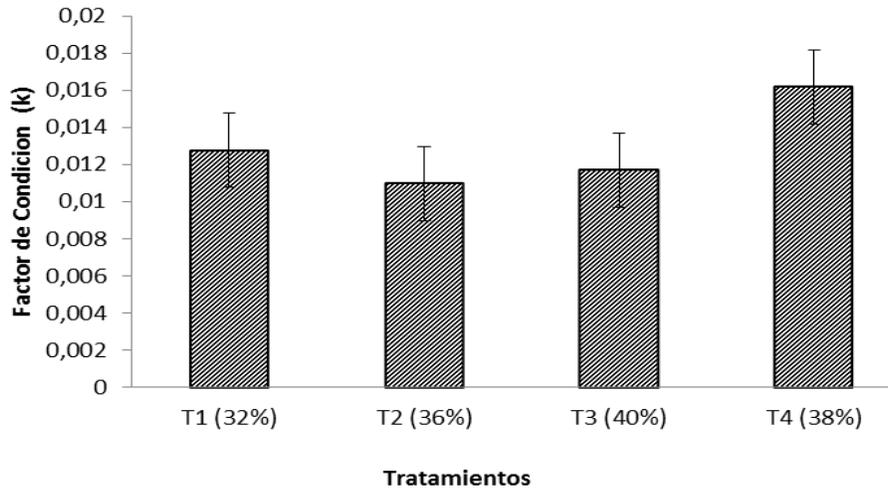


Figura 20. Valores medios \pm DS del Factor de Condición (k), en juveniles de *M. ramirezi* Variedad de velo.

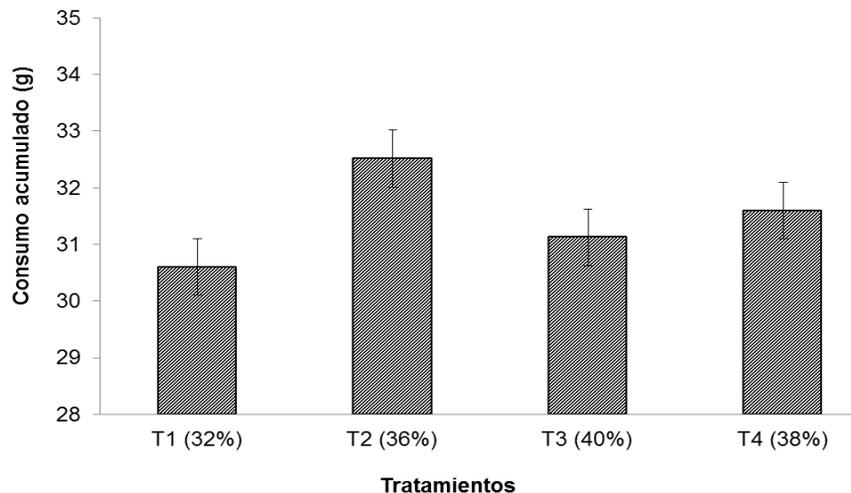


Figura 21. Valores \pm DS de consumo acumulado de alimento empleado por juveniles de *M. ramirezi*.

6.9 Factor de conversión alimenticia (FCA) obtenido por los juveniles de *M. ramirezi*.

Como se aprecia en la Figura 22, los valores más elevados de conversión alimenticia (0,52 y 0,43) corresponden a los tratamientos T1 y T4 (Control) respectivamente, seguidos de los tratamientos 2(0,38) y 3 (0,28) que presentaron los valores más bajos.

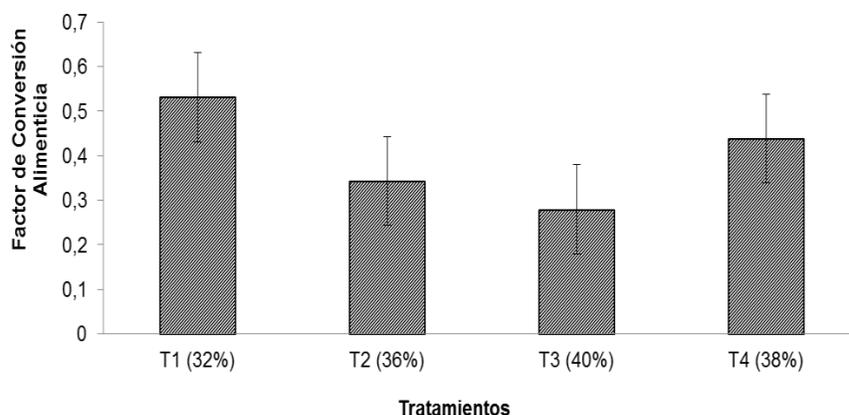


Figura 22. Valores \pm DS de Factor de Conversión alimenticia obtenida por juveniles de *M. ramirezi*.

6.10 Eficiencia Alimenticia (EA) obtenida por los juveniles de *M. ramirezi*

Al respecto de la eficiencia alimenticia obtenida en los cuatro tratamientos, la Figura 23 muestra que los ejemplares de *M. ramirezi* ubicados en el T3 (40%) obtuvieron 60,4% siendo el más alto rendimiento comparado con los demás.

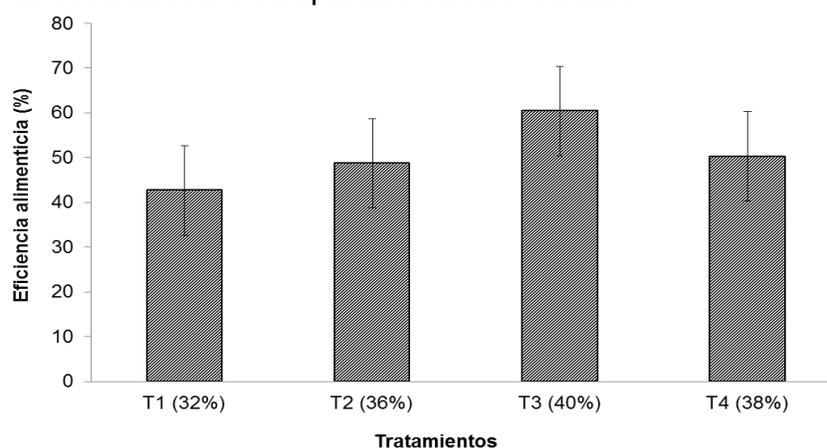


Figura 23. Valores \pm DS de Eficiencia Alimenticia (EA), obtenida por juveniles de *M. ramirezi*.

6.11. Determinación de la composición proximal en dietas y ejemplares de *M. ramirezi*

Para la evaluación de la composición proximal de las dietas empleadas sobre los juveniles de *M. ramirezi* vale la pena anotar que los análisis se estimaron en Base seca.

Dentro de los parámetros evaluados como i) materia seca, las dietas de los tratamientos T1, T2 y T3 obtuvieron un 95% siendo más elevada que la materia seca del T4 (Control), ii) en relación a la proteína los valores reales de las dietas se

presentan en la Tabla 6, y iii) se presentó una mayor cantidad de cenizas para la dieta del T4 (control) con 9%.

Tabla 6. Composición Proximal de las dietas empleadas en la alimentación *M. ramirezi*

TIPO DE MUESTRA	ANÁLISIS BROMATOLÓGICO				
	MATERIA SECA	PROTEÍNA CRUDA		CENIZAS	
	BASE SECA	BASE HÚMEDA	BASE SECA	BASE HÚMEDA	BASE SECA
DIETA 32%	95,4	33,8	35,4	6,3	6,6
DIETA 36%	95	37,3	39,3	6,9	7,2
DIETA 40%	94,8	41,3	43,6	7,3	7,7
DIETA (CONTROL) 38%	89,7	37,3	41,6	8	8,9

Al realizar los análisis bromatológicos (Composición proximal) de los ejemplares de *M. ramirezi* también es importante mencionar que se realizaron en base seca. Cabe anotar que los ejemplares antes de iniciar el experimento presentaban 64% de proteína cruda y en la medida que fueron alimentados con las diferentes dietas los ejemplares empezaron a mostrar como la utilizaban, siendo el T3 el tratamiento que obtuvo al finalizar el experimento el mayor porcentaje de proteína y los ejemplares del T4 (Control) dieta comercial obtuvieron el valor alto (67%PC). (Tabla 7).

Tabla 7. Composición Proximal de los ejemplares de *M. ramirezi* alimentados con los diferentes tenores de proteína

TIPO DE MUESTRA	ANÁLISIS BROMATOLÓGICO		
	MATERIA SECA	PROTEÍNA CRUDA	
	BASE SECA	BASE HÚMEDA	BASE SECA
PECES INICIALES	21,9	14,2	64,9
PECES TRATAMIENTO 1 (32%)	26	17	65,4
PECES TRATAMIENTO 2 (36%)	26,6	16,9	63,9
PECES TRATAMIENTO 3 (40%)	21	13,7	65
PECES CONTROL (38%)	23,7	15,9	66,8

6.12. Eficiencia de la utilización de la Proteína (EUP) por parte de los juveniles de *M. ramirezi*.

La eficiencia en la utilización de la proteína se presentó mayor para el T2 y, T3 presentaron más altos rendimientos frente al T1 y T4 (control), siendo T2 el de mayor utilización de la proteína. (Figura 24).

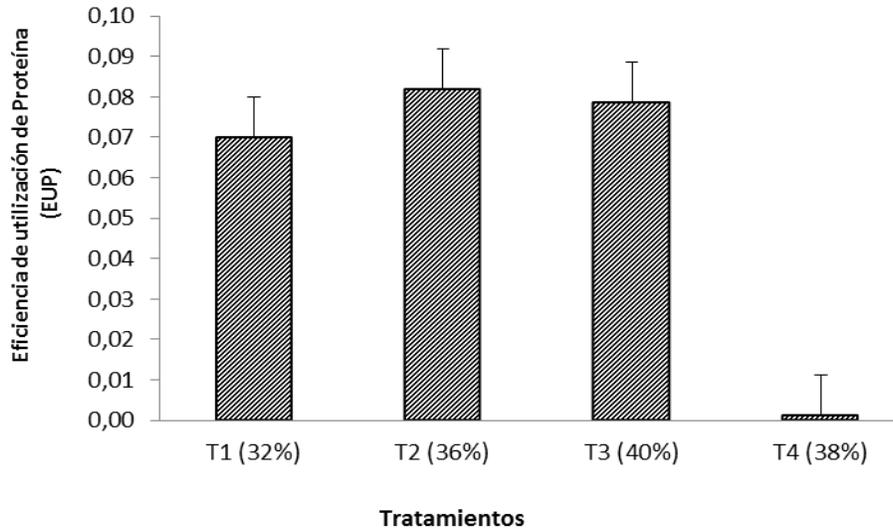


Figura 24. Valores medios \pm DS de la Eficiencia de utilización de proteína (EUP), en juveniles de *M. ramirezi* Variedad de velo.

6.13. Eficiencia de la retención de la proteína (ERP) obtenida por juveniles de *M. ramirezi*.

En el momento de establecer si esta proteína suministrada en cada tratamiento fue además de ser utilizada, retenida en las carcasas de los juveniles de *M. ramirezi* los valores de ERP para cada tratamiento se presenta en la Figura 25 donde se aprecia que los ejemplares alimentados con las dietas del T1 (32%) y T3 (40%) presentaron la mayor retención, sobresaliendo el T1 (32%) y los tratamientos T2 (36%) y el T4 (38%) de proteína presentaron la retención más baja en sus carcasas.

6.14. Porcentaje (%) de sobrevivencia de juveniles de *M. ramirezi* durante los 105 días de experimentación.

Con respecto a la sobrevivencia de los juveniles de *M. ramirezi* los tratamientos T3 y T2 presentaron un porcentaje mayor de sobrevivencia (70%) mientras que los tratamientos T1 y T4 (control) obtuvieron una sobrevivencia alrededor del (50%) (Figura 26).

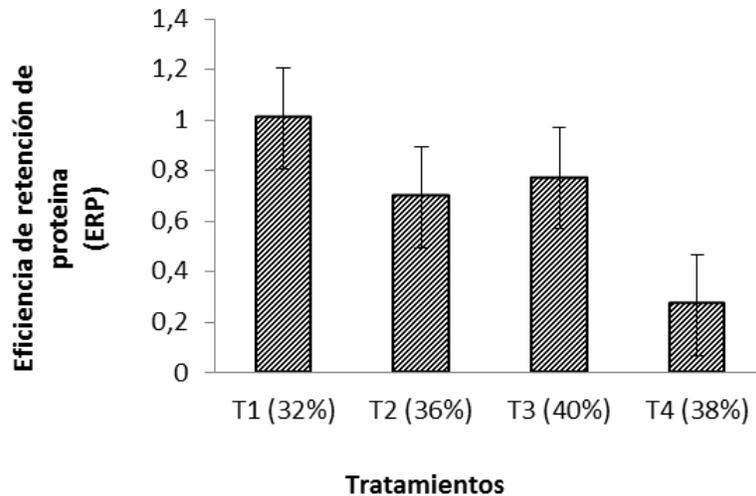


Figura 25. Valores medios \pm DS de la Eficiencia de retención de proteína (ERP), en juveniles de *M. ramirezi* variedad de velo.

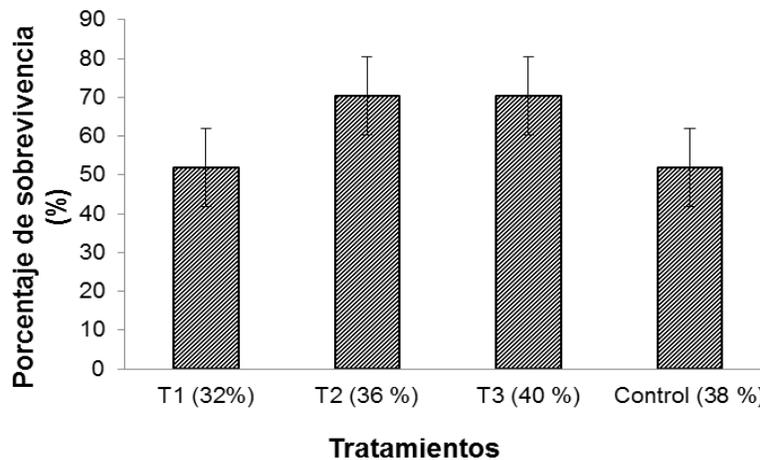


Figura 26. Valores medios \pm DS de sobrevivencia para juveniles de *Mykrogeophagus ramirezi*

6.15. Comportamiento general de los parámetros fisicoquímicos del sistema de recirculación.

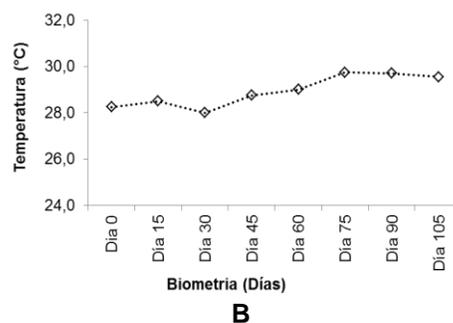
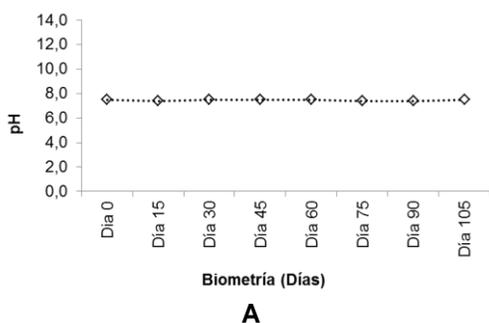
En el sistema de recirculación la condición de estabilidad estuvo ligada al monitoreo permanente de los parámetros fisicoquímicos de calidad del agua, los cuales para el tiempo de experimentación estuvieron dentro de los rangos apropiados para el manejo de especies tropicales según Landines y Bermudes en el 2007, en este caso para especies ornamentales como lo es el grupo al que pertenece *M. ramirezi* (ciclidos), donde el pH se mantuvo neutro; la temperatura fue estable; la concentración de oxígeno disuelto siempre se mantuvo alta y constante, La cantidad de nitritos y amonio, estuvo dentro el rango aceptable, de tal manera que no representara ningún riesgo de intoxicación para los peces, Los valores de los parámetros se presentan en la Tabla 8.

Tabla 8. Valores medios de los parámetros fisicoquímicos registrados durante los 105 días de manejo de *M. ramirezi* en el sistema de recirculación.

Parámetros Físico-Químicos							
pH	Temperatura (°C)	Oxígeno Disuelto (mg/l)	Nitritos (mg/l)	Amonio (mg/l)	Alcalinidad (mg/l)	Dureza (mg/l)	Cloruros (mg/l)
7,46±0,05	28,94±0,71	5,13±0,62	0,06±0,05	0,16±0,10	7,33±1,20	79,9±16,41	19,69±5,39

6.15.1 Valoración quincenal los parámetros fisicoquímicos durante los 105 días de experimentación con *M. ramirezi*.

Dentro del proceso de experimentación fue fundamental mantener con las mejores condiciones los ejemplares, en este sentido como se aprecia en la Figura 27A, el pH obtenido se mantuvo 7,5±0,05; en relación a la temperatura durante los primeros 30 días mientras se estabilizaba el sistema y los animales en el sistema la temperatura fue menor, sin embargo a partir del día 45 hasta la finalización del trabajo se mantuvo en 29,4±0,4°C (Figura 27B); En relación a la concentración del oxígeno disuelto del día 45 fue el valor más bajo obtenido (4mg/l), sin embargo para el desarrollo del experimento no represento riesgo que llevara a la inestabilidad del sistema y los ejemplares (Figura 27C); Los nitritos y el amonio en el sistema de recirculación presentan valores muy por debajo de los valores críticos para el bienestar de los ejemplares, lo que muestra, es una muy alta eficiencia del sistema de filtración empleado en el sistema de recirculación. (Figura 27D,H); El valor de dureza durante los primeros 15 días del experimento presentó una variación mostrando descenso en la concentración, en el periodo de estabilización del sistema, posterior a este periodo se mantuvo estable (Figura 27E); Mientras que la alcalinidad presentó un descenso, justo el día que se procedía con el mantenimiento del filtro, sin embargo esta disminución no representó inestabilidad en el estado de bienestar de los ejemplares (Figura 27G); Con relación al nivel de cloruros obtenidos, este parámetro fue estable y estuvo muy por debajo de lo permitido por la ley Colombiana para la carga en aguas de origen potable, como es el caso del agua empleada para el presente experimento (Figura 27).



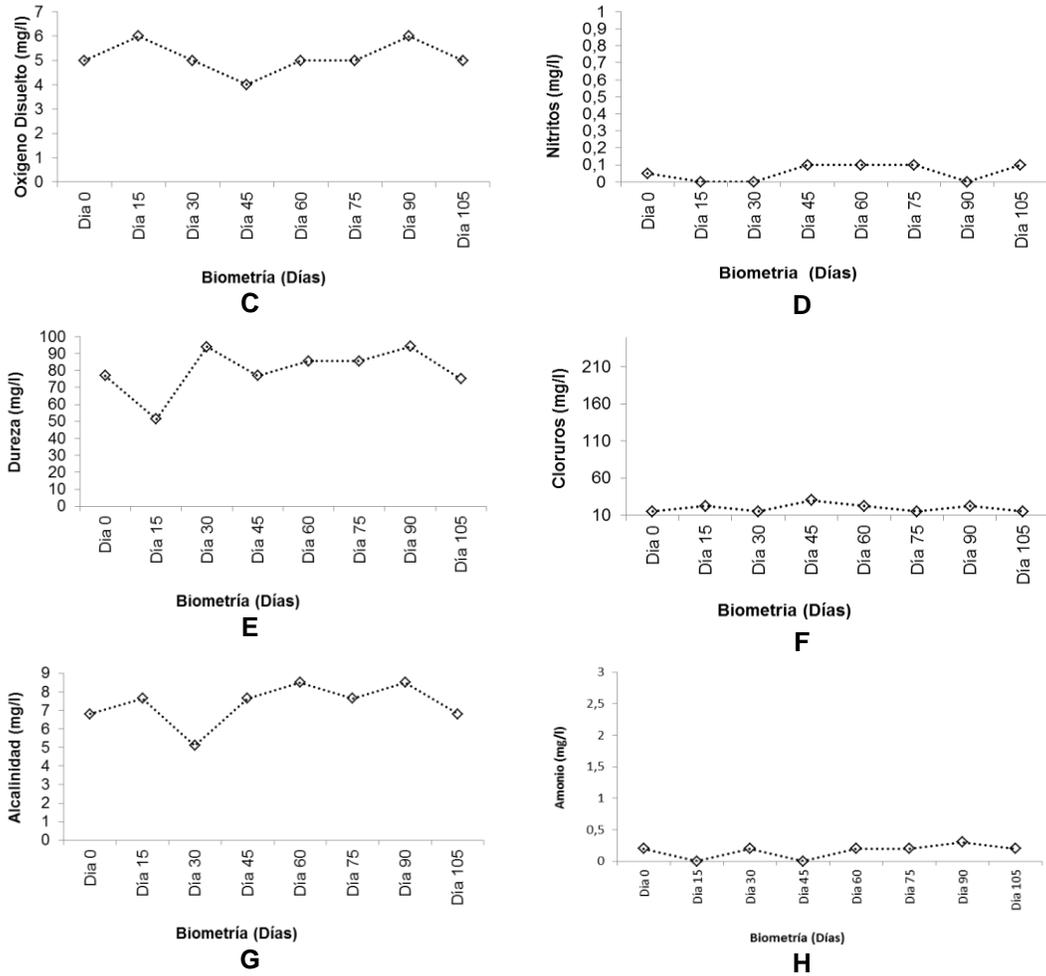


Figura 27. Valores medios \pm DS de los parámetros fisicoquímicos monitoreados quincenalmente en el sistema de recirculación donde se manejaron los juveniles de *Mykrogeophagus ramirezi* variedad albina de velo. A) pH, B) Temperatura, C) Oxígeno Disuelto, D) Nitritos, E) Dureza, F) Cloruros, G) Alcalinidad, H) Amonio.

7. DISCUSIÓN

7.1 Rendimiento productivo del *M. ramirezi*

La producción de peces tropicales de acuario es una actividad productiva de gran potencial para Colombia, debido a la abundante biodiversidad biológica de organismos nativos con potencial zootécnico y al interés de acuaristas extranjeros en países desarrollados, que desean adquirirlos ya sea por su rareza, colorido, o buena convivencia en los acuarios con otras especies. Sin embargo, la legislación establece criterios sanitarios para estas especies, que deben cumplirse para acceder a la comercialización en los mercados internacionales. De igual manera, es importante garantizar que los sistemas de cultivo con especies nativas promisorias como por ejemplo los escalares *Pterophyllum spp*, los discos *Symphysodon sp*. sean adecuadamente diagnosticados y monitoreados desde el punto de vista sanitario y nutricional esto con el fin de ofrecer productos de buena calidad (Mocha *et al.*, 2004).

Los rendimientos de producción que se obtuvieron en el sistema de recirculación como por ejemplo la ganancia en peso, la cual numéricamente fue mayor para el T 3 de 40% de proteína (Figura 19), indicando que hubo mejor aprovechamiento de cada uno de los insumos que se le agregaron al alimento y que fueron suministrado a los peces, mientras que para el tratamiento control (38 %PC), presento la ganancia en peso más baja esto es debido a que la dieta no cuenta con los nutrientes oportunos y apropiados para que los *M. ramirezi* puedan tener una mejor asimilación de la dieta. Al realizar el análisis estadístico ANOVA donde se examinó cada uno de los tratamientos y replicas se obtuvo que no existían diferencias significativas, dando a entender que si se alimentan los peces con cualquiera de los cuatro tratamientos obtendríamos ganancias en peso muy similares; Bermúdez & Landines (2007), obtuvieron con el juan viejo (*Satanoperca jurupari*) una mayor ganancia en peso con dietas entre 40 y 45 % de proteína; también para el mismo año Landines & Herazo en trabajos realizados en discos (*Symphysodon sp*) también encontraron mejor ganancia en peso con alimentos con 45% de proteína, dicho lo anterior cabe resaltar que a niveles altos de proteína (>40) se tendrán mejores resultados pero a niveles muy bajos de proteína, los peces se verían afectados en el desarrollo normal ocasionando malos rendimientos productivos (Chakraborty, 1988).

Datos que al momento de compararlos también con la tasa de crecimiento específico confirman que el T4 38% de proteína presenta una baja tasa de crecimiento específico, debido a que es un alimento que a pesar del nivel proteico que posee, no es apropiado para especies ornamentales, a diferencia de los Tratamientos T1, T2, T3, que presentaron resultados biológicamente más favorables para los ejemplares, lo que resalta aún más la posibilidad de emplear alimentos para *M. ramirezi* del 40% PC, en este sentido los resultados obtenidos en el T3 dado a su alto nivel proteico corrobora lo encontrado en otros trabajos realizados por Austreng & Refstie (1979) donde consideran que la Tasa Específica de Crecimiento se incrementa con los contenidos altos de proteína en la dieta, también estudios realizados por Silva & Anderson, (1995)

reportan que la TEC obtenida por *Cichlasoma urophthalmus*, aumentó al incrementar el nivel de proteína. Villegas & Lumasag (1991) reportaron una mejor tasa específica de crecimiento en larvas del pez de leche *Chanos chanos* alimentadas con niveles de proteína superiores a 45%. En otras especies de Ciclidos como el falso disco (*Heros severus*) se obtuvieron mayores valores de la tasa de crecimientos específico con dietas que contenían tenores proteicos entre 40, 43 y 50% como lo registran Cortes & Landines (2007).

Además de obtener animales con buenos crecimientos que es lo que principalmente se necesita en la acuicultura con peces ornamentales también el bienestar y condición de los peces es necesario, como lo ilustra la figura 21, donde el factor de condición fue mayor para el tratamiento control de 38% de proteína indica un mejor bienestar de los peces tal caso puede estar relacionado con el estado de desarrollo de los ejemplares, puesto que son organismos juveniles que alcanzan muy rápido su madurez como lo ocurrido en la investigación, y muy probablemente estos ejemplares estaban aprovechando el alimento para acumular reservas para su primer reproducción. De otra parte el estado de bienestar también puede atribuirse a la baja sobrevivencia que ocurrió en este tratamiento (45%) (figura No 27), dado que los ejemplares tenían mayores espacios además de no tener permanente competencia como es caracterizado el grupo de los ciclidos por el alimento, lo que a la final presenta un estado de salud mucho mejor que los demás tratamientos, caso opuesto a lo obtenido para los demás tratamientos. Estos valores si los confrontamos con el consumo presentado para *M. ramirezi* en la Figura No 22, se observa los mejores resultados en consumo de alimentos en tratamientos donde habían pocos ejemplares como era el tratamiento control de 38% de proteína y además donde los peces presentaban mayor homogeneidad de tallas ya que no presentan ese estrés por agresión de los más grandes hacia los más pequeños como paso en el T3(40%PC), donde habían algunos ejemplares agrediendo a los demás por su poca talla y esto les ocasionaba un bajo consumo del alimento.

Acompañado a la anterior circunstancia del mal consumo del alimento por parte de los tratamientos donde hubo mayor competencia, también se ve influenciado el factor de conversión alimenticia donde el tratamiento control de 38% de proteína (Figura 23) tiene una conversión alimenticia mayor esto producto de un buen consumo en el alimento, esto ocasionado por una escasa competencia de alimento por parte de los animales y condiciones como baja cantidad de animales por replica esto ocasionando un favorable consumo del alimento, caso contrario que ocurrió con el tratamiento tres de 40% de proteína que al haber tenido un bajo consumo de alimento a la vez tuvo una conversión alimenticia baja, caso contrario reportan autores como Almeida *et al.*, (2007), donde las mejores conversiones alimenticia se dieron con peces alimentados con tenores proteicos superiores a 40% de la proteína.

El último de los parámetros que nos define qué tipo de alimento sería el más apropiado sugerir a los productores de peces ornamentales especialmente el grupo de ciclidos en términos de rendimientos manejo de la especie en cautiverio fue el porcentaje de sobrevivencia, donde muestra nuevamente eficiencias de los niveles altos de Proteína

ya que por ejemplo en el Tratamiento tres de 40% de proteína se obtuvo un 70% de sobrevivencia mientras que los niveles bajos de proteína presentaron entre 45 y 60% de sobrevivencia (Figura 27) , esto lo reiteran trabajos realizados por Soriano y Hernández (2002), en *Pterophyllum scalare* donde la mayor sobrevivencia obtenida fue 80% en dietas que ofrecían con 52% Proteína.

7.2 Crecimiento en *M. ramirezi*

En relación al incremento en longitud del *M. ramirezi* donde los ejemplares del experimento empezaron con una longitud homogénea (Figura 17 y 18), se observa que al día 15 el T2, T3 y T4(control) tienen un leve incremento mientras que el T1 tiene un bajo crecimiento esto ocasionado por el proceso de adaptación a la manipulación y confinamiento en el sistema de recirculación; hacia el día 30 el tratamiento 1 se comportó de manera similar a los otros tres tratamientos, pero al cabo del día 45 se observa por parte del T4 (Control) una disminución en el incremento en longitud y más bajos valores reflejando el mal aprovechamiento del alimento en los peces y el T2 empieza a tener un mejor crecimiento que los otros dos tratamientos (T1 y T3). Para el día 60 el T2 y el T1 tienden a tener un mejor crecimiento, mientras el T4(control) sigue teniendo un crecimiento bajo, al día 75 el tratamiento uno presenta un crecimiento más pronunciado siendo este su pico máximo de crecimiento en longitud, caso similar se presentó en el experimento que realizó Landines, (2007) con *Heros severus* a ese mismo tiempo de experimentación (día 75) con los niveles altos de proteína los ejemplares presentaban una baja longitud y uno de los tratamientos con bajos niveles de proteína 34% presentaba buen incremento de longitud. Ya cercanías del día 90 el tratamiento 2 presentó un crecimiento más pronunciado. Mientras que el tratamiento 1 presentó un descenso en la longitud, llegando al punto de que las longitudes del T3 alcanzaron a estar por encima de estos valores obtenidos. Desde el día 45 hasta el final del experimento fue el tratamiento 2 el que presentó más pronunciado el incremento en longitud. Mientras que, los tratamientos tres y uno quedaron en unas similares longitudes, caso contrario que reporta Batista (2004) que probó que al disminuir el tenor proteico en *Pterophyllum scalare* los peces presentaron un bajo crecimiento y al aumentar el tenor proteico los peces tenían mejores crecimientos.

Al realizar el análisis del comportamiento del peso, la (Figura 15) ilustra que al día 15 se empieza a evidenciar un peso mayor en el tratamiento T2, en cambio los otros tres tratamientos no se observa un incremento en peso, esto ocasionado por lo mismo que se vio en el análisis de longitud, que el crecimiento estaba ligado al proceso de adaptación a la manipulación, al alimento y al confinamiento, aspectos que en cierto punto pueden ocasionar algún grado de estrés en los ejemplares, ya que los peces venían de un centro de producción en estanque donde tenían tanto alimento vivo disponible como alimento concentrado, pero esto ocurrió en los primeros días de experimentación ya que a partir del día 30 los cuatro tratamientos empiezan a presentar incrementos en peso, teniendo mejor comportamiento el T2 seguido del T1 y obteniendo bajos pesos en los tratamientos T3 y T4(Control).

Al día 45 se observa una leve disminución en peso de los 4 tratamientos, siendo más pronunciado para el T4, esto posiblemente se puede explicar debido a que se presentó por un corto periodo una disminución del oxígeno disuelto al interior del sistema de recirculación, ocasionándole estrés a los peces provocando inapetencia; Al día 75 se obtuvo un mayor peso en el Tratamiento 2 y por los otros tres tratamientos el peso fue más constante, llegando al día 105 el T2 con un peso mayor y el T4 (control) (38%) presentando el peso más bajo. Caso contrario al reportado por Ureña & Avendaño (2007), que para el mismo tiempo de experimentación observaron en escalara (*Pterophyllum scalare*) un mejor incremento en peso con dietas del 40% Proteína.

Es por ello que el crecimiento de los peces, su composición corporal y conversión alimenticia varían con la especie, la genética, sexo, edad, y las condiciones ambientales en el cultivo y en estudios de nutrición en peces ornamentales el crecimiento muchas veces es afectado por los tipos de alimentos inapropiados que son proporcionados a los organismos, (Papaparaskeva & Papoutsoglou, 1978). Cuando se hace referencia a que hay que conocer su potencial genético, es porque de este importante factor también depende una buena ganancia en peso, crecimiento, reproducción y longevidad (Lall, 1991). Si se tiene una buena calidad del alimento y buena genética de los ejemplares los resultados de producción serán satisfactorios. Para este trabajo, no se quiere decir que los animales que se trabajaron provenían de una deficiente línea genética sino que los resultados que se esperaban fuesen altos al ser alimentados los peces con altos niveles de proteína no presentaron mayor diferencia, como se había apreciado teóricamente en otros trabajos como los de Mora *et al*, (2004) donde referenciaban la tendencia de obtención de mejores pesos y longitudes con tenores altos de proteína, pero de igual manera se determina que el crecimiento del *M ramirezi* tanto en longitud como en peso se presentan mejor en niveles cercanos a 36% y 40%.

7.3 La calidad del agua para el manejo de *M. ramirezi*

Con frecuencia las aguas de buena calidad para ser empleadas en el cultivo de peces son aguas que poseen buena oxigenación, buen caudal y el agua no es contaminada, estas por lo general, se encuentran alejadas de los centros de producción (Timmons *et al.*, 1995), generando sobrecostos por el transporte del agua, por el contrario muchas de las aguas de algunos cuerpos de agua que están cerca de las piscícolas ya se encuentran con mala calidad, ocasionando en oportunidades lesiones en la piel de los peces, infecciones bacterianas, envenenamiento por sustancias tóxicas o exceso de nutrientes. Todos estos hechos anteriormente nombrados hacen que los productores empiecen a tomar soluciones para aumentar la producción y por consiguiente disminuir los riesgos de una mala calidad de agua en las unidades de producción. En esta ruta es que se ha iniciado a utilizar los sistemas de reusó del agua, entendiendo esto como: un conjunto de procesos que mejoran la calidad del agua, que permiten una mayor producción por volumen de agua (Mayo, 1991), como es el caso trabajos reportados por Fitzimmons (1993), Montaña (2007), que se han realizado en peces de consumo

sobre parámetros de producción, siendo muy pocos los reportes desarrollados para peces ornamentales.

Dentro de las ventajas que comprobamos al emplear el sistema de recirculación es que alcanzamos buen manejo de los ejemplares de *M. ramirezi* y de la calidad del agua donde fueron mantenidos durante el proceso de experimentación. Cuidados permanentes en el sistema de filtración biológica permitieron estabilidad en el sistema, Sin embargo Dorado, (1996), menciona que se han empezado a presentar problemas en las producciones acuícolas al emplear dietas elaboradas con ingredientes de baja digestibilidad y alto contenido de fibra ocasionando una emisión excesiva de heces y con esto una cantidad de nutrientes en el agua provocando una proliferación de algas que pueden además de reducir el consumo de alimento por ingestión de estas, ocasionar la disminución del oxígeno, de igual manera esta proliferación de algas puede provocar el crecimiento de especies tóxicas y dar las condiciones para el crecimiento de microorganismos y hongos que pueden llegar a ser patógenos en el sistema de recirculación.

Muchos de los problemas que se presentan, no siempre son a causa de las dietas ineficientes, sino que entran en juego los factores físicos como la temperatura. En este sentido, de la estabilidad de este parámetro dependerá en cierta manera el rendimiento metabólico de los ejemplares, el cual puede aumentar o disminuir por ejemplo el consumo de alimento debido a las variaciones en este parámetro, lo que resultaría negativo para el manejo de ejemplares en sistemas de recirculación. Los aumentos o disminuciones en las temperaturas en los cuerpos de agua van ligados al origen de las especies en términos de las características del agua donde se crían y mantienen en medio natural, pero esta característica es propia de cada especie, ya que por encima de la temperatura que tolera una especie, ésta empieza a pronunciar una aceleración extrema en el metabolismo, que por lo común conlleva a la muerte de los peces.

El caso de *M. ramirezi* que es una especie tropical donde la temperatura máxima que tolera es de (30°C), en presencia de temperaturas superiores e inferiores a esta, los ejemplares empiezan a presentar inapetencia, aislamiento y presencia de signos de afección corporal.

Como se aprecia en la Figura No 14, la temperatura tuvo un incremento en la semana 6 llegando a 31.5°C, y debido a que el sistema no tiene la forma de refrigerar el agua en casos de que este parámetro se exceda, esto influenciado además por la temperatura ambiente que se registró alrededor de los 35°C, hizo también que se presentara paulatinamente una disminución en la concentración de oxígeno (figura 29 C) y una leve subida de concentración de los nitritos pues las altas temperaturas hacen que los animales excreten más frecuentemente lo que ocasionó este incremento en compuestos nitrogenados (figura 29 D) , lo que conllevó a la pérdida de algunos ejemplares del presente trabajo.

Además el uso de raciones industrializadas causan un gran impacto sobre el agua por alimento no consumido, heces y productos de excreción (Sagratzki, *et al.*, 2004),

siendo el principal, el amonio (NH_3), proveniente del catabolismo proteico principalmente vía branquial. Donde los peces usan en mayor proporción la proteína con fines energéticos (National Research 1993) por lo tanto al incrementar el tenor proteico, la excreción de amonio incrementa pero si se disminuye el tenor proteico, a niveles muy bajos, se vería afectado el desarrollo normal de los peces. (Cho 1979), en relación a los niveles altos de proteína que se utilizaron no hubo un incremento considerable del amonio, lo que demuestra la eficiencia del sistema de filtración empleado en el sistema de recirculación, permitiendo mantener el amonio en unas proporciones bajas y no tóxicas para los peces.

Otro punto que se debe tener en cuenta para el buen mantenimiento de la especie es la cantidad de agua y la buena calidad ya que cada vez es menos abundante, los ríos y las cuencas cada día son más contaminados tanto a nivel mundial, como en nuestro país. Evidentemente hay que buscar alternativas de producción como lo estamos dando a ilustrar en la presente investigación con los sistemas de recirculación, donde se obtendrán mejores condiciones ambientales para los peces, y mejoran los rendimientos en la producción.

De la semana séptima en adelante la temperatura estuvo relativamente estable entre los 28 y 30°C temperatura, el pH de 7,5, amonio 0,1 mg/l, Cloro 19 mg /lt (figura 29) parámetros considerados favorables para el grupo de los Ciclidos pues según lo recomendado por Landines *et al.*, (2007) que trabajaron también con Ciclidos los parámetros que ellos recomiendan son una temperatura entre 25 y 30°C, pH 7,5 a 8,0, amonio 0,1 – 0,2 mg/l, aguas blandas. Además otros trabajos realizados por Ureña & Rodríguez (2007), también los niveles de cloro obtenidos dentro del agua potable del laboratorio fueron de 19 mg/lt lo cual estuvo muy por debajo de lo permitido de la ley colombiana para la carga en aguas de origen potable por lo cual no presentando problemas para los ejemplares. Bermúdez & Landines, (2007), en otro trabajo realizado en Ciclidos el juan viejo (*Satanoperca jurupari*) manejaron parámetros fisicoquímicos pH 7,5 amonio 0,1 temperatura 28 a 30° C, que al ser contrastados con los resultados de la investigación del *M. ramirezi* (Tabla 8) se puede mencionar que las condiciones de calidad de agua para manejar él *M. ramirezi* se encuentran entre los rangos recomendados para Ciclidos de Colombia.

7.4 Importancia de la valoración proximal en dietas y juveniles de *M. ramirezi*

La nutrición de peces se ha convertido en una de las áreas de investigación y desarrollo más importantes dentro de la acuicultura, el alimento y los costos de alimentación, generalmente constituyen la fracción más significativa dentro de los costos de operación en las empresas dedicadas al cultivo de organismos acuáticos (Tacon, 1989), por consiguiente a los peces ornamentales, es necesario ofrecerle dietas que estén relacionadas con sus hábitos alimenticios en ambiente natural, ya que tradicionalmente en la nutrición de estos, se han venido empleando alimentos inertes como alimento en polvo, hojuelas, leche en polvo, corazón e hígado de bovino, también gusanos tubifex, alimento vivo (*Artemia* sp.) y rotíferos, los cuales poseen un amplio

rango de valores nutricionales y propiedades productivas, pero que no están acordes con los requerimientos nutricionales de los peces solamente suplen una parte de las necesidades del pez. En esta ruta se hace necesario comprender las propiedades de las dietas y de sus ingredientes, con base a la materia seca lo cual nos permitirá acercarnos a los valores mínimos requeridos por la especie de interés.

De esta manera en el proceso de formulación de dietas para *M. ramirezi* se utilizaron ingredientes tanto de origen animal como vegetal, lo anterior relacionado con las tendencias alimenticias que tiene esta especie en su medio natural que es la de ser omnívoro. Dentro de los insumos empleados para la formulación y la elaboración de las dietas se tuvieron la harina de pescado, harina de carne y algunas de origen vegetal como el gluten de maíz, arroz quebrado, harina de maíz y componentes lipídicos también de origen vegetal (aceite de soya) (Anexo 1) insumos que no difieren de los que normalmente se emplean para la elaboración de dietas experimentales para peces (Tacon, 1989; Vásquez- Torres, 2002).

Al finalizar el proceso de elaboración obtuvimos dietas con los mismos ingredientes incluidos, pero con diferentes niveles de inclusión de los mismos, y con tres niveles proteicos en base seca resultantes de (35.4%, 39,3% y 43.6%), como se aprecia en la Tabla No 6, empleadas para este ciclido enano, siendo estos valores muy similares a los reportados por Mora *et al.*, (2004); Mora *et al.*, (2007); Rodríguez *et al.*, (2007), para otras especies de ciclidos ornamentales.

Es por ello que los mejores rendimientos productivos se presentaron con las dietas de 40% de proteína lo que da a entender que esa dieta fue la que se acercó más a los requerimientos nutricionales de *M. ramirezi* mientras que el tratamiento control (38%PC) el cual es el que comúnmente se le suministra a los ejemplares no están bajo los requerimientos de la especie y es por esto que ocurren bajos rendimientos productivos y lo más grave la pérdida de ejemplares, además autores como Villarreal *et al.*,(2011), comparten la misma opinión sobre los niveles de proteína que entre más bajos los peces Ciclidos tendrán bajos rendimientos productivos

Al comparar si esta proteína suministrada en los tratamientos fue además de utilizada, retenida en las carcasas de los juveniles de *M. ramirezi*, en la figura 26 se observa que el tratamiento T2 (32%PC) obtuvo una mayor eficiencia de la utilización de la proteína, esto producto del alto consumo de alimento que obtuvo el T2 (36%), a lo contrario que obtuvo el tratamiento control de 38% siendo la eficiencia de la utilización de la proteína la más baja, caso contrario al que reportan Bermúdez & Landines (2007) donde la mayor eficiencia de utilización de proteína se presentó para tratamientos con inclusión superior al 45% de proteína. Además Villarreal *et al.*,(2011) obtuvieron una eficiencia de la proteína en peces alimentados con tenores proteicos de 40%.

En el caso de la eficiencia de la retención de la proteína por parte del *M. ramirezi* se obtuvo que el T1 con el menor nivel de proteína cruda 32% presentó una mayor retención de proteína (Figura 27), al relacionarlo con el consumo de alimento fue el T1 (Figura 23), el que presentó el consumo más bajo (33 gr), pero aún, así la proteína fue

mejor empleada por estos organismos en este tratamiento, Si apreciamos los resultados reportados por Rodríguez (2007), la retención de la proteína para falso disco (*Heros severus*) fue mayor con tenores de proteína entre 40 y 45%.

Otro de los componentes indispensables en la formulación de dietas experimentales, está relacionado con la inclusión de micro y macro minerales. Estos son los responsables de la constitución esencial de la estructura esquelética, (huesos, escamas), además juegan un papel clave en el mantenimiento de la presión osmótica y consecuentemente, regulan el intercambio de agua y solutos dentro del cuerpo de los peces. Para las dietas formuladas para *M. ramirezi* se presentó mayor inclusión de minerales en la dieta del tratamiento T3 (7.7%) como se presenta en la tabla. 6, valores semejantes a los empleados en dietas formuladas por Vásquez-Torres *et al.*, (2004).

En la formulación de las raciones también fue preciso incluir y balancear los aditivos, el más importante para el caso del *M. ramirezi* fue el BHT, el cual confiere a la carcasa de los ejemplares la conservación de los pigmentos adquiridos. En este grupo de ciclidos les confiere pigmentación fuerte y vistosa esto fue necesario puesto que la comercialización de estos ejemplares ornamentales esta entre otras características basada en la coloración corporal. De acuerdo con Velasco-Santamaría & Corredor-Santamaría,(2010), a diferencia de las especies de cultivo, la pigmentación de la piel, es una característica imprescindible en peces de ornato y por tanto el uso de suplementos con carotenoides es recomendado. Es decir que, conocer los requerimientos nutricionales específicos para cada especie de peces ornamentales es indispensable para optimizar su potencial económico y productivo en la acuicultura.

8. CONCLUSIONES

El comportamiento del *Mirogeopagus ramirezi* en sistemas de recirculación cerrados presentan una buena adaptación al sistema, además es una forma muy eficiente de mantener los peces evitando alteración de los parámetros fisicoquímicos del agua, obteniendo una apropiada purificación, para su reutilización, dichas condiciones hacen que los peces tengan un buen confort y pueden desarrollarse en un ambiente agradable y sin problemas de patógenos o agentes que los puedan agredir. Por lo tanto la utilización de sistemas de recirculación en peces ornamentales como en el *M. ramirezi* favorece los buenos rendimientos.

Los parámetros productivos son los que determinan si las dietas realizadas y cada uno de los ingredientes fueron utilizados de manera efectiva por parte de los peces, por ejemplo la tasa de crecimiento específica del *M. ramirezi* presentó un mayor valor para peces alimentados con 40% de proteína, sin presencia de enfermedades, partiendo también que lo que se requiere particularmente para su comercialización: el crecimiento siendo entonces el tratamiento tres del 40% de proteína el más eficiente para llevar a los peces a una buen Tamaño.

La ganancia en peso, está ligada con el buen crecimiento de los peces, ya que si se tienen animales de buen tamaño y peces con bajo peso será muy difícil tener buena acogida en el mercado, porque no es lo mismo tener peces grandes y flacos al tener peces grandes y de buen peso, estos dos componentes los reúne el tratamiento tres (40% de proteína) que fue el que presentó los mejores resultados y nos permite ofrecer al comercio ejemplares con cualidades específicas para la comercialización de esta clase de peces.

El efecto que tiene el alimento elaborado sobre el factor de conversión alimenticia del *M. ramirezi* fue mayor para el tratamiento uno de 32% de proteína lo que refleja una mayor utilización de concentrado en la formación de musculo, además presentó una mayor retención de la proteína lo que conlleva a determinar que el alimento fue más aprovechado, en carcazas, pero como en este caso lo que pretendemos es obtener peces de buen tamaño y a la vez de buen peso, podríamos mencionar también que al suministrar alimentos del 40% de proteína obtendrían los productores valores considerables de retención de proteína en los ejemplares.

Es fundamental resaltar el parámetro de sobrevivencia de los peces porque también contribuye a la decisión de los rendimientos de los parámetros productivos pues favorece conocer que dietas fueron más efectivas que otras, por lo tanto al ofrecer una dieta de buenos tenores proteicos y que además se obtenga un buen porcentaje de sobrevivencia es lo que cualquier productor quiere en su finca. Dicho lo anterior para el *M. ramirezi* la dieta con la que mejor presentó una sobrevivencia (70%), fue con el tratamiento tres de 40%.

En términos generales existió una marcada diferencia entre los peces alimentados con 40% de proteína ya que los peces presentaron un mejor aprovechamiento de la dieta, lo cual se vio reflejado en su crecimiento, ganancia en peso, en la eficiencia alimenticia y en la eficiencia de la utilización de la proteína, obteniendo por lo tanto mejores desempeños productivos, por lo cual al momento de suministrar alimento concentrado al *M ramirezi* el más efectivo en términos productivos es aquellos que tengan tenores proteicos de 40%, y de una vez por todas hacer a un lado los concentrados comerciales para peces de consumo (38% de proteína) que son los frecuentemente empleados para la alimentación en general de los peces ornamentales, porque realmente no van a tener los peces unos rendimientos apropiados de producción.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AJIACO-MARTÍNEZ & RAMÍREZ-GIL 2012. En: IV diagnóstico de la pesca ornamental en Colombia 2012. Pág. 74
- A.S.A. Asociación americana de soya 2000.
- AOAC, 1984. Official Methods for Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 14th edition. Arlington, VA, 1141 pp.
- Ángel Granado, 2000, Efecto de la densidad de cultivo sobre el crecimiento del morocoto, *piaractus brachypomus*, Cuvier, 1818, confinados en jaulas flotantes.
- Arias C.J.A; Montenegro OJN, 2010. Larvicultura de *osteoglossum bicirrhosum*, con alimentos de diferentes contenidos proteico.
- AUNAP, 2013. Diagnóstico del estado de acuicultura en Colombia
- Balbuena- Villarreal & Vásquez Torres W. 2009. efecto del peso corporal, la temperatura y diferentes niveles de proteína en la dieta sobre la excreción de amonio metálico en tilapia roja (*oreochromis sp.*) bajo condiciones de laboratorio.
- Bermeo F.R. & Vásquez L., 2004 Efecto de tres niveles de proteína en alimento balanceado para alevinos de escalar (*ptherophyllum scalare*) En: II congreso Colombiano de acuicultura y X jornada de acuicultura 2004. ISBN 958-97289-4-4. Pág. 88 y 89.
- Bermúdez J & Landines M. 2007. Evaluación del desempeño productivo de alevinos de (*Satanoperca jurupari*) alimentados con diferentes niveles de proteína. En; Revista de la facultad de medicina veterinaria y de zootecnia. Pág.173.
- Boscolo, W.R.; Hayashi, C.; Soares, C.M.; Furuya, W.M.; Meurer, F. 2001. Desempenho e características de carcaça de machos revertidos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagens tailandesa e comum, nas fases iniciais e de crescimento. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, 30 (5): 1391-1396.
- Cortes S & Landines M. 2007. Evaluación del desempeño productivo de alevinos de falso disco (*Heros serverus*) alimentados con diferentes niveles de proteína.
- Cadena productiva de la piscicultura 2005.
- Castellanos J.A. & Carrasco S. C. 1995- 1996, Apuntes sobre la biología de cinco especies de peces ornamentales del Orinoquia Colombiana.

- Castro –Espinosa, 1992 La pesca en la Amazonia colombiana. pp 256-281. En Rodríguez N.J; Álvarez R. 2008 comercio de peces ornamentales en Colombia. Pág. 127 y 127
- Cockerell, I., Francis, B. and Halliday, D., 1971. Changes in nutritive value of concentrate feedingstuffs during storage. Tropical Products Institute, London, U.K. En: Manual de tecnicas para laboratorio de nutrición de peces y crustáceos fao.
- Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y Oriente Amazónico CDA, Plan de acción 1998-2000. Norte y oriente amazónico región con futuro. 1998 En: Rodríguez N.J; Álvarez R. 2008. Comercio de peces ornamentales en Colombia.
- Chow, K.W., Rumsey, G.L. and Woldroup, P.W., 1980. Linear programming in fish diet formulation. In: Fish feed technology, UNDP/FAO/ADCO/REP/80/11, 395 pp. En: Manual de tecnicas para laboratorio de nutrición de peces y crustáceos FAO
- El-Sayed, A.F.M. 1999. Alternative dietary protein sources for farmed tilapia, *Oreochromis sp.* Aquaculture, The Netherlands.
- Ellis, S.C., & Reigh, R.C. 1991. Effects of dietary lipid and carbohydrate levels on growth and body composition of juvenile red drum (*Sciaenops ocellatus*). Aquaculture.
- Furuya, W.M.; Hayashi, C.; & Furuya, V.R.B. 1996. Exigência de proteína para machos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) na fase juvenil.
- Garcia-Ulloa M. 2004. Efecto de la relación alimentaria en el crecimiento de juveniles de tilapia *oreochromis aureus* bajo condiciones experimentales de cultivo.
- Gutiérrez Espinosa M.C; & Vásquez Torres W. 2010. Digestibilidad y valor alimenticio de las vísceras de pollo como subtituto de harina de pescado en dietas para tilapia nilotica, *oreochromis niloticus*, Linnaeus 1758.
- Hargreaves, J. A, 1998. Nitrogen biogeochemistry of aquaculture ponds. Review. Aquaculture 166,181,212.
- Hopher, B. 1993. Nutrition of pond fishes. Cambridge, Great Britain, Cambridge University Press.

- IIRBAvH 2002, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, programa biocomercio sostenible. Información básica sobre el mercado mundial de peces ornamentales. Bogotá, Colombia; 2002. En: Rodríguez N.J; Álvarez R. 2008 comercio de peces ornamentales en Colombia.
- KOLMAN, R. A. 1993. Model studies on a recirculation system with a rotating biological filter for fish fattening. Part I. Preliminary model studies on the rotating drum filter. Archives of Polish Fisheries 1 (2):161-166.
- Kullander 1980. En: Carlos A., Lasso & Antonio Machado –Allison. Sinopsis de las especies de peces de la familia Cichlidae presentes en la cuenca del río Orinoco (año 2000).
- Landínes, 1999. La otra acuicultura. 18-19 p. En: Rev. Acuicultura. N° 7, septiembre. En: Rodríguez H., Victoria P. y Carrillo A.M. Fundamentos de acuicultura continental INPA.
- Landínes Parra M. A. 2005. Guía de producción de peces ornamentales de la Orinoquia colombiana, ciclidos enanos.
- Lasso, 1996. En: Carlos A., Lasso & Antonio Machado –Allison. Sinopsis de las especies de peces de la familia Cichlidae presentes en la cuenca del río Orinoco 1996.
- Logato, P.V.R. 1999. Nutrição e alimentação de peixes de água doce. 1º edição, Lavras, Editora UFLA.
- LUNA-FIGUEROA, J. 2003. *Pterophyllum scalare* (Pisces: cichlidae): influencia de alimento vivo en la reproducción y el crecimiento.
- Machado & Allison, 1987. En: Carlos A., Lasso y Antonio Machado –Allison. Sinopsis de las especies de peces de la familia Cichlidae presentes en la cuenca del río Orinoco (año 2000).
- Machado, C.C. 2004. Exigência de proteína na dieta de alevinos de dourado *Salminus brasiliensis*. Florianópolis-SC. Dissertação de Mestrado. Pós-graduação em Aqüicultura, Universidade Federal de Santa Catarina.
- Mancera-Rodríguez & Álvarez-León, 2005, Evaluación del desempeño productivo de alevinos de escalar (*Pterophyllum escalare*, Lichenstein, 1840, alimentados con diferentes niveles de proteína y energía “trabajo de grado”. Bogotá: Facultad de Zootecnia, Fundación Universitaria Agraria de Colombia-

UNIAGRARIA; 2006. En: Rodríguez N.J ; Álvarez R. 2008 Comercio de peces ornamentales en Colombia.

- Meurer, S. 1999. Digestibilidad de aparente da materia seca, proteína e energía brutas de algunos ingredientes para juveniles de piracanjuba, *brycon orbignyianus*.
- Millward, D.J.1989. The nutritional regulation of muscle growth and protein turnover. *Aquaculture. The Netherlands*, 79:1-58
- Mora C. J., Ureña R. F., Landines A. M., & Sabrina I. A. 2007. Producción de peces ornamentales en Colombia. Pág. 107 a 115
- Mora J. C.; Uruña F. R. ; Landines M. Á., 2007, producción de peces ornamentales en Colombia
- Mora Mora J., C., Ureña Bermeo F. R., Avendaño Vásquez L. & Parra Landines M., A. 2004. Guia de produccion de peces ornamentales de Orinoquia Colombiana. Pag. 8 Y 9
- Pezzato, L.E. 1999. Alimentação de peixes - Relação custo benefício. Anais. In: Reunião Anual Sociedade Brasileira de Zootecnia.
- Rodríguez C., Sarmiento A, & Landines M. 2007. Evaluacion del desempeño productivo de alevinos de falso escalar (*Mesonauta festivum*) alimentados con diferentes niveles de proteína. EN: Revista de la facultad de medicina veterinaria y de zootecnia. Issn 0120-2952
- RODRÍGUEZ-SIERRA, 2007 b. Arawana: perspectivas para la piscicultura ornamental bajo condiciones de la Amazonia Colombiana
- Sagratzki C.B.A Pereira-Filho, M, Bordinhon A. Fonseca, F.A, Ituassu, D. 2004. Tolerancia de juvenis de ppirarucu ao aumento da concentracao de amonia em ambiente confiando. *Pesq. Agropec. Bras.* 39, 513-516. En: XV Jornada de acuicultura, pág. 90.91 92 y 93 octubre 8 y 9 de 2009. ISBN: 978-958-97780-9-8.
- Silva,S.S., Anderson, T.A.1995. Fish nutrition in aquaculture. 1ª edição, London: Chapman Hall. 319p.
- Ureña Bermeo, F.R & Avendaño Vásquez L. 2004. Efecto de tres niveles de proteína en alimento balanceado para alevinos de escalar (*Ptherophyllum scalare*). En: II Congreso colombiano de acuicultura y x jornada de acuicultura IALL.

- Villamil Moreno LP & Arias CJA. 2010. Fecundidad de *mikrogeophagus ramirezi*.
- Walter Vásquez Torres 2001. Capítulo V Nutrición y alimentación de peces. Fundamentos de Acuicultura continental INPA. Pág. 127, 128, 131, 132.
- WWF Colombia y TRAFFIC 2005. Aspectos socioeconómico y de manejo sostenible del comercio internacional de peces ornamentales de agua dulce en el norte de Sudamérica.