

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA



UNAP

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
Escuela de Formación Profesional
de Acuicultura

**“EVALUACIÓN Y VALIDACIÓN DE LA INCLUSIÓN DE PASTA DE COCO
(*Cocos nucifera*) EN UNA DIETA PARA EL CRECIMIENTO DE JUVENILES
DE *Colossoma macropomum*, BELLO HORIZONTE, SAN MARTÍN – 2015”**

TESIS

Requisito para optar el título profesional de

BIÓLOGO ACUICULTOR

Autora:

Karen Inés Huamán Silva

Yurimaguas - Perú

2016

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS



UNAP

Facultad de Ciencias Biológicas
Escuela de Formación Profesional de Acuicultura
Coordinación Académica, UAD-Yurimaguas

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Yurimaguas, a los veintidos días del mes de diciembre del 2016 y siendo las 10:30 horas, el Jurado Calificador y Dictaminador que suscribe, designado con R.C. N° 003-2015-CAEFPA-FCB-UNAP-Ygs, presidido e integrado por:

Blgo. JULIO CÉSAR VILLA LAVI	Presidente
Blgo. DAVID AHUTE MARINA	Miembro
Blgo. JUVENAL NAPUCHI LINARES	Miembro

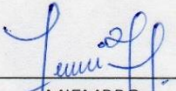
Se constituyó en la Sala de Conferencias de la sede de la UNAP en Yurimaguas, para calificar la tesis titulada: "EVALUACIÓN Y VALIDACIÓN DE LA INCLUSIÓN DE PASTA DE COCO (*Cocus nucifera*) EN UNA DIETA PARA EL CRECIMIENTO DE JUVENILES DE *Colossoma macropomum*, BELLO HORIZONTE, SAN MARTÍN – 2015", que realizó la Bachiller en Ciencias Biológicas con mención en Acuicultura KAREN INÉS HUAMÁN SILVA de la Promoción 2014-II, graduado de Bachiller con R.R. N° 0295-2016-UNAP, de fecha 04 de Abril de 2016.

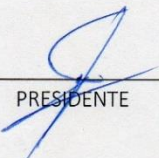
Después de sustentada la Tesis, la Bachiller fue sometido a un interrogatorio sobre el tema en cuestión, habiendo absuelto en forma regular las observaciones y objeciones que fueron formuladas por los miembros del Jurado Calificador y Dictaminador.

Luego de la deliberación y votación, el Jurado Calificador y Dictaminador dio como veredicto Aprobado la Tesis por Unanimidad, quedando la candidata apta para ejercer la profesión de Biólogo Acuicultor, previo otorgamiento del Título Profesional por la autoridad Universitaria competente, y su correspondiente inscripción en el Colegio de Biólogos del Perú.

Terminado el acto, el Presidente del Jurado Calificador y Dictaminador levantó la sesión siendo las 11:20 horas y en fe de lo cual, todos los integrantes del Jurado Calificador y Dictaminador suscriben la presente Acta por triplicado.




MIEMBRO

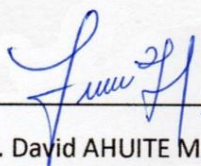

PRESIDENTE


MIEMBRO

JURADO CALIFICADOR Y DICTAMINADOR



Blgo. Julio César VILLA LAVY
PRESIDENTE



Blgo. David AHUITE MARINA
MIEMBRO



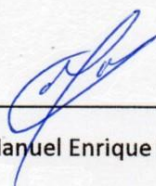
Blgo. Juvenal NAPUCHI LINARES, MSc.
MIEMBRO

ASESORES



Blgo. Maximiliano MORA DEL ÁGUILA

ASESOR



Blgo. Manuel Enrique NAVAS VÁSQUEZ

ASESOR

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios, fuente de toda mi fortaleza y esperanza.

A mis padres: Eusebio Huamán López y Gloria Rocío Silva Vega, los pilares de soporte constante e incondicional en mi formación profesional, mis ejemplos de moralidad y lucha.

A mis hermanos: Sandra Noemí, Edwin Vicente y Elías Eusebio, y a mis cuñados: Juan Alfredo y Priscila, por su apoyo brindado.

También a mis sobrinos: July Johana, Axel David, Adriana Celeste, Mariana Isabel y Brenda Paola, quienes son la motivación de un emprendimiento consecuente día a día, cada año, en el transcurso de mi carrera.

Dedico también a una gran persona, quien aportó considerablemente en este proyecto, cuando prestó ayuda desinteresada, cuando siempre que la necesitaba me alcanzó una mano, y porque me encanta tenerle a mi lado, y porque a su lado comprendo la palabra Amor.

Karen Inés.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP), mi alma mater, por permitirme formar parte de ella, porque me abrió sus puertas al mundo científico y por la gran contribución en la consolidación de mi carrera.

A los docentes de la Facultad de Ciencias Biológicas, de la carrera de Acuicultura que brindaron sus conocimientos y experiencia, y por su apoyo para seguir adelante.

Al Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP – San Martín), por el espacio concedido y brindarme todo el apoyo necesario para desarrollar la presente investigación.

A los profesionales que laboran en el IIAP-San Martín, los Biólogos Erick Del Águila Panduro, Jorge Iberico Aguilar, Manuel Navas Vásquez, Lizbeth Zuta Pinedo y Miriam Verástegui y a los Técnicos Jhony Córdova de la Cruz, Rony Torres Salas, Leonardo Arévalo Rengifo, Jorge Navarro Torres, Maxibel Paredes Ávila, Adolfo Torres Salas y Lidger García Córdova, por todo su apoyo.

Agradezco a mi Asesor, Blgo. Maximiliano Mora del Águila, por disponer su conocimiento y experiencia científica, y por toda la paciencia del mundo para guiarme durante el desarrollo de la tesis.

A mis padres, mis hermanos, cuñados, sobrinos y a toda mi familia, por el apoyo incondicional brindado, y lograr el objetivo trazado para un futuro mejor.

A todas las otras personas que de una u otra manera contribuyeron a la materialización de esta tesis.

RESUMEN

Este documento presenta el reporte de un estudio realizado con el propósito de evaluar y validar el uso de pasta de coco (*Cocus nucifera*) como inclusión en una dieta para el crecimiento de juveniles de *Colossoma macropomum*, como alternativa alimenticia; con ese fin, se ejecutó un experimento en el Centro de Investigaciones Pucayacu (CIP), sede del Programa de Investigación para el Uso y Conservación del Agua y sus Recursos – AQUAREC del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP)- filial San Martín, ubicado en la comunidad de Bello Horizonte, distrito de la Banda de Shilcayo, provincia y departamento de San Martín. Se establecieron tres tratamientos, con tres repeticiones cada una: T1:10%PCo, que combinó insumos tradicionales (harina de pescado, torta de soya y harina de maíz) más la inclusión de 10% de pasta de coco (*Cocus nucifera*) en acabado peletizado; T2:0%PCo formulada solamente con insumos tradicionales, en el mismo acabado que la anterior, y T3:2CR fue una dieta comercial extruida de la marca Naltech, utilizado como control. Se implementó nueve unidades experimentales conformada, cada una, por 330 juveniles de gamitana con pesos y longitudes promedios de 27.64 gramos y 11.92 centímetros, respectivamente, sembrados en secciones de estanques. Los parámetros biológicos de ganancia de peso (GP), Tasa de Crecimiento Específico (TCE), Tasa de Crecimiento Relativo (TCR), coeficiente de variación de peso (CVP), índice de conversión alimenticia aparente (ICAA), Eficiencia Alimenticia (EA), Factor de Condición (K) y Tasa de Supervivencia (S), fueron utilizados como indicadores de la eficiencia alimenticia. Los valores del CVP, < 20% en los tres tratamientos, indican

que los promedios de pesos finales resultaron representativos al final del experimento. Los peces del tratamiento (T1:10%PCo), lograron ventajas en todos los parámetros (GP = 177.25 g, TCE = 1.96%, TCR = 684.97%, ICAA = 3.11 y EA = 0.34), menos en el factor de condición (K = 1.96). No obstante, entre los dos tratamientos control, T2:0%PCo y T3:2CR, el segundo de estos mostró mejor desempeño (GP = 175.14 g, TCE = 1.87%, TCR = 622.62%, ICAA = 3.32, EA = 0.13 y K = 3.81), en comparación con el primero (GP = 167.12 g, TCE = 1.85%, TCR = 607.08%, ICAA = 3.42, EA = 0.32 y K = 0.09), sin diferencia significativa tanto en pesos ($p = 0.31$) como en longitud ($p = 0.28$) entre los tratamientos; es decir, que no hubo diferencia estadística ($p > 0.05$), pero se evidencia la secuencia: T1:10%PCo > T3:2CR > T2:0%PCo. Estos resultados permiten concluir que la gamitana (*Colossoma macropomum*), aprovecha muy bien la pasta de coco (*Cocus nucifera*), las ventajas aportadas al crecimiento en peso y longitud, así como a la conversión alimenticia, aunque no significativas, indican que el uso de este insumo puede ser validada para incluirlo en la formulación de dietas para alimentar a esta especie.

Palabras claves: gamitana, *Colossoma macropomum*, pasta de coco, crecimiento

ABSTRACT

This document presents the report of a study carried out with the purpose of evaluating and validating the use of coconut paste (*Cocus nucifera*) as inclusion in a diet for the growth of juvenile *Colossoma macropomum*, as a food alternative; To that end, an experiment was carried out at the Pucayacu Research Center (CIP), headquarters of the Research Program for the Use and Conservation of Water and its Resources - AQUAREC of the Peruvian Amazon Research Institute (IIAP) - San Martín branch, located in the community of Bello Horizonte, district of Banda de Shilcayo, province and department of San Martín. Three treatments were established, with three repetitions each: T1: 10% PCo, which combined traditional inputs (fishmeal, soybean cake and cornmeal) plus the inclusion of 10% coconut paste (*Cocus nucifera*) in finish pelletized T2: 0% PCo formulated only with traditional supplies, in the same finish as the previous one, and T3: 2CR was an extruded commercial diet of the Naltech brand, used as control. It was implemented nine experimental units, each conformed by 330 juveniles of gamitana with weights and average lengths of 27.64 grams and 11.92 centimeters, respectively, sown in sections of ponds. The biological parameters of Weight Gain (WG), Specific Growth Rate (SGR), Relative Growth Rate (RGR), Weight Variation Coefficient (WVC), Apparent Food Conversion Index (AFCI), Food Efficiency (FE), Condition Factor (K) and Survival Rate (S), were used as indicators of food efficiency. The values of the WVC, < 20% in the three treatments, indicate that the averages of final weights were representative at the end of the experiment. The treatment fish (T1: 10% PCo), achieved advantages in all parameters

(WG = 177.25 g, SGR = 1.96%, RGR = 684.97%, AFCI = 3.11 and FE = 0.34), less in the condition factor (K = 1.96). However, between the two control treatments, T2: 0% PCo and T3: 2CR, the second of these showed better performance (WG = 175.14 g, SGR = 1.87%, RGR = 622.62%, AFCI = 3.32, FE = 0.13 and K = 3.81), compared to the first (WG = 167.12 g, SGR = 1.85%, RGR = 607.08%, AFCI = 3.42, FE = 0.32 and K = 0.09), without significant difference in both weights ($p = 0.31$) as in length ($p = 0.28$) between treatments; that is, there was no statistical difference ($p > 0.05$), but the sequence is evident: T1:10% PCo > T3:2CR > T2:0% PCo. These results allow us to conclude that the gamitana (*Colossoma macropomum*), takes advantage very well of the coconut paste (*Cocus nucifera*), the advantages contributed to the growth in weight and length, as well as to the alimentary conversion, although not significant, indicate that the use of This input can be validated to include it in the formulation of diets to feed this species.

Keywords: Gamitana, *Colossoma macropomum*, coconut paste, growth

ÍNDICE

JURADO CALIFICADOR Y DICTAMINADOR	ii
ASESORES.....	iii
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT	ix
ÍNDICE.....	xi
LISTA DE TABLAS.....	xiii
LISTA DE GRÁFICOS	xv
LISTA DE ANEXOS.....	xvi
I. INTRODUCCION.	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	5
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
3.1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	11
3.2. PROCEDIMIENTOS.....	11
3.2.1. Unidades experimentales	11
3.2.2. Características de los recintos y el ambiente de cultivo	12
3.2.3. Dietas Experimentales	12
3.2.4. Alimentación.....	14
3.2.5. Muestreo Biométrico.....	14
3.2.6. Parámetros Biológicos	15
3.2.7. Análisis de costos de las dietas experimentales.....	17
3.2.8. Monitoreo de los parámetros físicos y químicos del agua	17
3.3. TIPO Y DISEÑOS DE LA INVESTIGACIÓN	18
3.3.1. Tipo de Investigación	18
3.3.2. Diseño de la Investigación	18
3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	18
3.5. PROCESAMIENTO DE LOS DATOS	19
IV. RESULTADOS.....	20

4.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO	20
4.1.1. Evaluación del crecimiento.....	20
4.1.2. Evaluación con los parámetros biológicos.....	22
4.2. ANÁLISIS INFERENCIAL	25
4.3. ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE LAS DIETAS	26
4.4. PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DEL AGUA	27
V. DISCUSIÓN.....	28
5.1. Selección Colossoma macropomum	28
5.2. Dieta para los peces.....	28
5.3. Crecimiento de los juveniles de Colossoma macropomum.....	30
5.4. Parámetros biológicos	31
5.4.1. Ganancia de Peso (GP).....	32
5.4.2. Tasa de Crecimiento Específico (TCE)	32
5.4.3. Tasa de Crecimiento Relativo (TCR)	32
5.4.4. Coeficiente de Variación del Peso (CVP)	33
5.4.5. Índice de Conversión Alimenticia Aparente (ICAA)	34
5.4.6. Eficiencia Alimenticia (EA).....	34
5.4.7. Factor de Condición (K).....	34
5.4.8. Supervivencia (S).....	35
5.5. Costos de las dietas.....	35
5.6. Parámetros físico-químicos del agua	36
VI. CONCLUSIONES	37
VII. RECOMENDACIONES	39
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40
ANEXOS	46
Anexo I: Análisis de Varianza de los promedios iniciales y finales de tallas y pesos	47
Anexo II: Análisis Comparativo de los Costos de las Dietas Experimentales	48
Anexo III: Evidencias fotográficas.....	49

LISTA DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1	Composición porcentual de las fórmulas de las Dietas Experimentales.	13
Tabla 2	Distribución de los tratamientos y repeticiones en las correspondientes secciones de cada estanque.	18
Tabla 3	Valores promedios de pesos y longitudes de juveniles de <i>Colossoma macropomum</i> , para cada tratamiento durante el período experimental.	20
Tabla 4	Valores de los parámetros biológicos obtenidos al final del experimento para cada uno de los tratamientos, aplicados a juveniles de <i>Colossoma macropomum</i>	23
Tabla 5	Valores promedios de los parámetros físico-químicos del agua evaluados durante el período de estudio.	27
Tabla 6	Análisis de Varianza de las pesos totales promedios al inicio del experimento con juveniles de <i>Colossoma macropomum</i>	47
Tabla 7	Análisis de Varianza de los longitudes totales promedios al inicio del experimento con juveniles de <i>Colossoma macropomum</i>	47
Tabla 8	Análisis de Varianza de las pesos totales promedios al final del experimento con juveniles de <i>Colossoma macropomum</i>	47
Tabla 9	Análisis de Varianza de los longitudes totales promedios al final del experimento con juveniles de <i>Colossoma macropomum</i>	47

Tabla 10	Costos comparativos de las dietas experimentales, para cada kilo de alimento.	48
Tabla 11	Costos de inversión en alimento por cada kilo de pescado producido, para cada una de las dietas de los tratamientos.	48

LISTA DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1	Valores promedios de los Peso de juveniles de <i>Colossoma macropomum</i> , para cada tratamiento durante el período experimental. 21
Gráfico 2	Valores promedios de las longitudes de juveniles de <i>Colossoma macropomum</i> , para cada tratamiento durante el período experimental. 21
Gráfico 3	Valores de los parámetros biológicos: ganancia de peso (GP), tasa de crecimiento relativo (TCR), coeficiente de variación de pesos (CVP) y sobrevivencia (S), obtenidos al final del experimento para cada uno de los tratamientos aplicados a juveniles de <i>Colossoma macropomum</i> 24
Gráfico 4	Valores de los parámetros biológicos: tasa de crecimiento específico (TCE), índice de conversión alimenticia (ICAA), eficiencia alimenticia (EA) y factor de condición (K), obtenidos al final del experimento para cada uno de los tratamientos aplicados a juveniles de <i>Colossoma macropomum</i> 24

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo I: Análisis de varianza de los promedios iniciales y finales de tallas y pesos	47
Anexo II: Análisis comparativo de los costos de las dietas experimentales	48
Anexo II: Evidencias fotográficas	49

I. INTRODUCCION.

La continua expansión y mejoramiento de la industria piscícola demanda permanentes avances relacionados con la formulación y fabricación de dietas balanceadas de alta eficiencia y bajo costo para promover máximo crecimiento (Vásquez-Torres, Pereira-Filho & Arias-Castellanos, 2002). En esa dirección, en las últimas tres décadas, se han efectuados diversos estudios con dicho propósito en el cultivo de la gamitana (*Colossoma macropomum*). Esta especie, fiel representante de los Characidos del Amazonas, que ha generado toda una industria en países como Colombia, Perú y Brasil (Ortiz *et al.*, 2007), con rangos de producción que van desde los 500 hasta los 8000 Kg.ha⁻¹.Año, con pesos ideales a la cosecha de 1000 gramos por unidad (Gusmão *et al.*, 2006; Kohler *et al.*, 2005). Sin embargo, su crianza exige permanentes avances enfocados en la formulación de dietas balanceadas de gran eficiencia, para lograr el máximo crecimiento en el menor tiempo posible (Ortiz *et al.*, 2007).

El consumo de alimento balanceado es el factor económico de mayor impacto en los costos de producción, no solo por el elevado valor que representa, sino también, por las complicaciones de acceso al mismo (Padilla & Cuesta, 2003), además que la tasa de crecimiento [...] y el bienestar animal son en buena medida, dependientes del tipo de alimento empleado y de cómo éste se suministre a los peces (Morillo *et al.*, 2013; Padilla & Cuesta, 2003; Vásquez-Torres, Pereira-Filho & Arias-Castellanos, 2002). Así pues, considerando que los costos crecientes de algunos insumos proteicos y que la

alimentación puede comprometer hasta el 60% [sino más] de los costos de producción piscícola, diversos autores han dedicado innumerables esfuerzos para reducir los costos de fórmulas utilizando insumos más baratos (Adelizi *et al.*, 1998).

La gamitana, al igual que todo organismo de cría, requiere de una dieta que cubra sus requerimientos nutricionales, especialmente de proteína y energía. Pero, las formulaciones de referencia descritas en numerosos trabajos se basan en diversos ingredientes, fundamentalmente harinas de pescado, de carne, de sangre, tortas de soya, de algodón y de palma, harinas de maíz y de trigo, moyuelo de trigo, aceites diversos, gluten, etc. (Gutiérrez & Vásquez, 2008); de éstas, la harina de pescado es altamente requerida en la alimentación piscícola como ingrediente de fácil digestión y de eficiente transformación en proteína estructural (Ortiz *et al.*, 2007); no obstante, la oferta de [este insumo] para la industria pecuaria es de 6.5 millones de TM, la cual difícilmente crecerá en los próximos años, debido a problemas de contaminación ambiental, fenómenos naturales y sobreexplotación, haciendo que este recurso marino sea finito y [por tanto] de gran valor (Hardy, 1999).

Al analizar la biología alimenticia de *C. macropomum*, encontramos que está dotado de fuertes dientes molariformes [diseñados] para triturar hojas, frutos y semillas que caen de los árboles en los bosques durante las aguas altas (Goulding, 1980; Lauzanne & Loubens, 1986; Roubach & Saint Paul, 1994; Loubens & Panfili, 1997), materiales con los que cubre todos sus requerimientos nutricionales. Tomando en cuenta su preferencia por productos vegetales silvestres en su ambiente natural, cabe mencionar que el subproducto de coco (*Cocus nucifera*) pudiera considerarse una

fuente importante de proteína y energía vegetal para la alimentación de esta especie, pues con 22.59% de PB (análisis bromatológico, con fuente: IIAP – San Martín) ofrece una gran posibilidad de aprovechamiento. Por tanto, nos planteamos la siguiente cuestión ¿Cuánta ventaja aportaría la inclusión de pasta de coco (*Cocus nucifera*) en una dieta al crecimiento de juveniles de *Colossoma macropomum*?

Este hecho plantea la necesidad de evaluar y validar el uso de diversos insumos locales que puedan reemplazar a los usados tradicionalmente. En esa dirección, [...] diversos subproductos de origen vegetal [como la pasta de coco] y/o animal, podrían proporcionar aumento de la productividad con reducción de costos, lo cual sería una buena alternativa, (Lovell, 1981). Por eso, se diseñó este experimento en la que se combinó pasta de coco con insumos tradicionales como torta de soya y harina de pescado (en baja proporción) para evaluar su eficiencia en dietas para peces omnívoros de amplio rango, como la gamitana, y dado que la proteína es uno de los más importantes nutrientes que afectan el rendimiento [en la producción] piscícola (Gutiérrez *et al.*, 2010), pero a su vez, uno de los componentes más costosos (Cho *et al.*, 2005; Craig & McLean, 2005; Miller *et al.*, 2005) y de uso obligado, se hace necesario identificar alternativas viable en la formulación de dietas para alimentar cultivos de gamitana, pudiendo significar un importante aporte para abaratar costos de producción y optimizar recursos.

Adicionar pasta de coco (*Cocus nucifera*) al alimento podría mejorar la calidad del alimento: primero, garantizaría la eficiencia de la conversión alimenticia en menor tiempo por contener el ácido láurico, que actúa como un eficiente immuno-

estimulante y efectivo antienteroparasitario; segundo, posee alto contenido en fibra y proteína, bajo tenor de carbohidratos, y fuente de manganeso con un aporte de hasta el 60% de la ingesta diaria recomendada; y tercero, su alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados linoleico y gamma-linolénico (ricos en omega-6), precursores de las prostaglandinas “buenas” con capacidad antiinflamatoria, mejora la circulación y disminuye riesgos cardiovascular e hipertensión (Enig, 1998).

Con este estudio se pretende encontrar alternativas viables al uso de recursos tradicionales foráneos, como la harina de pescado y la torta de soya, de elevado costo, proponiendo así una dieta accesible que confiera un rápido crecimiento a los peces del cultivo, lo cual, consecuentemente, reportaría mayores ganancias a medianos y pequeños piscicultores. Así mismo, los pobladores de comunidades rurales muy distantes de los centros urbanos podrán disponer de una alternativa de alimentación eficiente para el cultivo de sus peces, combinándolo apropiadamente con otros insumos disponibles en su localidad. Por otro lado, los campesinos podrán generar ingresos adicionales al vender los frutos de sus cocoteros que serán utilizados como insumos para elaborar las dietas propuestas. Los estudiantes de Acuicultura y Extensionistas Acuícolas de la Dirección Regional de la Producción (DIREPRO) y del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), dispondrán de una herramienta alternativa que podrán recomendar.

II. REVISION DE LITERATURA

Del Águila & Ruiz (2016), realizaron un estudio para evaluar el crecimiento de juveniles de *Colossoma macopumum* con una dieta basada únicamente en insumos vegetales de disponibilidad local (soya, puspo poroto, chiclayo pardo, hoja de yuca, maíz amarillo, polvillo de arroz, y aceite de palma sin refinar, consiguiendo los resultados siguientes: CVP = 10.49 ± 1.15 , GP = 234.67 ± 21.73 g, IP = $359.55 \pm 28.96\%$, TCE = $1.69 \pm 0.07\%$ y CAA = 1.81 ± 0.07 . concluyeron que la exclusión de harina de pescado de la dieta para alimentar juveniles de gamitana no afecta significativamente su crecimiento en peso y talla.

Navas (2014) comenta que al evaluar dietas peletizadas con inclusión de insumos regionales como: copra de coco, pergamino de café y cáscara de semilla de cacao, en un 10%, 20% y 30%, frente a una dieta con insumos tradicionales y una dieta comercial, encontró diferencias significativas en la longitud total final (LTF) entre los peces alimentados con dietas a base de coco al 30% de inclusión y los peces alimentados con el control extruido, siendo éstos últimos los que lograron obtener un mayor tamaño; mientras que con respecto al peso final y ganancia de peso no encontró ninguna diferencia entre los tratamientos.

Uzcátegui-Varela *et al.* (2014), evaluaron el efecto de dietas isocalóricas con diferente contenido proteico sobre el desempeño productivo de alevines del híbrido Cachama (*Colossoma macropomum* ♂ x *Piaractus brachypomus* ♀) en cautiverio; para eso, formularon dietas con similar contenido energético (2,7 kcal ED/g) al 20; 22; 24 y 26% de proteína cruda (PC), y compararon con una dieta de balanceado comercial al 28%

PC como testigo. Al término del ensayo (63 días), reportaron un incremento significativo (ANOVA $p < 0,05$), siendo la dieta al 26% PC la que arrojó los mejores indicadores de productividad sobre las variables zootécnicas; sin embargo, para la variable factor de conversión alimenticia (FCA), los tratamientos al 20 y 22% PC resultaron ser estadísticamente iguales y con el mayor valor para FCA. Por su parte, con la dieta al 24% PC se alcanzó el efecto promedio, mientras que la dieta al 26% de PC y el testigo fueron estadísticamente similares con el menor valor de FCA. La EA aumentó progresivamente en función del incremento proteico contenido en la dieta $28,35 \pm 1,52$ (20% PB), $29,79 \pm 0,51$ (22% PB), $39,90 \pm 0,29$ (24% PB), $46,11 \pm 0,38$ (26% PB) y $47,90 \pm 0,21$ (28% PB).

Casado *et al.* (2009), evaluaron cuatro dietas, formulado con insumos locales (harina de yuca, torta de soya, maíz amarillo duro, y aceite de palma) y harina de trigo regional, en tres niveles de inclusión (T0 = 0%, T1 = 10%, T2 = 20%, T3 = 30%) en *Colossoma macropomum*, registrando valores de índice de conversión alimenticia aparentes (ICAA), en los distintos tratamientos, de: T0 = 1.7 ± 0.3 , T1 = 1.8 ± 0.1 , T2 = 1.8 ± 0.2 y T3 = 1.9 ± 0.2 , y tasa de crecimiento específico de: T0 = $1.6 \pm 0.1\%$, T1 = $1.6 \pm 0.1\%$, T2 = $1.6 \pm 0.2\%$ y T3 = $1.5 \pm 0.1\%$.

Casanova & Chu-Koo (2008) afirman que la producción de pescado obtenida utilizando alimento extrusado es ampliamente superior a los obtenidos hace algunos años atrás con el empleo exclusivo de dietas peletizadas.

Ortiz *et al.* (2007) en una investigación demostraron que el amaranto en un 50 % de reemplazo de la harina de pescado, es una interesante alternativa en la alimentación

de *Colossoma macropomum*; siendo mínimos los costos referenciales, permitiendo que la formulación planteada pueda ser utilizada en explotaciones de una forma intensiva como semi - intensiva.

Guillaume *et al.* (2004) afirma que la menor desintegración de las raciones extrusadas junto a su lenta capacidad de absorción de agua y mayor flotabilidad, son características físicas determinantes para que los organismos en cultivo tengan más tiempo para consumir la ración y evitar pérdidas por hundimiento y desintegración de las partículas alimenticias.

NICOVITA (2003) refiere que, hasta la fecha, el uso de alimento balanceado del tipo peletizado es el que más se ha difundido en nuestra región amazónica peruana, debido a su fácil producción si se compara con el alimento extruido que requiere mayor tecnología para su procesamiento. Sin embargo, el alimento extruido posee grandes ventajas, entre ellas: el permitir un mejor aprovechamiento de los nutrientes por los peces, presentar mayor durabilidad de almacenamiento, bajo contenido de finos, mayor estabilidad en el agua y polución significativamente reducida. Asimismo, posee mayor digestibilidad, mayor contenido energético y evacuación estomacal más lenta.

Escudero *et al.* (1999) declararon que una de las características importantes dentro de las dietas experimentales, es la cantidad de grasa insaturada del grupo n-6 (7991 g), que incide directamente en los ritmos de crecimiento. El 59% de los ácidos grasos presentes en el amaranto son insaturados, de los cuales el 40% corresponden al ácido linoleico.

Enig (1998) recomienda que adicionar pasta de coco (*Cocus nucifera*) a la dieta para alimentar animales podría mejorar la calidad del mismo, por tres razones: primero, garantizaría la eficiencia de la conversión alimenticia por contener ácido láurico, eficiente inmuno-estimulante y efectivo antienteroparasitario; segundo, posee alto contenido en fibra y proteína, bajo tenor de carbohidratos, y fuente de manganeso con un aporte de hasta el 60% de la ingesta diaria recomendada; y tercero, su alto contenido de ácidos grasos poliinsaturado linoleico y gamma-linolénico, ricos en omega-6, que son precursores de las prostaglandinas “buenas” con capacidad antiinflamatoria, lo cual mejora la circulación y disminuye riesgos cardiovascular e hipertensión.

Díaz & López (1995) afirman que la selección de la gamitana (*Colossoma macropomum*) como organismo de prueba de las dietas a ensayar obedece al hecho de que esta especie, cuenta con grandes posibilidades comerciales en la acuicultura para resolver problemas de alimentación y de bienestar social. Las bases para la promoción e impulso en ambientes controlados de esta especie se inició hacia el año 1983, debido a ventajas tales como: 1) fácil adaptación al consumo de alimentos concentrados, 2) excelente conversión alimenticia, 3) rápido crecimiento, 4) fácil reproducción artificial, 5) producción masiva de alevines y la posibilidad de hacer varios desoves durante el año, todos estos atributos la convierten en una especie promisoría para el manejo en estanques.

Kohla *et al.* (1992), utilizaron juveniles de *Colossoma macropomum*, para evaluar la eficiencia con que esta especie metaboliza la proteína vegetal. Para un grupo la fuente proteica fue harina de pescado y, en el segundo, la fuente proteica fue una

mezcla de proteína animal y vegetal (45:50), sin harina de pescado. Se formularon dietas con niveles de 30 y 50% de proteína de ambas fuentes. Concluyeron que, comparando las raciones de 30% de proteína, los peces mostraron idéntico crecimiento. Entretanto, el crecimiento del *C. macropomum* con 50% de proteína vegetal fue mayor cuando la dieta no contenía harina de pescado. Estos resultados son semejantes a la alimentación natural de esta especie, que tiene preferencias por frutos y semillas.

Jeong *et al.* (1991) afirma que la fabricación de dietas balanceadas para peces mediante el proceso de extrusión mejora la disponibilidad de los carbohidratos de la dieta, pues el tratamiento termomecánico que se produce origina una completa gelatinización de los almidones que mejora su digestibilidad.

Church (1987) afirma que los insumos alimenticios son la materia prima fundamental para la producción animal. Actualmente existe una diversidad de insumos alimenticios, variando según el lugar. Se han clasificado más de dos mil insumos diferentes sin contar las variedades de forrajes y granos que se proporciona a los animales, y que no son consumidos por el hombre o los que abundan en exceso en un determinado lugar.

Goulding (1980) describe a la gamitana *Colossoma macropomum*, dotados de mandíbulas fuertes y dientes molariformes multicúspides é incisivos diseñados para triturar frutos y semillas a menudo muy duras que caen al agua durante las inundaciones anuales, época en que obtiene la mayor parte de su alimento [...] del mismo modo, también está dotados de largos y finos rastrillos branquiales

(branquiespinas) usados, intensivamente en los peces jóvenes, para capturar zooplancton cuando están confinados a ambientes loticos durante el estiaje. El mismo autor registró para 97 ejemplares capturados durante la época de creciente, que el 94% de su dieta estuvo constituida por frutas y semillas (material vegetal) y sólo el 6% restante por material animal, del cual casi la totalidad fueron excreta de monos.

De la Higuera (1973) afirma que una de las ventajas del alimento extruido es su flotabilidad, la cual permite obtener datos más precisos del consumo diario de alimento, de esta manera es más fácil calcular no solo el consumo de alimento si no también el factor de conversión alimenticia, pues este alimento flota y por lo tanto se puede verificar que los peces lo están consumiendo y no se pierde en el fondo del estanque. Sin embargo, para lograr la producción de carne con mayores beneficios se debe tener en cuenta la cantidad y calidad de proteína en la dieta, pues es uno de los principales determinantes del crecimiento de los peces.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El estudio fue ejecutado en el Centro de Investigaciones Pucayacu (CIP), sede del Programa de Investigación para el Uso y Conservación del Agua y sus Recursos – AQUAREC del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP)- filial San Martín, Ubicado en la Comunidad de Bello Horizonte, Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Departamento de San Martín.

3.2. PROCEDIMIENTOS

3.2.1. Unidades experimentales

Se implementaron nueve unidades experimentales, cada una de ellas conformada por 330 juveniles de gamitana, *Colossoma macropomum*, colocados en una sección de estanque. Tres estanques de tierra fueron seccionados con tres compartimientos cada una, resultando, en total nueve secciones.

Los especímenes de la misma progenie, con pesos y longitudes promedios de 27.64 g. y 11.92 cm., respectivamente, provenían de los estanques de alevinaje (pre-cría) del CIP, y fueron obtenidos mediante reproducción inducida. Previo al inicio del experimento, los peces fueron sometidos a un proceso de adaptación por un período de 7 días.

3.2.2. Características de los recintos y el ambiente de cultivo

Se dispuso de tres estanques, construidos por excavación, todos del mismo diseño, con profundidades promedio de 1.5 m, y recambio de agua permanente. En cada estanque se hicieron tres secciones limitadas por septos de mallas alevineras de 1 pulgada de malla, fijadas en un armazón de estacas y caibros de madera resistente a la humedad. Cada sección comprendía un área promedio de 330 m². El acondicionamiento de los mismos fue realizado siguiendo protocolos establecidos para propósito experimental.

3.2.3. Dietas Experimentales

La dieta experimental fue elaborada incluyendo 10% de pasta de coco (*Cocus nucifera*) en la fórmula (T1=10%PCo) que combinó insumos tradicionales, como: harina de pescado, torta de soya, harina de maíz y polvillo de arroz. Este alimento fue formulado, preparado y almacenado en la Planta de Producción de Alimentos Extruidos (ALIMEX) de la ciudad de Yurimaguas, en acabado peletizado con tamaños de partícula de 4 y 6 mm de diámetro, de acuerdo al crecimiento de los peces.

Esta dieta fue evaluada en virtud de otra, formulada solamente con insumos tradicionales, en el mismo acabado que la anterior, la cual es producida y comercializada por la Planta de Producción de Alimentos Extruidos (ALIMEX), y que se constituyó como la dieta control (T2:0%PCo). Adicionalmente, una dieta comercial extruida de la marca Naltech, ampliamente comercializada en la región San Martín, fue utilizado como un segundo control referencial (T3:2CR).

Todas las raciones fueron de naturaleza isoproteica e isocalórica, según se evidencia en la Tabla 1, con la composición porcentual aproximada de las dietas experimental y controles.

Tabla 1:

Composición porcentual de las fórmulas de las Dietas Experimentales.

INSUMOS	TRATAMIENTOS		
	T1:10%PCo Dieta Exp.	T2:0%PCo Control	T3:2CR Control Ref.
Pasta de Coco	10	--	--
Harina de Pescado	14	14	
Torta de Soya	20	24	
Polvillo de Arroz	20	24	
Maíz Amarillo	33.5	35	Información patentada
Premix Vitamínico - Mineral	0.5	0.5	
Aceite Vegetal (Palmerola)	2	2.5	
TOTAL	100.00	100.00	100.00
Composición Nutricional			
Proteína	25.2	25.4	24.0
Lípidos	8.7	8.7	4.0
Fibra	6.7	6.1	6.0
Ceniza	8.0	8.1	10.0
Carbohidratos	42.6	42.4	44.0
Humedad	8.8	9.4	12.0
TOTAL	100.00	100.00	100.00
Energía (Kcal/Kg)	3745.4	3746.1	3590.2

Fuente: IIAP-San Martín

Se utilizó la aplicación Excel Zootech Ver. 3.1 y el software pecuario Mixit 2+, programas para la formulación de raciones balanceadas al mínimo costo, para formular la dieta experimental cuyo efecto en el crecimiento de los peces

fueron comparados con las dos dietas control, anteriormente mencionados. Los alimentos se almacenaron en sacos de polietileno y a temperatura ambiente para protegerlo de la humedad; de estas se obtenían cantidades suficientes para atender las necesidades diarias.

3.2.4. Alimentación

Durante el experimento, los peces fueron alimentados dos veces por día (8.30 y 16.00 horas), los siete días de la semana. La ración alimenticia fue aplicado a una tasa de alimentación de 8% durante las primeras ocho semanas, y al 5% hasta concluir el período experimental. Las raciones ofrecidas diariamente, fueron modificados quincenalmente después de realizado las evaluaciones biométricas de los peces de cada unidad experimental para reajustarlas y ser administradas en las dos semanas siguientes.

3.2.5. Muestreo Biométrico

Quincenalmente se efectuaron muestreos biométricos para registrar el peso (g) y la longitud (cm) totales de un 10% de los peces de cada unidad experimental, lo cual permitió evaluar el efecto de las dietas en función del aumento en tamaño y ganancia de biomasa en cada uno de los tratamientos experimentales.

El día previo a esta actividad, se suspendió la alimentación de los peces. Las muestras fueron extraídas utilizando una red alevinera; luego, se colocaron en bateas mientras se efectuaban las biometrías a cada ejemplar de las

muestras. Terminada la faena, los peces fueron devueltos a las secciones correspondientes, después de recibir un baño profiláctico (15 g de sal por litro de agua) por uno a tres minutos.

3.2.6. Parámetros Biológicos

Los parámetros biológicos que permitió evaluar la eficiencia, así como el aprovechamiento del alimento proporcionado, de la dieta experimental en relación a las dietas control, en los tratamientos correspondientes, fueron: ganancia en peso (GP), Tasa de Crecimiento Específico (TCE), Tasa de Crecimiento Relativo (TCR), coeficiente de variación de peso (CVP), índice de conversión alimenticia aparente (ICAA), Eficiencia Alimenticia (EA), Factor de Condición (K) y Tasa de Supervivencia (S).

- a) **Ganancia en peso (GP)**. indica el incremento en peso para cada ejemplar y se determinó de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$GP = \overline{W}_f - \overline{W}_i$$

Donde: \overline{W}_f = Peso final promedio
 \overline{W}_i = Peso inicial promedio

- b) **Tasa crecimiento de específico (TCE)**. La Tasa de Crecimiento Específico expresa el porcentaje de crecimiento diario, en peso, de los peces en cultivo.

$$TCE = \frac{Ln\overline{W}_f - Ln\overline{W}_i}{Tiempo (días)} \times 100$$

Donde: $Ln\overline{W}_f$ = Logaritmo natural del Peso final promedio
 $Ln\overline{W}_i$ = Logaritmo natural Peso inicial promedio

- c) **Tasa de Crecimiento Relativo (TCR).** La Tasa de Crecimiento Relativo expresa la ganancia en peso de los peces en cultivo con relación al peso inicial de cultivo.

$$\text{TCR} = \frac{\overline{W}_f - \overline{W}_i}{\overline{W}_i} \times 100$$

Donde: $\text{Ln}\overline{W}_f$ = Logaritmo natural del Peso final promedio

$\text{Ln}\overline{W}_i$ = Logaritmo natural Peso inicial promedio

\overline{W}_i = Peso inicial promedio

- d) **Coficiente de Variación de Peso (CVP).** se determinó según la fórmula:

$$\text{CVP} = \frac{\text{DESVEST } \overline{W}_f}{\overline{W}_f} \times 100$$

Donde: $\text{DESVEST } \overline{W}_f$ = Desviación standard de peso final promedio

\overline{W}_f = Peso final promedio

- e) **Índice de Conversión Alimenticia Aparente (ICAA).** El Índice de Conversión Alimenticia Aparente expresa la cantidad de alimento (en Kg) necesario para obtener 1 Kg de carne de pez en cultivo. Este parámetro permitió determinar la efectividad de los alimentos suministrados. Se calcula aplicando la fórmula descrita por Castell & Tiews (1980):

$$\text{ICAA} = \frac{\text{Cantidad de alimento consumido}}{\text{Incremento de la biomasa}}$$

- f) **Eficiencia Alimenticia (EA).** Expresa proporción de alimento que será asimilado e incorporado a la biomasa del pez. Se relaciona estrechamente con la digestibilidad del alimento. Es un parámetro clave para la rentabilidad.

$$\text{EA} = \frac{\text{Ganancia en Peso}}{\text{Cantidad de alimento suministrado}} \times 100$$

- g) **Factor de Condición (K).** El Factor de Condición expresa el grado de bienestar o condición somática de una población en relación al medio en que vive, es llamado también Grado de Robustez o Índice Ponderal:

$$K = \left(\frac{W}{L^3} \right) \times 100$$

Donde: K = Factor de Condición

W = Peso

L = Longitud

- h) **Tasa de Supervivencia.** La Supervivencia expresa el porcentaje de individuos vivos al finalizar un experimento o cultivo.

$$S = \frac{\text{número de peces sembrados}}{\text{número de peces cosechados}} \times 100$$

3.2.7. Análisis de costos de las dietas experimentales

Se realizó un análisis de costos de la dieta experimental, con la finalidad de compararlas con los costos de las dietas control. Así pues, el precio de las dietas se determinó, valorando el costo y porcentaje de inclusión de cada insumo, además del costo de elaboración.

3.2.8. Monitoreo de los parámetros físicos y químicos del agua

Los niveles de oxígeno disuelto, temperatura, pH, nitrito, amonio, alcalinidad, CO₂, y dureza fueron registrados quincenalmente utilizando un Kit FF1A con rangos para acuicultura de aguas dulces. La transparencia del agua se midió con un disco de Secchi.

3.3. TIPO Y DISEÑOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.3.1. Tipo de Investigación

El estudio realizado fue de tipo experimental cuali-cuantitativo Correlacional; porque se estudió la relación entre variables una de otras buscando explicar las relaciones existentes entre ellas.

3.3.2. Diseño de la Investigación

El diseño experimental aplicado en la presente investigación fue el Diseño Completamente al Azar (DCA) con tres tratamientos y tres réplicas (Tabla 2).

Tabla 2:

Distribución de los tratamientos y repeticiones en las correspondientes secciones de cada estanque

	ESTANQUE 1	ESTANQUE 2	ESTANQUE 3
Tratamientos y Repeticiones	T1,R1	T1,R3	T2,R3
	T1,R2	T2,R1	T3,R2
	T3,R1	T2,R2	T3,R3

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población estuvo conformada por 2970 juveniles de gamitana, *Colossoma macropomum*, provenientes de los estanques de alevinaje (pre-cría) del CIP y obtenidos mediante el proceso de reproducción inducida; Estos estuvieron distribuidos aleatoriamente en 9 secciones de estanques, correspondiendo a cada sección 330 peces.

Para efectos de la recopilación de la información fueron capturados 33 ejemplares por cada unidad experimental con representación del 10% de la población.

3.5. PROCESAMIENTO DE LOS DATOS

Los datos biométricos de longitud total y peso total, obtenidos mediante los muestreos, fueron procesados y analizados utilizando el programa Excel 2016 de Microsoft Office, para el análisis descriptivo. El análisis inferencial fue realizado con la prueba ANOVA de acuerdo con Banzatto & Kronka, (1989), utilizando el mismo programa. Como no se encontró diferencias significativas, no fue necesario aplicar la prueba de post análisis de Tuckey.

IV. RESULTADOS

En las siguientes secciones se presentan los resultados del análisis de los datos recopilados durante el período de la investigación.

4.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO

En esta sección se visualiza el desempeño de las dietas experimentales en relación con el desarrollo de los peces.

4.1.1. Evaluación del crecimiento.

El crecimiento de los peces fue evaluado en función de la talla y el peso. En la Tabla 3, se muestran los valores de pesos y tallas promedios de los peces, desde la siembra hasta el final del período experimental. Estos mismos datos se muestran gráficamente en los Gráficos 1 y 2.

Tabla 3:

Valores promedios de pesos y longitudes de juveniles de *Colossoma macropomum*, para cada tratamiento durante el período experimental.

INDICADORES	TRATAMIENTOS	EVALUACIONES							
		Siembra	1ra.	2da.	3ra.	4ta.	5ta.	6ta.	7ma.
Promedios de pesos (g)	T1:10%PCo	26.00	37.77	54.76	77.56	105.45	136.36	165.81	203.25
	T2:0%PCo	27.95	40.75	57.61	80.83	105.81	131.91	160.91	196.70
	T3:2CR	28.97	41.59	62.30	83.29	111.02	138.26	169.56	204.10
Promedios de longitudes (cm)	T1:10%PCo	11.60	12.83	15.17	17.01	18.33	20.23	21.63	23.34
	T2:0%PCo	12.07	13.14	15.25	16.95	18.24	20.05	21.31	22.39
	T3:2CR	12.09	13.27	15.74	17.31	18.72	20.31	21.75	23.35

El experimento se inició con juveniles de *Colossoma macropomum* con pesos y longitudes totales promedios de 27.64 g. y 11.92 cm., respectivamente, sin diferencia significativa ($p > 0.05$) entre los tratamientos, según el análisis de varianza (ANOVA) al iniciar el experimento (Anexo I, Tablas 6 y 7).

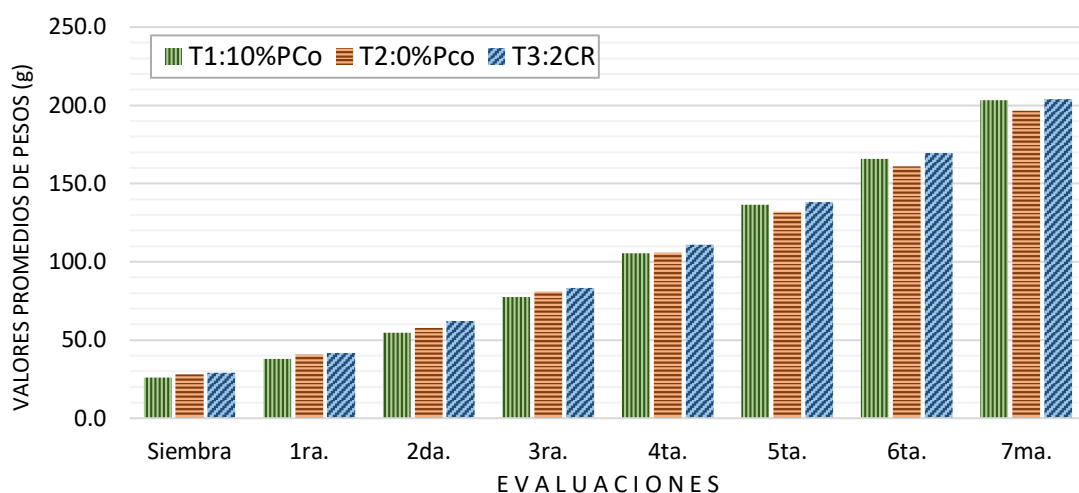


Gráfico 1: Valores promedios de los Peso de juveniles de *Colossoma macropomum*, para cada tratamiento durante el período experimental.

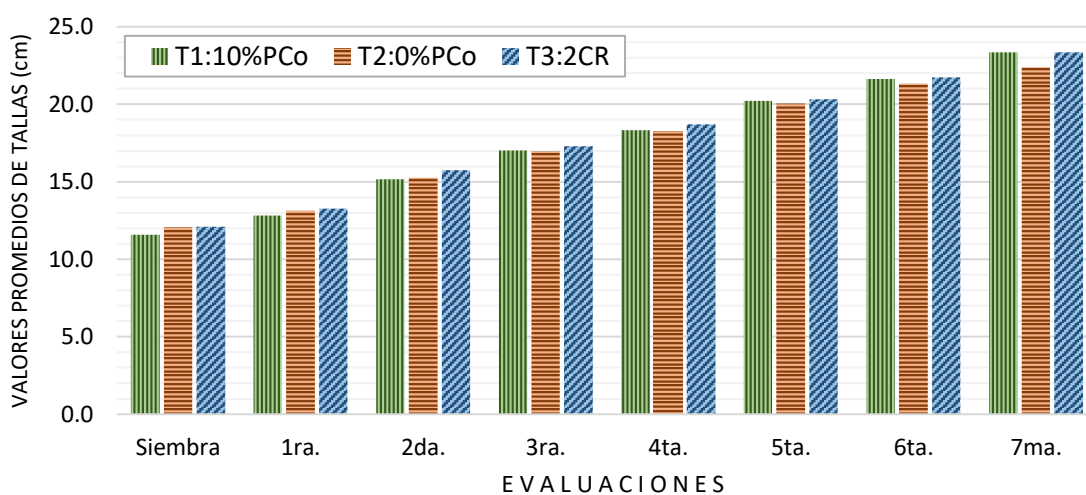


Gráfico 2: Valores promedios de las longitudes de juveniles de *Colossoma macropomum*, para cada tratamiento durante el período experimental.

Durante las primeras siete semanas se observó similar desempeño en crecimiento en los peces de los tres tratamientos (T1:10%PCo, T2:0%PCo y T3:2CR). A partir de la cuarta evaluación (octava semana) los peces del T1:10%PCo (203.25 g y 23.34 cm), consiguió superar progresivamente a los del T2:0%PCo (196.70 g y 22.39 cm), hasta marcar una diferencia de 6.55 gramos y 0.95 centímetros al finaliza el experimento —a las catorce semanas— a favor del T1:10%PCo.

Al comparar el desempeño de los peces del T1:10%PCo con los del T3:2CR, se puede notar que la diferencia marcada entre los promedios de peso y longitud totales promedios fueron cada vez menores, hasta marcar la mayor proximidad al finalizar el experimento con valores de 203.25 g y 23.34 cm para el T1:10%PCo y 204.10 g y 23.35 cm para el T3:2CR; diferencias de 0.85 gramos y 0.01 centímetros a favor de los peces del T3:2CR. (Tabla 3, Gráficos 1 y 2).

4.1.2. Evaluación con los parámetros biológicos.

La eficiencia de una dieta en la alimentación de una población de organismos para determinar el grado de aprovechamiento del alimento proporcionado se efectúa mediante el análisis de los parámetros biológicos. Así pues, en la Tabla 4 se muestra los valores de los parámetros biológicos de ganancia de peso (GP), tasa de crecimiento específico (TCE), tasa de crecimiento relativo (TCR), coeficiente de variación del peso (CVP), índice de conversión alimenticia aparente (ICAA), eficiencia alimenticia (EA), factor de condición (K) y supervivencia (S), de los juveniles de *Colossoma macropomum*, obtenido al final del período experimental.

Tabla 4:

Valores de los parámetros biológicos obtenidos al final del experimento para cada uno de los tratamientos, aplicados a juveniles de *Colossoma macropomum*.

TRATAMIENTOS	PARÁMETROS BIOLÓGICOS							
	GP (g)	TCE (%)	TCR (%)	CVP (%)	ICAA	EA (%)	K	S (%)
T1 : 10%PCo	177.25	1.96	684.97	15.32	3.11	34.0	1.96	100
T2 : 0%PCo	167.12	1.85	607.08	8.68	3.42	32.0	0.09	100
T3 : 2CR	175.14	1.87	622.62	4.54	3.32	13.0	3.81	100

Así vemos que, en cuanto a la ganancia en peso (GP), los peces del tratamiento que consumieron la dieta con inclusión de pasta de coco (T1:10%PCo), alcanzaron la mayor ganancia, con un valor de 177.25 g., ligeramente superior que los peces alimentados con la dieta del control de referencia (T3:2CR), con un valor de 175.14 g.; mientras que los del tratamiento que consumieron la dieta sin harina de pasta de coco (T2:0%PCo), con 167.12 g., consiguiendo la menor ganancia en el experimento (ver Tabla 4 y Gráfico 3). Al expresar estos datos en porcentajes de incremento en peso, tanto diario (TCE) como en el período (TCR), se observan que los peces del T1:10%PCo incrementaron su peso en 1.96% diario y 684.97% en el período, mayores que los peces del T3:2CR (1.87% de TCE y TCR de 622.62%) y T2:0%PCo (TCE = 1.85% y TCR = 607.08%) (ver Tabla 4 y Gráficos 3 y 4).

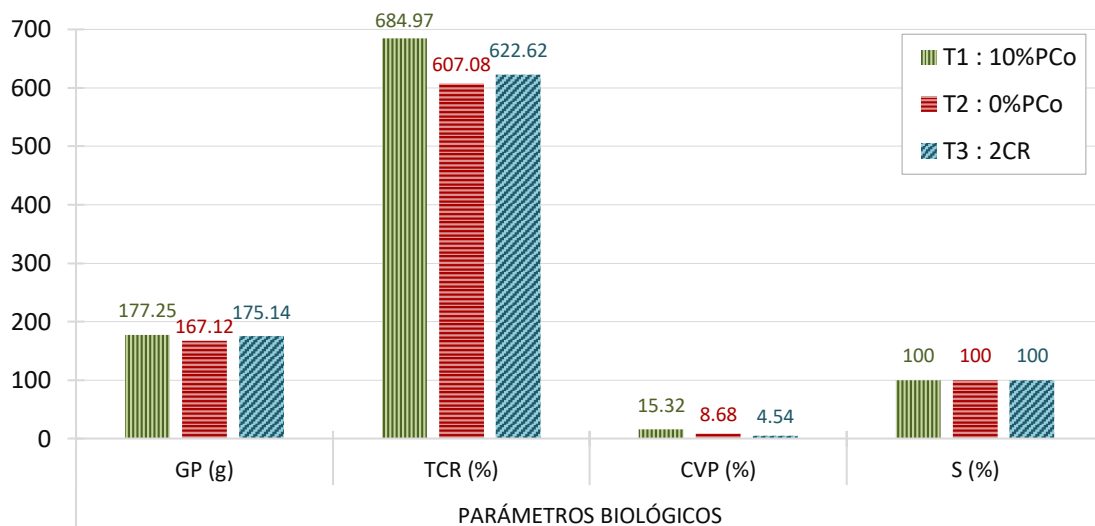


Gráfico 3: Valores de los parámetros biológicos: ganancia de peso (GP), tasa de crecimiento relativo (TCR), coeficiente de variación de pesos (CVP) y sobrevivencia (S), obtenidos al final del experimento para cada uno de los tratamientos aplicados a juveniles de *Colossoma macropomum*.

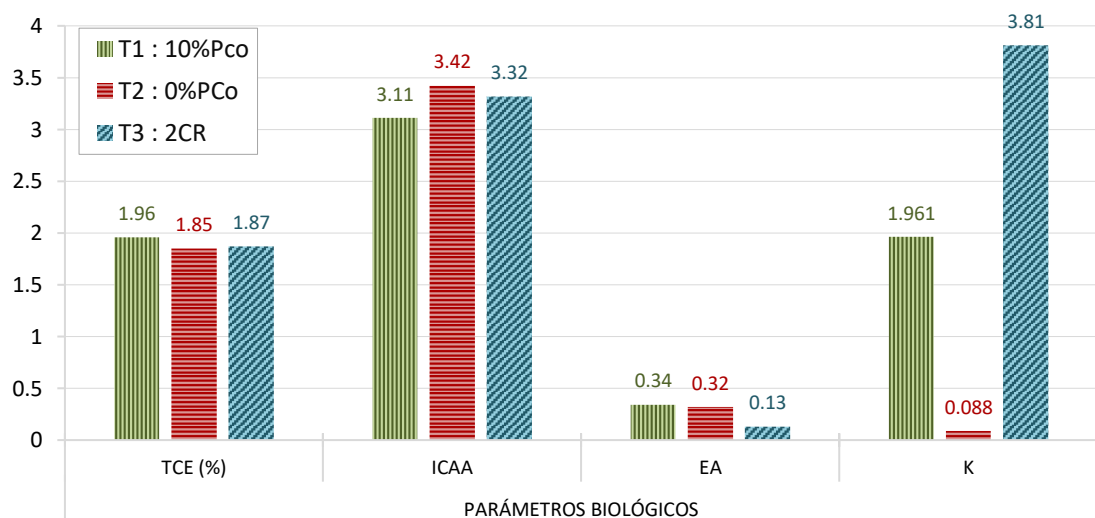


Gráfico 4: Valores de los parámetros biológicos: tasa de crecimiento específico (TCE), índice de conversión alimenticia (ICAA), eficiencia alimenticia (EA) y factor de condición (K), obtenidos al final del experimento para cada uno de los tratamientos aplicados a juveniles de *Colossoma macropomum*.

Por otro lado, la Tabla 4 y el Gráfico 3, indica que el coeficiente de variación de los pesos (CVP), muestra representatividad en los promedios de pesos finales entre los tratamientos. En el tratamiento T3:2CR (4.54% de CVP) se encontró la menor dispersión, mientras que los más dispersos fueron los del tratamiento T1:0%PCo (15.32% de CVP). En el tratamiento T2:10%PCo el CVP fue de 8.68%.

Con respecto al índice de conversión alimenticia aparente (ICAA) entre los tratamientos, fue mejor en los peces del T1:10%PCo (3.11), con respecto a los peces de los tratamientos T3:2CR y T2:0%PCo, con valores de 3.32 y 3.42, respectivamente (ver Tabla 4 y Gráfica 4). Del mismo modo, los peces del tratamiento T1:10%PCo lograron un valor de 34% en eficiencia alimenticia (EA), mayor que los peces de los tratamientos T2:0%PCo y T3:2CR con valores respectivos de 32.0% y 13.0% (ver Tabla 4 y Gráfica 4).

Otro parámetro biométrico que se observa en la Tabla 4 es el factor de condición (K). Los peces del tratamiento T3:2CR se encontraron en mejor estado de condición (3.81). Sin embargo, entre los tratamientos experimentales, los peces del tratamiento experimental T1:10%PCo estuvieron en mejor estado de condición (1.96) que los peces del primer control T2:0%PCo (0.09) (ver Tabla 4 y Gráfico 4).

4.2. ANÁLISIS INFERENCIAL

En las Tablas 8 y 9, se presenta los resultados del análisis de varianza (ANOVA), utilizada para contrastar la hipótesis, con base en la regla de decisión teórica

en que si $p \geq 0.05$ se acepta la H_0 , pero si $p < 0.05$, se la rechaza, con un nivel de confianza de 95 %.

En este análisis, al comparar los valores finales de peso y longitud totales promedios de cada uno de los tratamientos, al final del experimento, se evidencia crecimiento de los peces en peso ($p = 0.31$) y longitud total ($p = 0.28$) entre los tratamientos de alimentación, iguales; es decir, no hubo diferencia estadística ($p > 0.05$) entre los tratamientos (Ver del Anexo I, Tablas 8 y 9).

4.3. ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE LAS DIETAS

En la Tabla 11 (Anexo II), se presenta un análisis comparativo del costo de los insumos y porcentaje de participación en la dieta, además del costo de elaboración de la dieta, para obtener el costo por cada kilogramo de alimento. Así se tiene que, la dieta que contenía pasta de coco (T1:10%PCo) resultó en ventaja con un costo de S/. 2.05, en comparación con la dieta sin pasta de coco (T2:0%PCo) con un costo de S/. 2.13. En cuanto a la dieta que se usó como segundo control de referencia (T3:2CR), tiene un costo actual de S/. 3.28 en el mercado local.

Por otro lado, en la Tabla 10 (en el Anexo II) se muestra el costo de inversión en alimento por cada kilo de pescado. Se observa que con la dieta con inclusión de pasta de coco (T1:10%PCo) el costo es de S/. 6.36, menor que con la dieta sin contenido de pasta de coco (T2:0%PCo) y más aún que la dieta del segundo control de referencia (T3:2CR), en las que se determinó costos de S/. 7.28 y S/. 10.89, respectivamente.

4.4. PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DEL AGUA

La Tabla 5, muestra el resumen de las evaluaciones de los principales parámetros físico-químicos en sus valores promedios, registrados durante el período de estudio.

Tabla 5

Valores promedios de los parámetros físico-químicos del agua evaluados durante el período de estudio.

AMBIENTES	T° (°C)	Transpa. (cm)	pH	OD (mgL⁻¹)	CO₂ (mgL⁻¹)	Alcalinidad (mgL⁻¹)	Dureza (mgL⁻¹)	NH₄ (mgL⁻¹)	Nitrito (mgL⁻¹)
Estanque 1	30.0	45.0	7.5	3.5	5.5	50.0	50	1.0	0.02
Estanque 2	28.0	50.0	8.0	3.5	5.8	60.0	45	1.5	0.02
Estanque 3	29.0	45.0	7.0	3.0	6.0	55.0	50	1.0	0.02

Los valores de cada uno de los parámetros registrados en la Tabla 5, en las que se observa ligeras fluctuaciones entre los ambientes se mantuvieron dentro de los rangos para la crianza de especie de peces amazónicos.

V. DISCUSIÓN

5.1. Selección *Colossoma macropomum*

La selección de la gamitana (*Colossoma macropomum*) como especie objeto para esta investigación obedece al hecho de que esta especie, cuenta con grandes posibilidades comerciales en la acuicultura para resolver problemas de alimentación y de bienestar social, tal como proponen Díaz & López (1995), que sustentan sus criterios en ventajas como: 1) fácil adaptación al consumo de alimentos concentrados, 2) excelente conversión alimenticia, 3) rápido crecimiento, 4) fácil reproducción artificial, y 5) producción masiva de alevines y la posibilidad de hacer varios desoves durante el año.

5.2. Dieta para los peces

En la presente investigación se ha propuesto evaluar el efecto de una dieta con inclusión de 10% de pasta de coco (T1:10%PC), con base en las referencias de autores como Goulding (1980), Lauzanne & Loubens (1986), Roubach & Saint Paul (1994) y Loubens & Panfili (1997), ya que en su medio natural tiene preferencia por productos vegetales silvestres (granos y semillas oleaginosas), acorde con su anatomía y fisiología digestiva.

El subproducto de coco, con 22.59% de PB, es una importante fuente de proteína, (tomado de un cuadro de análisis bromatológico, con fuente: IIAP – San Martín), y de acuerdo con Enig (1998), contiene: 1) ácido láurico, un eficiente inmuno-estimulante

y efectivo antienteroparasitario, lo que garantiza la eficiencia de la conversión alimenticia; 2) alto contenido en fibra y proteína, bajo tenor de carbohidratos, y fuente de manganeso con un aporte de hasta el 60% de la ingesta diaria recomendada, 3) alto contenido de ácidos grasos poliinsaturado linoleico y gamma-linolénico, ricos en omega-6, precursores de las prostaglandinas “buenas” con capacidad antiinflamatoria, lo cual mejora la circulación y disminuye riesgos cardiovascular e hipertensión. Por tanto, la pasta de coco (*Cocos nucifera*) ofrece una gran posibilidad de aprovechamiento para alimentar animales, al mejorar la calidad de la dieta. Consecuentemente, Escudero *et al.* (1999) aclaran que una de las características importantes dentro de las dietas experimentales, es la disponibilidad de grasa insaturada del grupo n-6 —como tal es el caso en esta investigación— porque incide directamente en los ritmos de crecimiento.

Por otro lado, la tecnología de la producción de dietas extruidas está hoy disponible, pues Chu-Koo & Alcántara (2007) refieren que el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) adquirió una máquina extrusora, instala en el Centro de Investigaciones de Quistococha en Iquitos-Loreto, con capacidad de producir hasta 250 kilos de alimento por hora. Esto significa que al menos en Iquitos se puede elaborar dietas extruidas con insumos locales alternativos de gran eficiencia —como la dieta experimental utilizada en esta investigación— lo que permitiría lograr mayor rentabilidad a los piscicultores del eje carretero Iquitos-Nauta. Puesto que como afirman Guillaume *et al.* (2004), la menor desintegración de las raciones extruidas junto a su lenta capacidad de absorción de agua y mayor flotabilidad, son características físicas determinantes para que los organismos en cultivo tengan más

tiempo para consumir la ración y evitar pérdidas por hundimiento y desintegración de las partículas alimenticias; además que, como la describe NICOVITA (2003), también posee como ventajas, un mejor aprovechamiento de los nutrientes por los peces, mayor durabilidad de almacenamiento, mayor estabilidad en el agua y polución significativamente reducida, mayor digestibilidad, contenido energético y evacuación estomacal más lenta. Otro aporte sobre las ventajas de la fabricación del alimento extruido es que mejora la disponibilidad de los carbohidratos de la dieta, ya que el tratamiento termomecánico confiere una completa gelatinización de los almidones, mejorando así su digestibilidad, según refieren Jeong *et al.* (1991).

Pero con respecto a la flotabilidad del alimento extruido, De la Higuera (1973), aclara que la ventaja permite obtener datos más precisos del consumo diario de alimento, así es más fácil calcular no solo el consumo de alimento si no también la conversión alimenticia. Este alimento flota y por tanto se verifica que los peces lo consumen y no se pierde en el fondo. Pero NICOVITA (2003) precisa que el uso de alimento balanceado del tipo peletizado es el más difundido en la Amazonía peruana, debido a su fácil producción en comparación con el alimento extruido que requiere mayor tecnología para su procesamiento. En esta investigación fue este último el caso.

5.3. Crecimiento de los juveniles de *Colossoma macropomum*

Al igual que Del Águila & Ruiz (2016), consideramos que lograr un crecimiento adecuado en la crianza de peces es uno de los aspectos relevantes para el piscicultor, no obstante que el crecimiento de un organismo se relaciona directamente con la calidad de su dieta y ésta en función de los insumos con que se formulen.

En consecuencia, en el transcurso de esta investigación, se observó que partir de la octava semana de cultivo, los peces del tratamiento T1:10%PCo, alimentados con la dieta con inclusión de pasta de coco, consiguieron superar progresivamente a los del tratamiento T2:0%PCo, hasta marcar una diferencia de 6.55 gramos y 0.95 centímetros al finalizar el experimento, a las catorce semanas (Tabla 2, Gráficos 1 y 2), aunque sin diferencias estadísticas. En contraste, Navas (2014) encontró diferencias significativas en la longitud total final (LTF) entre los peces alimentados con dietas a base de coco al 30% de inclusión y los peces alimentados con el control extruido, siendo éstos últimos los que lograron obtener un mayor tamaño; mientras que con respecto al peso final y ganancia de peso no encontró ninguna diferencia entre los tratamientos, lo mismo que en esta investigación.

Así mismo, el análisis de varianza (ANOVA), aplicado al final del experimento con los valores promedios de longitud y peso totales, evidencia que no hubo diferencia estadística ($p > 0.05$) entre los tratamientos de alimentación, sino que los crecimientos fueron iguales (Ver Anexo I, Tablas 8 y 9).

5.4. Parámetros biológicos

La eficiencia de una dieta en la alimentación de una población de organismos, para determinar el grado de aprovechamiento del alimento proporcionado, se efectúa mediante el análisis de los parámetros biológicos; dichos parámetros fueron: ganancia de peso (GP), tasa de crecimiento específico (TCE), tasa de crecimiento relativo (TCR), coeficiente de variación del peso (CVP), índice de conversión alimenticia aparente (ICAA), eficiencia alimenticia (EA), factor de condición (K) y supervivencia (S), de los juveniles de *Colossoma macropomum*.

5.4.1. Ganancia de Peso (GP)

En la presente investigación, los juveniles de *C. macropomum* alimentados con la dieta del T1:10%PCo, lograron mayor ganancia de peso (177.25 gramos) que aquellos que consumieron la dieta sin pasta de coco (T2:0%PCo) con ganancia de 167.12 g gramos de peso; e incluso que del tratamiento control (T3:2CR) los que tuvieron una ganancia de peso de 175.14 gramos, en 105 días de cultivo (ver Tabla 04, Gráfico 03). Del Águila & Ruiz (2016) alimentando con una fórmula combinada de soya, puspo poroto, chiclayo pardo, hoja de yuca, maíz amarillo, polvillo de arroz, y aceite de palma sin refinar, consiguió mejor resultado (234.67 ± 21.73) en 90 días de cultivo.

5.4.2. Tasa de Crecimiento Específico (TCE)

Las tasas de crecimiento específico (TCE) obtenidos en la presente investigación, indican que los peces alimentados con la dieta T1:10%PCo incrementaron su peso diario en 1.96%, superior a los que consumieron la dieta T2:0%PCo (1.85%). Resultados similares a estos fueron encontrados por Del Águila & Ruiz (2016) y también Casado *et al.* (2009), con dietas, basados en insumos locales (harina de yuca, torta de soya, maíz amarillo duro, y aceite de palma) con inclusión de harina de trigo regional. Pero Rojas-Alegría (2012), registró una TCE de 2.68%, más eficiente que el obtenido en nuestra investigación, con una dieta elaborada sólo con insumos locales.

5.4.3. Tasa de Crecimiento Relativo (TCR)

En la presente investigación, los peces alimentados con la dieta del tratamiento T1:10%PCo, lograron una TCR de 684.97% en 105 días de cultivo. Resultados obtenidos en diversos experimentos, no con pasta de coco, evidencian que este dato

se encuadra entre el rango de crecimiento óptimo de *C. macropomum*; así pues, Del Águila & Ruíz (2016) reporta un crecimiento de 359.55 ± 28.96 % en 90 días de cultivo, alimentándolos con una fórmula basada únicamente en alimentos vegetales. Morillo *et al.* (2013), alimentó durante 68 días, utilizando una dieta cuya fuente proteica se basó en harina de chachafruto (*Erythrina edulis*) y soya (*Glicine max*), consiguiendo un crecimiento de $342,6 \pm 43,7$ %. Así mismo, Ruiz (2013) utilizó harina de maíz, ensilado biológico de pescado y torta de soya en combinación con harina de pijuayo, y registró un crecimiento en peso de 1456.4 %, en 135 días de cultivo.

En este estudio también se observa que los peces del tratamiento T1:10%PCo, resultaron con un mayor TCR que los peces de los tratamientos experimentales T2:0%PCo (607.08%), asumimos que esta aparente ventaja fue conferida por las propiedades de la pasta de coco, referidas por Enig (1998).

5.4.4. Coeficiente de Variación del Peso (CVP)

En el presente estudio, se vio que los peces del T3:2CR, con 4.54% de CVP fue bastante muy aceptable, pero en el tratamiento T1:0%PCo, con CVP de 15.32%, aunque aceptable, es relativamente alto, indica que los valores promedios de pesos finales fueron más dispersos. Mejores resultados de CVP encontramos en los trabajos de Del Águila & Ruíz (2016) con 10.49 ± 1.15 % en T3, Rojas-Alegría (2012) anotó un CVP de 7.95 en T3. Pero valores de CVP más bajos registrados en todas nuestras revisiones y por tanto los más eficientes, fue registrados por Ruíz (2013) con 3.0% en su tratamiento T3 habiéndoles alimentado con una fórmula tradicional y con una combinación de ensilado biológico de pescado y harina de pijuayo.

5.4.5. Índice de Conversión Alimenticia Aparente (ICAA)

El índice de conversión alimenticia aparente (ICAA) registrado, en esta investigación, para el tratamiento T1:10%PCo (3.11) se presentó mejor que para el tratamiento T3:2CR (3.32); no obstante, estos valores son relativamente elevados, en comparación con lo anotado por Del Águila y Ruiz (2016) en su tratamiento con la dieta basado solo en alimentos vegetales (T3), con 1.81 ± 0.07 de ICAA, y similares a estos reportan Casado *et al.* (2009).

5.4.6. Eficiencia Alimenticia (EA)

En la presente investigación, los peces del tratamiento T1:10%PCo lograron un valor de 34.0% de EA, mayor que los de los tratamientos T2:0%PCo y T3:2CR con valores respectivos de 32.0% y 13.0%; este hecho pudiera indicar que la pasta de coco por contener diversos ácidos grasos poliinsaturados mejora la eficiencia de la conversión alimenticia, según refiere Enig (1998). Ruiz (2013) registró un valor promedio de 40.0% en el tratamiento T3, mejor que los otros, que alcanzaron un valor de 30.0%.

Por otro lado, Uzcátegui-Varela *et al.* (2014) reporta datos de EA hasta de 47.9% en el híbrido gamipaco (*Colossoma macropomum* ♂ x *Piaractus brachypomus* ♀), alimentándolos con una dieta con 28% de proteína bruta. No obstante, este mismo autor, citando de Yudy *et al.* (2004), menciona que con valores de proteína bruta de entre 17-23% juveniles de *Brycon siebenthalae* mejoran su EA, pero disminuye considerablemente con valores superiores.

5.4.7. Factor de Condición (K)

El factor de condición (K) de la dieta experimental T1:10%PCo, anotado en nuestro estudio (1.96), fue muy similar a los que encontró Ruiz (2013) en todos sus

tratamientos (T1 = 1.96, T2 = 2.05, T3 = 2.03, y T4 = 1.95). Aunque en el presente experimento el tratamiento T3:2CR (control) resultó con mejor estado de condición (K), se asume que la ventaja, se debe al mayor consumo del alimento porque fueron alimentados con una dieta comercial extruida, y Casanova & Chu-Koo (2008) confirman que la producción de pescado utilizando alimento extrusado es ampliamente superior a los obtenidos hace algunos años atrás con el empleo exclusivo de dietas peletizadas. Pero en términos generales, esta investigación evidencia que más que el tipo de alimento (extrusado o peletizado), la calidad basada en su composición es más efectiva. Pero se asume que, al igualar la dieta experimental al nivel extruido, se lograría aún mejores resultados, al lograr mayor consumo por los peces.

5.4.8. Supervivencia (S)

En este estudio, se tuvo una supervivencia al 100% de los peces en todos los tratamientos, lo mismo registraron Del Águila & Ruiz (2016); pero Ruiz (2013), anotó 98.33%. Estos datos indican que la gamitana (*Colossoma macropomum*) es muy resistente al manipuleo.

5.5. Costos de las dietas

Ortiz *et al.* (2007) demostraron que el amaranto en un 50% de reemplazo de la harina de pescado, es una interesante alternativa en la alimentación de *Colossoma macropomum*; siendo mínimos los costos referenciales. En este estudio, la dieta del tratamiento T1:10%PCo —formulado con pasta de coco, harina de pescado, torta de soya, polvillo de arroz, maíz amarillo y aceite vegetal— resultó en ventaja económica con un costo de S/. 2.05, cada kilogramo; en cambio, Rojas-Alegría (2012) logró a un

costo de S/. 1.39 utilizando sólo insumos locales (polvillo de arroz y harinas de sachá inchi, de maíz, de pijuayo y de yuca), con el que la inversión en alimento por kilo de pescado producido, fue de S/. 3.06. Este costo fue menor al que se logró en nuestro trabajo en el que se invertiría S/. 6.36 en alimento por cada kilogramo de pescado. Pero en una investigación más reciente, Del Águila & Ruiz (2016) reportan mayor costo (S/. 2.81) por cada kilo de alimento elaborado con una fórmula combinada de soya, puspo poroto, chichayo pardo, hoja de yuca, maíz amarillo, polvillo de arroz, y aceite de palma sin refinar, con los que cada kilogramo de pescado producido alcanzaría a costar S/. 5.09. No obstante, los anteriores resultan más a cuenta si se comparan con el costo de las dietas comerciales, cuyo costo actual en el mercado ronda los S/. 3.28.

En este estudio se incluyó pasta de coco (*Cocus nucifera*), pero Church (1987) confirma que existe diversidad de insumos alimenticios que abundan según lugares, más de dos mil clasificados, sin contar las variedades de forrajes y granos que se proporciona a otros animales y que no son consumidos por el hombre.

5.6. Parámetros físico-químicos del agua

Los valores de cada uno de los parámetros registrados en esta investigación muestran muy ligeras fluctuaciones y, por tanto, se mantuvieron dentro de los rangos para la crianza de especie de peces amazónicos. Pero de acuerdo con Ruiz (2013), la gamitana puede soportar cambios climáticos que modifican los parámetros físicoquímicos del agua en rangos moderados.

VI. CONCLUSIONES

- Después de 105 días de cultivo, los peces (juveniles de *Colossoma macropomum*) alimentados con una dieta con 10% de inclusión de pasta de coco (*Cocus nucifera*), ganaron 177.25 gramos en peso, 10.13 gramos más que aquellos alimentados con una dieta basada en insumos tradicionales (harina de pescado, torta de soya, harina de maíz y polvillo de arroz) sin pasta de coco (167.12 g de GP), y 2.11 gramos más que los peces alimentados con un alimento comercial (175.14 g de GP), sin ninguna diferencia estadística entre los tres tratamientos, según ANOVA al 95% de confiabilidad.
- El mejor índice de conversión alimenticia aparente (ICAA) se presentó en el tratamiento T1:10%PCo con 3.11, en comparación con 3.32 y 3.42 de los tratamientos T3:2CR y T2:0%PCo, respectivamente.
- Los peces alimentados con el alimento comercial extruido de la marca Naltech (tratamiento control) lograron un buen factor o estado de condición ($K = 3.81$), en comparación con los peces de los tratamientos experimentales.
- La inclusión de 10% pasta de coco en la dieta, ofrece mayor ventaja en estado de condición ($K = 1.96$) que una dieta basado en insumos tradicionales ($K = 0.09$).
- La gamitana (*Colossoma macropomum*), aprovecha muy bien la pasta de coco (*Cocus nucifera*), las ventajas aportadas al crecimiento en peso y longitud, así

como en la conversión alimenticia, aunque no significativas, indican que el uso de este insumo puede ser validada para incluirlo en la formulación de dietas para alimentar a esta especie.

- Producir un kilogramo de carne de gamitana usando una dieta con 10% de inclusión (= a la fórmula del T1:10%PCo), es más barato (S/. 6.36) que con el alimento formulado sólo con insumos tradicionales (S/. 7.28), y más barato aun, que con las dietas comerciales (S/. 10.89).
- La supervivencia del 100% de los peces, en todos los tratamientos, indica que la gamitana (*Colossoma macropomum*) acepta casi cualquier tipo de alimento y es resistente al manipuleo y tolera las variaciones moderadas de los parámetros físicos y químicos del agua.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar estudios orientados a determinar el coeficiente de digestibilidad de la pasta de coco, utilizado en esta investigación, siendo que es necesario entender y/o cuantificar el aprovechamiento de los componentes de un alimento.
- Para determinar en qué nivel de participación el coco brindaría mayores beneficios a los peces, se recomienda investigar, probando al menos tres niveles de inclusión de este insumo.
- El crecimiento abundante de la “chara” en los estanques experimentales fue un factor que pudo influir desfavorablemente en la población de peces en cultivo al competir por espacio y durante las noches por oxígeno, además de poluir el agua. Estas condiciones pudieron haber afectado los elevados índices de conversión alimenticia aparente (ICAA) en todos los tratamientos. Por tanto, se recomienda controlar el crecimiento excesivo de estas plantas acuáticas.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Adelizi PD, Rosati RR, Warner K, Wu YV, Muench TR, White MR, Brown PB. Evaluation of fish-meal free diets for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture Nutrition*. 1998; 4(1): p. 255-62.
2. Casado CP, Rodríguez CL, Alcántara BF, CHU-KOO F. Evaluación del trigo regional *Coix lacryma-jobi* (Poacea) como insumo alimenticio para gamitana *Colossoma macropomum*. *Folia Amazónica*. 2009; 18(1-2): p. 89-96.
3. Casanova FR & Chu-Koo F. Evaluación del polvillo de malta de cebada, *Hordeum vulgare*, como insumo alimenticio para gamitana (*Colossoma macropomum*). *Folia Amazónica*. 2008; 17(1-2): p. 15-22.
4. Castell JD & Tiews K. Report of the European Inland Fisheries Advisory Commission-EIFAC, International Union of Nutritional Sciences-IUNS and International Lake Exploration Society-ICES Working group on the standardization of methodology in fish nutrition research. Hamburg, Federal Republic of Germany, 21–23 March, 1979. EIFAC. Tech. Pap; 1980. 24 p.
5. Cho SH, Lee SM, Lee JH. Effect of dietary protein and lipid levels on growth and body composition of juvenile turbot (*Scophthalmus maximus* L) reared under optimum salinity and temperature conditions. *Aquaculture Nutrition*. 2005 August; 11(4): p. 235-313. DOI: 10.1111/j.1365-2095.2005.00338.x

6. Church DC. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. México: Editorial LIMUSA. 1987. 533 p.
7. Craig SR & McLean E. The organic movement: a role for NuProR as an alternative protein source. In Jacques K, Lyons TP (Eds.) *Nutritional Biotechnology in the Food and Feed Industry*. Nottingham University Press. Nottingham, UK. 2005; p. 286-93.
8. Del Águila M & Ruiz AM. Efecto de una dieta basada en insumos vegetales en el crecimiento de juveniles de *Colossoma macropomum* en crianza, Yurimaguas - Loreto [Tesis de pregrado]. Iquitos Loreto: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana; 2016. 59 p.
9. De la Higuera M. Requerimientos de proteína y aminoácidos en los peces. In: *Nutrición en Acuicultura II*. J. Espinoza de los Monteros & U. Labarta (Edit) Madrid. 1973; p. 53-98p.
10. Díaz F & López A. El cultivo de la cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) y de cachama negra (*Colossoma macropomum*). En: Comparación morfométrica entre machos y hembras de cachama negra (*Colossoma macropomum*, Cuvier 1818) mantenidos en estanque. Pineda H, Restrepo L, & Olivera M. (eds). *Rev Col Cienc Pec*. 1995; 17(1): p. 24-29.
11. Enig M. Coconut support of Good Health in the 21st Century. 36th Session Asian Pacific Coconut Community. 1998.

12. Escudero N, Albarracin G, Fernández S, De Arellano LM. Nutrient and antinutrient composition of *Amaranthus muricatus*. *Plan foods for human nutrition*. 1999; 54(4): p. 327-36.
13. Goulding M. *The Fishes and the Forest: Explorations in Amazonian Natural History* Los Angeles: University of California Press, Berkeley and Los Angeles; 1980. 307 p.
14. Guillaume J, Kaushik S, Bergot P, Métailler R. *Nutrición y alimentación de peces y crustáceos*. Ediciones Mundi – Prensa. Barcelona – España. 2004.
15. Gusmão AE, Ragonha de Oliveira S, de Araújo A, Rondon P, Baptista TY, Waichman AV, Indrusiak Fim JD, Ono EA. Caracterização fisiológica de Tambaqui, *Colossoma macropomum* (Characidae) em duas densidades de estocagem. *CIVA 2006*: p. 1-8.
16. Gutiérrez MC, Vásquez W. Digestibilidad de *Glicine max* L, soya, en juveniles de cachama blanca *Piaractus brachypomus* Cuvier 1818. *Revista Orinoquia*. 2008; 12(2): p. 141-8.
17. Gutiérrez FW, Quispe M, Valenzuela L, Contreras G, Zaldívar J. Utilización de la proteína dietaria por alevinos de la gamitana, *Colossoma macropomum*, alimentados con dietas isocalóricas. *Rev. Peru. Biol.* 2010; 17(1): p. 219-23.
18. Hardy RW. Collaborative opportunities between fish nutrition and other disciplines in aquaculture: an overview. *Aquaculture*. 1999; 177(1): p. 217-30.

19. Jeong KS, Takeuchi T, Okamoto N, Watanabe T. Improvement of nutritional quality of carbohydrates ingredients by extrusion process in diets of red sea bream. *Nippon Suisan Gakkaishi*. 1991; 57(1): p. 1543-49.
20. Kohla U, Saint-Paul U, Friebe J, Wernicke D, Hilge V, Braum Y & Gropp J. Growth, digestive enzyme activities and hepatic glycogen levels in juvenile *Colossoma macropomum* Cuvier, from South America during feeding, starvation and refeeding. *Aquaculture and Fisheries Management*. 1992; 23(1): p. 189-208.
21. Kohler C. Development of sustainable pond aquaculture practices for *Colossoma macropomum* and *Piaractus brachypomus* in the peruvian amazon. 9th Work plan, new aquaculture systems/new species research 3 and 6 (9ns3 and 6). Final report. 2005.
22. Lauzanne L & Loubens G. Peces del río Mamoré. Collection travaux et Document 192, Institut Français de Recherche Scientifique Pour le Développement-Corporación de desarrollo del Beni-Universidad Técnica del Beni (ORSTOM-CORDEBENI-UTB). Paris, Francia; 1986. 65 p.
23. Loubens G & Panfili J. Biologie de *Colossoma macropomum* (teleostei: serrasalmidae) dans le bassin du mamoré (amazonie bolivienne). *Ichthyol. Explor. Freshwaters*. 1997; 8(1): p. 1-22.
24. Lovell T. New developments in fish nutrition in the south. *Aquaculture Magazine*. 1981; 7(5): 38-49.

25. Miller CL, Davis DA & Phelps RP. The effects of dietary protein and lipid on growth and body composition of juvenile and sub-adult red snapper, *Lutjanus campechanus* (Poey, 1860). *Aquacult. Res.* 2005; 36(1): p. 52-60.
26. Morillo M, Visbal T, Rial L, Ovallos F, Aguirre P, Medina A. Alimentación de alevines de *Colossoma macropomum* con dietas a base de *Erythina edulis* y soya. *Interciencia.* 2013; 38(2): p. 1-7.
27. Navas M. Alimentos Alternativos para Peces Amazónicos. Manual Técnico. Ediciones Biblioteca Nacional del Perú. 2014. p. 39 - 40.
28. NICOVITA. Alimentos y Nutrición. Acuicultura. Nicovita. Artículo Técnico. 2003. Publicado en: [<http://www.nicovita.com.pe/paginas/esp/truchas04c.htm>].[02/2005]
29. Ortiz JC, Saltos N, Giacometti JC, Arrobo A, Peñafiel C & Falconi R. Alternativas alimenticias para el cultivo de *Colossoma macropomum* en jaulas flotantes. Boletín Técnico N° 7, Serie Zoológica 3: p. 72-81, Sangolquí, Ecuador. Junio, 2007.
30. Padilla F & Cuesta A. Piscicultura. Zoología aplicada. Ediciones Díaz de Santos, S.A. Madrid-España. 2003. p. 309-324.
31. Rojas-Alegría J. Influencia de dietas en base a insumos locales y una dieta comercial en el crecimiento y composición corporal en alevines de gamitana (*Colossoma macropomum*) criados en recintos, Iquitos – Loreto [Tesis de

- pregrado]. Iquitos, Perú: Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. 2012. 69 p.
32. Roubach & Saint Paul. Use of fruit and seeds from Amazonian inundated forest in feeding trials with *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) (Pisces, Characidae). J. Appl. Ichthyol. 1994; 10(1): p. 134-40.
 33. Uzcátegui-Varela JP, Méndez X, Isea F & Parra R. Evaluación de dietas con diferente contenido proteico sobre el desempeño productivo de alevines del híbrido cachamay (*Colossoma macropomum* ♂ x *Piaractus brachypomus* ♀) en condiciones de cautiverio. Revista Científica FCV-LUZ. 2014; 24(5): 458-65.
 34. Vásquez Torres W, Pereira Filho M, Arias Castellanos JA. Estudos para Composição de uma Dieta Referência Semipurificada para Avaliação de Exigências Nutricionais em Juvenis de Pirapitinga, *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818). Revista Brasileira de Zootecnia. 2002; 31(1): p. 283-92.

ANEXOS

Anexo I: Análisis de varianza de los promedios iniciales y finales de tallas y pesos

Tabla 6:

Análisis de Varianza de los **pesos totales promedios** al inicio del experimento con juveniles de *Colossoma macropomum*.

<i>FV</i>	<i>gl</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>P</i>	<i>Fc</i>	<i>Fα = 0.05</i>
Tratamientos	2	13.67	6.83	0.71	0.37	5.14
Error experimental	6	112.08	18.68	-	-	-
Total	8	125.75	-	-	-	-

Tabla 7:

Análisis de Varianza de las **longitudes totales promedios** al inicio del experimento con juveniles de *Colossoma macropomum*.

<i>FV</i>	<i>gl</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>P</i>	<i>Fc</i>	<i>Fα = 0.05</i>
Tratamientos	2	0.46	0.23	0.50	0.78	5.14
Error experimental	6	1.78	0.30	-	-	-
Total	8	2.24	-	-	-	-

Tabla 8:

Análisis de Varianza de los **pesos totales promedios** al final del experimento con juveniles de *Colossoma macropomum*.

<i>FV</i>	<i>gl</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>P</i>	<i>Fc</i>	<i>Fα = 0.05</i>
Tratamientos	2	1320.46	660.23	0.31	1.43	5.14
Error experimental	6	2770.98	461.83	-	-	-
Total	8	4091.44	-	-	-	-

Tabla 9:

Análisis de Varianza de las **longitudes totales promedios** al final del experimento con juveniles de *Colossoma macropomum*.

<i>FV</i>	<i>gl</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>P</i>	<i>Fc</i>	<i>Fα = 0.05</i>
Tratamientos	2	1.38	0.69	0.28	1.59	5.14
Error experimental	6	2.53	0.43	-	-	-
Total	8	3.97	-	-	-	-

Anexo II: Análisis comparativo de los costos de las dietas experimentales

Tabla 10:

Costos comparativos de las dietas experimentales, para cada kilo de alimento.

Insumos	Precio (S/.)	Contenido en la dieta y su valoración en precio			
		T1:10%PCo		T2:0%PCo	
		% en Dieta	(S/.)	% en Dieta	(S/.)
Pasta de Coco	0.70	10.00	0.07	-	-
Harina de pescado	3.30	14.00	0.46	14.00	0.46
Torta de soya	1.90	20.00	0.38	24.00	0.46
Polvillo de arroz	0.80	20.00	0.16	24.00	0.19
Harina de maíz	1.60	33.50	0.54	35.00	0.56
Premix Acuicultura	12.00	0.50	0.06	0.50	0.06
Aceite vegetal (Palmarola)	4.00	2.00	0.08	2.50	0.10
Precio de elaboración			0.30	0.30	
Costo total / Kg de Alimento (S/.)			2.05	2.13	

Tabla 11:

Costos de inversión en alimento por cada kilo de pescado producido, para cada una de las dietas de los tratamientos.

Dietas	ICAA	CA/Kg (S/.)	CIA/KgP (S/.)	Ppp (S/.)
T1:10%PCo (10% de pasta de coco)	3.11	2.05	6.36	
T2:0%PCo (sin pasta de coco)	3.42	2.13	7.28	8.00
T3:2CR (Naltech)	3.32	3.28	10.89	

CAA = Conversión alimentaria aparente

CA/Kg = Costo por kilo de alimento

CIA/KgP = Costo de inversión en alimento por cada kilo de pescado producido

Ppp = precio de pescado en el predio

Anexo III: Evidencias fotográficas



Foto 1 – Acondicionamiento de los ambientes



Foto 2 – Uno de los ambientes experimentales



Foto 3 – Alimentos experimentales



Foto 4 – Alimentación de los peces



Foto 5 – Medición de las tallas de los peces



Foto 6 – Medición del peso de los peces



Foto 7 – Registro de parámetros físico-químicos del agua.



Foto 8 – Durante las faenas de evaluaciones biométricas.