

**EVALUACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD DE DIETAS
ELABORADAS CON 10, 20 Y 30% DE EXTRACTO SECO DE HIDROLIZADO
DE VÍSCERAS DE PESCADO EN EL ALEVINAJE DE ARAWANA PLATEADA
(*Osteoglossum bicirrhossum*, VANDELLI 1829)**

**JOHN ALEXANDER MENESES ROSERO
MARIO FERNANDO PAZ ARGOTY**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS
PROGRAMA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN ACUÍCOLA
PASTO, COLOMBIA
2013**

**EVALUACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD DE DIETAS
ELABORADAS CON 10, 20 Y 30% DE EXTRACTO SECO DE HIDROLIZADO
DE VÍSCERAS DE PESCADO EN EL ALEVINAJE DE ARAWANA PLATEADA
(*Osteoglossum bicirrhossum*, VANDELLI 1829)**

**JOHN ALEXANDER MENESES ROSERO
MARIO FERNANDO PAZ ARGOTY**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título
de Ingeniero en Producción Acuícola**

**Presidente
JORGE NELSON LOPEZ MACIAS
D.M.V.Z., Esp.,M.Sc.,Ph.D**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS
PROGRAMA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN ACUÍCOLA
PASTO, COLOMBIA
2013**

NOTA DE RESPONSABILIDAD

“Las ideas y conclusiones aportadas en esta tesis de grado son responsabilidad exclusiva de sus autores”

Artículo 1° del acuerdo No. 234 de octubre 11 de 1966, emanado del honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

NOTA DE ACEPTACIÓN

JORGE NELSON LÓPEZ MACIAS
D.M.V.Z., Esp.,M.Sc.,Ph.D
Presidente

VILMA YOLANDA GOMEZ NIEVES
Bióloga Marina
Jurado Delegado

ALBA LUCY ORTEGA SALAS
Ing. Producción Acuícola
Jurado

San Juan de Pasto, Agosto de 2013.

AGRADECIMIENTOS

JORGE NELSON LÓPEZ MACIAS	D.M.V.Z., Esp.,M.Sc.,Ph.D Director Departamento de Recursos Hidrobiológicos Universidad de Nariño.
NANCY QUINTERO RAMIREZ	Zootecnista. Directora ejecutiva Asociación de Acuicultores del Caquetá ACUICA.
VILMA YOLANDA GOMEZ NIEVES	Bióloga Marina. Docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias Universidad de Nariño.
ALBA LUCY ORTEGA SALAS	Ingeniera en Producción Acuícola, Docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias Universidad de Nariño
RUTH LUCERO SALCEDO	Ingeniera en Producción Acuícola, M.Sc. Docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias Universidad de Nariño
GLORIA SANDRA ESPINOSA NARVÁEZ	Ingeniera en Producción Acuícola, Esp. Técnica Química Laboratorio de Bromatología Universidad de Nariño.
CAMILO LENIN GUERRERO ROMERO	Ingeniera en Producción Acuícola. Técnico Laboratorio de Ingeniería en Producción Acuícola
MARCO ANTONIO IMUEZ F.	Zootecnista, Esp., M.Sc. Docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias Universidad de Nariño
JENNY MARCELA MORENO POVEDA	Zootecnista, M.Sc. Universidad Nacional de Colombia
LUIS ALFONSO SOLARTE PORTILLA	Zootecnista, Esp. Secretario Académico de la Facultad de Ciencias Pecuarias Universidad de Nariño.

PIEDAD MEJIA SANTACRUZ	Secretaria del departamento de Recursos Hidrobiológicos Universidad de Nariño.
OSCAR MEJIA SANTACRUZ	Economista. Auxiliar del Centro de Documentación Especializada del Departamento de Recursos Hidrobiológicos Universidad de Nariño
DIANA MERCEDES BELTRAN	Ingeniera en Producción Acuícola
MARÍA ISABEL RIVERA	Ingeniera en Producción Acuícola

Al personal que conforma la Asociación de Piscicultores del Caquetá (ACUICA), al programa de Ingeniería en producción Acuícola y a todas las personas que de alguna u otra manera colaboraron en el desarrollo de la investigación.

Dedicatoria

A ese ser supremo, mi Dios que siempre ha guiado mi camino llevándome a grandes momentos en mi vida, a mis padres por su constante lucha por formarme brindándome todo su apoyo y amor incondicional, a mis hermanos por su amistad y fraternidad que llenaron de alegrías mis días, a mi abuelo y mi tía por todo su apoyo a lo largo de este tiempo.

*A la memoria de mi abuelita quien fue la fortaleza de mi familia, su constante amor y apoyo hasta sus últimos momentos hicieron posibles mis triunfos y sueños, en ella encontré una segunda madre y amiga logrando dar esa chispa de sabor y alegría a mi vida.
Gracias por todo en donde estés!
Q. E. P. D.*

A todos mis profesores que hicieron parte de mi formación profesional por brindarme todo su conocimiento y finalmente a mis amigos que acompañaron todo este camino compartiendo momentos inolvidables.

"Las metas se logran solo si uno se propone dar lo mejor de sí mismo"

Mario Paz

RESUMEN

El presente estudio, determinó los coeficientes de digestibilidad aparente de los diferentes componentes nutricionales y energéticos en dietas artificiales con niveles de inclusión de 10, 20 y 30% de extracto seco de hidrolizado de vísceras de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) en la alimentación de arawana plateada (*Osteoglossum bicirrhossum*) con acuarios de digestibilidad, utilizando como marcador inerte óxido crómico Cr₂O₃, durante un periodo de 30 días de colecta hasta obtener como mínimo 5 gramos de heces por replica; la investigación se realizó en la estación piscícola “VAI” perteneciente a la Asociación de Acuicultores del Caquetá (ACUICA); Florencia.

Los animales registraron un peso promedio inicial de 6,6 ± 2,5 gramos sin diferencias estadísticas en los diferentes tratamientos, distribuidos al azar en 12 acuarios a razón de 20 peces por unidad experimental. Se utilizó un diseño completamente al azar conformado por 4 tratamientos con tres replicas cada uno de la siguiente manera:

T0: alimento balanceado con 0% de extracto seco de hidrolizado de vísceras de cachama.

T1: alimento balanceado con 10% de extracto seco de hidrolizado de vísceras de cachama.

T2: alimento balanceado con 20% de extracto seco de hidrolizado de vísceras de cachama.

T3: alimento balanceado con 30% de extracto seco de hidrolizado de vísceras de cachama.

El extracto de hidrolizado seco se obtuvo mediante la inclusión de yogurt comercial sin sabor al 3% del preparado de vísceras de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*), tomando como referencia el protocolo establecido por Spanopoulos *et al*¹. Posteriormente se formularon dietas isoenergéticas e isonitrogenadas en los distintos tratamientos para evitar fuentes de error en el cálculo de las distintas variables experimentales.

Los resultados obtenidos, establecen altos coeficientes de digestibilidad en el tratamiento T3 de proteína, lípidos y coeficientes de utilización energética que superan el 60%; lo anterior demuestra la importancia de incluir extracto seco de hidrolizado de vísceras de cachama en una proporción del 30% para mejorar los distintos parámetros de crecimiento. De acuerdo a los coeficientes de

¹ SPANOPOULOS-HERNANDEZ, M., *et al*. Producción de ensilados biológicos a partir de desechos de pescado, del ahumado de atún aleta amarilla (*Thunnusalbacares*) y del fileteado de tilapia (*Oreochromis*), para la alimentación de especies acuícolas. [en línea]. Revista Mexicana de Ingeniería Química, vol. 9, núm. 2, Iztapalapa Distrito Federal, México. 2010. [citado 5 de dic., 2011]. Disponible en internet: <URL: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62016248004>>.

digestibilidad, mejoramiento de la variable productiva de incremento de longitud y la relación beneficio – costo el mejor tratamiento fue el T1 que representa el 10 % inclusión del extracto seco de la harina de hidrolizado de vísceras en dietas de levante para arawana plateada (*O. bicirrhossum*), lo que demuestra las ventajas económicas y ecológicas de la incorporación de esta materia prima en la alimentación acuícola.

ABSTRACT

The present study determined the apparent digestibility coefficients of different energy and nutrient components in artificial diets with inclusion levels of 10, 20 and 30% dry viscera hydrolyzate cachama (*Piaractus brachypomus*) in feeding arawana silver (*Osteoglossum bicirrhossum*) in aquariums digestibility, using chromic oxide as inert marker Cr_2O_3 , for a period of 30 days of collection until at least 5 grams of feces per replicate; fish station "VAI" belonging to the Association of Aquaculture Caquetá (ACUICA), Florencia.

The animals showed an initial average weight of 6.6 ± 2.5 grams with no statistical differences in the different treatments randomly distributed into 12 tanks at 20 fish per experimental unit. We used a completely randomized design consisting of four treatments with three replicates each of the following:

- T0: balanced food with 0% dry viscera hydrolyzate cachama.
- T1: balanced food with 10% dry viscera hydrolyzate cachama.
- T2: balanced food with 20% dry viscera hydrolyzate cachama.
- T3: balanced food with 30% dry viscera hydrolyzate cachama.

The dry hydrolyzate extract was obtained by including commercial yogurt tasteless prepared 3% of cachama viscera (*Piaractus brachypomus*), with reference to the protocol established by Spanopoulos *et al*². Subsequently isoenergetic and isonitrogenous diets formulated in the different treatments to avoid sources of error in the calculation of the experimental variables.

The results, set high digestibility coefficients of T3 treatment of protein, fat and energy utilization rates, this shows the importance of including dry viscera hydrolyzate cachama in a proportion of 30% to improve the various parameters of growth. According to the coefficients of digestibility, improving productive variable length increase and the benefit - cost the best treatment was T1 representing 10% inclusion of dry flour viscera hydrolyzate diets up to arawana silver (*O. bicirrhossum*), demonstrating the economic and environmental benefits of incorporating raw material in aquaculture feed.

² Ibid., 178p.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	20
1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	22
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	23
3. OBJETIVOS	24
3.1 OBJETIVO GENERAL	24
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
4. MARCO REFERENCIAL	25
4.1 GENERALIDADES DE LA ESPECIE.	25
4.1.1 Biología de la especie	26
4.1.2 Clasificación taxonómica	27
4.1.3 Hábitat	28
4.1.4 Hábitos alimenticios	29
4.1.5 Alimentación	29
4.2 DIGESTIBILIDAD.	32
4.2.1 Digestibilidad de la proteína	33
4.2.2 Digestibilidad de lípidos	35
4.2.3 Digestibilidad de carbohidratos	36
4.2.4 Energía digestible	37
4.3 INVESTIGACIONES REALIZADAS EN ARAWANA	38
4.3.1 Parámetros y curvas de crecimiento	38

4.3.2	Enzimas digestivas en arawana	38
4.3.3	Digestibilidad aparente de materias primas comunes y alternativas	39
5.	METODOLOGÍA	41
5.1	LOCALIZACIÓN	41
5.2	INSTALACIONES Y EQUIPOS	42
5.2.1	Instalaciones	42
5.2.2	Materiales	42
5.2.3	Equipos	43
5.2.4	Reactivos	43
5.3	MATERIAL BIOLÓGICO	43
5.3.1	Adaptación de los ejemplares a condiciones de laboratorio	43
5.4	MATERIAS PRIMAS DE LAS DIETAS	44
5.4.1	Elaboración del hidrolizado	44
5.4.2	Preparación de la harina de hidrolizado	45
5.4.3	Tamizaje y análisis bromatológico de materias primas	46
5.4.4	Balanceo de dietas	46
5.4.5	Preparación de dietas	47
5.4.6	Recolección de heces	47
5.5	ANÁLISIS BROMATOLÓGICO	47
5.6	DISEÑO EXPERIMENTAL	47
5.6.1	Formulación de hipótesis	48
5.6.2	Variables	49

5.6.2.1	Coeficiente de digestibilidad	49
5.6.2.2	Coeficiente de digestibilidad total	49
5.6.2.3	Energía digestible	50
5.6.2.4	Coeficiente de utilización energética	50
5.6.3.1	Incremento de biomasa	50
5.6.3.2	Tasa de crecimiento simple	50
5.6.3.3	Incremento de talla	51
5.6.3.4	Conversión alimenticia	51
5.6.3.5	Sobrevivencia	51
5.6.3.6	Análisis de relación beneficio – costo	51
6	RESULTADOS	52
6.1	BALANCEO DE DIETAS EXPERIMENTALES	52
6.2	COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD	52
6.2.1	Coeficiente de digestibilidad total	53
6.2.2	Coeficiente de digestibilidad de proteína	54
6.2.3	Coeficiente de digestibilidad de extracto etéreo.	55
6.2.4	Coeficiente de digestibilidad de extracto no nitrogenado	57
6.2.5	Coeficiente de utilización energética (CUE) y energía digestible	58
6.3	EVALUACIÓN DE VARIABLES PRODUCTIVAS	60
6.3.1	Consumo aparente de alimento y tasa de alimentación	60
6.3.2	Biomasa inicial	61
6.3.3	Incremento de biomasa	62

6.3.4	Tasa de crecimiento simple	65
6.3.5	Longitud inicial	66
6.3.6	Incremento de longitud	67
6.3.7	Conversión alimenticia aparente	67
6.3.8	Sobrevivencia	69
6.4	PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS DEL AGUA	69
6.4.1	Temperatura	69
6.4.2	Oxígeno disuelto	70
6.4.3	Potencial de hidrogeniones – pH	70
6.5	Análisis económico	70
7	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	73
7.1	CONCLUSIONES	73
7..2	RECOMENDACIONES	74
	BIBLIOGRAFÍA	75
	ANEXOS	81

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Algunas diferencias morfológicas entre arawana azul y arawana plateada	27
Tabla 2. Protocolo de acostumbramiento a dieta seca en arawanas	30
Tabla 3. Protocolo de acostumbramiento a cambio de dieta.	31
Tabla 4. Requerimientos de proteína y energía en algunas especies ornamentales de agua dulce.	34
Tabla 5. Porcentaje de cada materia prima a incluir por cada 100g de alimento para cada tratamiento	46
Tabla 6. Coeficientes de digestibilidad (%) de proteína, extracto etéreo, extracto no nitrogenado y coeficiente de utilización energética de las dietas evaluadas (0, 10, 20, 30%)	52
Tabla 7. Consumo de alimento promedio por tratamiento	60
Tabla 8. Resumen estadístico biomasa inicial	62
Tabla 9. Incremento de biomasa de los ejemplares de arawana plateada (<i>O. bicirrhosum</i>)	62
Tabla 10. Incremento de biomasa diario e incremento de peso diario por animal	63
Tabla 11. Tasa de crecimiento simple por tratamiento	65
Tabla 12. Resumen estadístico de longitud inicial	66
Tabla 13. Incremento de longitud	67
Tabla 14. Conversión alimenticia	67
Tabla 15. Parámetros fisicoquímicos promedios entre tratamientos	69
Tabla 16. Análisis parcial de costos	71

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Arawana Plateada	26
Figura 2. Mapa de Ubicación de la Estación Piscícola VAI	41
Figura 3. Estación Piscícola de VAI (ACUICA)	42
Figura 4. Elaboración del Hidrolizado Biológico.	45
Figura 5. Coeficientes de Digestibilidad Total entre Tratamientos	53
Figura 6. Coeficientes de Digestibilidad de la proteína entre tratamientos	54
Figura 7. Coeficientes de digestibilidad de extracto etéreo entre tratamientos	56
Figura 8. Coeficientes de digestibilidad de extracto no nitrogenado entre tratamientos	57
Figura 9. Coeficientes de utilización energética entre tratamientos	58
Figura 10. Energía digestible entre los tratamientos	59
Figura 11. Consumo de Alimento	61
Figura 12. Incremento de biomasa por tratamiento	62
Figura 13. Tasa de Crecimiento Simple	65
Figura 14. Incremento de Longitud estándar	66
Figura 15. Conversión Alimenticia Aparente	68
Figura 16. Relación Beneficio – Costo por tratamiento	72

LISTA DE ANEXOS

		Pág.
Anexo 1	Gráfica del comportamiento del pH en hidrolizado	82
Anexo 2	Restricción de algunos ingredientes en dietas para peces	83
Anexo 3	Análisis Bromatológico Harina de Pescado.	84
Anexo 4	Análisis Bromatológico Harina de Carne.	85
Anexo 5	Análisis Bromatológico Harina de Soyavit.	86
Anexo 6	Análisis Bromatológico Harina de Frijol Tostado.	87
Anexo 7	Análisis Bromatológico Pambazo.	88
Anexo 8	Análisis Bromatológico Maíz Molido.	89
Anexo 9	Análisis Bromatológico Harina de Hidrolizado Biológico de Visceras de Cachama.	90
Anexo 10	Análisis Bromatológico Tratamiento 0	91
Anexo 11	Análisis Bromatológico Tratamiento 1	92
Anexo 12	Análisis Bromatológico Tratamiento 2	93
Anexo 13	Análisis Bromatológico Tratamiento 3	94
Anexo 14	Análisis Bromatológico Heces Tratamiento 0	95
Anexo 15	Análisis Bromatológico Heces Tratamiento 1	96
Anexo 16	Análisis Bromatológico Heces Tratamiento 2	97
Anexo 17	Análisis Bromatológico Heces Tratamiento 3	98
Anexo 18	Análisis de varianza consumo de alimento.	99
Anexo 19	Prueba de Tukey consumo de alimento.	100

Anexo 20	Análisis de varianza incremento de biomasa.	101
Anexo 21	Análisis de varianza tasa de crecimiento simple	102
Anexo 22	Prueba de Tukey SGR.	103
Anexo 23	Utilización de materias primas alternativas y comunes de origen vegetal y animal evaluadas en dos diferentes lugares.	104
Anexo 24	Análisis de varianza incremento de longitud.	105
Anexo 25	Prueba de Tukey incremento de longitud.	106
Anexo 26	Análisis de varianza conversión alimenticia aparente.	107
Anexo 27	Análisis de varianza parámetros fisicoquímicos	108
Anexo 28	Curva de temperatura	109
Anexo 29	Curva de oxígeno disuelto	110
Anexo 30	Comportamiento del pH durante el periodo de estudio	111

GLOSARIO

ARAWANA: especie íctica de superficie de escamas, con cuerpo alargado y comprimido lateralmente, que tiene como característica importante el gran tamaño de su aleta anal, la cual ocupa gran parte de la longitud del individuo. Posee boca grande e inclinada con pequeños dientes filosos, lengua ósea y dos cirros o barbillas en su mandíbula.

COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD: porcentaje que permite establecer la cantidad de nutrientes provenientes del alimento que son asimilados por el animal.

DIETA: forma de alimentación que cubre todas las necesidades energéticas, estructurales y reguladoras del organismo teniendo en cuenta la especie y fase del animal, sin exceso o falta de algún nutriente.

DIGESTIBILIDAD: conjunto de procesos fisiológicos, mediante los cuales los alimentos ingeridos atraviesan la pared del intestino anterior y entran al sistema portal.

ESPECIE NATIVA: especie propia que habita en un lugar, región o país, también denominada autóctona.

HIDROLIZADO: producto resultante de la digestión ácida o enzimática de materias proteicas animales.

INCREMENTOS PERIÓDICOS DE PESO: es la ganancia real de peso en un individuo o población en un determinado periodo de tiempo.

MARCADOR INERTE: indicadores empleados en estudios de digestibilidad debido a que no afectan la fisiología digestiva, no son tóxicos, se mueven a la misma velocidad del alimento y no son absorbidos por el epitelio intestinal.

ÓXIDO CRÓMICO: indicador inerte externo no absorbible, utilizado para monitorear aspectos químicos y físicos en ensayos de digestibilidad, estimar el flujo de la digesta y digestibilidad parcial o total en diversas especies animales.

INTRODUCCIÓN

Según Rodríguez, citado por Olaya³, la arawana plateada (*O. bicirrhosum*) es una especie íctica que habita en el río Amazonas y sus tributarios Putumayo, Caquetá y Orinoco, se caracteriza por poseer un alto valor comercial tanto en cultivo destinado a consumo humano, pesca deportiva y acuarofilia debido a sus condiciones de forma y color que lo hacen llamativo y atractivo para el mercado acuarista.

Según López⁴, la mayoría de los ensayos de alimentación acuícola, se han realizado sin establecer los coeficientes de digestibilidad de las dietas; lo cual no permite determinar realmente las ventajas nutricionales de una materia prima en comparación con otras. Por esta razón, uno de los aspectos más importantes en la evaluación de la efectividad de un insumo alimenticio es la determinación de la tasa de asimilación, que cuantifica la habilidad del pez para digerir y absorber los nutrientes de la dieta que ingiere. Lo anterior es fundamental para la formulación de dietas prácticas para peces, basada en la determinación de los requerimientos nutricionales, que a su vez están relacionados con el contenido de nutrientes digeribles.

La digestibilidad de una dieta depende de la edad del animal, fisiología, características fisicoquímicas y bacteriológicas del agua, valor nutricional de los distintos tipos de materias primas e interacción de nutrientes.

En una producción acuícola, el 15% del peso lo representan las vísceras, las cuales son eliminadas de las explotaciones; vertiéndolas directamente a las fuentes de agua. Generando grandes problemas de contaminación y propiciando la propagación de patógenos a las poblaciones de peces en cautiverio y naturales.

En consecuencia, la evaluación de técnicas que permitan la disposición correcta de las vísceras e incremento de las tasas de rentabilidad; deben implementarse por su impacto positivo en el mantenimiento de la calidad fisicoquímica, bacteriológica de los cuerpos de agua y la utilización de estos subproductos en la fabricación de dietas balanceadas para peces. Por lo anteriormente expuesto, la presente investigación determina los coeficientes de digestibilidad, para establecer la calidad de las materias primas utilizadas en la producción acuícola; a partir de

³ OLAYA, Carolina; RAMÍREZ, Edwin y GIRALDO, Hernán. Estudio Preliminar del Levante de Juveniles de Arawana Plateada (*Osteoglossum bicirrhosum*) en Sistemas Cerrados de Recirculación. EN: Revista Facultad de Ciencias Básicas. Universidad Militar Nueva Granada. 2010., 98p. (citado 4 de marzo de 2013). Disponible en internet: <URL: <http://www.umng.edu.co/documents/63968/70144/ARAWANA>.

⁴ LÓPEZ MACIAS, J. Nutrición y Alimentación Piscícola. En publicación. Pasto, Colombia. Universidad de Nariño. 2012. p. 322.

extracto seco de hidrolizado de vísceras de cachama en diferentes porcentajes y el efecto sobre los parámetros zootécnicos de tasa de crecimiento simple, sobrevivencia, conversión alimenticia e incremento de talla en la etapa de levante de arawana plateada (*O. bicirrhosum*).

1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

Según Macarena y Alvarez⁵, en los últimos años el aprovechamiento y el comercio de peces ornamentales se ha convertido en una actividad importante para la economía colombiana, a tal punto que el país es uno de los principales exportadores de Suramérica. Aunque esta actividad se viene desarrollando desde hace más de tres décadas, la mayoría de los peces exportados corresponde a peces capturados del medio natural y las investigaciones realizadas hasta el momento corresponden a pocas especies sin el desarrollo de ningún tipo de paquete tecnológico.

Dentro de los peces de la amazonia colombiana con mayor demanda, mejores precios en los mercados internacionales y que ha sido afectada negativamente por la sobrepesca y la contaminación del hábitat es la arawana plateada (*O. bicirrhosum*) la cual se encuentra reportada dentro de la categoría de vulnerabilidad, debido a las artes de pesca que se basan en el arponeo y decapitación de los machos incubantes para la extracción de larvas y el inadecuado manejo de estas en centros de acopio y bodegas de exportación.

En nuestro país diferentes entidades privadas y oficiales han tratado de fortalecer el conocimiento reproductivo de esta especie, sin analizar el problema de la alimentación de los animales, igualmente no se dispone de un balanceado formulado específicamente para especies amazónicas, lo cual implica que los ejemplares no asimilen adecuadamente el alimento, incrementando las tasas de mortalidad y por ende, la conservación de este recurso. En consecuencia es necesario la adaptación de esta especie íctica al consumo de dietas artificiales que proporcionen todos los nutrientes energéticos, estructurales y reguladores; para asegurar mejores índices de crecimiento en condiciones de cultivo con la mayor rentabilidad posible; lo cual se traduciría de manera positiva en los planes de inclusión social y preservación de este recurso íctico en zona amazónica.

Las explotaciones piscícolas han generado una cantidad de subproductos orgánicos que al no ser reciclados adecuadamente, ocasionan un grave daño ambiental y la contaminación de las fuentes hídricas; desperdiciando una serie de nutrientes que podrían transformarse en productos de alto valor nutricional.

Por lo anterior mente expuesto se justifica analizar nuevas técnicas como el hidrolizado de vísceras como fuente de proteína en la elaboración de alimentos balanceados para la arawana plateada durante la fase de levante.

⁵ MACARENA, N. y ALVAREZ, L. Comercio de peces ornamentales en Colombia. En: Acta biológica colombiana. [en línea] Febrero, 2008. Vol. 12, N.1. p. 39. [Citado 2012-05-02] Disponible en internet: <http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v13n1/v13n1a2.pdf>.

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La investigación plantea como problema principal ¿Cuál es el coeficiente de digestibilidad aparente de dietas isoenergéticas e isonitrogenadas, elaboradas con extracto seco de hidrolizado de vísceras de cachama incluido en diferentes porcentajes para la alimentación artificial de alevinos de arawana plateada (*O. bicirrhossum*)?

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar la digestibilidad de los diferentes componentes nutricionales y energéticos en dietas artificiales con niveles de 0, 10, 20 y 30% de extracto seco de hidrolizado de vísceras de cachama en el alevinaje de arawana plateada (*O. bicirrhosum*).

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el coeficiente de digestibilidad aparente de proteína, extracto no nitrogenado, extracto etéreo y fibra, en dietas de levante para la alimentación de alevinos de arawana plateada (*O. bicirrhosum*).
- Determinar la energía digestible y el coeficiente de utilización energética, de los diferentes tratamientos.
- Evaluar la conversión alimenticia, sobrevivencia, ganancia de peso, talla y tasa de crecimiento simple, en cada una de las dietas experimentales.
- Efectuar un análisis beneficio – costo de las dietas evaluadas.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1. GENERALIDADES DE LA ESPECIE

Según Argumedo⁶, la familia Osteoglossidae a la cual pertenece la arawana plateada se divide en tres subfamilias: Arapaiminae dentro de la cual se encuentra el *Arapaima gigas*; la subfamilia Osteoglossinae conformada por las dos especies de arawanas suramericanas: *O. bicirrhosum* y *O. ferreirae*, y la subfamilia Heterotinae que agrupa a dos generos y cuatro especies que son: *Heterotis niloticus*, *Escleropages jardini*, *Escleropages leichardt* y *Escleropages formosus* conocida como arawana asiática.

Quintero y Rodríguez citados por Hernández manifiestan que “*O. bicirrhosum*, es uno de los 400 peces ornamentales presentes en Colombia, específicamente en la Cuenca Amazónica, así como también en los ríos Caquetá, Orinoco y putumayo”⁷.

De acuerdo con Landines *et al*⁸, esta especie tiene alto valor comercial por ser considerada como el “pez dragón suramericano”, característica que le confiere gran prestigio en los acuarios del mundo entero, especialmente en los países orientales, quienes según Argumendo⁹ las adoptan como mascotas debido a factores culturales puesto que se convierten en amuletos de buena suerte, portadores de progreso y bienestar para quienes las conservan.

Esta gran demanda ha suscitado una pesca indiscriminada de la especie afectando la abundancia de las poblaciones naturales. Ante esta situación, El Catalogo de La Biodiversidad en Colombia¹⁰ la ubica en el libro rojo de la unión internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales

⁶ ARGUMEDO, Eric. Arawanas: manual para la cría comercial en cautiverio. Florencia, Colombia: Asociación de acuicultores de Caquetá (ACUICA), 2005. p. 16-17.

⁷ HERNANDEZ, Carolina. Estudio preliminar del levante de juveniles de Arawana plateada (*Osteoglossum bicirrhosum*) en sistema cerrado de recirculación en la estación experimental rio grande en el municipio de Cajicá (Cundinamarca). Trabajo de grado para optar por titulo de Biología. Bogotá D.C. Universidad Militar Nueva Granada. [en línea]. 2009. [citado 2012-11-04] p. 14. Disponible en internet: <<http://repository.unimilitar.edu.co:8090/bitstream/10654/895/1/Hernandez%20Carolina2009.pdf>>.

⁸ LANDINES, M. URUEÑA, F. y RODRIGUEZ, L. Arawanas. En: producción de peces ornamentales en Colombia. Bogotá D.C. Produmedios. 2007 , p. 9

⁹ ARGUMEDO, Eric. Op. cit. p. 17

¹⁰ SALINAS COY, Y., *et al*. Catalogo de la Biodiversidad en Colombia. *Osteoglossum bicirrhosum* (Cuvier, 1829). [en línea]. 2007. [Citado 2012-05-12]. Disponible en internet: <<http://www.siac.net.co/sib/catalogoespecies/especie.do?idBuscar=539&method=displayAAT>>

(UICN) como especie vulnerable (VU) debido a que enfrenta un moderado riesgo de extinción o deterioro poblacional a mediano plazo. Ante esta situación Macarena y Álvarez¹¹ afirman que la única medida generada ha sido el dictamen de veda según el acuerdo 018 del 04 de Octubre de 1966 y acuerdo 005 del 28 de Enero de 1997, rige durante el primero de septiembre al quince de noviembre en el río Amazonas y del primero de noviembre al quince de marzo en los ríos Caquetá, Putumayo y tributarios, en los cuales se prohíbe la captura, almacenamiento, comercialización y transporte.

4.1.1. Biología de la especie. Argumedo¹² sostiene que la Arawana plateada puede alcanzar 1,2 metros de longitud total y 2,2 kilogramos de peso corporal, por lo cual se la ubica como una de las especies de Arawana de mayor tamaño. El cuerpo y cabeza de la arawana plateada está comprimido lateralmente, de tal forma que la natación se realiza por movimientos ondulantes que le conceden elegancia, imponencia y versatilidad. La arawana plateada posee tonalidades que van desde el gris metálico en los costados hasta color verdoso en el dorso, tiene tonalidades amarillo verdosas con visos anaranjados en las aletas dorsal, caudal y anal. Las aletas pélvicas y pectorales poseen tonos plateados con flancos amarillos, los cuales se acentúan en época de reproducción. (Figura 1).

Figura 1. Arawana Plateada



¹¹ MACARENA, N. y ALVAREZ, L. Comercio de peces ornamentales en Colombia. En: Acta biológica colombiana. [en línea] Febrero, 2008. Vol. 12, N.1. p. 39. [citado 2012-05-02] Disponible en internet: <<http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v13n1/v13n1a2.pdf>>

¹² ARGUMEDO, Eric. Op. cit., p. 16-22.

Since citado por Moren ¹³ afirma que se observan generalmente solos o acompañados por peces más grandes ya que por su boca tan grande devoran peces de menor tamaño. En el mentón se instalan dos barbillones divergentes en furca, las cuales lo protegen al avanzar en lugares estrechos y son un mecanismo efectivo para oxigenar el agua al aumentar el flujo hacia la boca, cuando se encuentran en fuentes pobres de oxígeno. Así el nombre científico de este pez, *Osteoglossum bicirrosus* que hace referencia a la lengua ósea que presenta y a los cirros o barbillones anteriormente mencionados.

En Colombia encontramos dos especies de arawanas de gran importancia económica, son *Osteoglossum bicirrhosum* y *Osteoglossum ferrairai*. A continuación se presentan las principales diferencias entre las especies. (Tabla 1)

Tabla 1: Algunas diferencias morfológicas entre arawana azul y arawana plateada

Característica	Arawana azul	Arawana plateada
Cirros (barbillones maxilares)	Cortos	Largos
Coloración aletas	Azul con borde marrón	Gris con borde rojizo
Coloración cuerpo	Azul verdoso	Gris metálico
Radios de la aleta dorsal	52-58	42-50
Radios de la aleta anal	61-67	49-58
Escamas en línea lateral	37-40	30-37
Vertebras	96-100	84-92
Pedúnculo caudal	Largo y delgado	Corto y ancho
Altura del cuerpo	Menor	Mayor

Fuente: LANDINES *et al.* Producción de Peces Ornamentales en Colombia. Bogotá: Ministerio de Agricultura Y Desarrollo Rural, 2007. p. 15

4.1.2 Clasificación taxonómica. Según Vélez¹⁴, la ubicación taxonómica de la arawana plateada es:

Phylum: Cordados
Subphylum: Vertebrados
Clase: Osteoglossidae

¹³ MORENO-POVEDA, Marcela. Digestibilidad aparente de materias primas comunes y alternativas. Trabajo de grado zootecnia. Bogotá, D.C. Universidad Nacional. 2010. P 9.

¹⁴ LANDINES, M.; SANABRIA, A., y DAZA. P., Producción de peces ornamentales en Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Bogotá, D.C. 2007. p. 10

Orden: Osteoglossiformes
Familia: Osteoglossidae
Género: Osteoglossum
Especie: *Osteoglossum bicirrhosum* (Vandelli 1829)
Nombre común: Arawana, Arawana, arawana plateada, arawana silver, monaikudo, silverarawana, aruana, dragonfish.

4.1.3 Hábitat. De acuerdo con Argumedo:

La subfamilia Osteoglossinae agrupa a las dos especies de arawanas suramericanas: la plateada (*Osteoglossum bicirrhosum*) y la azul (*O. ferreirae*). La arawana plateada está distribuida en gran parte de la cuenca amazónica brasilera, guyanesa y colombiana, en esta última se reportan en Leticia, río putumayo, y en el río Caquetá¹⁵.

Por otra parte Da Silva, et al., citados por Cuaical, et al, afirman que: “la diferencia en la distribución de las especies de *O. bicirrhosum* y *ferreirae* está asociada con el tipo de agua donde habitan, *O. bicirrhosum* habita en aguas alcalinas un poco neutras, mientras que *O. ferreirae* habita en aguas negras muy acidas”¹⁶.

Así mismo Landines *et al*¹⁷, afirma que en Colombia se encuentra en las regiones inundables como en la cuenca amazónica, Leticia, río Putumayo y río Caquetá, sin embargo, algunos autores mencionan que se han capturado ejemplares en zonas de los ríos Vichada, Tomo y Vita, pertenecientes a la Orinoquía.

El mismo autor¹⁸, manifiesta que ambas especies habitan el estrato superior de la columna de agua en zonas de aguas tranquilas como las lagunas y terrenos inundables ricos en material vegetal como raíces, troncos y empalizadas las cuales les proveen un refugio ideal ante sus posibles predadores. Por lo general frecuentan las orillas y zonas donde haya abundante vegetación en busca de insectos.

¹⁵ ARGUMEDO, Eric. Op. cit. p.16-17

¹⁶ CUAICAL TARAPUES, Yeni y VALLEJO VANEGAS, Evelyn. Evaluación del efecto de la densidad de siembra e inclusión de ácido ascórbico en una dieta utilizada en la fase de levante de arawana plateada (*Osteoglossum bicirrhosum, vandelli 1829*) cultivadas en jaulas. Trabajo de grado para optar el título de Ingeniería en Producción Acuícola. Universidad de Nariño. 2011. p. 30.

¹⁷ LANDINES, et al., Op. cit., p. 9.

¹⁸ *Ibíd.* p. 12

Según el Catálogo de la Biodiversidad de Colombia citado por Cuaical *et al*, sostiene que “la arawana plateada habita en aguas negras y blancas de los ambientes lagunares de la Amazonia, Orinoquia y Guayana, aunque en estas últimas es muy rara. Vive muy cerca de las orillas y en las regiones más superficiales de los lagos y lagunas”¹⁹.

4.1.4 Hábitos Alimenticios. De acuerdo al estudio realizado por Agudelo *et al*²⁰, relacionado con los hábitos alimenticios de la arawana en condiciones naturales, se catalogó a esta especie como un pez omnívoro oportunista de preferencia carnívora, por su alto consumo de peces como base en su alimentación, pero con tendencia insectívora.

De acuerdo con Rojas “en estudios de análisis del contenido estomacal, se encontró insectos en un 49%, peces 44% arañas 4% y crustáceos 3%; además de material vegetal, que no constituye parte de la dieta del animal, sino que es un alimento casual, como de la modalidad de captura de sus presas”²¹.

Así mismo, Landines *et al*²², afirma que la arawana plateada posee un intestino corto, ojos y boca en posición superior y varias adaptaciones biológicas que las hacen eficientes saltadores, dando evidencia que se trata de un pez carnívoro con tendencia insectívora.

4.1.5. Alimentación. Según Argumedo²³, la adaptación a dietas secas es indispensable para lograr la reproducción en cautiverio y domesticación de los peces. Desde fases iniciales se debe suministrar concentrados comerciales de alto nivel proteico, en gránulos flotantes y tamaño óptimo, características que determinan la aceptación o rechazo del alimento; concentrados fabricados con

¹⁹ CUAICAL TARAPUES, Yeni y VALLEJO VANEGAS, Evelyn. Op. cit. p. 32

²⁰ AGUDELO ZAMORA, H. D., LÓPEZ MACIAS, J. N., y SÁNCHEZ PÁEZ, C. L. Hábitos alimentarios de la Arawana (*Osteoglossum bicirrhosum* Vandelli, 1829) (Pisces: Osteoglossidae) en el alto río Putumayo, área del Parque Nacional Natural la Paya, Putumayo. EN: acta biológica Paranaese. [en línea]. 2007. Vol. 36. No. [citado 2012-01-05]. Disponible en internet: <https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:nx478jN8eDgJ:ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/acta/article/download/9665/6680+habititos+alimentarios+en+arawana&hl=es&gl=co&pid=bl&srcid=ADGEESht63sNXev03yC_44Ly6RLaMTb_wbxbaeZR0DBmrMJBXufQffThYz2qYta2UJcp28cK1GWUBxe c6Ry3zU9j_nKubN0_Q5bH8b4GKjOk_9hpjU5bJl14fLsByrCqqq2P5-nZZTsW&sig=AHIEtbR8-vBbGSreulJjAWPqhoJm0E7Raw>

²¹ ROJAS RIOS, Gloria. Plan de manejo de alevinos de *Osteoglossum bicirrhosum* “arahuana” en la Cuenca Yanayacu Pucate, reserva nacional Pacaya Samiria. EN: Pro Naturaleza. [en línea]. 2005. [citado 2011-11-04] Disponible en internet: <<http://www.ibcperu.org/doc/isis/7129.pdf>>

²² LANDINES, *et al.*, Producción de peces ornamentales en Colombia, Op cit., p. 16

²³ ARGUMEDO TILLERAS, Eric. Op. cit., p. 74-75

proteína de origen animal son aceptados con mayor rapidez, especialmente si la proteína proviene de la harina de pescado. Pellets con tamaños inadecuados o con bajo nivel de flotabilidad, son rechazados y se precipitan al fondo del estanque, debido a que la arawana es altamente selectiva en el tamaño de la presa y se alimenta preferiblemente en la capa superficial de la columna de agua.

- **Alimentación de Larvas.** Landines *et al*²⁴, dice que las larvas de arawana son bastante voraces pese a tener aún el saco vitelino; esta característica facilita el proceso de acostumbramiento a dietas secas, el cual se puede realizar fácilmente desde los primeros días de vida. No obstante, para suplir las exigencias nutricionales de estas larvas, en ocasiones es recomendable suministrar alimento vivo: peces forrajeros como guppy y/o coleópteros del género *Brunchus* (escarabajo del maní) que son una excelente alternativa para lograr la adaptación al concentrado en cuanto al color, la forma, tamaño y en el hecho de permanecer en la superficie del agua. Sin embargo, las larvas desde el inicio reciben alimento comercial sin ningún inconveniente, el cual debe tener promedio 45% de proteína.(Tabla 2)

Tabla 2. Protocolo de acostumbramiento a dieta seca en arawanas

SEMANA	ALIMENTO VIVO
1	20% Guppys, 70% Escarabajos adultos, 10% Balanceado
2	20% Guppys, 50% Escarabajos adultos, 30% Balanceado
3	20% Escarabajos adultos, 80% Balanceado
4	100% Balanceado

Fuete: LANDINES *et al.* Producción de peces ornamentales en Colombia. Bogotá: Ministerio De Agricultura Y Desarrollo Rural, 2007. p. 16

²⁴ LANDINES, *et al.*, Producción de peces ornamentales en Colombia, Op cit., p. 16

➤ **Alimentación de Alevinos y Juveniles.** El mismo autor manifiesta que:

Una vez aceptado el alimento seco balanceado, los ejemplares muestran gran afinidad por este. Es indispensable alterar el tamaño de la partícula a medida que los peces crecen, esto sin alterar las características nutricionales de dicho alimento. Se recomienda la utilización de un pellet de 2,5 mm de diámetro para el estado de alevino. En esta etapa se debe suministrar diariamente un 6% de la biomasa total distribuido en cuatro raciones. Cuando se requiera variar la dieta, es necesario un proceso de acostumbramiento, ya que las arawanas son muy sensibles a los cambios bruscos de alimento. En este proceso se deben mezclar las dos raciones a la hora de suministrarlas, como se presenta a continuación²⁵:(Tabla 3).

Tabla 3. Protocolo de acostumbramiento a cambio de dieta.

DIA	ALIMENTO
1	Concentrado actual 80% Concentrado nuevo 20%
2	Concentrado actual 60% Concentrado nuevo 40%
3	Concentrado actual 20% Concentrado nuevo 80%
4	Concentrado nuevo 100%

Fuente: LANDINES *et al.* Producción de peces ornamentales en Colombia.

➤ **Alimentación de Reproductores.** De igual manera Landines sostiene que:

Tras un proceso de acostumbramiento en su etapa juvenil las arawanas llegan a consumir alimento balanceado con un 36-40% de proteína. Es importante que éste sea extrudizado para garantizar la flotabilidad de la partícula, pues las arawanas se alimentan en el estrato superior de la columna de agua. La oferta se debe realizar una vez al día en horas de la mañana, distribuyendo las partículas de concentrado sobre toda la superficie del estanque. Como suplementación alternativa, en esta fase se pueden ofrecer especies forrajeras de menor tamaño (Gupys) y promover el consumo de insectos colocando iluminación en el estanque²⁶.

²⁵ LANDINES, *et al.*, Producción de peces ornamentales en Colombia, Op. cit., p. 18.

²⁶ *Ibíd.*, p. 17

4.2. DIGESTIBILIDAD

El aprovechamiento mediante la digestión, la absorción de los nutrientes y la energía en una dieta son dados de forma directa por los animales, siendo esta variación cuantificada mediante los coeficientes de digestibilidad, que nos permiten analizar que habilidad tiene un animal para digerir y absorber los nutrientes los cuales pueden variar de acuerdo a la especie, condiciones ambientales, cantidad, cualidad de los nutrientes y forma en que es preparado el alimento.

Sales *et al*, citado por Velasco *et al*²⁷, afirma que la mayor parte de la información no es específica de los peces ornamentales, si no que se han basado en los resultados de peces de cultivo los cuales son mantenidos bajo condiciones de cultivo diferentes. Por lo tanto, la información limitada sobre la digestibilidad de nutrientes en los peces ornamentales, aumenta los costos de mantenimiento y la contaminación del agua.

Según Hepher quien es citado por Pezzato “existen tres factores que determinan la digestión del alimento: tamaño de la partícula (exposición de las enzimas digestivas); actividad de las enzimas digestivas y tiempo de exposición del alimento al sistema digestivo”²⁸. De acuerdo con trabajos reportados por el mismo autor, la digestibilidad está relacionada directamente con la ganancia de peso y talla en los peces, y que en peces de mayor tamaño, su coeficiente de digestibilidad es mayor y que tiende a aumentar a medida que se incrementa el peso corporal.

De acuerdo a Kotb y Lukey, citados por Pezzato *et al*²⁹, los análisis de digestibilidad en peces son realizados empleando marcadores inertes que son incorporados en las raciones, de esta manera se realizan estudios nutricionales como la estimación de la cantidad de alimento consumido bajo condiciones controladas, digestión de nutrientes, medir el tiempo de tránsito intestinal, estimar coeficientes de digestibilidad total o parcial.

Dentro de los marcadores fecales externos, tenemos el óxido de cromo III (CR₂O₃) que es uno de los más empleados en estudios de digestibilidad en los peces.

²⁷ VELASCO SANTAMARIA, Y; CORREDOR SANTAMARIA, W. Nutritional requirements of freshwater ornamental fish: a review. [en línea]. Córdoba, Colombia. Revista MVZ Córdoba, vol.16 num. 2, 2011. p. 2 [Citado 25 de abr., 2012]. Disponible en internet: URL: <<http://www.slashdocs.com/iwuqsp/nutritional-requirements-of-freshwater-ornamental-fish-areview.html>>

²⁸ EDIVALDO PEZZOTO, Luiz; MARIA BARROS, Margarida; MACHADO FRACOLLOSI, Devora; PESSEOBON CYRINO, Jose. Espécies nativas para piscicultura no Brasil En: Nutrição de peixes, Brasil. 2004. p. 134.

²⁹ *Ibid.*, p. 136

La mejor técnica empleada para realizar una recolección de heces es mediante cámaras de digestión o de recolección, para evitar que los niveles de estrés en el pez disminuyan los coeficientes de digestibilidad de la proteína, de utilizarse técnicas como la presión abdominal o succión anal, ocasionan descamación de la pared intestinal, aparición de enzimas digestivas, y presencia de alimento que aún no ha sido digerido en su totalidad, proceso que podría ocurrir solo hasta el final del intestino.

4.2.1. Digestibilidad de la proteína. Tacon y Cowey citados por Vergara *et al*³⁰, manifiestan que los peces necesitan un alto contenido de proteínas en su dieta, entre el 35 y el 55 % (tabla 4) debido a que utilizan parte de las proteínas como fuente de energía, de lo contrario esta puede ser obtenida a partir de grasas saturadas que resultan en bajo desempeño y acumulación de grasa visceral. Tal y como lo afirma López³¹; en etapas tempranas los peces están usando continuamente las proteínas para formar nuevos tejidos como sucede en el crecimiento, es por esto que los peces jóvenes requieren una cantidad superior que los peces de más edad, sin embargo hasta el momento, ya se han reportado estudios sobre la influencia del nivel de proteína en el desempeño productivo de alevinos de *Osteoglossum bicirrhosum*.

Riaño *et al*, quien es reportado por Cuaical y Vallejo³² evalúan diferentes niveles de proteína cruda 30%, 35%, 40%,45% y 50%, al cabo de 36 días, encontraron que la ganancia de peso y la tasa de crecimiento específico fue mayor con el 50% PC; sin embargo, los autores no recomendaron utilizar este nivel de proteína, dado que la tasa de retención de proteína (TRP) y la tasa de eficiencia proteica (TEP) no fueron las mejores en dicho tratamiento. Por lo tanto recomendaron balanceados con 45% de proteína, además sugirieron utilizar niveles de proteína de 35% y 40% puesto que presentaron resultados estadísticos iguales al tratamiento con 45% de proteína en la dieta.

³⁰ VERGARA, J.; HAROUN, R; GONZÁLEZ, M.N; MOLINA, L; BRIZ, M.O; BOYRA, A; GUTIÉRREZ, L. y BALLESTA, A. Evaluación de Impacto Ambiental de Acuicultura en Jaulas en Canarias. [en línea] España. Oceanográfica: Educación, Divulgación y Ciencia. 2005 [citado 2012-11-05]. Disponible en internet: <<http://www.bioges.org/ufiles/Impacto%20Jaulas.pdf>>

³¹ LÓPEZ MACIAS, J. Nutrición Acuícola. Pasto, Colombia. Universidad de Nariño. 1997. p. 11.

³² CUAICAL, Y. y VALLEJO, E. Op. cit. p. 29

Tabla 4. Requerimientos de proteína y energía en algunas especies ornamentales de agua dulce.

Scientific name	Common name	Weight (g)	Energy (kJ/g)	Protein requirements (%)	Reference
<i>Arapaima gigas</i>	<i>Pirarucu</i>	120.7 ± 3.5	23.63 GE (564.5 kcal/100 g)	48.6 (FM - S)	<i>Ituassú et al</i>
<i>Barbodes altus</i>	<i>Tin foil barb</i>	0.812	20.38 GE	41.7 (C)	<i>Elangovan and Shim</i>
<i>Carassius auratus</i>	<i>Goldfish</i>	0.2	11.72 DE	29 (FM - C)	<i>Lochmann and Phillips</i> <i>Fiogbé and Kestemont</i>
		0.008	20.3 GE	53 (FM - C)	
<i>Cichlasoma synspilum</i>	<i>Redhead cichlid</i>	0.28	1.55 DE	40.81 (FM)	<i>Olevera-Novoa et al</i>
<i>Cichla sp.</i>	<i>Tucunaré</i>	10 - 30	14.65 DE (3500 kcal/kg)	37 - 41 (FM - FE - S)	<i>Sampaio et al</i>
<i>Colisa lalia</i>	<i>Dwarf gourami</i>	NR	NR	25	<i>Shim et al</i>
<i>Poecilia reticulata</i>	<i>Guppy</i>	0.1	13.10 ME	30 - 40 (FM - C)	<i>Shim and Chua</i>
<i>Pterophyllum scalare</i>	<i>Angelfish</i>	2.33 ± 0.26	12.97 DE (3100 kcal/kg)	26 (S - CM)	<i>Zuanon et al</i>
<i>Symphisodon aequifasciata</i>	<i>Discus</i>	4.45 - 4.65	21.65 GE	44.9 - 50.1 (FM - C)	<i>Chong et al</i> <i>Kruger et al</i>
	<i>Swordtails, 6 - 8 weeks</i>	NR	NR	45% (FM - S)	
<i>Xiphophorus helleri</i>	<i>Females, 20 wk</i>	1.1 - 1.2	16.5 GE	30 (FM - C)	<i>Chong et al</i> <i>Ling et al</i>
	<i>Females, 20 wk</i>	0.8 - 0.9	20.9 GE	30 (FM - KM)	

NR: not reported. GE: gross energy; ME: metabolizable energy; DE: digestible energy; FM: fish meal; C: casein; CM: corn meal; FE: fish egg; S: soybean; KM: krill meal.

Fuente: Velasco *et al*³³, Nutritional requirements of freshwater ornamental fish

³³ VELASCO-SANTAMARIA, Y; CORREDOR-SANTAMARIA, W. Op cit., p. 2460

4.2.2. Digestibilidad de lípidos. De acuerdo con López³⁴ los lípidos se destacan por ser una fuente alta de energía, y se consideran como nutriente esencial para el crecimiento y supervivencia, además se considera como un vehículo para la absorción de las vitaminas liposolubles A, D, K, E y fuente de ácidos grasos esenciales, además Pezzoto *et al*³⁵ afirma que son parte de la estructura y función de la membrana celular.

De acuerdo con Sales y Janssens citado por Velasco *et al*³⁶, los lípidos son importantes fuentes de energía y ácidos grasos que son esenciales para el normal crecimiento y supervivencia de peces. En general, la mayoría de los peces requiere ácidos grasos no saturados con cadenas largas; sin embargo según Lovell citado por el mismo autor³⁷, los requisitos varían según la especie, pero los ácidos grasos esenciales más importantes para la mayoría de especies acuícolas son n-3 y n-6.

Conforme la National Research Council (NRC) mencionado por Velasco *et al*³⁸, peces de agua dulce requieren ácido linoleico (18:2 n-6) o el ácido linolénico (18:3 n-3) mientras que en el agua de mar las especies requieren ácido eicosapentaenoico (20:5 n-3) y ácido docosahexaenoico (22:6 n-3). Aceites marinos y algunos aceites vegetales son la principal fuente de lípidos en la alimentación de peces; sin embargo, el alto costo y fácil oxidación de aceites marinos, han motivado el uso de fuentes alternativas.

Ling *et al*, citado por Velasco *et al*³⁹, sugirió que el contenido de lípidos del músculo actúa como una fuente de lípidos para el ovario, lo que es un indicador útil del desempeño reproductivo. Aumentos en los lípidos dietéticos de 8% a 16% con el mismo nivel de proteína, mejoran en este, el rendimiento de crecimiento. El contenido de lípidos en músculo, tiene la misma tendencia con el nivel de proteína, con la acumulación más alta observada con los lípidos dietéticos más alto. En *Gambusia (Gambusia holbrooki)*, se encontró una relación clara entre los lípidos de la dieta y la movilización de los lípidos del ovario durante la vitelogénesis mejorar el desempeño reproductivo. En cambio, en el lípido contenido no influyó el índice gonadosomático y hepatosomático.

³⁴ LÓPEZ; Op. cit., p. 21

³⁵ Pezzoto; et al. Op cit., p. 94.

³⁶ Velasco *et al*, Nutritional requirements of freshwater ornamental fish. Op. cit., p. 2462

³⁷ *Ibíd.*,

³⁸ *Ibíd.*,

³⁹ *Ibíd.*,

4.2.3. Digestibilidad de carbohidratos. Según Tacón, citado por Vásquez⁴⁰ parte de las dificultades para establecer el nivel de exigencias de carbohidratos, tiene que ver con el hecho de que los peces pueden sintetizar vía gluconeogénesis lo que necesiten, básicamente a partir de sustratos no carbohidratos, tales como proteína y lípidos y también porque pueden satisfacer sus necesidades energéticas a través del catabolismo de proteínas y lípidos solamente.

Hemre *et al*, citado por Velasco *et al*, afirma que:

Aunque en los peces ornamentales, la información sobre el metabolismo de carbohidratos es limitada, algunas funciones fisiológicas y bioquímicas se han encontrado en otras especies de peces. En algunos peces carnívoros, el aumento del contenido de almidón superior al 10% de materia seca de la dieta, reducen la utilización de los alimentos y los peces son incapaces de controlar eficazmente la concentración de glucosa. Los carbohidratos están implicados en la secreción y actividad de la insulina y el glucagón, y en menor proporción en las hormonas de crecimiento. Una de las vías más importantes es la ingesta de carbohidratos en el ciclo de las pentosas fosfato para producir NADPH, que es esencial para la biosíntesis de ácidos grasos. Por lo tanto los carbohidratos son considerados como un precursor de la lipogénesis y estimulan la deposición de grasa. Por ejemplo, a bajas temperaturas el ciclo de las pentosas, se activa en algunas especies de peces y otras especies en la prolongada privación de alimentos estimulan la utilización eficiente del glicógeno hepático almacenado⁴¹.

Hepher 1988, quien es citado por Pezzoto *et al*⁴² ha demostrado en estudios, que especies carnívoras consiguen digerir mejor los carbohidratos complejos como los almidones, que las azúcares simples. Este tipo de carbohidratos, deben ser incluidos en estas especies en un 10 y 25% en la dieta como máximo por la dificultad que presenta para digerirlos y para que estos carbohidratos sean utilizados tan eficientemente como los lípidos, como lo reporta Garlín y Wilson quienes son citados por López⁴³, en estudios con bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) y carpa común (*Cyprinus carpio*).

⁴⁰ VASQUEZ TORRES, Walter. Principios de Nutrición Aplicada al Cultivo de Peces. Universidad de los Llanos. 2004. P. 35.

⁴¹ VELASCO-SANATAMARIA, Y; CORREDOR-SANTAMARIA, W. Op cit., p. 3

⁴² Pezzoto; et al. Op cit., p. 97

⁴³ LÓPEZ; Op cit., p. 35

4.2.4 Energía digestible. Vásquez⁴⁴, afirma que para lograr una tasa de crecimiento máxima en una especie en particular, se debe determinar el umbral de la proporción energía/proteína (E/P) necesaria para mantenerla. Esta relación para peces de agua dulce comúnmente cultivados en el mundo oscila entre 6,9 a 12,5 y es un poco mayor, entre 10.5 y 13.2, para peces neotropicales omnívoros tales como las cachamas y el yamú, que naturalmente exhiben tendencias de consumo a frutas y semillas, las cuales se caracterizan por poseer altos niveles de carbohidratos y lípidos y bajos niveles de proteína. Las relaciones E/P óptima para los peces omnívoros y carnívoros son similares, siendo distintas sin embargo, las concentraciones absolutas de energía y proteína de la dieta.

Sampaio *et al*, citado por Velasco *et al*⁴⁵, afirma que la energía requerida para el mantenimiento y síntesis de proteína en los peces es menor que en mamíferos; por lo tanto, la proporción proteína/energía en los peces es más alta debido a los bajos niveles de energía requeridos. Es importante destacar que la ingesta de alimentos en los peces está estrechamente relacionado con sus exigencias de energía, por ejemplo una alta relación energía digestible (ED): proteína bruta (PB) puede inducir saciedad generando una disminución en la tasa de alimentación, esto fue observado en *Cichla sp.* También se observa que en peces alimentados con relaciones bajas de ED:PB tenían una deposición de proteína más alta debido al incremento en el consumo de proteína. Basado en esto, es posible sugerir que los peces pueden usar la proteína dietética para mantener las exigencias energéticas a cargo del crecimiento.

Lovell citado por López sostiene que:

Los peces son los animales más eficientes en la utilización de las proteínas para la formación de nuevos tejidos, como también se ha demostrado que los organismos hidrobiológicos de cultivo utilizan las proteínas, azúcares, dextrinas, almidones y triglicéridos como fuente de energía. La energía metabolizable disponible en las materias primas proteicas, es mucho más alta para peces que para animales de sangre caliente, debido a que estos no regulan la temperatura corporal. Los carbohidratos simples son parcialmente digeridos por los peces a diferencia de los animales terrestres, de tal manera que las pérdidas energéticas durante la digestión son las que tienen mayor valor en comparación con las pérdidas de energía liberada de las branquias y las excreciones urinarias⁴⁶.

⁴⁴ VASQUEZ, Wálter. Op cit. P. 41

⁴⁵ VELASCO-SANATAMARIA, Y; CORREDOR-SANTAMARIA, W. Op cit., p. 3

⁴⁶ LOPEZ-MACIAS, J. Op. cit, p. 51.

4.3. INVESTIGACIONES REALIZADAS EN ARAWANA

4.3.1. Parámetros y curvas de crecimiento. Castro *et al.*, citado por Moreno⁴⁷ describen un estudio realizado con 80 ejemplares de arawana plateada, durante sus primeros 410 días de vida, para determinar su crecimiento en talla, crecimiento en peso, relación talla/peso y así poder determinar la curva de crecimiento correspondiente para la especie; los resultados para esta investigación demostraron una talla que se pueden diferenciar en tres periodos de crecimiento; el primero comprendido desde el momento en que los alevinos son sembrados en el estanque en tierra hasta el día 50 del ensayo; en este lapso de tiempo, los peces experimentaron el mayor incremento en talla durante todo el estudio, ganando 0,6 mm de longitud estándar (LS) por día; en el segundo periodo (día 51 al 170), los ejemplares ganaron 5,52 cm en talla (LS) durante 120 días, lo que equivale a un incremento diario de 0,5 mm; en el tercer y último periodo del ensayo (171 a 410 días), las arawanas crecieron a una menor velocidad y solo aumentaron en talla 5,75 cm, lo que significa un incremento de 0,3 mm/día. Durante todo el periodo de duración del ensayo (410 días), los peces incrementaron su talla en 0,35 mm/día.

El crecimiento en peso fue contrario al observado en la evolución de la talla; los individuos fueron incrementando cada vez más su peso al aumentar el tiempo de cultivo. Durante los primeros 50 días del ensayo, los peces incrementaron su peso en 0,10 g/día. Para el segundo periodo (día 51 al 170) el incremento diario fue de 0,15 g y en el último (171 a 410 días) alcanzó los 0,18 g/día. Durante la duración del ensayo (410 días), los peces incrementaron su peso en 0,15 gr/día. La relación Talla/Peso demostró finalmente un crecimiento isométrico en la especie.

4.3.2. Enzimas digestivas en arawana. En un estudio realizado Roshada et al (2004) se caracterizaron las actividades de amilasas, lipasa y varias clases de proteasas en órganos digestivos principales como el estómago, intestino y páncreas de Arawana. Dentro de los resultados de este estudio se muestran la influencia de pH sobre la actividad de las proteasas del intestino, el páncreas y extractos del estómago. Las actividades relativamente más altas fueron descubiertas en pH ácido entre 2 y 3 y a pH alcalino de 10, condiciones encontradas tanto en intestino como en páncreas, indicando la presencia tanto de proteasas ácidas como alcalinas en estos tejidos. Por otra parte en el extracto de estómago, se observaron actividades proteolíticas altas solo en condiciones de pH inferiores a 1-2; los ensayos enzimáticos para pepsina mostraron actividades significativamente más altas en el estómago ($52,53 \pm 5,96$ U) comparando con el tejido de páncreas ($12,86 \pm 4,53$ U); los ensayos para tripsina y quimotripsina mostraron la presencia de ambas enzimas tanto en el páncreas como en los segmentos intestinales. Ambos ensayos mostraron actividades considerablemente más altas en el páncreas comparado con el intestino; los ensayos para

⁴⁷ MORENO, Marcela. Op. cit. p. 28.

carboxipéptidasa A y B revelaron actividades considerablemente mayores para ambas enzimas en segmento intestinal comparado con segmentos de páncreas. La acción de las carboxipéptidasas es degradar la proteína en péptidos más pequeños y aminoácidos, por lo cual su presencia es vital en el proceso de digestión.

La presencia de amilasa/tripsina ha sido sugerida como un indicador para determinar hábitos de alimentación en peces carnívoros. En el estudio mencionado se muestra la presencia de amilasa en arawana, observándola principalmente en regiones de páncreas e intestino. La actividad descubierta en el estómago probablemente podría ser debido a la contaminación exógena de actividades intestinales. Además, la amilasa también podría ser necesaria para la síntesis de glicógeno, una fuente de energía comúnmente encontrada en el tejido animal. Así, estos autores sugieren que la existencia de amilasa en arawana debería garantizar estudios de caracterización enzimática más profundos, para poder determinar si es posible incluir fuentes de carbohidratos en formulación de dietas para esta especie; y a su vez tener una descripción más clara sobre la digestión de este tipo de nutrientes.

La arawana requiere una alta actividad de la lipasa para permitir una digestión eficiente de la entrada dietética de lípidos procedentes de insectos vivos y peces pequeños que también hacen parte de los hábitos alimenticios ya mencionados. Finalmente, este estudio demuestra la presencia de varios tipos de proteasas en el tracto digestivo; amilasas y lipasas que funcionan en varios órganos digestivos principales de la arawana. La existencia de estas enzimas también quiere decir, que la arawana tiene capacidad de digerir una amplia gama de ingredientes, haciendo que la formulación de alimentos concentrados sea rentable para la producción intensiva de esta especie.

4.3.3. Digestibilidad aparente de materias primas comunes y alternativas. Moreno⁴⁸ estimo los coeficientes de digestibilidad aparente de materias primas, comúnmente utilizadas en la formulación de dietas y alternativas encontradas en la amazonia colombiana.

Para cada una de las materias primas a estudiar (12) se elaboraron raciones constituidas por una mezcla de la dieta de referencia (38% proteína bruta, metodología propuesta por Aksnes et al 1996), del ingrediente experimental y del óxido de cromo. La incorporación de cada uno de los ingredientes a evaluar fue variable entre el 10 y el 30% en función a las propiedades físicas y nutricionales de cada ingrediente; el óxido de cromo al 0,5%.

Para la selección de las materias primas a evaluar, en un principio se tuvo en cuenta la disponibilidad, estacionalidad, análisis proximal y facilidad de procesamiento.

⁴⁸ Ibid.,

Con respecto a los coeficientes de digestibilidad aparente de las materias primas de uso alternativo y de origen vegetal, el mismo autor afirma que tanto las harinas de yuca y plátano contienen un alto contenido de carbohidratos solubles, generando así altos CDAs de energía, valores que corresponderían a especies ícticas de tipo omnívoro. En cuanto a los CDAs de la proteína de estas materias primas, fueron mayores al 96% considerando que presentan un bajo nivel proteico lo cual representa un mínimo aporte del nutriente en el estudio de digestibilidad.

En cuanto a las materias primas de origen animal y de uso alternativo que presentaron altos CDAs de energía y proteína gracias a la calidad de las harinas preparadas (carcasa entera), coincidiendo con lo encontrado en la harina de pescado, cuando se prepara el cuerpo entero del animal y presentando CDAs de proteína y energía mayores al 80%.

Por otro lado, es posible que los CDAs del ensilaje de pescado hayan sido afectados por el proceso de proteólisis sufrido durante el proceso de acidificación y almacenamiento. Además el CDA de la energía, es posible que haya sido afectado por el alto contenido de lípidos presentes que pueden oxidarse en el proceso de secado y formar compuestos complejos con la proteína afectando su digestibilidad.

En conclusión, los resultados obtenidos en este estudio demostraron que la arawana plateada, a pesar de ser catalogada como pez carnívoro, presenta capacidad para digerir ingredientes energéticos altos en carbohidratos solubles, utilizando de manera similar fuentes de proteína tanto de origen vegetal como de origen animal, lo que sugiere tendencias omnívoras de la especie.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. LOCALIZACIÓN

El trabajo experimental de campo se realizó en la estación piscícola “VAI” perteneciente a la Asociación de Acuicultores del Caquetá (ACUICA), la cual se encuentra ubicada en la Vereda el Quebradón en el noreste del departamento del Caquetá, en la vía al municipio de El Doncello a una distancia de 65 kilómetros de Florencia en las coordenadas geográficas 1° 40' 46" latitud Norte y 75° 16' 45" longitud Oeste, a 373 m.s.n.m., temperatura promedio ambiente de 26 °C y una pluviosidad promedio de 3200 mm/año en condiciones normales. (IDEAM, 2012.) (Figura 2).

Figura 2. Mapa de Ubicación de la Estación Piscícola VAI



Fuente: IDEAM.

5.2. INSTALACIONES Y EQUIPOS

5.2.1. Instalaciones. El trabajo de campo se llevó a cabo en un sistema tipo invernadero, en el cual se instalaron 12 acuarios de 100 litros, con áreas de 90cm de largo por 30cm de ancho y 40 cm de alto. Cada acuario fue dotado de un termostato y un filtro para brindar las condiciones apropiadas para la especie Íctica objeto del estudio. (Figura 3)

Figura 3. Estación Piscícola VAI (ACUICA).



5.2.2. Materiales

- Nasas plásticas de 0.08m²
- Coladores
- Pipeta de 5ml
- Frascos de vidrio con tapa rosca de 2L
- Tamiz de 450 micras, 1 mm
- Mangueras plásticas de 3mm de diámetro para sifoneo
- Cucharillas plásticas
- Bandejas metálicas
- Bandejas plásticas
- Ictiómetro
- Bolsas plásticas con cierre hermético para almacenamiento del alimento
- Frascos plásticos con tapa para almacenamiento de heces
- Nevera de Icopor
- Probetas de 500ml

- Beaker de 1000ml

5.2.3 Equipos

- Balanza digital Ohaus 0.1g – 600g
- Balanza digital Ohaus Scout Pro 0.1 – 4000g
- Balanza digital Ohaus 0.1mg – 80g
- Micromolino A10
- Microextrusor Quipú
- Horno Shel Lab Fx 28 -2
- Cámara digital Samsung 7.2mp
- pH-metro
- Nevera Haceb
- YSI 550A (dissolved oxygen)
- Filtro motorizado Resun modelo SP-1100L y magi-380
- Termostatos automáticos Resun model SUNLIKE-300

5.2.4 Reactivos

- Óxido crómico Cr₂O₃
- Hipoclorito de sodio
- Sal industrial

5.3. MATERIAL BIOLÓGICO

Se evaluaron inicialmente 500 ejemplares de arawana plateada (*O. bicirrhosum*) donados por la Asociación de Acuicultores del Caquetá con un peso promedio de $1,2 \pm 0,2$ g., los cuales se encontraban en estado larval III, que representa un alto desarrollo de la larva con una cavidad abdominal que se llena totalmente de vitelo, estas provenían de varias fincas productoras asociadas a ACUICA. Los peces fueron trasladados al sistema tipo invernadero de la estación “VAI” donde fueron distribuidos aleatoriamente en acuarios por un periodo de 4 meses, tres de los cuales se dedicaron al levante y adaptación alimentario y uno al desarrollo de la investigación.

5.3.1. Adaptación de los ejemplares a condiciones de laboratorio. Las arawanas recibidas se trasladaron a acuarios de 100 litros de capacidad, acondicionados con filtros y termostatos, manteniendo una temperatura promedio de $30,2 \pm 1,6$ °C. El periodo de aclimatación de los individuos duró dos semanas, con las cuales se realizaron rutinas de sifoneo y recambio del agua, además se registraron mediciones de parámetros fisicoquímicos, para mantener los animales en óptimas condiciones. Después de la reabsorción del saco vitelino, los

ejemplares se adaptaron a balanceado comercial en hojuelas durante un mes, el cual fue remplazado gradualmente con una dieta comercial extrudizada de 45% de proteína, suministrada tres veces al día hasta que la población alcanzó una longitud estándar de $9,8 \pm 0,9$ cm. y peso promedio de $6,6 \pm 2,5$ g. Cabe resaltar que el proceso de levante, se desarrollo sin la implementación de alimento vivo y con el suministro intensivo de alimento artificial, alcanzando una mortalidad durante esta fase del 20%.

5.4. MATERIAS PRIMAS DE LAS DIETAS

La arawana plateada (*O. bicirrhosum*) es una especie íctica de altas exigencias nutricionales, debido a su hábito alimenticio carnívoro con tendencia omnívora; por esta razón, requiere en condiciones de cultivo el suministro de balanceados artificiales preparados con materias primas de alta digestibilidad y palatabilidad, que logren cumplir con los requerimientos nutricionales mínimos como son: harina de carne, soya, harina de pescado, harina de maíz, pambazo y harina de frijol tostado.⁴⁹

Considerando que una de las materias primas más costosas es la harina de pescado, el presente ensayo propuso el remplazo parcial de este ingrediente protéico por harina de hidrolizado de vísceras de cachama.

Las dietas correspondientes a cada uno de los cuatro tratamientos, se realizó con un suministro diario del 6% de la biomasa total de peces, distribuido en cinco comidas al día, cada dos horas a partir de las siete de la mañana.

5.4.1 Elaboración del Hidrolizado. Se elaboró un hidrolizado de 50 kilogramos de vísceras congeladas obtenidas en la pesquería aguador, localizada en Puerto Asís – Putumayo. Inicialmente se retiró el tejido graso, se evaluó el contenido gastrointestinal y luego esta materia prima se molió hasta lograr obtener una pasta visceral homogénea. Siguiendo el protocolo de Spanopoulos *et al*⁵⁰, se adicionó melaza, yogurt sin sabor y sorbato de potasio en cantidades de 15%, 3% y 0,2% respectivamente. La preparación se realizó en recipientes plásticos y de cristal, dejando en incubación por un tiempo de 216 horas, periodo en el cual se alcanza una disminución del pH a $4,10 \pm 0,07$, óptimo para la inhibición del crecimiento de patógenos que puedan afectar el producto.(Figura 4) (Anexo 1)

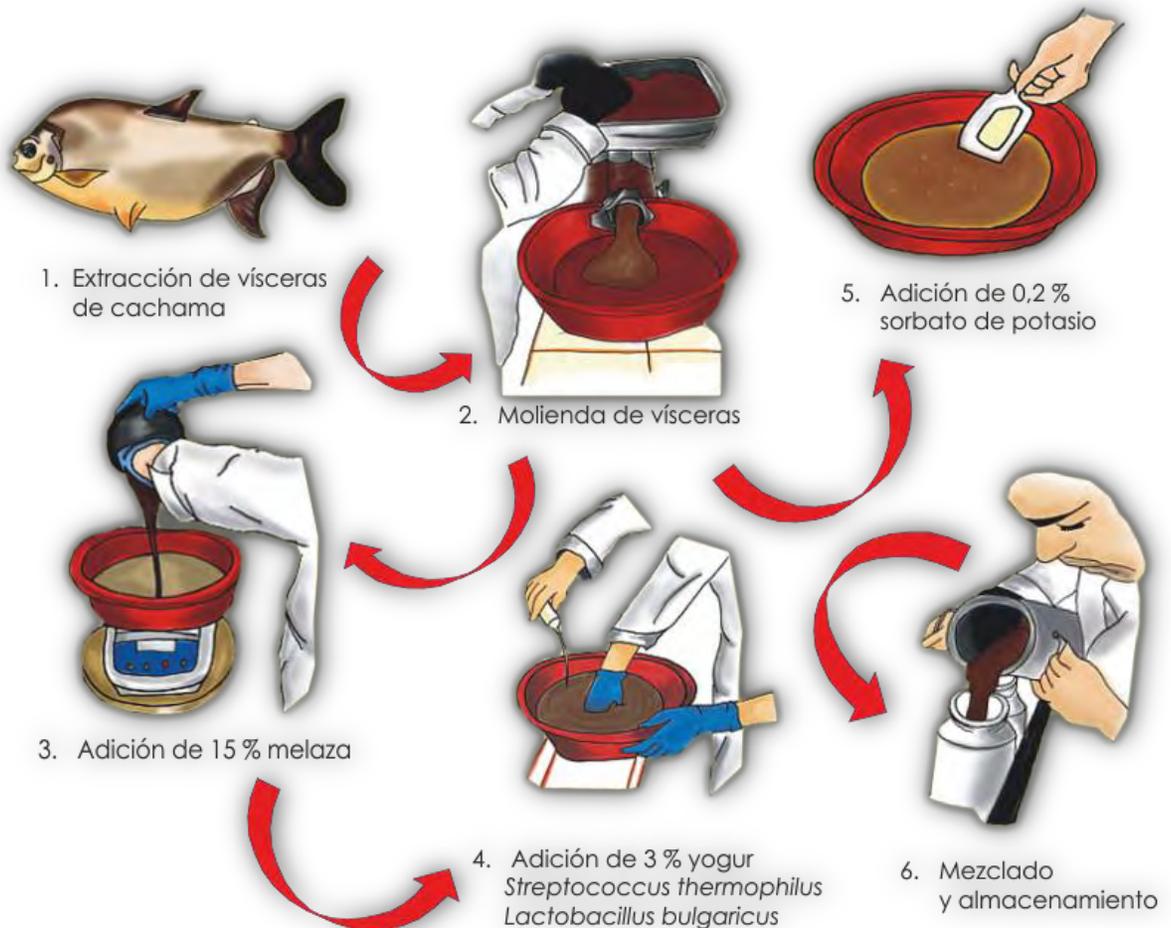
La temperatura promedio de incubación en la que se obtuvieron mejores resultados de hidrólisis fue de $38 \pm 2^{\circ}\text{C}$. Este proceso se llevó a cabo en una incubadora Memmert® y un calentador de aire. Una vez finalizado el período de

⁴⁹ MORENO, Marcela. Op. Cit. P. 70

⁵⁰ SPANOPOULOS *et al*. Op. Cit. p. 3

incubación se transfirió el hidrolizado a una nevera de icopor para mantenerlo aislado de humedad, luz solar y conservando el rango de pH anteriormente indicado. La cantidad promedio calculada por recipiente no superó el 60% del volumen total, dejando espacio para la producción de gas producto de la fermentación.

Figura 4. Elaboración del Hidrolizado Biológico.



Fuente: Marcela Moreno

5.4.2. Preparación de la harina de hidrolizado. Una vez establecida la hidrólisis y alcanzada la estabilidad del pH, se formó su harina a través de un proceso de secado. Para esto, se vertió el hidrolizado en bandejas de acero inoxidable hasta formar una capa de 4 milímetros de espesor, que luego fue secada a una temperatura de 60 grados centígrados en un horno tipo Solex por un tiempo de 14 horas; posteriormente, se formó una capa dura que fue retirada con la ayuda de una espátula. Luego esta materia prima se pulverizó en un micro molino para obtener finalmente su harina.

5.4.3. Tamizaje y análisis bromatológico de materias primas. Cada una de las materias primas seleccionadas en la elaboración de la dieta fue molida y tamizada a un tamaño de partícula de 450 micras para facilitar la homogenización, y se le realizó un análisis proximal y energético, siguiendo la metodología de Weende, adaptado por el Laboratorio de Bromatología de Laboratorios Especializados de la Universidad de Nariño, (2012 – 2).

5.4.4. Balanceo de dietas. Las dietas experimentales, se balancearon de manera isonitrogenada e isoenergética, utilizando el programa comercial FeedSoft Enterprice (2010) completando con la herramienta Solver de Excel (2010), incorporando como restricción un nivel de proteína no menor al 45% y energía no superior a 5270 Kcal./kg, restricciones de inclusión de algunos ingredientes, según los costos de venta, digestibilidad y lo recomendado por Vázquez (Anexo 2).

Cada una de las dietas fueron suplementadas, utilizando premezcla vitamínica y mineral para tilapias (ROBIMIX®) con un porcentaje de inclusión del 0,3%, a demás se agregó aceite de pescado al 3%, carboximetilcelulosa (cmc) como aporte de fibra y aglutinante en 1% y el marcador de digestibilidad Oxido de Cromo 3 (Cr₂C₃) al 0,9% (Tabla 5)

Tabla 5. Porcentaje de cada materia prima a incluir por cada 100g de alimento para cada tratamiento.

MATERIA PRIMA	T0 (%)	T1 (%)	T2 (%)	T3 (%)
Harina de carne	25	26.7	25	20
Soyavit ®	34	32	30.8	36.5
Harina de pescado	18	13	8	4
Harina de hidrolizado de viseras de Cachama	0	10	20	30
Maíz molido	5.7	8.9	2.2	1
Harina de frijol tostado	4	2	6.7	2.2
Pambazo	8	2	2	1
Aceite de pescado	3	3	3	3
Carboximetilcelulosa (CMC)	1	1	1	1
Óxido crómico	0.9	0.9	0.9	0.9
Robimix ®	0.3	0.3	0.3	0.3
	100	100	100	100

5.4.5. Preparación de Dietas. Una vez determinado el porcentaje de inclusión de cada una de las materias primas por dieta, se procedió a pesar y mezclar primero las harinas y luego los micro - ingredientes hasta lograr la mayor homogenización posible. Se humedeció cada tratamiento con un porcentaje del 25% de agua y luego se pasó la mezcla por un tamiz con ojo de malla de un milímetro. El proceso de extrudización se efectuó en el Laboratorio de Nutrición Acuícola, Unidad de Procesamiento de Alimentos de la Universidad Nacional de Colombia, con ayuda de una microextrusora para laboratorio tipo Exteec máquinas® obteniendo un gránulos de 5mm que posteriormente se dejó secar por 24 horas en horno con circulación de aire forzado (Shel Lab) a una temperatura de 60 °C para luego adicionar el aceite de pescado por medio de un atomizador.

5.4.6 Recolección de Heces. Las heces se recolectaron cinco veces al día; dos en la mañana y tres en la tarde, con el fin de evitar la lixiviación de la materia fecal; durante la alimentación y sifoneo de los acuarios se suspendió la aireación. Para este proceso se utilizó un pitillo plástico conectado a una manguera de 5mm de diámetro y se recogieron en un recipiente plástico acondicionado con una seda, así se logró eliminar restos de alimento. Luego de este proceso se procedió a almacenarlas en recipientes plásticos previamente rotulados, a una temperatura promedio de -10°C. Las heces se recolectaron por acuario para facilitar la eliminación de agentes contaminantes y fueron almacenadas por tratamiento. El periodo de recolección de las heces duró aproximadamente 30 días, tiempo donde se alcanzó a obtener mínimo 50 g. de heces por tratamiento.

5.5. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

Se efectuó el análisis proximal del alimento y las heces (ANEXO 8-15) siguiendo la metodología de Weende, igualmente se determinó la cantidad de óxido crómico presente en las dietas y heces de acuerdo al método de Furakawa (1993) adaptado por el Laboratorio de Bromatología de la Universidad de Nariño.

5.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño irrestrictamente al azar (DCA) con conformado por cuatro tratamientos, tres réplicas por tratamiento; 20 ejemplares por unidad experimental para un total de 240 peces de arawana plateada (*O. bicirrhosum*) distribuidos en la siguiente forma:

T0: Balanceado experimental con 0% de extracto seco de hidrolizado de vísceras de Cachama.

T1: Balanceado experimental con 10% de extracto seco de harina de hidrolizado de vísceras de Cachama.

T2: Balanceado experimental con 20% de extracto seco de harina de hidrolizado de vísceras de Cachama.

T3: Balanceado experimental con 30% de extracto seco de harina de hidrolizado de vísceras de Cachama.

Las variables tasa de crecimiento simple (SGR), incremento de talla, conversión alimenticia, sobrevivencia, se analizaron teniendo en cuenta, la siguiente ecuación:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + \epsilon_{j(i)}$$

Dónde:

Y_{ijk} = variable respuesta

μ = media poblacional

T_i = efecto del i-ésimo tratamiento

$\epsilon_{j(i)}$ = error experimental derivado de la j-ésima unidad experimental que recibe el i-ésimo tratamiento

Con el software estadístico Statgraphics Centurión (XV.II) se realizó unos supuestos estadísticos para determinar:

- Datos atípicos
- Prueba de normalidad (Chi-Cuadrado, Shapiro-Wilk)
- Homogeneidad de varianzas (Bartlett, Levene)

Con las variables que presentaron diferencias estadísticas significativas, se procedió a aplicar la Prueba de Comparación Múltiple de Tukey con el propósito de establecer el mejor tratamiento. Igualmente se efectuó pruebas estadísticas descriptivas para determinar los coeficientes de digestibilidad real de las distintas fracciones nutricionales.

5.6.1 Formulación de hipótesis: se plantearon las siguientes hipótesis para las variables tasa de crecimiento simple (SGR), incremento de talla, conversión alimenticia y sobrevivencia por tratamiento.

Hipótesis nula. Los resultados obtenidos por cada valor medio de las diferentes variables son iguales en todos los tratamientos, de tal manera que:

$$H_0: \mu t_0 = \mu t_1 = \mu t_2 = \mu t_3$$

Hipótesis alterna. Existe por lo menos un tratamiento que presenta un resultado medio diferente en las variables estudiadas, de tal manera que:

$$H_1: \mu_j \neq \mu_{j'}, j \neq j'$$

5.6.2 Variables

5.6.2.1 Coeficiente de digestibilidad. Siguiendo la metodología utilizada por Duque⁵¹, los coeficientes de digestibilidad de las diferentes fracciones nutritivas se calcularon de la siguiente fórmula:

$$CD = 100 - \left\{ \frac{\%Cr_2O_3AL}{\%Cr_2O_3H} * \frac{\%NH}{\%NAL} * 100 \right\}$$

Dónde:

%Cr₂O₃AL: cantidad de Cr₂O₃ en el alimento

%Cr₂O₃H: cantidad de Cr₂O₃ en las heces

%NH: cantidad de nutrientes en las heces

%NAL: cantidad de nutrientes en el alimento

5.6.2.2 Coeficiente de digestibilidad total.

$$Dt = 100 - 100 * \left\{ \frac{\%Cr_2O_3AL}{\%Cr_2O_3H} \right\}$$

Dónde:

%Cr₂O₃AL: cantidad de Cr₂O₃ en el alimento

%Cr₂O₃H: cantidad de Cr₂O₃ en las heces

⁵¹ DUQUE ERAZO, Jorge. Coeficiente de digestibilidad aparente de la fracción proteica y energética de los principales ingredientes utilizados para juveniles de carpa roja (*Cyprinus carpio haematopterus*). Trabajo de grado (ingeniería en producción acuícola). Pasto, Colombia. Universidad de Nariño, Facultad de ciencias pecuarias, Programa de Ingeniería en Producción Acuícola, p. 66

5.6.2.3 Energía digestible. producto entre coeficiente de utilización energética con la energía bruta del alimento sobre cien.

$$ED = \frac{CUE * EBA}{100}$$

Dónde:

CUE: Coeficiente de utilización energética

EBH: Energía bruta de Alimento

5.6.2.4 Coeficiente de utilización energética.

$$CUE = 100 - \left\{ \frac{\%Cr_2O_3AL}{\%Cr_2O_3H} * \frac{\%EBH}{\%EBA} * 100 \right\}$$

Donde:

%Cr₂O₃AL: cantidad de Cr₂O₃ en el alimento

%Cr₂O₃H: cantidad de Cr₂O₃ en las heces

%EBH: energía bruta en heces

%EBA: energía bruta alimento

5.6.3.1 Incremento de biomasa. Es la ganancia de peso durante un periodo de observación.

$$IB = BF - BI$$

Donde:

BF: biomasa final

BI: biomasa inicial

5.6.3.2 Tasa de crecimiento simple. Es el aumento de peso, expresado en porcentaje durante un periodo dado.

$$SGR = \frac{\ln Pf - \ln Pi}{t} * 100$$

Dónde:

Pf: peso final

Pi: peso inicial

T: periodo muestreo

5.6.3.3 Incremento de talla (IT). Es el incremento de talla o longitud semanal, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$IT = Tf - Ti$$

Dónde:

Tf: talla final

Ti: talla inicial

5.6.3.4 Conversión alimenticia. Relación entre la cantidad de alimento suministrado y el incremento obtenido

$$CA = \frac{AC}{IP}$$

Dónde:

AC: alimento consumido

IP: incremento de peso

5.6.3.5 Sobrevivencia. Número total de animales vivos después del periodo experimental:

$$S = \frac{Nf}{Ni} * 100$$

Dónde:

Nf: animales final

Ni: animales inicio

5.6.3.6 Análisis de relación beneficio – costo. Resulta de dividir los beneficios (flujos de efectivo) con los costos variables, a precios actuales.

$$B/C = \frac{UB}{TE} * 100$$

Dónde:

B/C: relación beneficio costo

UB: utilidad bruta

TE: total egresos

6. RESULTADOS.

6.1 BALANCEO DE DIETAS EXPERIMENTALES

Las dietas experimentales fueron balanceadas según las cantidades de diferentes materias primas (ANEXO 3-9), las cuales se incorporaron para asegurar las condiciones isoenergéticas e isonitrogenadas de las dietas (ANEXO 10-13) para su posterior evaluación.

6.2 COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD

Según Rueda⁵², el uso de ingredientes de alta digestibilidad, permitirá la obtención de mejores resultados de conversión alimenticia, aumento de las tasas de crecimiento, mayor desempeño de los peces y lo más importante, reducción del impacto ambiental negativo, generado por el aporte de residuos nitrogenados y fosforados a los cuerpos de agua por las distintas actividades acuícolas.

López⁵³, comprobó que coeficientes de digestibilidad para proteína y energía, superiores al 60%, aseguran los procesos de remodelación y crecimiento celular. Los resultados obtenidos en este ensayo son mejores a lo recomendado por López (Tabla 6).

Tabla 6 Coeficientes de digestibilidad (%) de proteína, extracto etéreo, extracto no nitrogenado y coeficiente de utilización energética de las dietas evaluadas (0, 10, 20, 30%).

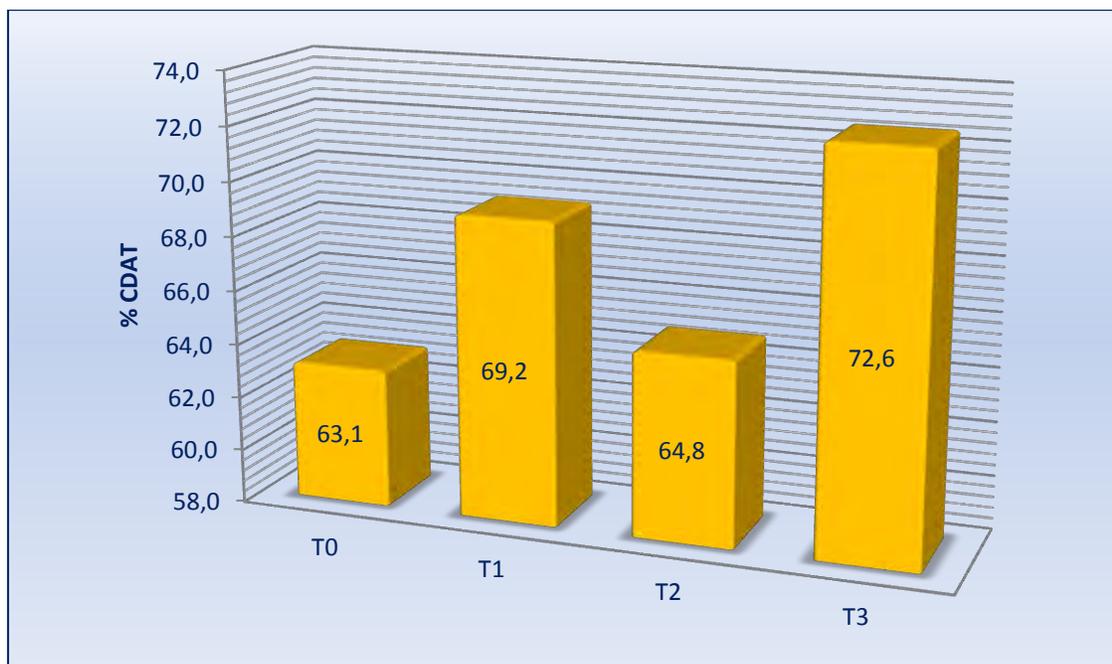
COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD	T0 (%)	T1 (%)	T2 (%)	T3 (%)
CD Total	63,1	69,1	64,8	72,5
Proteína	76,9	81	78,1	81,2
Extracto Etéreo	85	89	90,2	90,4
Extracto no Nitrogenado	53,8	62	51,6	63,6
Coeficiente de Utilización Energética (CUE)	67,2	72,6	69,2	75,2

⁵² RUEDA, Wilson E.; VÁSQUEZ, Walter y GUTIÉRREZ, Mariana. Digestibilidad de fosforo y proteína de raciones suplementadas con fitasa en tilapia, *Oreochromis* sp. [en línea]. Villavicencio, Colombia. p. 22. (Citado Febrero de 2013). <Disponible en internet: URL: <http://www.scielo.org.co/pdf/rori/v16n1/v16n1a03.pdf>.

⁵³ LOPEZ-MACIAS, J. Nutrición y alimentación de Especies de aguas frías, medias y cálidas de importancia acuícola. Conferencias mimeografiadas. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia. Pasto, Colombia. 1997. p. 32

6.2.1 Coeficiente de digestibilidad total. Los coeficientes de digestibilidad total registrados en esta investigación fueron de 72,6% para el tratamiento T3; 69,2% para el tratamiento T1; 64,8% para el tratamiento T2 y finalmente el tratamiento T0 reporto la digestibilidad más baja con un 63,1% (tabla 6, figura 5). Estos resultados son semejantes a los reportados por Moreira da Silva *et al*⁵⁴, quienes realizaron un estudio de digestibilidad de nutrientes y energía, en raciones suplementadas con enzimas digestivas exógenas para juveniles de tambaqui (*Colosso macropomum*), obteniendo valores de digestibilidad total alrededor del 69%. Llanes⁵⁵ resalta la importancia de los hidrolizados al establecer que actualmente hay un déficit en el mercado de harina y aceite de pescado, insumos necesarios en la formulación de dietas balanceadas para mejorar la producción y productividad acuícola. Lo anterior implica que es necesario evaluar fuentes de harina de pescado alternativas preparadas a partir de hidrolizados de alto valor nutricional que pueda a su vez contribuir con el saneamiento ambiental.

Figura 5. Coeficientes de Digestibilidad Total entre Tratamientos.

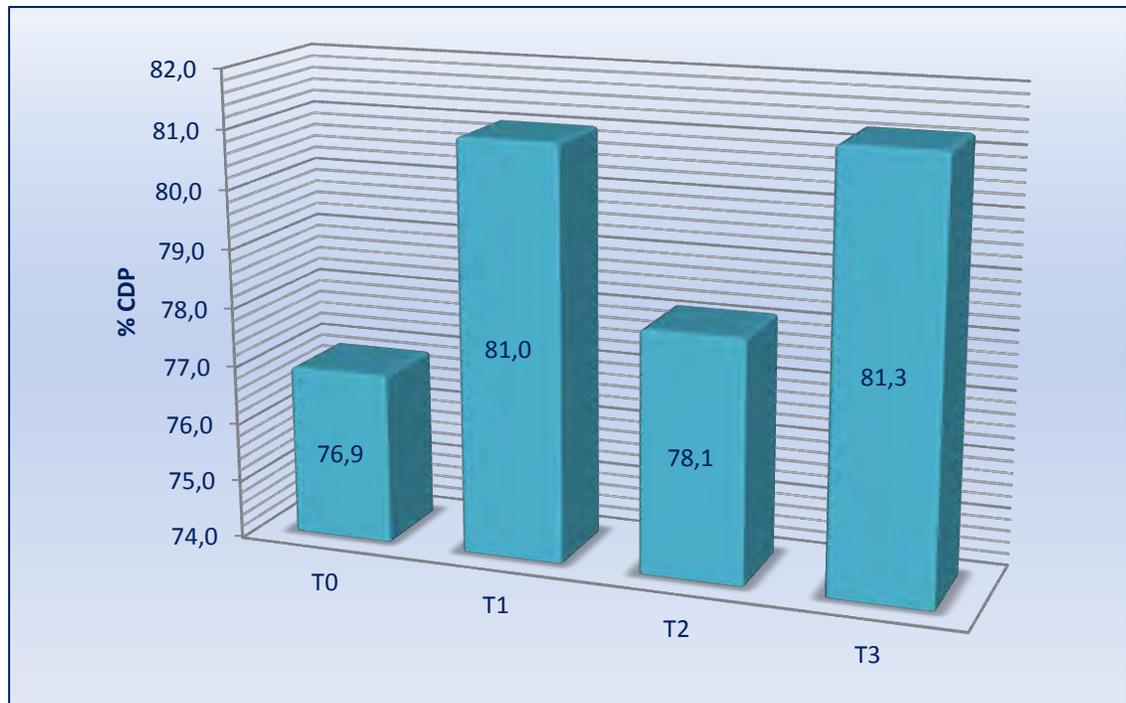


⁵⁴ MOREIRA DA SILVA, Jorge, *et al*. Digestibilidade aparente dos nutrientes e energia de ração suplementada com enzimas digestivas exógenas para juvenis de tambaqui (*Colosssoma macropomum* Cuvier, 1818). Acta Amazónica. 2007. p. 160. [citado el 14 de abril de 2013]. Disponible en internet:<URL: <http://acta.inpa.gov.br/fasciculos/37-1/PDF/v37n1a21.pdf>.

⁵⁵ LLANES, J. Digestibilidad aparente de los ensilajes de residuos pesqueros en tilapias rojas (*Oreochromismossambicus* y *O. niloticus*). [en línea] Centro de Preparación Acuícola Mampostón. La habana, Cuba. [citado 28 marzo de 2013] disponible en internet. <URL: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798-72692010000400006&script=sci_arttext

6.2.2 Coeficiente de digestibilidad de proteína. Los coeficientes de digestibilidad a la proteína obtenidos en este ensayo para la especie arawana plateada (*O. bicirrhosum*) fueron de 81.3% para el tratamiento T3; 81% para el tratamiento T1; el tratamiento T2 registro un 78.1% y finalmente el tratamiento T0 con un 76.9% (Tabla 6, Figura 6).

Figura 6. Coeficientes de Digestibilidad de la Proteína entre Tratamientos.



Estos resultados son semejantes estadísticamente a los obtenidos por Llanes⁵⁶, quien evaluó los coeficientes de digestibilidad aparente de ensilajes biológicos y químicos en la alimentación de tilapia roja (*Oreochromis sp*), registrando valores de 81 a 89,92 respectivamente.

Por otro, lado los valores obtenidos en la presente investigación, están por debajo de los reportados por Izquierdo y Salazar⁵⁷ quienes evaluaron dietas elaboradas con diferentes porcentajes de inclusión (0, 10, 20, 30%) de hidrolizados químicos en la alimentación de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) y obtuvieron CDs promedio para proteína de 90,6%. También son inferiores a los reportados por

⁵⁶ LLANES, J. Op cit. p. 45

⁵⁷ IZQUIERDO, cesar; SALAZAR, Diana. Coeficientes de digestibilidad del hidrolizado de vísceras de Cachama blanca, utilizado como fuente de proteína en la alimentación de alevinos de Cachama blanca (*Piaractusbrachypomus*,Cuvier 1818) mediante el método de óxido crómico Cr_2O_3 y acuarios metabólicos. Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero En Producción Acuícola. Universidad de Nariño. 2012. P 55

Delgado y López⁵⁸ quienes obtuvieron CDs promedio de 88,35% evaluando dietas elaboradas con harina de vísceras de pescado (0, 10, 20, 30% de inclusión) en la alimentación de mojarra patiana (*Cichlasoma omatum*). Los anteriores resultados se explican debido a que las especies objeto de esos estudios (cachama y tilapia) son omnívoros con capacidad filtradora, principalmente en las primeras etapas de su vida, lo que se traduce en un intestino más largo que permite mayor tiempo de exposición del alimento a las enzimas digestivas y por consiguiente mejores tasas de digestibilidad⁵⁹. En cambio en este caso es posible que los CDs estén por debajo de este margen porque la especie posee hábitos alimenticios carnívoros con tendencia omnívora, los cuales hacen que la arawana plateada sea más exigente, con la calidad nutricional de la dieta.

Sin embargo, los coeficientes de digestibilidad de dietas elaboradas con extracto seco de hidrolizado de vísceras, fueron más altos a los reportados por Moreno⁶⁰, quien encontró un CDA para la proteína de 61,06% con hidrolizado biológico. Esto demuestra que el extracto seco de hidrolizado, no afecta la calidad nutricional de la dieta y se pueda utilizar en diferentes porcentajes de inclusión conforme lo requiera el productor, con la ventaja de un menor costo de almacenamiento con relación al bodegaje del hidrolizado húmedo, que tiene que realizarse necesariamente en cadena de frío permanente de 5 °C.

6.2.3 Coeficiente de digestibilidad de extracto etéreo. Los coeficientes de digestibilidad para el extracto etéreo logrados en la investigación fueron de 90,5% para el tratamiento T3; 90.2% para el tratamiento T2; el tratamiento T1 presentó un 89% y por último el tratamiento T0 obtuvo un 85% (Tabla 6, Figura7).

En este trabajo los resultados de los CD del extracto etéreo se encuentran acordes con los reportados tanto por Izquierdo *et al*⁶¹ y Delgado *et al*⁶² quienes encontraron CD de 88% a 95% utilizando como fuente lipídica para el primer caso aceite de pescado así como los lípidos aportados por el hidrolizado y en el segundo caso aceite de palma. Sin embargo Guillaume⁶³ afirma que los CDA de los lípidos

⁵⁸ DELGADO, Mario y LOPEZ, Yeny. Coeficiente de digestibilidad real de dietas de levante elaboradas con harina de vísceras de pescado en la alimentación de Mojarra Patiana (*Cichlasoma ornatum*, Regan, 1905) mediante el método de óxido crómico y cámaras metabólicas. Trabajo de grado Ingeniero en Producción Acuícola. Nariño, Colombia. Universidad de Nariño. 2005. p. 40

⁵⁹ LOPEZ – MACIAS, J. Op. cit. p.322

⁶⁰ Ibid.

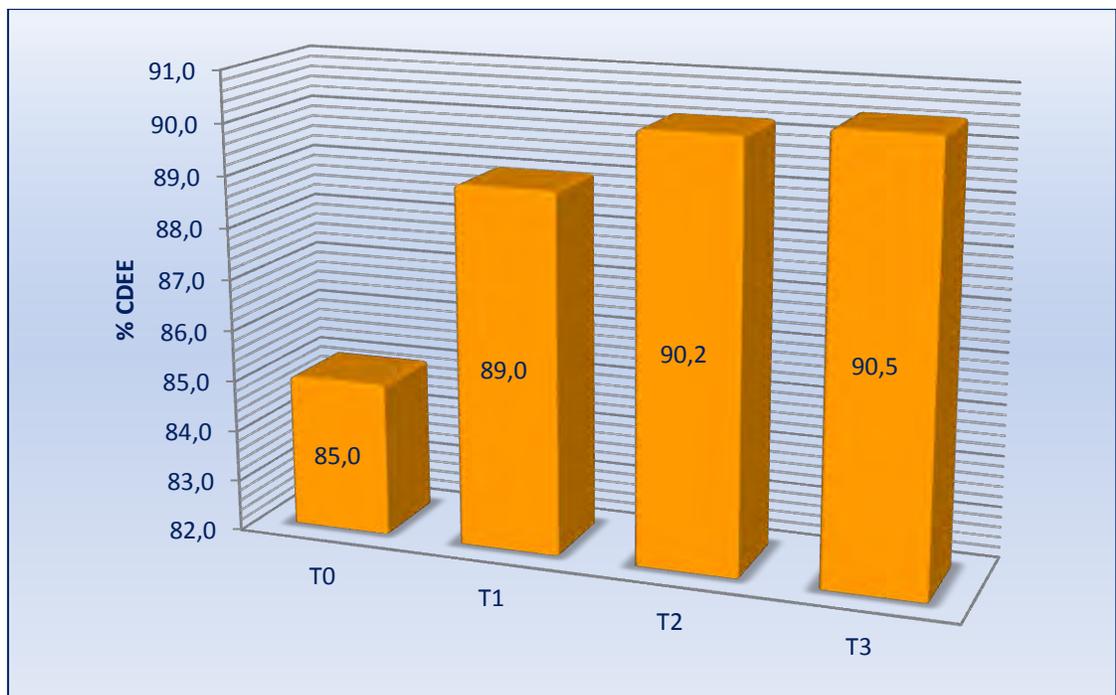
⁶¹ IZQUIERDO, Cesar; SALAZAR, Diana. Op. cit. p. 55

⁶² DELGADO, Mario y LOPEZ, Yeny. Op. cit. p.63

⁶³ GUILLAUME, J; KAUSHIK, S; BERGOT, P; METAILLER, R. Nutrición y alimentación de peces y crustáceos. Madrid, España: Mundi-Prensa. 2004. p. 83-86.

parecen ser mejores, si su porcentaje de inclusión es elevada, siempre que los ácidos grasos sean protegidos de los fenómenos de oxidación. Esto se ve reflejado en la investigación para el tratamiento T0 el cual tiene un porcentaje de inclusión de lípidos 10,6% menor con respecto a los demás tratamientos en los cuales se incluye 12%, 12,5% y 13,6% para T1, T2, T3 respectivamente. Además Watanabe *et al*, citado por Hepher⁶⁴ demostraron que un incremento del 5 al 23% en el contenido de lípidos en la dieta, mejora la digestión de la proteína del 98,4 a 98,9%; en carbohidratos del 50,7 a 58,5% y en la de lípidos del 74,7 a 87,5%.

Figura 7. Coeficientes de Digestibilidad de Extracto Etéreo entre Tratamientos.



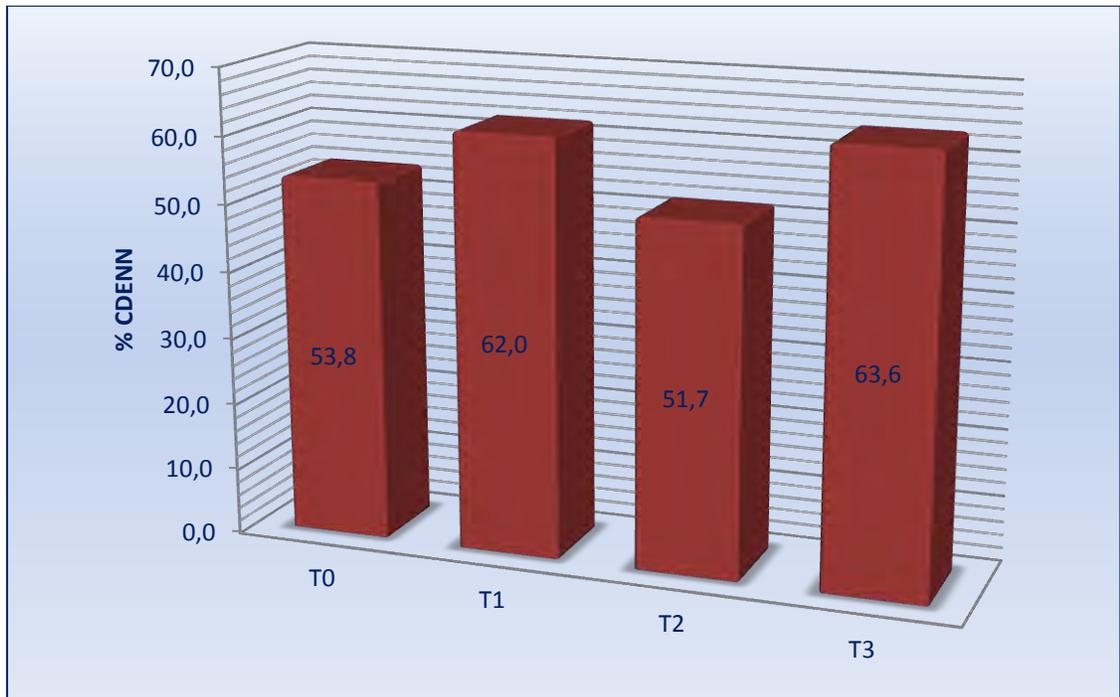
Así mismo Llanes⁶⁵, determinó que los CD de las grasas superiores al 85% se le pueden atribuir a la composición elevada de sus ácidos grasos en los hidrolizados de vísceras de pescado, constituido principalmente por ácidos grasos insaturados de las series omega 3 y omega 6, las cuales, presentan mejor digestibilidad comparados con los ácidos grasos contenidos en los alimentos o balanceados que contienen grasa de origen animal; además, plantea que los ácidos grasos saturados con elevado punto de fusión, son menos digestibles por los peces que los insaturados, tal como sucede en esta investigación.

⁶⁴ HEPHER, Balfour. Nutrición de peces comerciales en estanques. Primera edición. México. Editorial Limusa. 1993. p.76

⁶⁵ LLANES. José. Op. cit. p.45

6.2.4 Coeficiente de digestibilidad de extracto no nitrogenado. Los coeficientes de digestibilidad para el extracto no nitrogenado obtenidos en la investigación fueron de 63.6% para el tratamiento T3; 62% para el tratamiento T1; el tratamiento T0 presento un 53.8% y por último el tratamiento T2 obtuvo un 51.7% (Tabla 6, Figura 8).

Figura 8. Coeficientes de Digestibilidad de Extracto no Nitrogenado entre Tratamientos.



Estos CDs son normales según Lopez⁶⁶ quien afirma que los peces carnívoros tienen menor capacidad fisiológica para desdoblar carbohidratos simples o complejos y assimilarlos para posteriormente almacenarlos como glucógeno y utilizarlos como energía a través del ciclo de Krebs. Sin embargo los resultados obtenidos superan a los determinados por Delgado *et al*⁶⁷ quienes encontraron un CD entre 42% y 56%; esto debido a los métodos que se emplearon para la elaboración de los balanceados, para nuestro caso lo conformo el proceso de extrusión realizado a temperaturas de 115 °C y mayor presión, el cual garantiza que la mayoría de los carbohidratos se gelatinicen resultando más digeribles para especies ícticas.

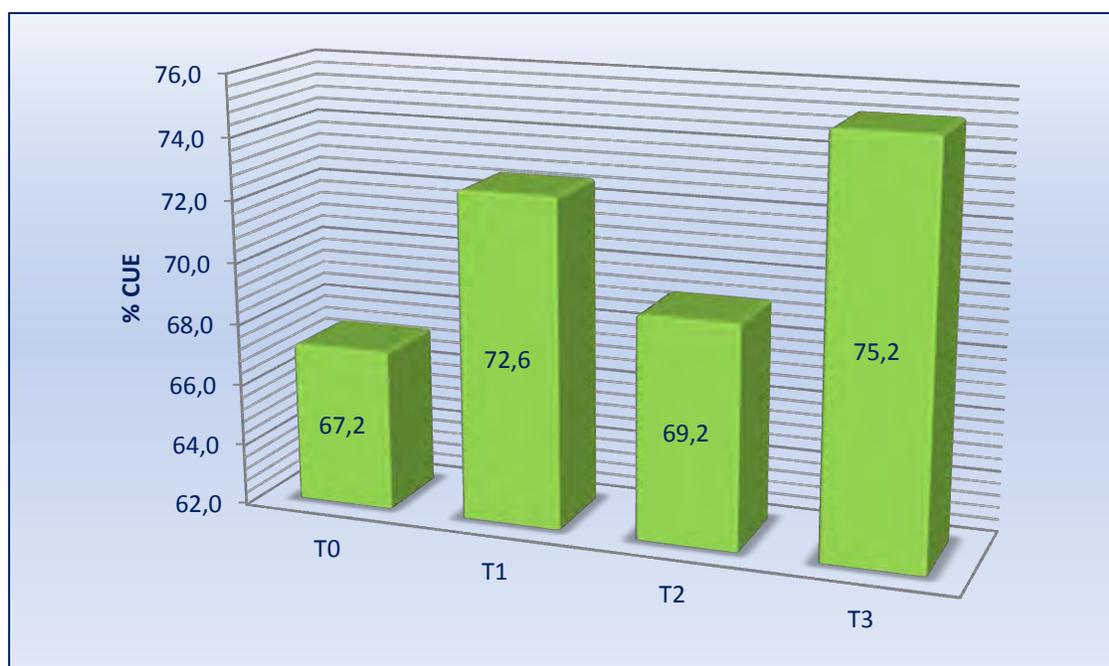
⁶⁶LOPEZ-MACIAS,J. Op., cit. p. 32-36

⁶⁷DELGADO, Mario y LOPEZ, Yeny. Op. cit. p.68.

Sin embargo Guillaume *et al*⁶⁸, afirma que la digestibilidad del almidón única fuente de glúcidos, susceptible de ser incorporada de forma económica en raciones para peces, es a menudo del 70 al 80% y puede ser inferior del 50% dependiendo de la actividad de amilasa propia de cada especie. En el caso de la arawana plateada (*O. bicirrhosum*) Rosada *et al*, citados por Moreno⁶⁹ compararon que la actividad de amilasa se observa principalmente en el páncreas e intestino. Sin embargo, el papel de esta enzima permanece cuestionable en peces carnívoros debido a la baja ingestión de hidratos de carbono en el medio natural. En la presente investigación, los peces utilizados fueron mantenidos en condiciones de cautiverio donde no existió acceso a fuentes alimenticias naturales, arrojando CD superiores al 51%, resultados normales para peces carnívoros que aquellos de origen vegetal.

6.2.5 Coeficiente de utilización energética (CUE) y energía digestible. Los coeficientes de utilización energéticas logrados en esta investigación fueron respectivamente de 75.2% (T3); 72.6% (T1); 69.23% (T2) y 67.22% (T0); (Tabla 6, Figura 9).

Figura 9. Coeficientes de Utilización Energética entre Tratamientos.



El coeficiente de utilización energética; de este ensayo, superan los resultados obtenidos por Moreno⁷⁰ con respecto al CUE utilizando el hidrolizado de vísceras

⁶⁸ GUILLAUME *et al*. Op. cit. p. 84.

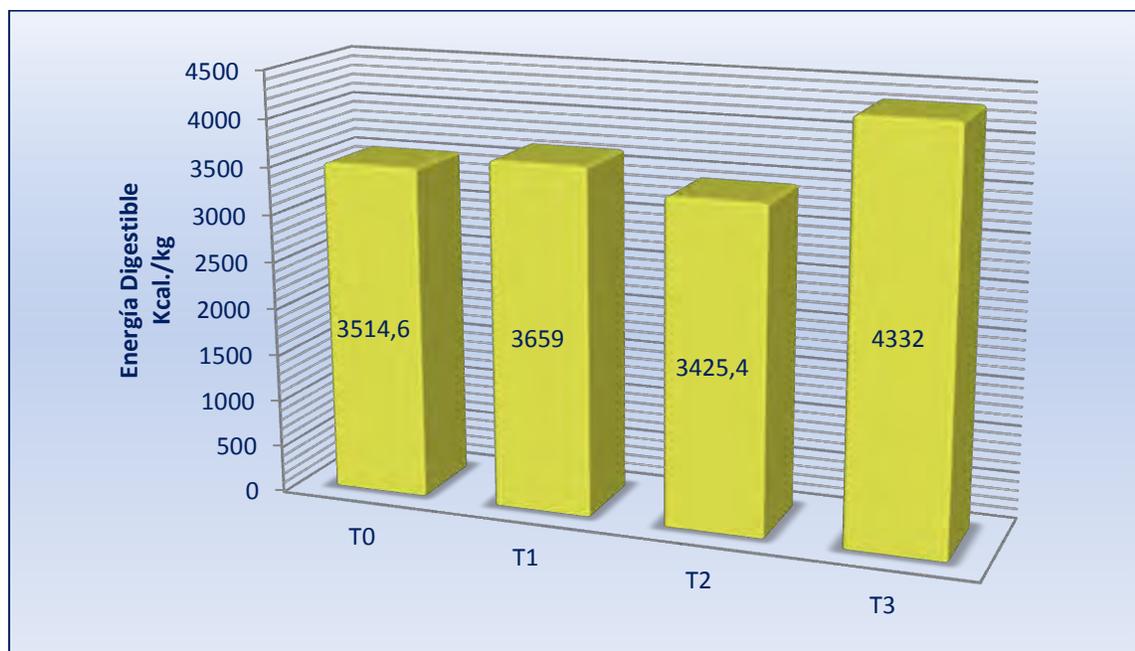
⁶⁹ MORENO, Marcela. Op. cit. p. 35

⁷⁰ *Ibid.*, p.60.

de cachama en la alimentación de arawana plateada, el cual fue del $40,1 \pm 13,4$ %. Este autor explica que los CUE para esta materia prima, pudo verse afectado por los procesos de proteólisis sufridos durante el proceso de acidificación y almacenamiento. Sin embargo Delgado *et al*⁷¹ e Izquierdo *et al*⁷², al evaluar dietas prácticas con diferentes niveles de inclusión (10, 20, 30%) de subproductos elaborados a partir de vísceras de pescado, encontraron CDs de energía entre el 80 y 90% en especies con hábitos alimenticios omnívoros, garantizando mayor eficiencia digestiva. Cho y Slinger citados por Hephher⁷³ reportan coeficientes de digestibilidad de energía entre 75 y 77% trabajando un alimento de prueba en trucha arcoíris. Estos resultados están acordes a los encontrados en esta investigación, demostrando que especies con hábitos carnívoros, son menos eficientes utilizando alimentos conformados por materias primas de origen vegetal y animal.

Los valores obtenidos dentro de la investigación, en cuanto a la energía digestible fueron de 3662,2 Kcal/kg para el tratamiento T3; 3659 Kcal/kg para el tratamiento T1; el tratamiento T0 registro 3514,6 Kcal/kg y por último el tratamiento T2 con 3425,4 Kcal/kg (Figura 10).

Figura 10. Energía Digestible entre los Tratamientos.



⁷¹ DELGADO *et al.*, Op. cit. p. 68

⁷² IZQUIERDO *et al.*, Op. cit. p. 54

⁷³ HEPHER, Balfour. Op. cit. p. 73

Según López⁷⁴ estos valores muestran la misma tendencia al CUE debido a que los valores de energía digestible utilizados en los diferentes propósitos de renovación y crecimiento celular, varían según las materias primas que se incorporan en el balanceado.

6.3. EVALUACIÓN DE VARIABLES PRODUCTIVAS

El estudio de las variables fue realizado mediante un análisis de varianza (ANOVA) utilizando un Diseño Completamente al Azar (DCA) constituido por cuatro tratamientos con tres repeticiones. En los casos donde se encontraron diferencias significativas se aplicó Test de Tukey ($P < 0,05$), los resultados fueron analizados utilizando el programa estadístico Statgraphics Centurión (XV.II).

6.3.1 Consumo aparente de alimento y tasa de alimentación. Se realizó con base en el estimativo del consumo real del balanceado suministrado al 6% del peso vivo diariamente. El análisis de varianza ($p < 0,05$) (ANEXO 18) estableció diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, lo que permite asegurar que la mejor palatabilidad se encontraba en los balanceados T0 y T2, los tratamientos T1 y T3 se comportaron homogéneamente de acuerdo a la prueba de Tukey (95% confiabilidad) (ANEXO 19). Los promedios encontrados al final de la investigación registraron que para el T0 el consumo fue de $83,1 \pm 9,5$ g; T2 de $76,1 \pm 2,8$ g; el T1 y T3 fueron los de menor consumo registrando $64,3 \pm 8,63$ g y $55,4 \pm 4,3$ g respectivamente (tabla 7, Figura 11).

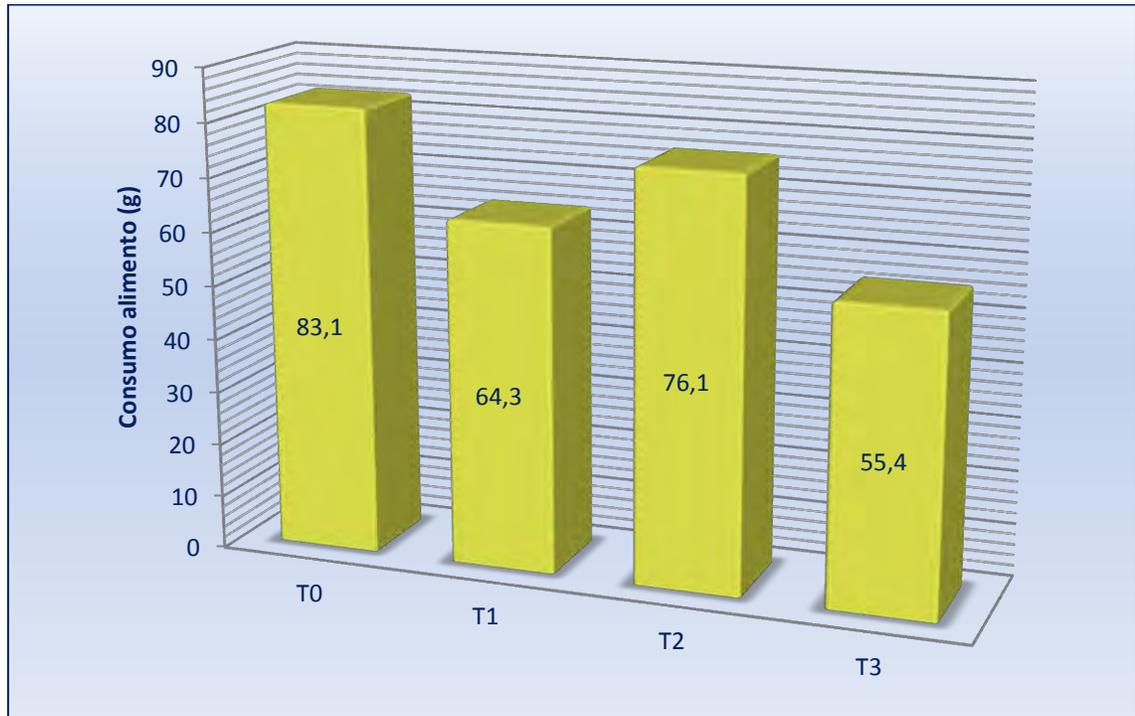
Tabla 7. Consumo de alimento promedio por tratamiento.

TRATAMIENTO	Consumo alimento (g)	Tasa alimentación real %
T0	83,1	3,54
T1	64,3	3
T2	76,1	4,7
T3	55,4	3,21

Los resultados obtenidos, demuestra que la palatabilidad del alimento no es condicional por el porcentaje de inclusión de la harina de hidrolizado de vísceras de pescado, confirmando que es una materia prima alternativa de alta calidad que se puede utilizar en diferentes porcentajes para la formulación de dietas prácticas en la alimentación de peces.

⁷⁴ LOPEZ, Jorge. Op. cit. P. 51

Figura 11. Consumo de Alimento.



Los valores proporcionados en este ensayo son relativamente inferiores a los que recomienda Landines *et al*⁷⁵, quienes afirman que a la arawana plateada en la fase de alevino, se le debe suministrar como mínimo el 6% de la biomasa. No obstante tasas de alimentación de $3,7 \pm 0,7\%$ proporcionado en esta investigación, aseguran un adecuado aporte de nutrientes necesarios para el mantenimiento y crecimiento en los balanceados aquí formulados. Lo cual se explica por los altos coeficientes de digestibilidad de los distintos componentes.

6.3.2. Biomasa inicial. La biomasa inicial promedio de los alevinos de arawana plateada fue de $131,4 \pm 20,4$ g con un coeficiente de variación de 15,53% (tabla 15), la cual según Imuéz, citado por Beltrán y Rivera⁷⁶, representa una variación media, aceptable para ensayos piscícolas.

⁷⁵ LANDINES *et al.*, Op. cit. p. 12

⁷⁶ BELTRAN TUMAL, Diana; RIVERA ROSERO, Isabel. Adaptación de Postlarvas de Bagre Rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum*), al alimento inerte en diferentes tiempos de acostumbramiento, en el Laboratorio de Larvicultura - Universidad de Nariño. Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero en Producción Acuícola. Nariño, Colombia. Universidad de Nariño. 2013. P. 60.

Tabla 8. Resumen estadístico de biomasa inicial.

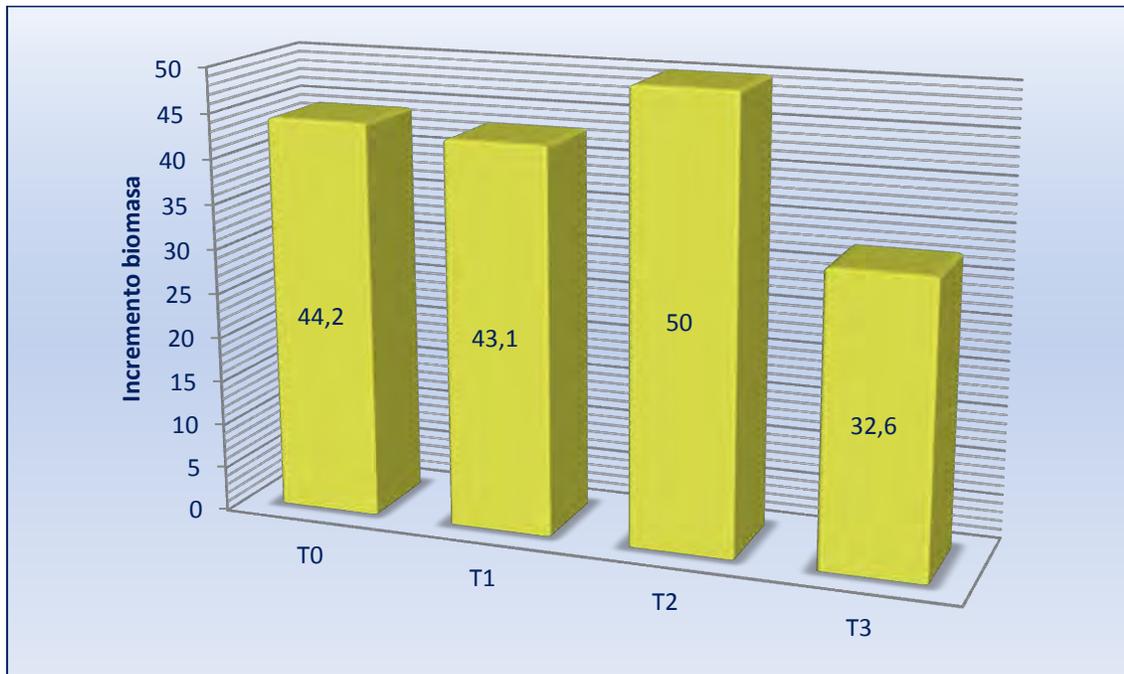
Biomasa inicial (g)	
Media	131,3
Desviación estándar	20,4
Coefficiente de variación	15,5%

6.3.3 Incremento de biomasa. Los incrementos de biomasa en todos los tratamientos se determinaron durante 14 días, registrándose el mayor incremento en el tratamiento T2 con $50 \pm 9,9$ g, seguido del tratamiento T0 con $44,2 \pm 12,58$ g y los menores rendimientos se obtuvieron en los tratamientos T1 y T3 con $43,1 \pm 6,95$ g y $32,69 \pm 1,48$ g respectivamente (Tabla 9, Figura 12).

Tabla 9. Incremento de biomasa de los ejemplares de arawana plateada (*O. bicirrhosum*).

Tratamiento	Biomasa inicial	Incremento biomasa	Biomasa final
T0	168,4	44,2	212,6
T1	154,4	43,1	197,5
T2	116,1	50	166,1
T3	123,4	32,6	156

Figura 12. Incremento de biomasa por tratamiento



Según el análisis de varianza ($p > 0,05$) todos los tratamientos fueron similares con relación a esta variable (ANEXO 20), lo que confirma el gran potencial que tiene la inclusión de harina de hidrolizado de vísceras de pescado en la formulación de dietas prácticas para la alimentación de arawana plateada, logrando buenos incrementos de peso a menor costo y reduciendo el impacto medioambiental que cuando se utiliza otro tipo de balanceados con gran cantidad de materias proteicas animales que tienen menores coeficientes de digestibilidad pero que aumentan el aporte contaminante de N y P en los cuerpos de agua a través de las heces y el alimento no consumido, favoreciendo la eutrofización y por ende el impacto negativo sobre toda la cadena trófica.

Tabla 10. Incremento de biomasa diario e incremento de peso diario por animal

TRATAMIENTO	INCREMENTO BIOMASA (g/día)	INCREMENTO PESO (g/día/animal)
T0	3,16	0,16
T1	3,08	0,15
T2	3,57	0,18
T3	2,33	0,12

Los resultados del incremento de peso promedio diario por animal para los diferentes tratamientos (Tabla 10), están de acuerdo a lo señalado por López y Cardenas⁷⁷, quienes establecieron en la dieta de referencia (balanceado comercial 50% proteína) que la arawana plateada (*O. bicirrhosum*) en condiciones de cautiverio incrementaba su peso en 0,15 g/día, al suplementar con probióticos e inmunoestimulantes, se aumentaba su peso diario en 0,20 g/día.

De igual manera Hernández⁷⁸, demostró que alevinos de arawana plateada, levantados en un sistema cerrado de recirculación y alimentados al 10% de la biomasa, dos veces al día con alimento comercial 50% de proteína al cabo de tres meses obtuvieron un incremento de peso promedio de 0,15 g/día.

⁷⁷ LOPEZ, José; CARDENAS, Viviana. Evaluación del efecto de la inclusión de probióticos e inmunoestimulantes en un alimento comercial, en el crecimiento y supervivencia de alevinos de arawana plateada (*osteoglossum bicirrhosum*) en condiciones de laboratorio. Trabajo de grado para optar por el título de ingeniería en producción acuícola. Universidad de Nariño. 2010. P. 58

⁷⁸ HERNANDEZ, Carolina. Estudio preliminar del levante de juveniles de Arawana plateada (*Osteoglossum bicirrhosum*) en sistema cerrado de recirculación en la estación experimental rio grande en el municipio de cajica (cundinamarca). Trabajo de grado para obtener título de Biología. Universidad Nueva Granada. 2009. P. 47

Así mismo, Rodríguez *et al*⁷⁹, al trabajar la arawana a tres densidades de siembra: 2,5; 5,0 y 7,5 g/L; en acuarios por un lapso de 30 días con alimento de 45% de proteína bruta, obtuvieron que los resultados no mostraron diferencias estadísticas significativas. Sin embargo, la densidad de 2,5g/L presentó el mejor rendimiento en cuanto a ganancia de peso que fue de 0,08 g/día.

El mismo autor citado por Cuaical y Vallejo⁸⁰ investigaron el desempeño productivo de juveniles de arawana plateada confinados en jaulas, durante 45 días a una densidad constante de 5,0g/L y cuatro tipos de alimento: T1 balanceado comercial, T2 y T3 balanceado artesanal elaborados a base de ingredientes de la región y T4 alimento vivo (comején). Los mejores resultados en cuanto a ganancia de peso se registraron en el tratamiento uno, obteniendo una ganancia de peso promedio de 13,93 g, equivalente a 0,31g/día.

Sánchez, *et al*⁸¹, desarrollaron ensayos de levante de alevinos de arawana en sistemas semi-naturales, representados por 12 jaulas flotantes de 1,0m³ y con 30 individuos de una longitud estándar promedio de 7,0 cm y 1,0 g de peso corporal. Evaluaron el crecimiento con un nivel de proteína del 45%, en los siguientes tratamientos: T1 balanceado elaborado por el Departamento de Zootecnia de la UNAL + lámpara caza insectos; T2 concentrado comercial + lámpara caza insectos; T3 alimento elaborado con ingredientes de la región + lámpara caza insectos y T4 concentrado comercial. Al cabo de 70 días, la ganancia de peso no mostró diferencias significativas, no obstante, el T2 alcanzó el mejor resultado con $3,87 \pm 0,05$ g, igual a 0,06 g/día.

6.3.4 Tasa de crecimiento simple. La tasa promedio de crecimiento simple para alevinos de arawana plateada registró valores de $2,55 \pm 1,3\%$ (T2); $1,76 \pm 1,2\%$ (T1); $1,67 \pm 1,62\%$ (T0) y $1,64 \pm 1,3\%$ (T3); (Tabla 11, Figura 13). El análisis de varianza ($p>0,05$) y la prueba de Tukey (ANEXO 21 - 22), indicó que no existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos.

⁷⁹ RODRÍGUEZ, Liliana; URQUIJO, Adriana y LANDINES, Miguel. Influencia de la densidad de siembra sobre el crecimiento y supervivencia de larvas de Arawana (*Osteoglossum bicirrhosum*). p.1.

⁸⁰ CUAICAL, Yeni; VALLEJO, Evelyn. Op cit. p. 96

⁸¹ SÁNCHEZ, C.L.; CHAPARRO, J.P.; ALONSO, J.C y AGUDELO, E. Ensayos de levante de alevinos de arawana *Osteoglossum bicirrhosum* en sistemas semi-naturales. Parque nacional natural la Paya, río Putumayo- amazonia colombiana. En: IV seminario nacional de acuicultura. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, (21-25 de noviembre, 2005). p. 115.

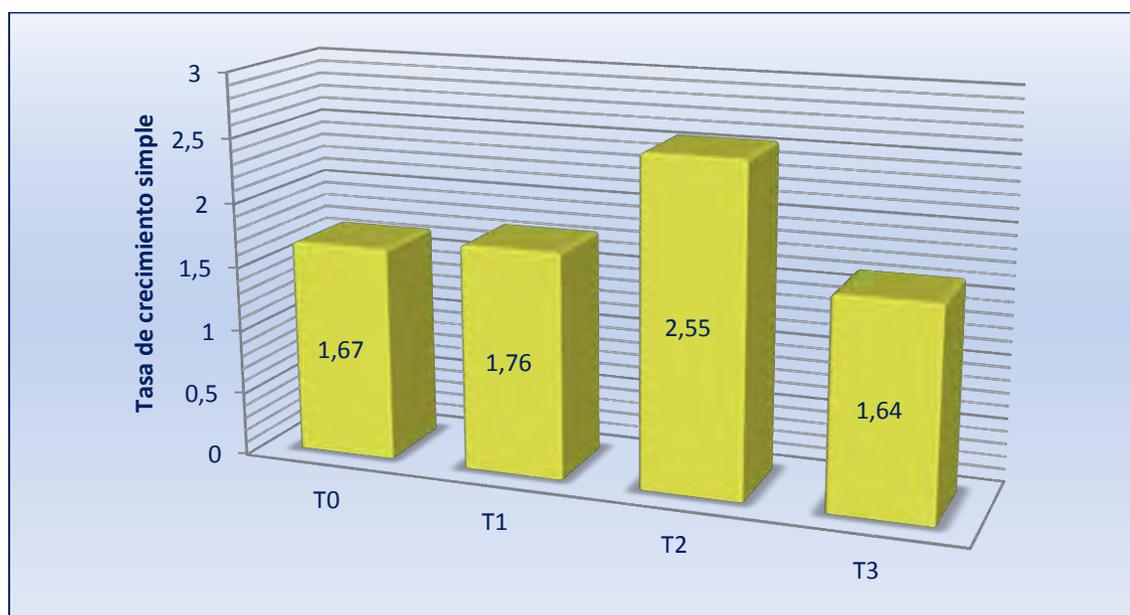
TABLA 11. Tasa de crecimiento simple por tratamiento

TRATAMIENTO	TASA CRECIMIENTO SIMPLE
T0	1,67%
T1	1,76%
T2	2,55%
T3	1,64%

Los valores registrados en esta investigación están de acuerdo a lo reportado por Muñoz citado por López *et al*⁸² quien encontró valores de tasas de crecimiento simple entre 1,3% y 2,37% en la alimentación de arawana plateada mediante la utilización de materias primas alternativas y comunes de origen vegetal y animal evaluadas en dos diferentes lugares (ANEXO 23).

Por otro lado Cuaical *et al*⁸³, calcularon tasas de crecimiento simple que fluctúan entre 0,91% y 1,32% inferiores con respecto a lo reportado en esta investigación. La tasa más baja corresponde a un alimento comercial 45% de proteína y una densidad de 1 pez cada 5 litros. En contraste la tasa de crecimiento simple de 1,32% corresponde al alimento comercial 45% de proteína suplementado con 1000 miligramos de ácido ascórbico y una densidad de cultivo de un pez cada 10 litros.

Figura 13. Tasa de Crecimiento Simple.



⁸² LOPEZ *et al.*, Op. Cit. p. 66

⁸³ CUAICAL, Yeni; VALLEJO, Evelyn. Op. Cit. p. 116.

6.3.5 Longitud inicial. La longitud inicial de siembra para los alevinos de arawana plateada fue de $10 \pm 0,29$ cm, con un coeficiente de variación del 2,9% cual indica que la longitud inicial no fue una fuente de variación (tabla 12).

Tabla 12. Resumen estadístico de longitud inicial.

Talla inicial (cm)	
Media	10
Desviación estándar	0,29
Coeficiente de variación	2,29%

6.3.6 Incremento de longitud. Según el análisis de varianza ($p < 0,05$), para el incremento de longitud promedio de los diferentes tratamientos se, estableció que existen diferencias estadísticas significativas (ANEXO 24), además la prueba de significancia de Tukey (ANEXO 25) indicó que el T1, registró los mejores incrementos de longitud (Figura 14), con un promedio de 1.21 ± 0.29 cm, el valor más bajo en esta variable lo registró el T3 con 0.26 ± 0.15 cm, tal como se muestra en la Tabla 13.

Figura 14. Incremento de longitud estándar.

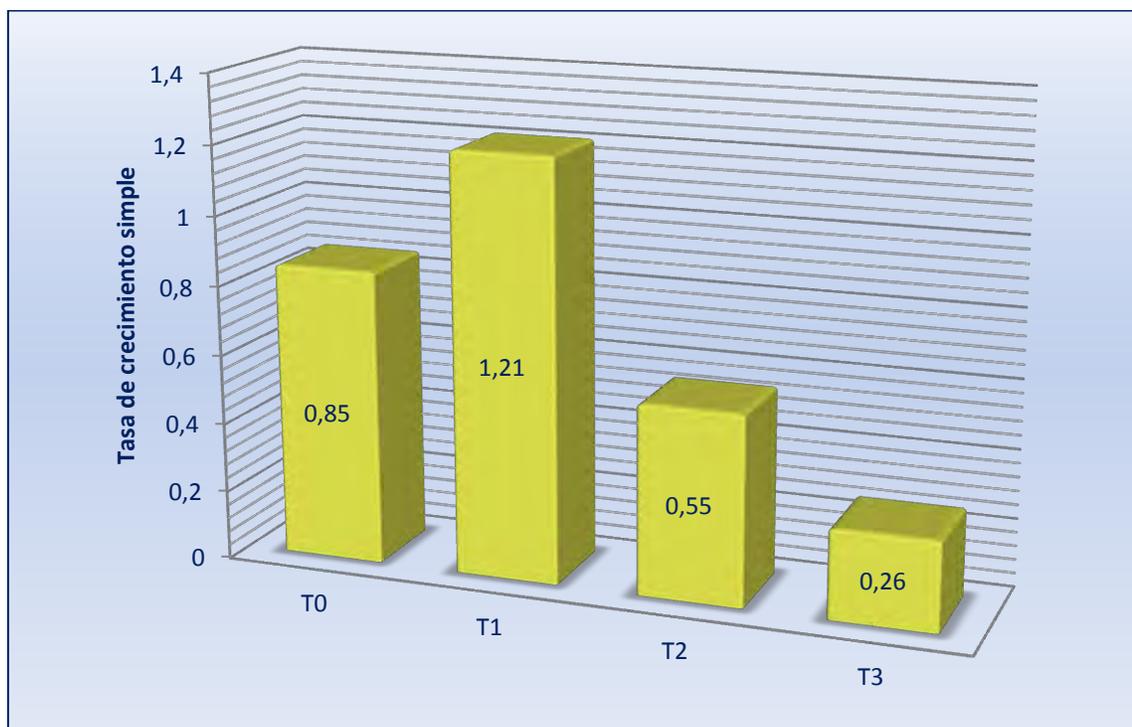


Tabla 13. Incremento de longitud.

TRATAMIENTO	INCREMENTO LONGITUD DIARIO (cm)	INCREMENTO LONGITUD TOTAL (cm)
T0	0,060	0,85
T1	0,086	1,21
T2	0,039	0,55
T3	0,018	0,26

Los resultados son similares a los determinados por Cuaical y Vallejo⁸⁴ de incrementos diarios de 0,06cm a 0,08 cm utilizando alimento comercial 45% de proteína suplementado con diferentes niveles de ácido ascórbico, manteniendo a los animales con densidades de 1pez cada 5, 10 y 15 litros en estanque provisto de hapas.

Hernández⁸⁵ y Ribeyro⁸⁶ calcularon incrementos quincenales de 1.03 cm y 2,19 cm respectivamente. Para el primer caso los animales se alimentaron con un nivel de proteína del 50% y se mantuvieron en un sistema de recirculación, para el segundo caso los animales fueron alimentados una dieta extruida de 55% de proteína manteniendo los animales en condiciones de laboratorio.

6.3.7 Conversión alimenticia aparente. Con respecto a esta variable se encontró que no existen diferencias estadísticas significativas entre las medias de los diferentes tratamientos (ANEXO 26). La conversión alimenticia aparente durante este periodo para el tratamiento T0 fue de $1,95 \pm 0,38$; para el tratamiento T1 de $1,50 \pm 0,04$; tratamiento T2 de $1,57 \pm 0,35$ y para el tratamiento T3 de $1,69 \pm 0,05$ (Figura 15, tabla 14).

Tabla 14. Conversión alimenticia.

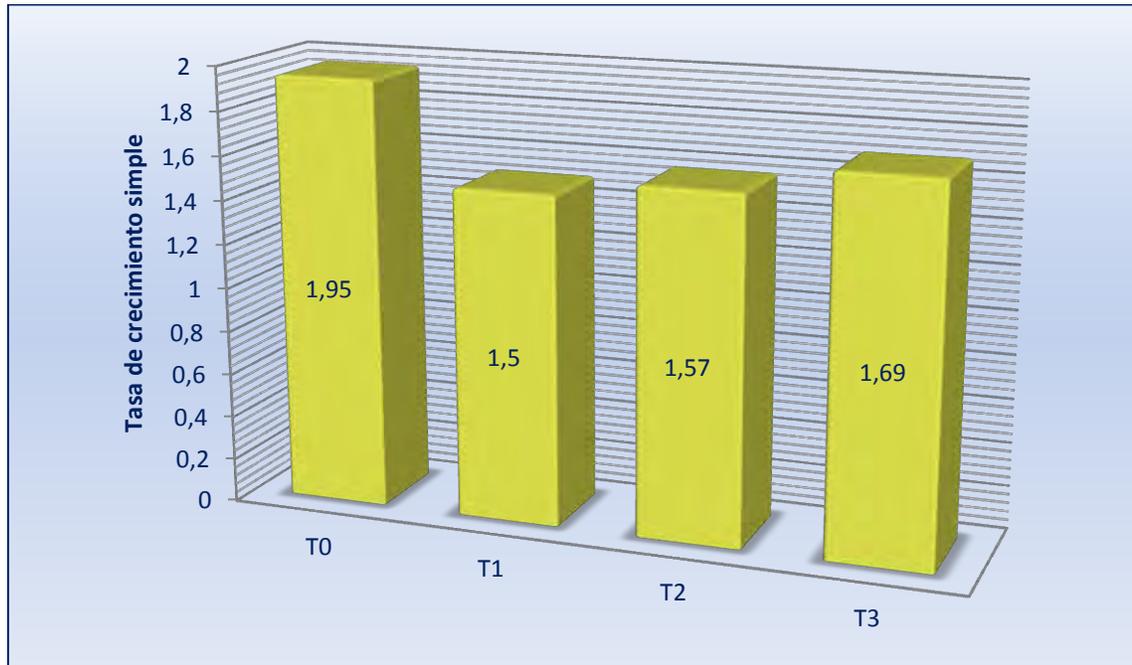
Tratamiento	Conversión alimenticia
T0	1,95
T1	1,50
T2	1,57
T3	1,69

⁸⁴ CUAICAL, Yeni; VALLEJO, Evelyn. Op. Cit. p. 104

⁸⁵ HERNANDEZ, Carolina. Op. Cit. P.42

⁸⁶ RIBEYRO *et al.*, Op. Cot. P. 79

Figura 15. Conversión Alimenticia Aparente.



Según la figura 15 la conversión alimenticia más eficiente se presentó en el tratamiento T1, seguido por el tratamiento T2 y las más altas en los tratamientos T3 y T0. Estos resultados son iguales a los reportados por Cuaical *et al*⁸⁷ y López *et al*⁸⁸, quienes encontraron conversiones alimenticias que van desde 1,3 a 2,16; y de 1,3 a 1,68 respectivamente. Cabe destacar que las conversiones alimenticias más altas fueron para los tratamientos testigos los cuales eran dietas comerciales de 45 y 50% de proteína. Esto indica que la inclusión de diferentes porcentajes de harina de hidrolizado no afectan el rendimiento productivo de la especie debido a que los beneficios de las dietas experimentales son superiores a los que se reportan con dietas comerciales de alta proteína y alto costo.

Investigaciones realizadas por Fagbenro (1994) y Fagbenro *et al* (1994) citados por Llanes *et al*⁸⁹ referentes a la inclusión de hidrolizados químicos y biológicos en la alimentación de tilapias (*O. niloticus*) reportaron factores de conversión alimenticia iguales a las dietas comerciales.

⁸⁷ CUAICAL *et al.* Op. Cit. p. 111

⁸⁸ LOPEZ *et al.* Op. Cit. p. 68

⁸⁹ LLANES, José; TOLEDO, José; LAZO DE LA VEGA, José. Tecnología de producción de alimento semi-húmedo a base de ensilados de residuos pesqueros en la alimentación de tilapia roja (*Oreochromismossambicus* x *O. niloticus*). En: revista electrónica de veterinaria. Septiembre, 2007. Vol. VIII. No. 9. P. 4

6.3.8 Sobrevivencia. Se presento una sobrevivencia del 100% durante el periodo experimental para los cuatro tratamientos, lo cual se explica por las medidas profilácticas implementadas y la calidad biológica del hidrolizado de vísceras, lo cual asegura un adecuado aporte de nutrientes durante toda la etapa de alimentación. También es muy importante destacar el manejo que recibieron las unidades experimentales con respecto a la calidad del agua entre estos temperatura y pH los cuales se lograron mantener en óptimas condiciones realizando recambios diarios de más del 80% del agua evitando así la proliferación de agentes patógenos causantes de epidemias y posteriores mortalidades. Se observo también una alta resistencia a la manipulación y el estrés, causado por las rutinas de aseo como recambios, recolección de heces y retiro del alimento no consumido además de los censos para los registros biométricos.

6.4 PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS DEL AGUA.

Los factores abióticos como las características fisicoquímicas del agua y su impacto sobre el comportamiento productivo de los peces, son de gran importancia en los resultados de toda investigación acuícola. Los parámetros fisicoquímicos fueron similares según el análisis de varianza ($p > 0,05$) (ANEXO 27) para los tratamientos durante los 28 días de estudio, lo anterior demuestra que las posibles diferencias estadísticas en las variables productivas no se debieron a las condiciones fisicoquímicas. (Tabla 15)

Tabla 15. Parámetros fisicoquímicos promedios entre tratamientos.

TRATAMIENTO	OXIGENO	pH	TEMPERATURA
T0	4,97	6,8	30,49
T1	4,90	6,8	30,22
T2	4,94	6,7	30,27
T3	4,93	6,8	30,44

6.4.1 Temperatura. Se registraron temperaturas promedias de $30,3 \pm 0,1$ °C durante el periodo de estudio (ANEXO 28). Estos valores son relativamente más altos a los reportados por López *et al*⁹⁰ quienes establecieron valores promedios de 28°C. Las fluctuaciones encontradas en esta investigación fueron el resultado de la implementación del sistema tipo invernadero que se utilizó para el desarrollo del proyecto. Este sistema tenía como objetivo incrementar y conservar la temperatura ambiente para evitar disminuciones abruptas especialmente en horas de la noche y de esta manera controlar las mortalidades que se presentaban en etapa larvaria.

⁹⁰ LOPEZ *et al.* Op. Cit. p. 78

Hepher establece que:

Es evidente que el efecto de la temperatura sobre la digestión es complejo. Por un lado, dicho factor influye en la actividad enzimática y la absorción, y por otro es compensado por el efecto sobre el tiempo que el alimento permanece en el tubo digestivo. A estos efectos debe agregarse el de la compensación de la temperatura. Debido a esta compensación, los peces aclimatados a altas temperaturas secretan menos cantidades relativas de enzimas que los aclimatados a menores temperaturas⁹¹.

6.4.2 Oxígeno disuelto. Los valores de oxígeno disuelto se mantuvieron en un promedio de $4,9 \pm 0,03$ mg/l (ANEXO 29). Estos valores durante el periodo de estudio estuvieron dentro del requerimiento normal para la especie, Argumedo⁹², comprobó que las arawanas crecen, se desarrollan y reproducen en un agua con promedio de oxígeno disuelto iguales o superiores a 4,2 mg/l.

6.4.3 Potencial de hidrogeniones – pH. El pH promedio de los cuatro tratamientos investigados se mantuvo estable entre 6,7 y 6,8 (ANEXO 30). El registro obtenido para este parámetro indica que los valores son óptimos para el cultivo de arawana plateada (*O. bicirrhosum*). Esto lo confirma Argumedo⁹³, quien recomienda un rango de pH entre 6,5 y 8,5.

6.5 Análisis Económico. Se efectuó este análisis teniendo en cuenta los costos fijos y variables de las diferentes dietas experimentales, buscando como alternativa la formulación de un alimento propio generado a partir del manejo de residuos orgánicos de origen animal como es el caso de las vísceras de cachama, aplicando técnicas de ensilaje biológico, para la inclusión de la dieta en la producción de arawana plateada. Para este efecto se consideraron los costos de los alevinos de arawana, el valor de las materias primas utilizadas, insumos y mano de obra en la producción (Tabla 16).

⁹¹ HEPHER, Balfour. Op. Cit. P. 73

⁹² ARGUMEDO, Eric. Op. cit. p. 55-57

⁹³ Ibíd., p. 59

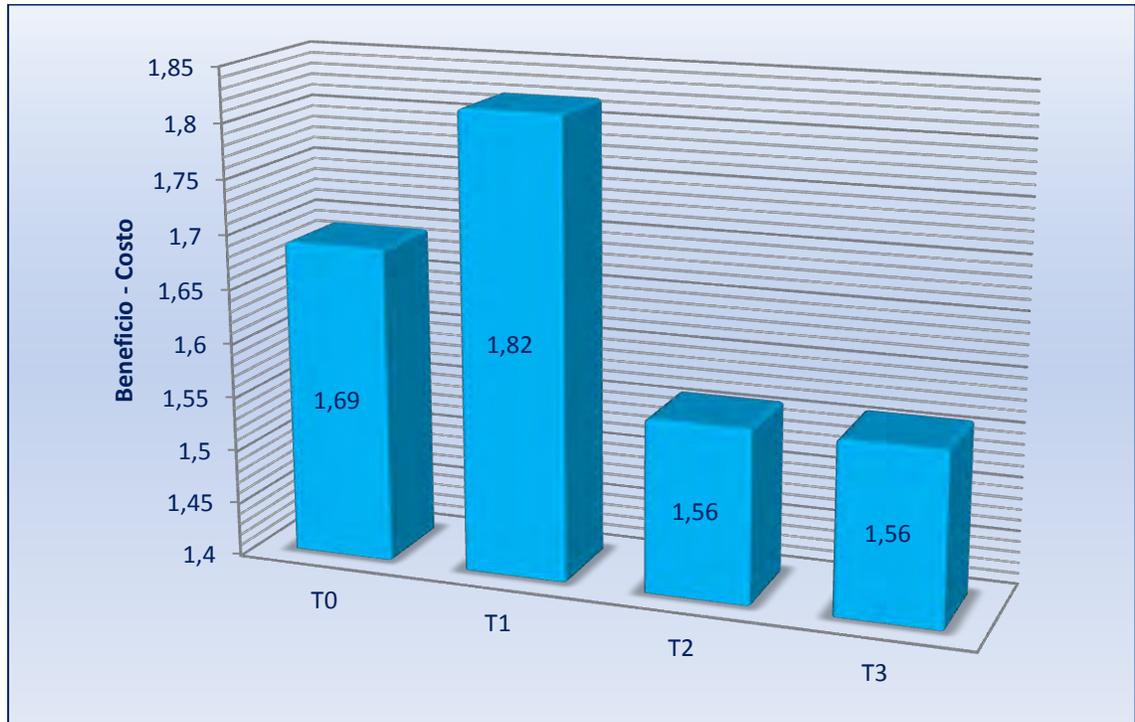
Tabla 16. Análisis Parcial de Costos

DETALLE	T0 (0% H.V.P.)	T1 (10% H.V.P.)	T2 (20% H.V.P.)	T3 (30% H.V.P.)
COSTOS FIJOS				
Alevinos de Arawana Plateada	180000	180000	180000	180000
Depreciación de materiales y equipos	15000	15000	15000	15000
Subtotal \$	195000	195000	195000	195000
COSTOS VARIABLES				
Hidrolizado de Vísceras de Pescado	0	11.15	23	34.5
Harina de pescado	517.5	373.75	230	115
Harina de Carne	250	268	250	200
Soyavit	646	608	585.2	693.5
Pambazo	54	13.5	13.5	6.75
Maíz Molido	51.3	81	20.7	9
Harina de Frijol Tostado	32	16	53.6	18.4
Aceite de Pescado	600	600	600	600
Ruvimix®	54	54	54	54
CMC	200	200	200	200
Costo Alimento por kilo	2404.8	2225.75	2030	1931.15
Costo de Alimentación	1010.016	703.337	669.9	560.0335
Producción (Insumos, Equipos, Mano de obra, Luz)	264200	264200	264200	264200
Subtotal \$	265210.016	264903.337	264869.9	264760.0335
TOTAL EGRESOS	460210.016	459903.337	459869.9	459760.0335
ANALISIS ECONOMICO				
Utilidad Bruta	780000	840000	7200000	7200000
Ingreso Neto (Utilidad Bruta – Total Egresos)	319789.984	380096.663	260130.1	260239.9665
RENTABILIDAD (Ingreso Neto/Total Egresos * 100)	69.48 %	82.64%	56.56%	56.56%
RELACION COSTO – BENEFICIO (UB/TE)	1.69	1.82	1.56	1.56

Para el análisis económico se tuvo en cuenta una sobrevivencia del 100% en todos los tratamientos, un precio de compra de los alevinos de \$3000 y de venta estimado de \$1000 por centímetro en la talla para el del ingreso neto.

La relación beneficio –costo estimado fue de 1,82 para el tratamiento T1, 1,69 para el tratamiento T0 y de 1,56 para los tratamientos T2 y T3, lo que determina que el tratamiento T1 que tiene una inclusión de 10% de extracto seco de hidrolizado de vísceras presenta un índice neto de rentabilidad más alto que los demás tratamientos (T1 82,64%). Lo anteriormente expuesto demuestra la viabilidad económica de utilizar la harina de hidrolizados de vísceras de cachama en la actividad acuícola, tanto en la producción de carne como en la producción ornamental. La incorporación de este tipo de ensilaje dentro de las dietas, permite trabajar con materias primas de alta digestibilidad, logrando desplazar la harina de pescado y otras harinas de alto costo, haciendo más rentable la elaboración del alimento de una forma más amigable con el medio ambiente. (Figura 16)

Figura 16. Relación Beneficio – Costo por Tratamiento.



7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

- ✓ Los coeficientes de digestibilidad del presente estudio, demuestran la capacidad de la arawana plateada para aprovechar eficazmente los distintos nutrientes aportados por las dietas experimentales elaboradas con extracto seco de hidrolizado de vísceras de cachama, como fuente de proteína animal.
- ✓ Los coeficientes de digestibilidad de proteína, extracto etéreo y energía para los diferentes tratamientos registraron valores superiores al 60%, demostrando la calidad nutricional de las dietas, representada por el perfil de aminoácidos indispensables, la interacción de nutrientes, contenido de ácidos grasos indispensables de la serie omega 3, vitaminas liposolubles e hidrosolubles y minerales suplementadas con extracto seco de hidrolizado de vísceras de cachama.
- ✓ Los coeficientes de digestibilidad del extracto no nitrogenado, registraron valores promedio superiores al 51%, lo cual indica que la especie a pesar de ser carnívora, puede utilizar carbohidratos solubles.
- ✓ El porcentaje de inclusión de harina de hidrolizado de vísceras, tiene un efecto estadísticamente significativo sobre el incremento de talla en los alevinos de arawana plateada, demostrando que con un máximo de 10 % de inclusión, tendrá un comportamiento similar a las dietas comerciales de mayor costo.
- ✓ Los resultados económicos confirman la viabilidad que tiene el uso de extractos secos de hidrolizados biológicos a base de vísceras o desechos de pescados, utilizándolo como un sustituto parcial de la harina de pescado.
- ✓ El mejor tratamiento desde el punto de vista del incremento de talla y relación beneficio – costo análisis fue el tratamiento T1 con un porcentaje de inclusión de 10% de harina de hidrolizado de vísceras de cachama.
- ✓ La sobrevivencia de los ejemplares en los cuatro tratamientos fue del 100%, los cuales exhibieron rusticidad a la manipulación y al stress causado por el manejo diario y los censos biométricos.
- ✓ Los parámetros fisicoquímicos registrados durante el ensayo, se mantuvieron dentro de los rangos adecuados para el manejo de la especie íctica objeto de estudio.

7.2 RECOMENDACIONES

- ✓ Incorporar el extracto seco de hidrolizado de vísceras en un 10% a las dietas prácticas para la alimentación de la especie íctica (*O. bicirrhosum*) como excelente materia prima de tipo proteico para sustituir la harina de pescado comercial.
- ✓ Evaluar esta materia prima en otras etapas de producción de la arawana y en diferentes especies ícticas de importancia acuícola.
- ✓ Promover la utilización de los desechos pesqueros utilizando la metodología descrita en esta investigación como una alternativa ecológica y económica para reducir los costos de producción y evitar la contaminación de los cuerpos de agua.
- ✓ Implementar estudios que logren consolidar el paquete tecnológico para el manejo y cultivo de la arawana plateada.

BIBLIOGRAFÍA

AGUDELO ZAMORA, H. D., LÓPEZ MACIAS, J. N., & SÁNCHEZ PÁEZ, C. L. Hábitos alimentarios de la Arawana (*Osteoglossum bicirrhosum* Vandelli, 1829) (Pisces: Osteoglossidae) en el alto río Putumayo, área del Parque Nacional Natural La Paya, Putumayo. EN: acta biológica Paranaese. [en línea]. 2007. Vol. 36. No. [Citado 2012-01-05]. Disponible en internet:https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:nx478jN8eDgJ:ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/acta/article/download/9665/6680+habitots+alimentarios+en+arawana&hl=es&gl=co&pid=bl&srcid=ADGEESh63sNXev03yC_44Ly6RLaMTb_wbxbaeZRoDBmrMJBXufQffThYz2qYta2UJcp28cK1GWUBxec6Ry3zU9j_nKubN0_Q5bH8b4GKjOk_9hpjU5bJl14fLsByrCqgq2P5-nZZTsW&sig=AHIEtbR8-vBbGSreulJjAWPqhoJm0E7Raw.

ARGUMEDO, Eric. Arawanas: manual para la cría comercial en cautiverio. Florencia, Colombia: Asociación de acuicultores de Caquetá (ACUICA), 2005. p. 16-17.

BELTRAN TUMAL, Diana; RIVERA ROSERO, Isabel. Adaptación de Postlarvas de Bagre Rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum*), al alimento inerte en diferentes tiempos de acostumbamiento, en el Laboratorio de Larvicultura - Universidad de Nariño. Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero en Producción Acuícola. Nariño, Colombia. Universidad de Nariño. 2013. P. 60.

CUAICAL TARAPUES, Yeni y VALLEJO VANEGAS, Evelyn. Evaluación del efecto de la densidad de siembra e inclusión de ácido ascórbico en una dieta utilizada en la fase de levante de arawana plateada (*Osteoglossum bicirrhosum, vandelli 1829*) cultivadas en jaulas. Trabajo de grado para optar el título de Ingeniería en Producción Acuícola. Universidad de Nariño. 2011. p. 30.

DELGADO, Mario y LOPEZ, Yeny. Coeficiente de digestibilidad real de dietas de levante elaboradas con harina de vísceras de pescado en la alimentación de Mojarra Patiana (*Cichlasoma ornatum*, Regan, 1905) mediante el método de óxido crómico y cámaras metabólicas. Trabajo de grado Ingeniero en Producción Acuícola. Nariño, Colombia. Universidad de Nariño. 2005. p. 40.

DUQUE ERAZO, Jorge. Coeficiente de digestibilidad aparente de la fracción proteica y energética de los principales ingredientes utilizados para juveniles de

carpa roja (*Cyprinus carpio haematopterus*). Trabajo de grado (ingeniería en producción acuícola). Pasto, Colombia. Universidad de Nariño, Facultad de ciencias pecuarias, Programa de Ingeniería en Producción Acuícola, p. 66.

EDIVALDO PEZZOTO, Luiz; MARIA BARROS, Margarida; MACHADO FRACOLOSSI, Devora; PESSEOBON CYRINO, Jose. Especies nativas para piscicultura no Brasil En: Nutrição de peixes, Brasil. 2004. p. 134.

GUILLAUME, J; KAUSHIK, S; BERGOT, P; METAILLER, R. Nutrición y alimentación de peces y crustáceos. Madrid, España: Mundi-Prensa. 2004. p. 83-86.

GUTIÉRREZ, Félix Walter; ZALDÍVAR, Javier; y CONTRERAS, Guadalupe. Coeficientes de Digestibilidad Aparente de Harina de Pescado Peruana y Maíz Amarillo Duro para *Colossoma macropomum (Actinopterygii characidae)*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú. 2009. 111p. (Citado 4 de marzo de 2013). Disponible en internet: <URL: <http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/biologia/v15n2/pdf/a18v15n2.pdf>.

HEPHER, Balfour. Nutrición de peces comerciales en estanques. Primera edición. México. Editorial limusa. 1993. P. 71-79

HERNANDEZ, Carolina. Estudio preliminar del levante de juveniles de Arawana plateada (*Osteoglossum bicirrhosum*) en sistema cerrado de recirculación en la estación experimental rio grande en el municipio de Cajicá (Cundinamarca). Trabajo de grado para optar por título de Biología. Bogotá D.C. Universidad Militar Nueva Granada. [en línea]. 2009. [citado 2012-11-04] p. 14. Disponible en internet:<<http://repository.unimilitar.edu.co:8090/bitstream/10654/895/1/Hernandez%20Carolina2009.pdf>>.

IZQUIERDO, cesar; SALAZAR, Diana. Coeficientes de digestibilidad del hidrolizado de vísceras de Cachama blanca, utilizado como fuente de proteína en la alimentación de alevinos de Cachama blanca (*Piaractus brachypomus*, Cuvier 1818) mediante el método de óxido crómico Cr_2O_3 y acuarios metabólicos. Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero En Producción Acuícola. Universidad de Nariño. 2012. P 55.

LANDINES, M.; SANABRIA, A., y DAZA. P., Producción de peces ornamentales en Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Bogotá, D.C. 2007. p. 10

LLANES, J. Digestibilidad aparente de los ensilajes de residuos pesqueros en tilapias rojas (*Oreochromis mossambicus* y *O. niloticus*). [en línea] Centro de Preparación Acuícola Mampostón. La Habana, Cuba. [citado 28 marzo de 2013] disponible en internet. <URL: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798-72692010000400006&script=sci_arttext.>

LLANES, José; TOLEDO, José; LAZO DE LA VEGA, José. Tecnología de producción de alimento semi-húmedo a base de ensilados de residuos pesqueros en la alimentación de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*). En: revista electrónica de veterinaria. Septiembre, 2007. Vol. VIII. No. 9. P. 4.

LOPEZ, José; CARDENAS, Viviana. Evaluación del efecto de la inclusión de probióticos e inmunoestimulantes en un alimento comercial, en el crecimiento y supervivencia de alevinos de arawana plateada (*osteoglossum bicirrhosum*) en condiciones de laboratorio. Trabajo de grado para optar por el título de ingeniería en producción acuícola. Universidad de Nariño. 2010. P. 58

LÓPEZ MACIAS, J. Nutrición y alimentación de Especies de aguas frías, medias y cálidas de importancia acuícola. Conferencias mimeografiadas. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia. Pasto, Colombia. 1997. p. 32

----- . Nutrición y Alimentación Piscícola. En publicación. Pasto, Colombia. Universidad de Nariño. 2012. p. 322.

MACARENA, N. y ALVAREZ, L. Comercio de peces ornamentales en Colombia. En: Acta biológica colombiana. [en línea] Febrero, 2008. Vol. 12, N.1. p. 39. [Citado 2012-05-02] Disponible en internet: <<http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v13n1/v13n1a2.pdf>>

MOREIRA DA SILVA, Jorge, et al. Digestibilidade aparente dos nutrientes e energia de ração suplementada com enzimas digestivas exógenas para juvenis de tambaqui (*Colosssoma macropomum* Cuvier, 1818). Acta Amazónica. 2007. p. 160. [citado el 14 de abril de 2013]. Disponible en internet:<URL: <http://acta.inpa.gov.br/fasciculos/37-1/PDF/v37n1a21.pdf>.

MORENO POVEDA, Marcela. Digestibilidad aparente de materias primas comunes y alternativas. Trabajo de grado zootecnia. Bogotá, D.C. Universidad Nacional. 2010. P 9.

OLAYA, Carolina; RAMÍREZ, Edwin y GIRALDO, Hernán. Estudio Preliminar del Levante de Juveniles de Arawana Plateada (*Osteoglossum bicirrosus*) en Sistemas Cerrados de Recirculación. EN: Revista Facultad de Ciencias Básicas. Universidad Militar Nueva Granada. 2010., 98p. (Citado 4 de marzo de 2013). Disponible en internet: <URL: <http://www.umng.edu.co/documents/63968/70144/ARAWANA>.

PALACIOS, Pedro. Evaluación comparativa de dos estimulantes de crecimiento tipo probiótico y prebiótico en el levante y ceiba del sábalo amazónico (*Brycon melanopterus* Cope, 1872) en el Centro Experimental Amazónico, Putumayo. Tesis de grado. Pasto Colombia: Universidad de Nariño, Ingeniería en Producción Acuícola, 2007. p. 109.

RIBEYRO, Olaff; GUERRA, Franco; RODRIGUEZ, Luciano; ISMIÑO, Rosal; NÚÑEZ, Jesús; CHU-KOO, Fred. Crecimiento y utilización de alimento en alevinos de arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* alimentados con tres frecuencias alimenticias. En: Folia amazónica. Febrero, 2009. Vol. 18. No. 1-2. P. 75-80

RODRÍGUEZ, Liliana; URQUIJO, Adriana y LANDINES, Miguel. Influencia de la densidad de siembra sobre el crecimiento y supervivencia de larvas de Arawana (*Osteoglossum bicirrhosum*). p.1.

ROJAS RIOS, Gloria. Plan de manejo de alevinos de *Osteoglossum bicirrhosum* "arahuana" en la Cuenca Yanayacu Pucate, reserva nacional Pacaya Samiria. En: Pro Naturaleza. [en línea]. 2005. [citado 2011-11-04] Disponible en internet: <<http://www.ibcperu.org/doc/isis/7129.pdf>>

RUBIANO, W; LANDINES, M. evaluación del crecimiento de *Osteoglossum bicirrhosum* durante la fase larva-alevino. Bogotá, Colombia. 2007. P. 1. [Citado 2011-11-21] disponible en internet: <<http://www.veterinaria.unal.edu.co/eventos/e/valor%20agregado.ppt>> .

RUEDA, Wilson E.; VÁSQUEZ, Walter y GUTIÉRREZ, Mariana. Digestibilidad de fosforo y proteína de raciones suplementadas con fitasa en tilapia, *Oreochromis* sp. [en línea]. Villavicencio, Colombia. p. 22. (Citado Febrero de 2013).

<Disponible en internet: URL:
<http://www.scielo.org.co/pdf/rori/v16n1/v16n1a03.pdf>.

SALINAS COY, Y., *et al.* Catalogo de la Biodiversidad en Colombia. *Osteoglossum bicirrhosum* (Cuvier, 1829). [en línea]. 2007. [Citado 2012-05-12]. Disponible en internet: <<http://www.siac.net.co/sib/catalogoespecies/especie.do?idBuscar=539&method=displayAAT>>

SÁNCHEZ, C.L; CHAPARRO, J.P; ALONSO, J.C y AGUDELO, E. Ensayos de levante de alevinos de arawana *Osteoglossum bicirrhosum* en sistemas semi-naturales. Parque nacional natural la Paya, río Putumayo- amazonia colombiana. En: IV seminario nacional de acuicultura. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, (21-25 de noviembre, 2005). p. 115.

SPANOPOULOS-HERNANDEZ, M., *et al.* Producción de ensilados biológicos a partir de desechos de pescado, del ahumado de atún aleta amarilla (*Thunnusalbacares*) y del fileteado de tilapia (*Oreochromis*), para la alimentación de especies acuícolas. [en línea]. Revista Mexicana de Ingeniería Química, vol. 9, núm. 2, Iztapalapa Distrito Federal, México. 2010. [citado 5 de dic., 2011]. Disponible en internet: <URL: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62016248004>.

TACON, Albert. Utilización de origen animal en la nutrición de peces. Fish Nutrition Research Laboratory. University of Guelph. [en línea] Dept. of Animal and Poultry Science. Canadá. [citado 12 abril de 2013] disponible en internet. <URL: <http://www.uoguelph.ca/fishnutrition>.

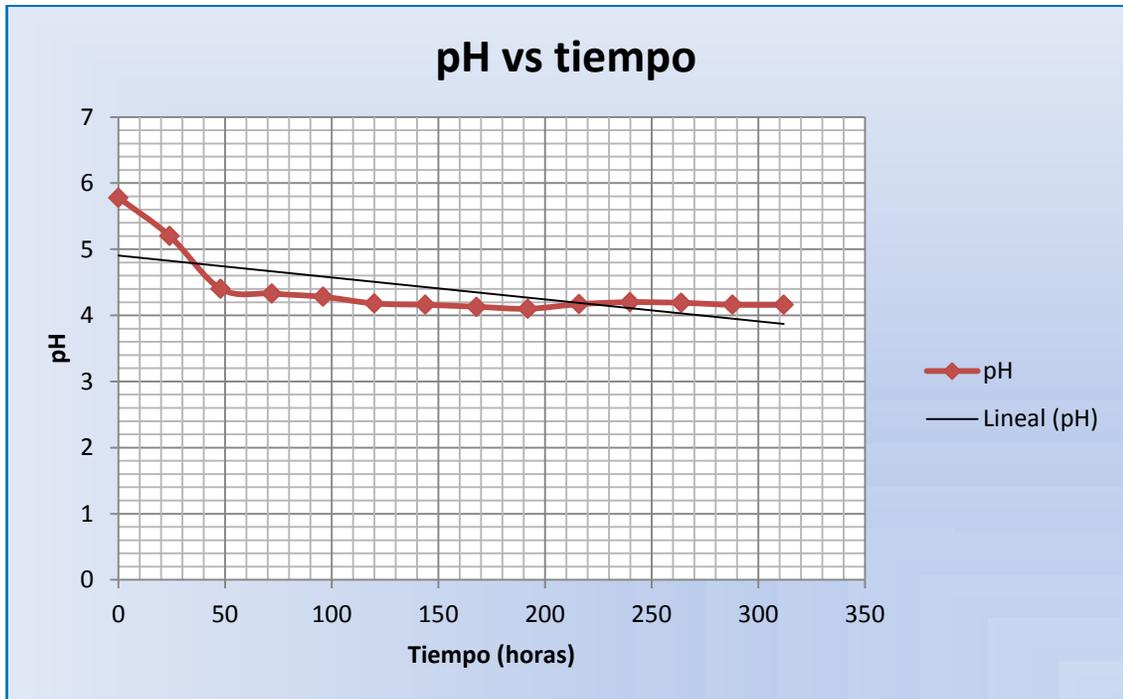
VASQUEZ TORRES, Walter. Principios de Nutrición Aplicada al Cultivo de Peces. Universidad de los Llanos. 2004. P. 35.

VELASCO SANTAMARIA, Y; CORREDOR SANTAMARIA, W. Nutritional requirements of freshwater ornamental fish: a review. [en línea]. Córdoba, Colombia. Revista MVZ Córdoba, vol.16 num 2, 2011. p. 2 [Citado 25 de abr., 2012]. Disponible en internet: URL:<<http://www.slashdocs.com/iwuqsp/nutritional-requirements-of-freshwater-ornamental-fish-areview.html>>

VERGARA, J.; HAROUN, R; GONZÁLEZ, M.N; MOLINA, L; BRIZ, M.O; BOYRA, A; GUTIÉRREZ, L. y BALLESTA, A. Evaluación de Impacto Ambiental de Acuicultura en Jaulas en Canarias. [en línea] España. Oceanográfica: Educación, Divulgación y Ciencia. 2005 [citado 2012-11-05]. Disponible en internet: <<http://www.bioges.org/ufiles/Impacto%20Jaulas.pdf>>

ANEXOS

ANEXO 1. Gráfica del comportamiento de pH en hidrolizado.



ANEXO 2. Restricción de algunos ingredientes en dietas para peces.

INGREDIENTES	RESTRICCIÓN %	CAUSA DE LA RESTRICCIÓN
Harina de Pescado	4 – 20	Alto contenido de calcio
Harina de Carne	<25	Alto contenido de calcio
Harina de Carne y Huesos	<15	Alto contenido de calcio, AAE limitantes
Harina de Vísceras	<20	Alto contenido de grasas, AAE limitantes
Harina de Plumas	<10	Baja palatabilidad, AAE limitantes
Harina de Sangre	<10	AAE limitantes, alto contenido de Fe, baja palatabilidad
Torta de soya	SR o RC	Baja palatabilidad, RC para peces carnívoros
Torta de Soya Integral	<3	Alto contenido de aceite
Torta de Algodón	RC 20 – 30	Gossipol, AAE limitantes, alta fibra
Maíz	SR o RC	RC para nivel total de almidón en dietas para carnívoros
Sorgo	<20	Taninos y baja palatabilidad
Salvado de Trigo	<25	Alto contenido de fibra
Salvado de Arroz	<15	Alto contenido de grasa y fibra, fitatos, rancificación

(SR= Sin restricciones; RC= restricción condicionada)
Fuente: Vásquez (2004)

ANEXO 3. Análisis bromatológico harina de pescado.

 Universidad de Nariño	SECCIÓN DE LABORATORIOS		Código: LBE-PRS-FR-76	
			Página: 1 de 1	
			Versión: 1	
	REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO BROMATOLOGÍA		Vigente a partir de: 26/04/2010	

DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA		Reporte No.	LB-R-059A-12
Solicitante:	John Alexander Meneses	Muestra:	Harina de Pescado	Código lab	292
Dirección:	Mz C Casa 66 B/ Quillasinga. Pasto	Procedencia:	Pasto		
cc / nit:	1.085.274.177				
Teléfono:	320 613 7767	Fecha de Muestreo	DD 16 MM 05 AA 12		
e-mail	jomero1@hotmail.com	Fecha Recepción Muestra	DD 16 MM 05 AA 12		
		Fecha Reporte	DD 19 MM 06 AA 12		
ANÁLISIS SOLICITADO		Proximal, Energía			

PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE DE DETECCIÓN	Harina de Pescado	
					B.P.S.	B.S.
Humedad	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	7,61	
Materia seca	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	92,4	
Ceniza	Incineración mufla	Gravimétrica	g/100g	-	7,46	8,08
Extracto etéreo	Extracción Soxhlet	Gravimétrica	g/100g	-	11,8	12,7
Fibra cruda	Digestión ácida-básica. Crisol Gooch	Gravimétrica	g/100g	-	0	0
Proteína	Kjeldahl (N*6,25)	Volumétrica	g/100g	-	48,5	52,5
Extracto No Nitrogenado	Cálculo matemático	Cálculo matemático	g/100g	-	24,6	26,7
Energía	Bomba calorimétrica	Calorimétrica	Kcal/100g	-	485	525

OBSERVACIONES	RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA B.P.S.: Base Parcialmente Seca B.S.: Base Seca
Aseguramiento de Calidad de Resultados	Resolución ICA 3899 del 26 de Septiembre de 1994 como Laboratorio de Análisis Químico y Bromatológico para el Control de Calidad de Alimentos para animales. Certificado Icontec GP-CER 112092 NTCPR 100:2009 Certificado Icontec SG-CER 110449 ISO 9001:2008 - NTC ISO 9001 : 2008 Certificado IQNET CO-SE-CER 110449

ANEXO 4. Análisis bromatológico harina de carne.

 Universidad de Nariño	SECCIÓN DE LABORATORIOS		Código: LBE-PRS-FR-76	
			Página: 1 de 1	
			Versión: 1	
	REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO BROMATOLOGÍA		Vigente a partir de: 26/04/2010	

DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA		Reporte No.	LB-R-059B-12	
Solicitante:	John Alexander Meneses	Muestra:	Harina de Carne	Código lab	293	
Dirección:	Mz C Casa 66	Procedencia:		Insupec. Cali		
B/ Quillasinga:	Pasto					
cc / nit:	1.085.274.177					
Teléfono:	320 613 7767	Fecha de Muestreo	DD 16 MM 05 AA 12			
e-mail:	jomero1@hotmail.com	Fecha Recepción Muestra	DD 16 MM 05 AA 12			
		Fecha Reporte	DD 19 MM 06 AA 12			
ANÁLISIS SOLICITADO		Proximal, Energía				

PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE DE DETECCIÓN	Harina de Carne	
					B.P.S.	B.S.
Humedad	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	7,02	
Materia seca	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	93,0	
Ceniza	Incineración mufla	Gravimétrica	g/100g	-	5,91	6,35
Extracto etéreo	Extracción Soxhlet	Gravimétrica	g/100g	-	23,1	24,8
Fibra cruda	Digestión ácida-básica. Crisol Gooch	Gravimétrica	g/100g	-	0	0
Proteína	Kjeldahl (N*6,25)	Volumétrica	g/100g	-	58,7	63,2
Extracto No Nitrogenado	Cálculo matemático	Cálculo matemático	g/100g	-	5,27	5,67
Energía	Bomba calorimétrica	Calorimétrica	Kcal/100g	-	579	623

OBSERVACIONES	RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA B.P.S.: Base Parcialmente Seca B.S.: Base Seca
Aseguramiento de Calidad de Resultados	Resolución ICA 3899 del 26 de Septiembre de 1994 como Laboratorio de Análisis Químico y Bromatológico para el Control de Calidad de Alimentos para animales. Certificado Icontec GP-CER 112092 NTCPR 100:2009 Certificado Icontec SG-CER 110449 ISO 9001:2008 - NTC ISO 9001 : 2008 Certificado IQNET CO-SE-CER 110449

ANEXO 5. Análisis bromatológico soyavit.

 Universidad de Nariño	SECCIÓN DE LABORATORIOS			Código: LBE-PRS-FR-76
	REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO BROMATOLOGÍA			Página: 1 de 1
				Versión: 1
	Vigente a partir de:			
				26/04/2010

DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA		Reporte No.	LB-R-059C-12	
Solicitante:	John Alexander Meneses	Muestra Soyavit. Tamizado 450µm		Código lab	294	
Dirección:	Mz C Casa 66	Procedencia Insupec. Cali				
B/ Quillasinga.	Pasto					
cc / nit:	1.085.274.177					
Teléfono:	320 613 7767	Fecha de Muestreo	DD 16 MM 05 AA 12			
e-mail	jomero1@hotmail.com	Fecha Recepción Muestra	DD 16 MM 05 AA 12			
		Fecha Reporte	DD 19 MM 06 AA 12			
ANÁLISIS SOLICITADO		Proximal, Energía				

PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE DE DETECCIÓN	Soyavit	
					B.P.S.	B.S.
Humedad	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	7,01	
Materia seca	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	93,0	
Ceniza	Incineración mufla	Gravimétrica	g/100g	-	6,38	6,86
Extracto etéreo	Extracción Soxhlet	Gravimétrica	g/100g	-	0,82	0,88
Fibra cruda	Digestión ácida-básica. Crisol Gooch	Gravimétrica	g/100g	-	4,61	4,96
Proteína	Kjeldahl (N*6,25)	Volumétrica	g/100g	-	46,2	49,7
Extracto No Nitrogenado	Cálculo matemático	Cálculo matemático	g/100g	-	35,0	37,6
Energía	Bomba calorimétrica	Calorimétrica	Kcal/100g	-	432	465

OBSERVACIONES	RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA B.P.S.: Base Parcialmente Seca B.S.: Base Seca
Aseguramiento de Calidad de Resultados	Resolución ICA 3889 del 26 de Septiembre de 1994 como Laboratorio de Análisis Químico y Bromatológico para el Control de Calidad de Alimentos para animales. Certificado Icontec GP-CER 112092 NTCPR 100:2009 Certificado Icontec SG-CER 110449 ISO 9001:2008 - NTC ISO 9001 ; 2008 Certificado IQNET CO-SE-CER 110449

ANEXO 6. Análisis bromatológico harina de frijol tostado.

 Universidad de Nariño	SECCIÓN DE LABORATORIOS		Código: LBE-PRS-FR-76			
			Página: 1 de 1			
			Versión: 1			
	REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO BROMATOLOGÍA		Vigente a partir de: 26/04/2010			
DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA		Reporte No. LB-R-059D-12		
Solicitante: John Alexander Meneses		Muestra: Harina de Frijol Tostado. Tamizado 450µm		Código lab 295		
Dirección: Mz C Casa 66 B/ Quillasinga. Pasto		Procedencia: Pasto				
cc / nit: 1.085.274.177						
Teléfono: 320 613 7767		Fecha de Muestreo DD 16 MM 05 AA 12				
e-mail: jomero1@hotmail.com		Fecha Recepción Muestra DD 16 MM 05 AA 12				
		Fecha Reporte DD 19 MM 06 AA 12				
ANÁLISIS SOLICITADO		Proximal, Energía				
PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE DE DETECCIÓN	Harina de Frijol tostado	
					B.P.S.	B.S.
Humedad	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	6,63	
Materia seca	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	93,4	
Ceniza	Incineración mufla	Gravimétrica	g/100g	-	7,38	7,90
Extracto etéreo	Extracción Soxhlet	Gravimétrica	g/100g	-	1,35	1,45
Fibra cruda	Digestión ácida-básica. Crisol Gooch	Gravimétrica	g/100g	-	8,28	8,87
Proteína	Kjeldahl (N*6,25)	Volumétrica	g/100g	-	22,4	24,0
Extracto No Nitrogenado	Cálculo matemático	Cálculo matemático	g/100g	-	54,0	57,8
Energía	Bomba calorimétrica	Calorimétrica	Kcal/100g	-	376	403
OBSERVACIONES	RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA B.P.S.: Base Parcialmente Seca B.S.: Base Seca					
Aseguramiento de Calidad de Resultados	Resolución ICA 3699 del 26 de Septiembre de 1994 como Laboratorio de Análisis Químico y Bromatológico para el Control de Calidad de Alimentos para animales. Certificado Icoontec GP-CER 112092 NTCPR 100:2009 Certificado Icoontec SG-CER 110449 ISO 9001:2008 - NTC ISO 9001 : 2008 Certificado IQNET CO-SE-CER 110449					

ANEXO 7. Análisis bromatológico pambazo.

 Universidad de Nariño	SECCIÓN DE LABORATORIOS			Código: LBE-PRS-FR-76
	REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO BROMATOLOGÍA			Página: 1 de 1
				Versión: 1
				Vigente a partir de: 26/04/2010

DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA		Reporte No.	LB-R-059E-12
Solicitante:	John Alexander Meneses	Muestra Pambazo. Tamizado 450µm		Código lab	296
Dirección:	Mz C Casa 66 B/ Quillasinga. Pasto	Procedencia Pasto			
cc / nit:	1.085.274.177				
Teléfono:	320 613 7767	Fecha de Muestreo	DD 16 MM 05 AA 12		
e-mail	jomero1@hotmail.com	Fecha Recepción Muestra	DD 16 MM 05 AA 12		
		Fecha Reporte	DD 19 MM 06 AA 12		
ANÁLISIS SOLICITADO		Proximal, Energía			

PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE DE DETECCIÓN	Pambazo	
					B.P.S.	B.S.
Humedad	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	9,60	
Materia seca	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	90,4	
Ceniza	Incineración mufla	Gravimétrica	g/100g	-	3,30	3,65
Extracto etéreo	Extracción Soxhlet	Gravimétrica	g/100g	-	4,28	4,73
Fibra cruda	Digestión ácida-básica. Crisol Gooch	Gravimétrica	g/100g	-	6,98	7,72
Proteína	Kjeldahl (N*6,25)	Volumétrica	g/100g	-	15,7	17,4
Extracto No Nitrogenado	Cálculo matemático	Cálculo matemático	g/100g	-	60,2	66,5
Energía	Bomba calorimétrica	Calorimétrica	Kcal/100g	-	417	461

OBSERVACIONES	RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA B.P.S.: Base Parcialmente Seca B.S.: Base Seca
Aseguramiento de Calidad de Resultados	Resolución ICA 3689 del 26 de Septiembre de 1994 como Laboratorio de Análisis Químico y Bromatológico para el Control de Calidad de Alimentos para animales. Certificado Icontec GP-CER 112092 NTCPR 100:2009 Certificado Icontec SG-CER 110449 ISO 9001:2008 - NTC ISO 9001 : 2008 Certificado IQNET CO-SE-CER 110449

ANEXO 8. Análisis bromatológico maíz molido.

 Universidad de Nariño	SECCIÓN DE LABORATORIOS			Código: LBE-PRS-FR-76		
	REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO BROMATOLOGÍA			Página: 1 de 1		
				Versión: 1		
				Vigente a partir de: 26/04/2010		
DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA		Reporte No. LB-R-059F-12		
Solicitante: John Alexander Meneses	Muestra Maiz molido. Tamizado 450µm			Código lab 297		
Dirección: Mz C Casa 66 B/ Quillasinga. Pasto	Procedencia Insupec. Cali					
cc / nit: 1.085.274.177						
Teléfono: 320 613 7767	Fecha de Muestreo		DD 16 MM 05 AA 12			
e-mail jomero1@hotmail.com	Fecha Recepción Muestra		DD 16 MM 05 AA 12			
	Fecha Reporte		DD 19 MM 06 AA 12			
ANÁLISIS SOLICITADO		Proximal, Energía				
PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE DE DETECCIÓN	Maiz molido	
					B.P.S.	B.S.
Humedad	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	10,4	
Materia seca	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	89,6	
Ceniza	Incineración mufla	Gravimétrica	g/100g	-	0,30	0,33
Extracto etéreo	Extracción Soxhlet	Gravimétrica	g/100g	-	4,14	4,62
Fibra cruda	Digestión ácida-básica. Crisol Gooch	Gravimétrica	g/100g	-	1,82	2,03
Proteína	Kjeldahl (N*6,25)	Volumétrica	g/100g	-	7,39	8,25
Extracto No Nitrogenado	Cálculo matemático	Cálculo matemático	g/100g	-	76,0	84,8
Energía	Bomba calorimétrica	Calorimétrica	Kcal/100g	-	396	442
OBSERVACIONES	RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA					
	B.P.S.: Base Parcialmente Seca			B.S.: Base Seca		
Aseguramiento de Calidad de Resultados	Resolución ICA 3699 del 28 de Septiembre de 1994 como Laboratorio de Análisis Químico y Bromatológico para el Control de Calidad de Alimentos para animales. Certificado Isontec GP-CER 112092 NTCPR 100:2009 Certificado Isontec SG-CER 110448 ISO 9001:2008 - NTC ISO 9001 : 2008 Certificado IQNET CO-SE-CER 110449					

ANEXO 9. Análisis bromatológico harina de hidrolizado biológico de vísceras de cachama.

 Universidad de Nariño	SECCIÓN DE LABORATORIOS			Código: LBE-PRS-FR-76
	REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO BROMATOLOGÍA			Página: 1 de 1
				Versión: 1
				Vigente a partir de: 26/04/2010

DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA		Reporte No.	LB-R-078-12	
Solicitante:	John Alexander Meneses	Muestra:	Harina de Hidrolizado biológico de vísceras de cachama	Código lab	452	
Dirección:	Mz C Casa 66 B/ Quillasinga. Pasto	Procedencia:	Laboratorio Programa Ingeniería en Producción Acuícola. Pasto			
cc / nit:	1.085.274.177	Fecha de Muestreo	DD 02 MM 08 AA 12			
Teléfono:	320 613 7767	Fecha Recepción Muestra	DD 02 MM 08 AA 12			
e-mail	jomero1@hotmail.com	Fecha Reporte	DD 02 MM 08 AA 12			
ANÁLISIS SOLICITADO		Proximal, Energía				

PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE DE DETECCIÓN	Hidrolizado	
					B.P.S.	B.S.
Humedad	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	10,7	
Materia seca	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	89,3	
Ceniza	Incineración mufla	Gravimétrica	g/100g	-		
Extracto etéreo	Extracción Soxhlet	Gravimétrica	g/100g	-	23,5	26,3
Fibra cruda	Digestión ácida-básica. Bolsas Ankom	Gravimétrica	g/100g	-		
Proteína	Kjeldahl (N*6,25)	Volumétrica	g/100g	-	33,7	37,7
Extracto No Nitrogenado	Cálculo matemático	Cálculo matemático	g/100g	-		
Energía	Bomba calorimétrica	Calorimétrica	Kcal/100g	-	516	577

OBSERVACIONES	RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA B.P.S.: Base Parcialmente Seca B.S.: Base Seca
Aseguramiento de Calidad de Resultados	Resolución ICA 3099 del 28 de Septiembre de 1994 como Laboratorio de Análisis Químico y Bromatológico para el Control de Calidad de Alimentos para animales. Certificado Icontec GP-CER 112092 NTCPR 100:2009 Certificado Icontec SG-CER 110449 ISO 9001:2008 - NTC ISO 9001 : 2008 Certificado IQNET CO-SE-CER 110449

ANEXO 10. Análisis bromatológico tratamiento 0

 Universidad de Nariño	SECCIÓN DE LABORATORIOS		Código: LBE-PRS-FR-76			
			Página: 1 de 1			
			Versión: 1			
	REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO BROMATOLOGÍA		Vigente a partir de: 26/04/2010			
DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA		Reporte No. LB-R-003A-13		
Solicitante: Mario Fernando Paz Argoty	Muestra: T 0. Balanceado alevinos Arawana plateada		Código lab	006		
Dirección: Carrera 5E No. 16 - 35 B/ Miraflores. Pasto	Osteoglossum bicirrosom. (0 % harina hidrolizado de vísceras)		Procedencia Laboratorio de Producción Animal, Universidad Nacional. Bogotá			
cc / nit: 87.065.361	Fecha de Muestreo		DD 20 MM 08 AA 12			
Teléfono: 315 380 4884	Fecha Recepción Muestra		DD 09 MM 01 AA 13			
e-mail: marioferok@hotmail.com	Fecha Reporte		DD 11 MM 02 AA 13			
ANÁLISIS SOLICITADO		Proximal, Energía, óxido crómico				
PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE DE DETECCIÓN	T 0. Balanceado	
					B.P.S.	B.S.
Humedad	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	7,13	
Materia seca	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	92,9	
Ceniza	Incineración mufla	Gravimétrica	g/100g	-	6,96	7,49
Extracto etéreo	Extracción Soxhlet	Gravimétrica	g/100g	-	10,6	11,4
Fibra cruda	Digestión ácida-básica. Bolsas Ankom	Gravimétrica	g/100g	-	2,06	2,21
Proteína	Kjeldahl (N*6,25)	Volumétrica	g/100g	-	47,4	51,1
Extracto No Nitrogenado	Cálculo matemático	Cálculo matemático	g/100g	-	25,8	27,8
Energía	Bomba calorimétrica	Calorimétrica	Kcal/100g	-	485	523
Cr ₂ O ₃	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	mg/Kg	-	0,81	0,87
OBSERVACIONES	RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA B.P.S.: Base Parcialmente Seca B.S.: Base Seca					
Aseguramiento de Calidad de Resultados	Resolución ICA 3699 del 26 de Septiembre de 1994 como Laboratorio de Análisis Químico y Bromatológico para el Control de Calidad de Alimentos para animales. Certificado Icontec GP-CER 112092 NTCPR 100:2009 Certificado Icontec SG-CER 110449 ISO 9001:2008 - NTC ISO 9001 : 2008 Certificado IQNET CO-SE-CER 110449					

ANEXO 11. Análisis bromatológico tratamiento 1

 Universidad de Nariño	SECCIÓN DE LABORATORIOS		Código: LBE-PRS-FR-76			
			Página: 1 de 1			
			Versión: 1			
	REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO BROMATOLOGÍA		Vigente a partir de: 26/04/2010			
DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA		Reporte No. LB-R-003B-13		
Solicitante: Mario Fernando Paz Argoty		Muestra T 1. Balanceado alevinos Arawana plateada <i>Osteoglossum bicirrosom</i> . (10 % harina hidrolizado de vísceras)		Código lab 007		
Dirección: Carrera 5E No. 16 - 35 B/ Miraflores. Pasto		Procedencia Laboratorio de Producción Animal, Universidad Nacional. Bogotá				
cc / nit: 87.065.361						
Teléfono: 315 380 4884		Fecha de Muestreo DD 20 MM 08 AA 12				
e-mail marioferok@hotmail.com		Fecha Recepción Muestra DD 09 MM 01 AA 13				
		Fecha Reporte DD 11 MM 02 AA 13				
ANÁLISIS SOLICITADO		Proximal, Energía, óxido crómico				
PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE DE DETECCIÓN	T 1. Balanceado	
					B.P.S.	B.S.
Humedad	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	4,90	
Materia seca	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	95,1	
Ceniza	Incineración mufla	Gravimétrica	g/100g	-	7,19	7,57
Extracto etéreo	Extracción Soxhlet	Gravimétrica	g/100g	-	12,0	12,6
Fibra cruda	Digestión ácida-básica. Bolsas Ankom	Gravimétrica	g/100g	-	1,12	1,18
Proteína	Kjeldahl (N*6,25)	Volumétrica	g/100g	-	49,1	51,7
Extracto No Nitrogenado	Cálculo matemático	Cálculo matemático	g/100g	-	25,7	27,0
Energía	Bomba calorimétrica	Calorimétrica	Kcal/100g	-	480	504
Cr ₂ O ₃	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	mg/Kg	-	0,87	0,91
OBSERVACIONES	RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA B.P.S.: Base Parcialmente Seca B.S.: Base Seca					
Aseguramiento de Calidad de Resultados	Resolución ICA 3899 del 26 de Septiembre de 1994 como Laboratorio de Análisis Químico y Bromatológico para el Control de Calidad de Alimentos para animales. Certificado Icontec GP-CER 112082 NTCPR 100:2009 Certificado Icontec SG-CER 110449 ISO 9001:2008 - NTC ISO 9001 : 2008 Certificado IQNET CO-SE-CER 110449					

ANEXO 12. Análisis bromatológico tratamiento 2

 Universidad de Nariño	SECCIÓN DE LABORATORIOS		Código: LBE-PRS-FR-76			
			Página: 1 de 1			
			Versión: 1			
	REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO BROMATOLOGÍA		Vigente a partir de: 26/04/2010			
DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA	Reporte No.	LB-R-003C-13		
Solicitante: Mario Fernando Paz Argoty		Muestra T 2. Balanceado alevinos Arawana plateada <i>Osteoglossum bicirrosom</i> . (20 % harina hidrolizado de vísceras)	Código lab	008		
Dirección: Carrera 5E No. 16 - 35 B/ Miraflores. Pasto		Procedencia Laboratorio de Producción Animal, Universidad Nacional. Bogotá				
cc / nit: 87.065.361						
Teléfono: 315 380 4884		Fecha de Muestreo	DD 20 MM 08 AA 12			
e-mail: marioferok@hotmail.com		Fecha Recepción Muestra	DD 09 MM 01 AA 13			
		Fecha Reporte	DD 11 MM 02 AA 13			
ANÁLISIS SOLICITADO		Proximal, Energía, óxido crómico				
PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE DE DETECCIÓN	T 2. Balanceado	
					B.P.S.	B.S.
Humedad	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	5,43	
Materia seca	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	94,6	
Ceniza	Incineración mufla	Gravimétrica	g/100g	-	8,00	8,45
Extracto etéreo	Extracción Soxhlet	Gravimétrica	g/100g	-	12,5	13,3
Fibra cruda	Digestión ácida-básica. Bolsas Ankom	Gravimétrica	g/100g	-	2,27	2,40
Proteína	Kjeldahl (N*6,25)	Volumétrica	g/100g	-	48,5	51,3
Extracto No Nitrogenado	Cálculo matemático	Cálculo matemático	g/100g	-	23,2	24,6
Energía	Bomba calorimétrica	Calorimétrica	Kcal/100g	-	468	495
Cr ₂ O ₃	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	mg/Kg	-	0,90	0,96
OBSERVACIONES	RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA					
	B.P.S.: Base Parcialmente Seca B.S.: Base Seca					
Aseguramiento de Calidad de Resultados	Resolución ICA 3899 del 28 de Septiembre de 1994 como Laboratorio de Análisis Químico y Bromatológico para el Control de Calidad de Alimentos para animales. Certificado Icoontec GP-CER 112092 NTCPR 100:2009 Certificado Icoontec SG-CER 110449 ISO 9001:2008 - NTC ISO 9001 : 2008 Certificado IQNET CO-SE-CER 110449					

ANEXO 13. Análisis bromatológico tratamiento 3

 Universidad de Nariño	SECCIÓN DE LABORATORIOS		Código: LBE-PRS-FR-76	
			Página: 1 de 1	
			Versión: 1	
	REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO BROMATOLOGÍA		Vigente a partir de: 26/04/2010	

DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA		Reporte No.	LB-R-003D-13
Solicitante:	Mario Fernando Paz Argoty	Muestra	T 3. Balanceado alevinos Arawana plateada <i>Osteoglossum biciriosum</i> . (30 % harina hidrolizado de vísceras)	Código lab	009
Dirección:	Carrera 5E No. 16 - 35 B/ Miraflores. Pasto	Procedencia	Laboratorio de Producción Animal, Universidad Nacional. Bogotá		
cc / nit:	87.065.361	Fecha de Muestreo	DD 20 MM 08 AA 12		
Teléfono:	315 380 4884	Fecha Recepción Muestra	DD 09 MM 01 AA 13		
e-mail	marioferok@hotmail.com	Fecha Reporte	DD 11 MM 02 AA 13		
ANÁLISIS SOLICITADO		Proximal, Energía, óxido crómico			

PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE DE DETECCIÓN	T 3. Balanceado	
					B.P.S.	B.S.
Humedad	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	7,02	
Materia seca	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	93,0	
Ceniza	Incineración mufla	Gravimétrica	g/100g	-	7,98	8,59
Extracto etéreo	Extracción Soxhlet	Gravimétrica	g/100g	-	13,6	14,6
Fibra cruda	Digestión ácida-básica. Bolsas Ankom	Gravimétrica	g/100g	-	2,33	2,51
Proteína	Kjeldahl (N*6,25)	Volumétrica	g/100g	-	48,7	52,4
Extracto No Nitrogenado	Cálculo matemático	Cálculo matemático	g/100g	-	20,4	21,9
Energía	Bomba calorimétrica	Calorimétrica	Kcal/100g	-	453	487
Cr ₂ O ₃	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	mg/Kg	-	0,85	0,92

OBSERVACIONES	RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA B.P.S.: Base Parcialmente Seca B.S.: Base Seca
Aseguramiento de Calidad de Resultados	Resolución ICA 3899 del 26 de Septiembre de 1994 como Laboratorio de Análisis Químico y Bromatológico para el Control de Calidad de Alimentos para animales. Certificado Icontec GP-CER 112092 NTCPR 100:2009 Certificado Icontec SG-CER 110449 ISO 9001:2008 - NTC ISO 9001 : 2008 Certificado IQNET CO-SE-CER 110449

ANEXO 15. Análisis bromatológico heces tratamiento 1

 Universidad de Nariño	SECCIÓN DE LABORATORIOS		Código: LBE-PRS-FR-76			
			Página: 1 de 1			
			Versión: 1			
	REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO BROMATOLOGÍA		Vigente a partir de: 26/04/2010			
DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA		Reporte No. LB-R-002B-13		
Solicitante: Mario Fernando Paz Argoty	Muestra T 1. Heces alevinos Arawana plateada <i>Osteoglossum bicirrosom</i> . (10 % harina hidrolizado de vísceras)		Código lab	003		
Dirección: Carrera 5E No. 16 - 35 B/ Miraflores. Pasto	Procedencia Acuña. Caquetá					
cc / nit: 87.065.361						
Teléfono: 315 380 4884	Fecha de Muestreo		DD 20 MM 11 AA 12			
e-mail marioferok@hotmail.com	Fecha Recepción Muestra		DD 09 MM 01 AA 13			
	Fecha Reporte		DD 11 MM 02 AA 13			
ANÁLISIS SOLICITADO		Proximal, Energía, óxido crómico				
PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE DE DETECCIÓN	Heces T 1	
					B.H.	B.S.
Humedad	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	93,6	
Materia seca	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	6,43	
Ceniza	Incineración mufla	Gravimétrica	g/100g	-	0,91	14,2
Extracto etéreo	Extracción Soxhlet	Gravimétrica	g/100g	-	0,29	4,49
Fibra cruda	Digestión ácida-básica. Bolsas Ankom	Gravimétrica	g/100g	-	1,04	16,2
Proteína	Kjeldahl (N*6,25)	Volumétrica	g/100g	-	2,04	31,8
Extracto No Nitrogenado	Cálculo matemático	Cálculo matemático	g/100g	-	2,14	33,3
Energía	Bomba calorimétrica	Calorimétrica	Kcal/100g	-	28,8	447
Cr ₂ O ₃	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	mg/Kg	-	0,19	2,95
OBSERVACIONES	RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA B.H.: Base Húmeda B.S.: Base Seca					
Aseguramiento de Calidad de Resultados	Resolución ICA 3899 del 26 de Septiembre de 1994 como Laboratorio de Análisis Químico y Bromatológico para el Control de Calidad de Alimentos para animales. Certificado Isontec GP-CER 112092 NTCPR 100:2009 Certificado Isontec SG-CER 110449 ISO 9001:2008 - NTC ISO 9001 : 2008 Certificado IQNET CO-SE-CER 110449					

ANEXO 16. Análisis bromatológico heces tratamiento 2

 Universidad de Nariño	SECCIÓN DE LABORATORIOS			Código: LBE-PRS-FR-76		
	REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO BROMATOLOGÍA			Página: 1 de 1		
				Versión: 1		
				Vigente a partir de: 26/04/2010		
DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA		Reporte No.	LB-R-002C-13	
Solicitante: Mario Fernando Paz Argoty		Muestra T 2. Heces alevinos Arawana plateada <i>Osteoglossum bicirrosom</i> . (20 % harina hidrolizado de vísceras)		Código lab	004	
Dirección: Carrera 5E No. 16 - 35 B/ Miraflores. Pasto		Procedencia Acuíca. Caquetá				
cc / nit: 87.065.361						
Teléfono: 315 380 4884		Fecha de Muestreo		DD 20 MM 11 AA 12		
e-mail marioferok@hotmail.com		Fecha Recepción Muestra		DD 09 MM 01 AA 13		
		Fecha Reporte		DD 11 MM 02 AA 13		
ANÁLISIS SOLICITADO		Proximal, Energía, óxido crómico				
PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE DE DETECCIÓN	Heces T 2	
					B.H.	B.S.
Humedad	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	94,8	
Materia seca	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	5,15	
Ceniza	Incineración mufla	Gravimétrica	g/100g	-	0,74	14,4
Extracto etéreo	Extracción Soxhlet	Gravimétrica	g/100g	-	0,19	3,69
Fibra cruda	Digestión ácida-básica. Bolsas Ankom	Gravimétrica	g/100g	-	0,84	16,2
Proteína	Kjeldahl (N*6,25)	Volumétrica	g/100g	-	1,64	31,9
Extracto No Nitrogenado	Cálculo matemático	Cálculo matemático	g/100g	-	1,74	33,8
Energía	Bomba calorimétrica	Calorimétrica	Kcal/100g	-	22,3	433
Cr ₂ O ₃	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	mg/Kg	-	0,14	2,73
OBSERVACIONES	RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA					
	B.H.: Base Húmeda		B.S.: Base Seca			
Aseguramiento de Calidad de Resultados	Resolución ICA 3699 del 26 de Septiembre de 1994 como Laboratorio de Análisis Químico y Bromatológico para el Control de Calidad de Alimentos para animales. Certificado Icootec GP-CER 112092 NTCPR 100:2009 Certificado Icootec SG-CER 110449 ISO 9001:2008 - NTC ISO 9001 : 2008 Certificado IQNET CO-SE-CER 110449					

ANEXO 17. Análisis bromatológico heces tratamiento 3

 Universidad de Nariño	SECCIÓN DE LABORATORIOS		Código: LBE-PRS-FR-76			
			Página: 1 de 1			
			Versión: 1			
	REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO BROMATOLOGÍA		Vigente a partir de: 26/04/2010			
DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA		Reporte No. LB-R-002D-13		
Solicitante: Mario Fernando Paz Argoty		Muestra T.3. Heces alevinos Arawana plateada <i>Osteoglossum bicirrosom</i> . (30 % harina hidrolizado de vísceras)		Código lab 005		
Dirección: Carrera 5E No. 16 - 35 B/ Mirafores. Pasto		Procedencia Acuica. Caquetá				
cc / nit: 87.065.361						
Teléfono: 315 380 4884		Fecha de Muestreo DD 20 MM 11 AA 12				
e-mail marioferok@hotmail.com		Fecha Recepción Muestra DD 09 MM 01 AA 13				
		Fecha Reporte DD 11 MM 02 AA 13				
ANÁLISIS SOLICITADO		Proximal, Energía, óxido crómico				
PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE DE DETECCIÓN	Heces T 3	
					B.H.	B.S.
Humedad	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	95,5	
Materia seca	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	4,52	
Ceniza	Incineración mufla	Gravimétrica	g/100g	-	0,67	14,9
Extracto etéreo	Extracción Soxhlet	Gravimétrica	g/100g	-	0,23	5,07
Fibra cruda	Digestión ácida-básica. Bolsas Ankom	Gravimétrica	g/100g	-	0,69	15,3
Proteína	Kjeldahl (N*6,25)	Volumétrica	g/100g	-	1,61	35,7
Extracto No Nitrogenado	Cálculo matemático	Cálculo matemático	g/100g	-	1,31	29,0
Energía	Bomba calorimétrica	Calorimétrica	Kcal/100g	-	19,8	439
Cr ₂ O ₃	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	mg/Kg	-	0,15	3,35
OBSERVACIONES	RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA B.H.: Base Húmeda B.S.: Base Seca					
Aseguramiento de Calidad de Resultados	Resolución ICA 3899 del 26 de Septiembre de 1994 como Laboratorio de Análisis Químico y Bromatológico para el Control de Calidad de Alimentos para animales. Certificado Iontec GP-CER 112092 NTCPR 100:2009 Certificado Iontec SG-CER 110449 ISO 9001:2008 - NTC ISO 9001 : 2008 Certificado IQNET CO-SE-CER 110449					

ANEXO 18. Análisis de varianza consumo de alimento.

Modelos Lineales Generalizados

Número de variables dependientes: 1

Número de factores categóricos: 2

Análisis de Varianza para consumo alimento

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	1741.02	11	158.275		
Residuo	0.0	0			
Total (Corr.)	1741.02	11			

Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
tratamiento	1355.57	3	451.857	9.38	0.0054
replica(tratamiento)	385.45	8	48.1813		
Residuo	0.0	0			
Total (corregido)	1741.02	11			

ANEXO 19. pruebas de Tukey para consumo alimento

<i>tratamiento</i>	<i>Recuento</i>	<i>Media MC</i>	<i>Sigma MC</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
3	3	55.4233	4.00755	X
1	3	64.3033	4.00755	XX
2	3	76.0367	4.00755	XX
0	3	83.07	4.00755	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>Límites +/-</i>
0 - 1	*	18.7667	18.1429
0 - 2		7.03333	18.1429
0 - 3	*	27.6467	18.1429
1 - 2		-11.7333	18.1429
1 - 3		8.88	18.1429
2 - 3	*	20.6133	18.1429

* denota una diferencia estadísticamente significativa.

ANEXO 20. Análisis de varianza incremento biomasa.

Modelos Lineales Generalizados

Número de variables dependientes: 1

Número de factores categóricos: 2

Análisis de Varianza para INCREMENTO BIOMASA

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	1082.0	11	98.3633		
Residuo	0.0	0			
Total (Corr.)	1082.0	11			

Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
TRATAMIENTO	467.495	3	155.832	2.03	0.1885
REPLICA (TRATAMIENTO)	614.502	8	76.8127		
Residuo	0.0	0			
Total (corregido)	1082.0	11			

ANEXO 21. Análisis de varianza tasa de crecimiento simple.

Modelos Lineales Generalizados

Número de variables dependientes: 1

Número de factores categóricos: 2

Análisis de Varianza para tasa de crecimiento simple.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	10.7318	11	0.975621	0.46	0.9149
Residuo	76.1681	36	2.11578		
Total (Corr.)	86.8999	47			

Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
TRATAMIENTO	6.69029	3	2.2301	4.41	0.0413
REPLICA (TRATAMIENTO)	4.04154	8	0.505193		
Residuo	76.1681	36	2.11578		
Total (corregido)	86.8999	47			

ANEXO 22. prueba de Tukey tasa de crecimiento simple.

<i>TRATAMIENTO</i>	<i>Recuento</i>	<i>Media MC</i>	<i>Sigma MC</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
3	12	1.64342	0.205181	X
0	12	1.66979	0.205181	X
1	12	1.75774	0.205181	X
2	12	2.54694	0.205181	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>Límites +/-</i>
0 - 1		-0.0879474	0.928897
0 - 2		-0.877152	0.928897
0 - 3		0.0263715	0.928897
1 - 2		-0.789205	0.928897
1 - 3		0.114319	0.928897
2 - 3		0.903524	0.928897

* denota una diferencia estadísticamente significativa.

ANEXO 23. Utilización de materias primas alternativas y comunes de origen vegetal y animal evaluadas en dos diferentes lugares

DIETA	TCE (%/día)	
	Florencia	Villavicencio
AnVg	1,82	2,26
Cm	1,337	2,374
CgCm	1,3	1,917
AnCm	1,329	1,957

Cm: común; AnVg: alternativa animal + alternativa vegetal; VgCm: alternativa vegetal + común; AnCm: alternativa animal + común.

Fuente: ENTREVISTA con Adriana Muñoz, coordinador general proyecto Universidad Nacional-Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural: Utilización de materias primas de origen vegetal y animal, de uso común y alternativo, en la formulación de dietas para crecimiento en cautiverio de juveniles de arawana azul (*Osteoglossum ferreirae*) y arawana plateada (*Osteoglossum bicirrhosum*).

ANEXO 24. Análisis de varianza incremento de longitud.

Modelos Lineales Generalizados

Número de variables dependientes: 1

Número de factores categóricos: 2

Análisis de Varianza para INCREMENTO LONGITUD

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	201.832	11	18.3484	1.73	0.1063
Residuo	382.217	36	10.6172		
Total (Corr.)	584.05	47			

Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
TRATAMIENTO	147.752	3	49.2508	7.29	0.0112
REPLICA (TRATAMIENTO)	54.08	8	6.76		
Residuo	382.217	36	10.6172		
Total (corregido)	584.05	47			

ANEXO 25. Prueba de Tukey incremento de longitud.

<i>TRATAMIENTO</i>	<i>Recuento</i>	<i>Media MC</i>	<i>Sigma MC</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
3	12	1.325	0.750555	X
2	12	2.75833	0.750555	XX
0	12	4.28333	0.750555	XX
1	12	6.04167	0.750555	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>Límites +/-</i>
0 - 1		-1.75833	3.39791
0 - 2		1.525	3.39791
0 - 3		2.95833	3.39791
1 - 2		3.28333	3.39791
1 - 3	*	4.71667	3.39791
2 - 3		1.43333	3.39791

* denota una diferencia estadísticamente significativa.

ANEXO 26. Análisis de varianza Conversión alimenticia aparente.

Modelos Lineales Generalizados

Número de variables dependientes: 1

Número de factores categóricos: 2

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	0.917567	11	0.0834151		
Residuo	0.0	0			
Total (Corr.)	0.917567	11			

Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Tratamiento	0.356897	3	0.118966	1.70	0.2442
Replica (Tratamiento)	0.560669	8	0.0700836		
Residuo	0.0	0			
Total (corregido)	0.917567	11			

ANEXO 27. Análisis de varianza parámetros fisicoquímicos.

Tabla ANOVA para pH por tratamiento

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0.00897815	3	0.00299272	0.77	0.5411
Intra grupos	0.0309846	8	0.00387308		
Total (Corr.)	0.0399628	11			

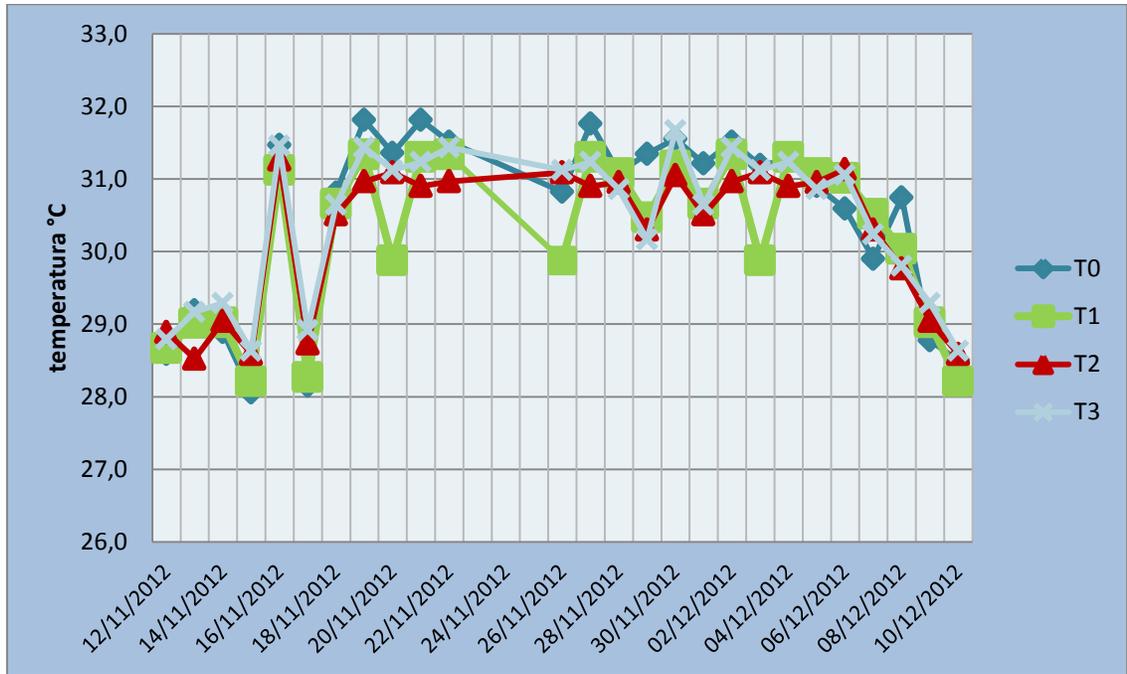
Tabla ANOVA para oxígeno disuelto por tratamiento

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0.00828429	3	0.00276143	2.17	0.1690
Intra grupos	0.0101628	8	0.00127035		
Total (Corr.)	0.0184471	11			

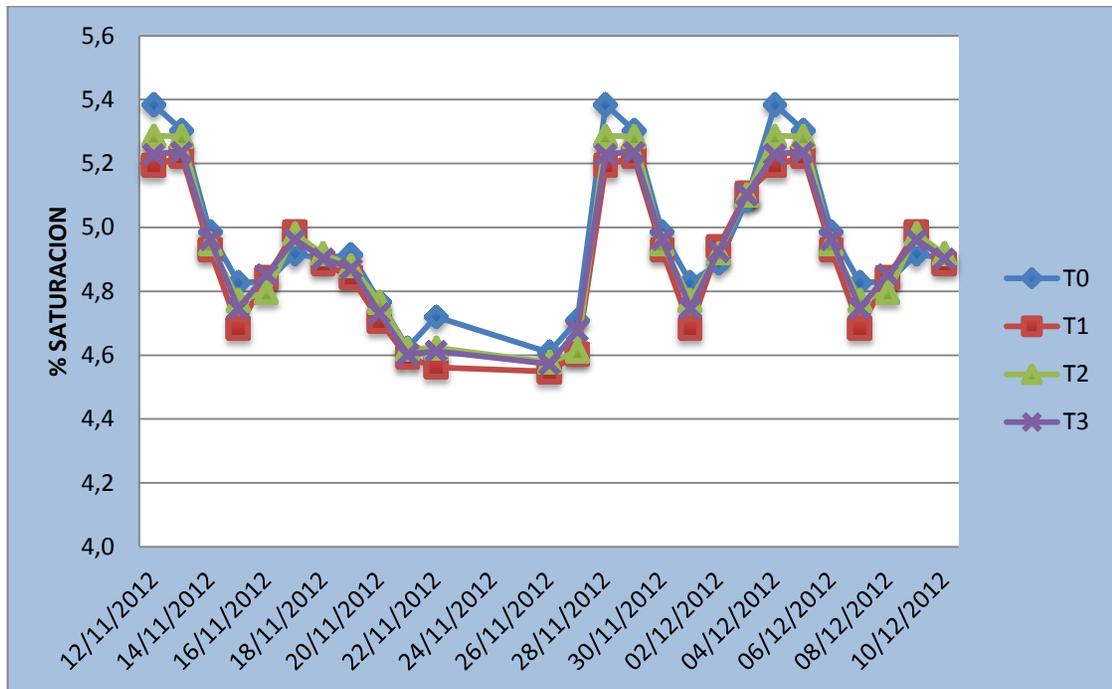
Tabla ANOVA para pH por tratamiento

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grup	0.00897815	3	0.00299272	0.77	0.5411
Intra grupos	0.0309846	8	0.00387308		
Total (Corr.)	0.0399628	11			

ANEZO 28. Curva de temperatura.



ANEXO 29. Curva de oxígeno disuelto.



ANEXO 30. Comportamiento del pH Durante el periodo de estudio.

