

**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE
DE DIOS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA
VETERINARIA - ZOOTECNIA**



TESIS

**“Inclusión de la harina de castaña residual (*Bertholletia excelsa*) en el
rendimiento productivo del engorde de paco (*Piaractus brachypomus*)
en estanques circulares en Madre de Dios”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE MÉDICO VETERINARIO –
ZOOTECNISTA**

Autor:

Bach. CCAMA SUÑA, Aldahir Michael

Asesor:

Mg. LLANA LOPEZ, Denis Casiano

CO-ASESOR:

M. Sc. GOMEZ MATOS, Homero Josue

Mg. TRONCOSO VARGAS, Ramón

**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE
DE DIOS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA
VETERINARIA - ZOOTECNIA**



TESIS

**“Inclusión de la harina de castaña residual (*Bertholletia excelsa*) en el
rendimiento productivo del engorde de paco (*Piaractus brachipomus*)
en estanques circulares en Madre de Dios”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE MÉDICO VETERINARIO –
ZOOTECNISTA**

Autor:

Bach. CCAMA SUÑA, Aldahir Michael

Asesor:

Mg. LLANA LOPEZ, Denis Casiano

CO-ASESOR:

M. Sc. GOMEZ MATOS, Homero Josue

Mg. TRONCOSO VARGAS, Ramón

DEDICATORIA

A Dios y a mi querida madre Lucia por haberme apoyado e incentivado constantemente en concluir con este proyecto y mi padre Esteban por haberme inculcado y forjado como la persona que soy ahora, muchos de mis logros se los debo a ellos, y darle las gracias a mi querida hermana Melissa por estar siempre conmigo y darme su apoyo incondicional.

Y a mis queridas mascotas que siempre estuvieron acompañándome en todos los días, a quienes les debo la alegría y el cariño de cada día, por que pasaron de estar conmigo a estar en mí, y gracias por ser parte de mi vida.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, a la Carrera Profesional de Medicina Veterinaria – Veterinaria por permitirme poder recibir la educación profesional, y a todos los docentes que contribuyeron en mi desarrollo y brindarme conocimiento durante mis años en la Universidad.

Al Centro Acuícola la Cachuela – Dirección Regional de la Producción por brindarme sus instalaciones para poder ejecutar este proyecto.

A mi co-asesor M, Sc. GOMEZ MATOS, Homero Josué por su paciencia y orientación constante a lo largo del desarrollo de esta investigación.

A mi segundo co-asesor Mg. MVZ. TRONCOSO VARGAS, Ramón, por brindarme su apoyo y perseverancia constante para ejecutar este proyecto.

A mi asesor Mg. MVZ. LLANA LOPEZ, Denis Casiano, por su apoyo en la ejecución de este proyecto de investigación.

A mis compañeros y amigos, como también a los biólogos Jorge Inga y Paul Franco que me brindaron apoyo durante este presente trabajo de investigación.

11%	11%	1%	5%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unamad.edu.pe	5%
	Fuente de Internet	
2	Submitted to colpos	3%
	Trabajo del estudiante	
3	repositorio.unia.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
4	www.coursehero.com	1%
	Fuente de Internet	
5	hdl.handle.net	1%
	Fuente de Internet	
6	repositorio.lamolina.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	

Excluir citas Activo Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía Activo

PRESENTACIÓN

El presente trabajo de investigación se centra en la inclusión de la harina de castaña residual (HCR) en el rendimiento productivo del engorde de paco (*Piaractus brachypomus*) en estanques circulares.

La castaña que se evaluó en la investigación es la nuez del árbol de la castaña que representa una de las cadenas de valor más importantes en el departamento de Madre de Dios debido a que anualmente exporta entre 1,800.00 a 4,500.00 toneladas destinadas al consumo humano directo **(1)**, del procesamiento de la castaña el 30 % se desecha para alimentación animal como en las dietas para peces amazónicos como el paco, que es una especie omnívora muy adaptada al uso de insumos de origen vegetal, es por ello que se evaluó comparativamente dietas usando HCR en reemplazo total de la torta de soya en la etapa de engorde.

Los tanques circulares cubierto con geomembranas es un método tecnológico muy importante para la acuicultura llegándose a cultivar especies como la trucha, langostinos, tilapia y levante de post larvas de paco **(2)**.

En vista de que no existen estudios en cultivo de pacos en estanques circulares utilizando la castaña como insumo local regional, cuya finalidad de esta investigación es poder incentivar el uso de nuevos métodos tecnológicos en la acuicultura para poder aumentar la producción. Por lo tanto, esta investigación se ejecutó en el Centro Acuícola “La Cachuela” perteneciente a la Dirección Regional de la Producción, cuya institución se encuentra comprometido con la investigación, innovación y diversificación de la actividad acuícola en el Departamento de Madre de Dios, por lo cual con los resultados obtenidos se implantará un nuevo método tecnológico en el cultivo de paco con dietas a base de HCR en sistema de tanques circulares para el beneficio de los acuicultores en el departamento.

RESUMEN

El estudio tuvo por objetivo de evaluar el efecto de la inclusión de harina de castaña residual (HCR) (*Bertholletia excelsa*) en el rendimiento productivo del engorde de paco (*Piaractus brachypomus*) en sistema de estanques circulares, donde se evaluó los parámetros de desarrollo: Incremento de biomasa (IB), peso unitario (PU), longitud total (LT) y la eficiencia productiva: Tasa de crecimiento (TC), factor de condición (FC), consumo de alimento (CA), factor de conversión alimenticia (FCA) y supervivencia (S), bajo tres tratamientos (T1=0% HCR; T2=10% HCR y T3=20%HCR) y dos repeticiones, donde se emplearon un total de 3000 ejemplares, con un peso promedio de 150 g (± 5), repartidos equitativamente en las unidades experimentales, se realizó las evaluaciones biométricas de manera mensual, promediando el resultado por cada índice requerido, aplicando una metodología de diseño completamente al azar (DCA). También se tomó en cuenta la medición de los parámetros fisicoquímicos del agua de cultivo durante el tiempo de 90 días. Al finalizar la investigación se obtuvieron resultados de los parámetros de desarrollo y eficiencia productiva, siendo lo siguiente: IB (T1=130; T2=131.7 y T3=131.1), PU (T1=406.6; T2=409.25 y T3=408.65), LT (T1=26.4; T2=26.55 y T3=26.5), TC (T1=3.3; T2=3.37 y T3=3.33), FC (T1=2.27; T2=2.21 y T3=2.24), CA (T1=235.5; T2=234.7 y T3=237.0), FCA (T1=1.81; T2=1.78 y T3=1.81) y S (T1=99.7; T2=99.6 y T3=99.8), determinando que estadísticamente no existe un efecto significativo entre los tratamientos. Concluyendo que la harina de castaña residual si se puede utilizar como un insumo alternativo en las dietas para pacos.

Palabras claves: *Bertholletia excelsa*, estanque circular, harina de castaña residual, *Piaractus brachypomus*, rendimiento productivo.

ABSTRACT

The objective of the study was to evaluate the effect of including residual chestnut flour (HCR) (*Bertholletia excelsa*) on the productive performance of paco (*Piaractus brachypomus*) fattening in circular pond systems, where the following development parameters were evaluated: Biomass increase (BI), unit weight (UW), total length (TL), and production efficiency: Growth rate (GR), condition factor (CF), feed intake (FI), feed conversion ratio (FCR), and survival (S), under three treatments (T1=0% RCM; T2=10% HCR, and T3=20% HCR) and two replicates, using a total of 3,000 specimens with an average weight of 150 g (± 5), distributed equally among the experimental units. Biometric evaluations were performed monthly, averaging the results for each required index, applying a completely randomized design (CRD) methodology. The measurement of the physicochemical parameters of the culture water over a period of 90 days was also taken into account. At the end of the study, the following results were obtained for the development and production efficiency parameters: IB (T1=130; T2=131.7 and T3=131.1), PU (T1=406.6; T2=409.25 and T3=408.65), LT (T1=26.4; T2=26.55 and T3=26.5), TC (T1=3.3; T2=3.37 and T3=3.33), FC (T1=2.27; T2=2.21 and T3=2.24), CA (T1=235.5; T2=234.7, and T3=237.0), FCA (T1=1.81; T2=1.78, and T3=1.81), and S (T1=99.7; T2=99.6, and T3=99.8), determining that statistically there is no significant effect between treatments. It was concluded that residual chestnut flour can be used as an alternative ingredient in diets for pacos.

Keywords: *Bertholletia excelsa*, circular pond, residual chestnut flour, *Piaractus brachypomus*, productive yield.

INTRODUCCIÓN

Durante la última década, en el Perú hay un crecimiento de la producción acuícola de diversas especies de peces en diferentes sistemas de cultivo como son los estanques circulares que a través de los fondos concursables que han venido desarrollándose para mejorar el sostenimiento de la acuicultura **(3)**.

En el departamento de Madre de Dios uno de los recursos naturales con mayores probabilidades de utilizarse como insumo para alimentación animal es la HCR, ya que se trata de un recurso de mayor producción, que tiene una composición química de gran valor para la nutrición animal. Así mismo, la utilización de la HCR elaborado a partir de los descartes generados por la actividad de procesamiento de la castaña para consumo humano, resultaría ventajoso en la alimentación del recurso hidrobiológico paco, debido a que contiene altos valores en proteína total, grasa, bajo en fibra total y palatabilidad en comparación con la torta de soya **(4)**.

El paco (Perú), pirapitinga (Brasil), cachama blanca (Colombia) es uno de los múltiples nombres comunes que se le conoce en países de América del sur **(5)**, La relevancia de este recurso hidrobiológico radica en su alto potencial productivo y comercial en diversos tipos de piscicultura, tanto semi-intensiva como intensiva, en aguas cálidas continentales (agua dulce). Además, es muy resistente al manejo en los cultivos debido a su gran docilidad y capacidad de adaptación **(6)**; sin embargo actualmente refleja una mayor dependencia del uso de torta de soya, lo cual genera competencia por el uso de la materia prima para producir alimentos, que también son utilizados para la alimentación humana y animal, teniendo en cuenta que los costos de alimentación abarcan entre el 60-80% del total de los costos de producción y teniendo la necesidad de buscar nuevos insumos que cumplan con los requerimientos nutricionales requeridos por el paco y garantizar la seguridad alimentaria **(7)**.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	
AGRADECIMIENTO.....	
PRESENTACION.....	
RESUMEN.....	
ABSTRAC.....	
INTRODUCCION.....	
CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Descripción del Problema.	1
1.2. Formulación del Problema.	2
1.3. Objetivos.	2
1.4. Variables de la investigación.....	3
1.5. Operacionalización de variables.	4
1.6. Hipótesis.	5
1.7. Justificación.....	6
1.8. Consideraciones Éticas.....	7
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. Antecedentes de Estudio.	8
2.2. Marco Teórico.	12
2.2.1. Paco	12
2.2.2. Clasificación.....	12
2.2.3. Orden.....	12
2.2.4. Familia	13
2.2.5. Características Morfológicas	13
2.2.6. Habitación	13
2.2.7. Alimentación	14
2.2.8. La Castaña.	16
2.2.9. Sistema de estanques Circulares.	19
2.2.10. Parámetros Físicoquímicos del agua de Cultivo de los estanques circulares.....	19
2.2.11. Rendimiento Productivo.....	22

2.3.	Definición de Términos.	23
CAPITULO III: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN		24
3.1	Tipo de Estudio.	24
3.2	Diseño del estudio.....	24
3.3.	Población y muestra.....	25
3.4	Métodos y técnicas.	26
3.5	Tratamiento de los Datos.	32
CAPITULO IV: RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACION		34
CONCLUSIONES		45
SUGERENCIAS.....		46
REFERENCIA BIBLIOGRAFICA		47
ANEXOS.....		55
Anexo 1. Operacionalización de variables.....		
Anexo 2. Matriz de Consistencia.....		
Anexo 3. Instrumento.....		
Anexo 4. Documento de autorización de uso de instalaciones.....		
Anexo 5. Tablas SAS.....		
Anexo 6. Valores de los parámetros físico-químico del agua de cultivo.....		
Anexo 7. Fotografías.....		

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1.	Operacionalización de variables	4
Tabla 2.	Requerimientos nutricionales de juveniles de paco (<i>Piaractus brachypomus</i>).....	15
Tabla 3.	Composición química de castaña en 100 g	17
Tabla 4.	Análisis químico proximal de la harina de castaña en 100 gr (Materia seca).....	18
Tabla 5.	Parámetros de cultivo de paco (<i>Piaractus brachypomus</i>).	21
Tabla 6.	Tratamientos y distribución de las unidades experimentales durante la investigación.	24
Tabla 7.	Distribución de tratamientos de la investigación.	26
Tabla 8.	Fórmulas de las dietas para cada tratamiento y sus valores nutricionales calculados (%)	29
Tabla 9.	Análisis químico proximal de las dietas experimentales realizado por LENA-UNALM de HCR en 100g.	30
Tabla 10.	Análisis químico proximal de la HCR en 100g.	31
Tabla 11.	Método para determinación de los parámetros fisicoquímicos del agua.....	31
Tabla 12.	Efecto de la HCR sobre la biomasa y peso unitario en paco.	34
Tabla 13.	Efecto de la HCR sobre la longitud total del paco	36
Tabla 14.	Efecto de la HCR sobre la tasa de crecimiento en pacos	38
Tabla 15.	Efecto de la HCR sobre el factor de condición en paco	39
Tabla 16.	Efecto de la HCR sobre consumo de alimento en pacos	40
Tabla 17.	Efecto de la HCR sobre el factor de conversión alimenticia en paco.....	42
Tabla 18.	Efecto de la HCR sobre la supervivencia en pacos.	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo de elaboración de harina de castaña	18
Figura 2. Georreferencia de Centro Acuícola La Cachuela del GOREMAD.....	25
Figura 3. Efecto de la HCR sobre la Biomasa.....	35
Figura 4. Efecto de la HCR sobre el Peso unitario.....	35
Figura 5. Efecto de la HCR sobre la Longitud total del paco.....	37
Figura 6. Efecto de la HCR sobre la tasa de crecimiento en paco	38
Figura 7. Efecto de la HCR sobre el factor de condición en pacos.	39
Figura 8. Efecto de la HCR sobre consumo de alimento en pacos.	41
Figura 9. Efecto de la HCR sobre el factor de conversión alimenticia en pacos.....	42
Figura 10. Efecto de la HCR sobre la supervivencia en pacos.	43

CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción del Problema.

El uso de las harinas de origen vegetal para elaboración de piensos indica que actualmente refleja una mayor demanda del uso de la torta de soya, lo cual genera competencia por el uso de la materia prima para producir alimentos, que también son utilizados para la alimentación humana y animal, Los alimentos y los procesos que se aplican a estos para alimentar a los peces constituyen entre el 60% - 75 % del costo total de producción, la tendencia del alza de los precios de la harina de soya podría afectar la rentabilidad de muchas empresas del sector acuícola **(4)**.

Así mismo, bajo esta situación se está haciendo esfuerzos para buscar fuentes alternas de proteínas vegetales no convencionales de alto valor biológico, siendo estrategias que podrían reemplazar o sustituir en parte a la torta de soya por HCR y así evitar la dependencia de la acuicultura de esta fuente de proteína vegetal **(8)**.

Los recursos hidrobiológicos como los peces nativos tienen requerimientos de proteína total (22 – 45 %), lo cual para su alimentación representa del 30 al 40% en la composición de la dieta **(9)**.

En el departamento de Madre de Dios, el aprovechamiento de la HCR producida por el procesamiento industrial de la castaña para consumo humano podría ser beneficioso para la alimentación de peces nativos, debido a su elevado contenido de proteína total, energía y un alto valor biológico, superando a la torta de soya en este aspecto **(10)**.

A nivel nacional la carne de paco (*Piaractus brachypomus*) se ubica en el tercer puesto de las carnes de pescado más consumidas, después de la tilapia que ocupa el segundo lugar y la trucha en el primer lugar, en el año 2021 la producción de Paco aumento significativamente en un 24,44% respecto al 2020, en el departamento de San Martín se cosecho un total de 959.55 TM en el año 2021, siendo uno de los departamentos con mayor producción en el recurso hidrobiológico Paco **(11)**.

El cultivo de paco (*Piaractus brachypomus*) en las 3 provincias del departamento de Madre de Dios se hacen únicamente en estanques de tierra, con densidades bajas (1pez /m²), trayendo consigo una baja productividad así también en los cultivos asociados con otras especies (policultivo) como el boquichico, carachama y carpas donde tiene una mejor producción **(12)**. Es por esta razón que la producción acuícola en el departamento viene teniendo desafíos como intensificar más los cultivos en estanques circulares en diferentes especies acuícolas y transformación de valor agregado, así la producción acuícola registró desde el año 2011 al 2022 un total de 3,530.21 TM, representando tan solo un 0.50 % de la producción nacional, siendo el paco la principal especie más producida y más comercial **(13)**.

1.2. Formulación del Problema.

¿Cuál es el efecto de la inclusión de la harina de castaña residual (*Bertholletia excelsa*) en el rendimiento productivo del engorde de paco (*Piaractus brachypomus*) en estanques circulares en Madre de Dios?

1.3. Objetivos.

1.3.1. Objetivo general.

Evaluar el efecto de la inclusión de la harina de castaña residual (*Bertholletia excelsa*) en el rendimiento productivo del engorde de paco (*Piaractus brachypomus*) en estanques circulares en Madre de Dios.

1.3.2. Objetivos específicos.

- ❖ Evaluar el efecto de la inclusión de la harina de castaña residual (*Bertholletia excelsa*), sobre los parámetros de desarrollo (Incremento de biomasa, peso unitario, longitud total) en el engorde de paco (*Piaractus brachypomus*).
- ❖ Evaluar el efecto de la inclusión de la harina de castaña residual (*Bertholletia excelsa*), sobre la eficiencia productiva (Tasa de crecimiento, factor de condición, consumo de alimento, factor de conversión alimenticia y supervivencia) en el engorde de paco (*Piaractus brachypomus*).

1.4. Variables de la investigación.

Variable independiente (X).

X₁ = Niveles de inclusión de harina de castaña residual (*Bertholletia excelsa*).

Variable dependiente (Y).

Y₁ = Parámetros de desarrollo: (FC); Incremento de Biomasa (IB); Peso Unitario (PU); Longitud Total (LT).

Y₂ = Eficiencia productiva: Tasa de Crecimiento (TC); Factor de Condición, Consumo de Alimento (CA); Factor de Conversión Alimenticia (FCA); Supervivencia (S).

1.5. Operacionalización de variables.

Tabla 1. Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS
Variable Independiente					
Harina de castaña.	La harina de castaña es un subproducto elaborado a partir de la nuez del árbol de la castaña para la elaboración de dieta para peces.	Inclusión de la harina de castaña residual	Dietas experimentales	0% 10% 20%	1
Variable Dependiente					
Parámetros de desarrollo	Los parámetros de desarrollo, son medidas que se registran al evaluar el desarrollo del paco (<i>Piaractus brachypomus</i>) durante el engorde, bajo la inclusión de harina de castaña residual (<i>Bertholletia excelsa</i>) en el alimento balanceado.	Respuestas de parámetros de desarrollo	- Incremento de Biomasa (IB) - Peso unitario (PU) - Longitud total (LT)	Kg/m3 g cm	2
Variable Dependiente					
Eficiencia productiva	La eficiencia productiva son indicadores que nos permiten evaluar la producción de los pacos (<i>Piaractus brachypomus</i>) en el engorde, bajo el suministro de alimento balanceado con niveles de inclusión de harina de castaña residual (<i>Bertholletia excelsa</i>).	Respuestas de eficiencia productiva.	-Tasa de crecimiento (TC) -Factor de condición (K) -Consumo de alimento (CA) -Factor de Conversión alimenticia (FCA). -Supervivencia (S)	% Valor absoluto g/día Valor absoluto %	3

1.6. Hipótesis.

1.6.1. Hipótesis General.

Ho: El efecto de la inclusión de la harina de castaña residual (*Bertholletia excelsa*) no tendrá efectos significativos sobre el rendimiento productivo del engorde de paco (*Piaractus brachypomus*) en estanques circulares.

Ha: El efecto de la inclusión de la harina de castaña residual (*Bertholletia excelsa*) tendrá al menos un efecto significativo sobre el rendimiento productivo del engorde de paco (*Piaractus brachypomus*) en estanques circulares.

1.6.2. Hipótesis Específicas.

Ho: El efecto de la inclusión de la harina de castaña residual (*Bertholletia excelsa*) no tendrá efectos significativos sobre los parámetros de desarrollo: Incremento de biomasa, peso unitario, longitud total, en el engorde de paco (*Piaractus brachypomus*).

Ha: El efecto de la inclusión de la harina de castaña residual (*Bertholletia excelsa*) tendrá efectos significativos sobre los parámetros de desarrollo: Incremento de biomasa, peso unitario, longitud total, en el engorde de paco (*Piaractus brachypomus*).

Ho: El efecto de la inclusión de la harina de castaña residual (*Bertholletia excelsa*) no tendrá efectos significativos sobre la eficiencia productiva: tasa de crecimiento, factor de condición, consumo de alimento, factor de condición y supervivencia en el engorde de paco (*Piaractus brachypomus*).

Ha: El efecto de la inclusión de la harina de castaña residual (*Bertholletia excelsa*) tendrá efectos significativos sobre la eficiencia productiva: tasa de crecimiento, factor de condición, consumo de alimento, factor de condición y supervivencia en el engorde de paco (*Piaractus brachypomus*).

1.7. Justificación.

La acuicultura se encarga de la producción de peces de consumo, y a nivel productivo es mucho más alta que en animales mono gástricos terrestres, sin embargo, existe poca información de cultivo de paco en sistemas de tanques circulares donde se optimice la productividad **(14)**.

Así como señala Mesa y Botero **(6)** que “El paco (*Piaractus brachypomus*) se considera la especie con el mayor potencial tanto productivo como comercial en crianzas extensivas y semi-intensivas en la amazonia, estos peces se caracterizan por ser resistentes a su manejo, fácil adaptación al consumo de alimentos concentrados en condiciones de cautiverio, una excelente conversión alimenticia y tiene una gran demanda en el mercado local y nacional”.

Es por ello que el cultivo de especies acuícolas en estanques circulares tiende a aprovechar racionalizada mente el alimento, fácil de autolimpiarse, mejor control en el manejo, un monitoreo constante de la calidad de agua **(15)**. El Centro Acuícola la Cachuela de la Dirección Regional de la Producción (DIREPRO-MDD), cuenta con instalaciones de estanques circulares para cultivos de peces en etapa de levante.

Por otro lado, el consumo de la harina de soya a nivel mundial se encuentra incrementado, en la temporada del 2022-2023 se registró el consumo más elevado de harina soya, superando los 252 millones de toneladas **(16)**, por ello se busca otras alternativas para la elaboración de alimento balanceados, tal como lo es la castaña ya que este cuenta con un alto valor proteico que podrá contribuir con el requerimiento nutricional de los peces **(10)**.

En los últimos años, el departamento de Madre de Dios ha experimentado beneficios en la modernización de su modelo de desarrollo, gracias a la consolidación de sus principales tecnologías y al impulso de la diversificación de su oferta productiva, a través del Programa Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura (PNIPA) **(17)**. Una de las transferencias de tecnologías aplicadas con alta experiencia y competencia en proyectos de innovación es

el uso de estanques circulares para el levante de alevinos en tilapia como se desarrolla en el departamento de San Martín (60%) **(13)**.

La implementación de sistemas de cultivo de peces en la actualidad son los estanques circulares con las especies de paiche (*Arapaima gigas*) y levante de post-larvas de la especie paco (*Piaractus brachypomus*), siendo los más usados y adaptados con fines productivos en el departamento de Madre de Dios, por lo tanto se validará el cultivo de paco en estanques circulares utilizando la harina de castaña residual en la alimentación y que estará al alcance de los productores acuícolas, para que generen sus ingresos y mejore su calidad de vida, y se cumpla con la sostenibilidad de la actividad.

1.8. Consideraciones Éticas.

Se tendrá en cuenta la ley N.^a 30407 *LEY DE PROTECCIÓN Y BIENESTAR ANIMAL*, el cual señala que “Para proteger a las especies de peces, es esencial garantizar su sanidad, bienestar, inocuidad, trazabilidad y sostenibilidad ambiental, promoviendo un manejo adecuado en su alimentación y producción, con respeto y armonía” **(18)**.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de Estudio.

Castillo **(19)**, evaluó indicadores de crecimiento de 180 paco a base de harina de semilla de copoazú (*Theobroma grandiflorum*), bajo tres tratamientos: T1=5%; T2=10%; T3=15% y un testigo (0%) por un periodo de 90 días distribuidos en 4 unidades de 60m², con un peso y longitud promedio de 182.92 g y 21.33 cm, donde evaluaron los indicadores de ganancia de peso, ganancia de peso diario, longitud total, índice de conversión alimenticia y tasa de crecimiento específico, y los parámetros fisicoquímicos del agua: temperatura, pH, oxígeno disuelto y conductividad, obteniendo resultados no significativos ($P>0,05$) en cuanto a indicadores de crecimiento, concluyendo que la harina de semilla de copoazú resultó ser un insumo alternativo en la alimentación de los juveniles de paco.

Al igual que Sousa **(20)**, determinó diferentes tipos de densidades en juveniles de tambatinga (*Colossoma macropomum* × *Piaractus brachypomus*) bajo un sistema de recirculación por un periodo de 50 días, distribuyéndose en cajas de polietileno de 0.08m³ en 3 diferentes tratamientos: T1= 5 peces/caja; T2= 10 peces/caja y T3= 15 peces/caja, con 5 repeticiones, evaluando la ganancia de peso, conversión de alimento, tasa de crecimiento específica, composición próxima, rendimiento de canal, supervivencia y los parámetros de calidad de agua, obteniendo resultados estadísticamente no significativas en conversión de alimento (T1= 1.08; T2= 1.14 y T3=1.16) y supervivencia (T1=92.0%; T2=86.0% y T3=81.33%), mientras que el T1 mostro un mayor aumento de peso (T1= 11.60g) y tasa de crecimiento específica (T1=5.65%), a diferencia de los otros tratamientos, indicando que la T1 (5peces/caja) es la adecuada para juveniles de tambatinga.

Por otro lado Natividad **(10)**, evaluó el índices de crecimiento y zootécnicos en el cultivo de paco bajo la dieta a base de torta de castaña a (T1=25%, T2=30% y T3=35%) y fruto de macambo (T1=20%, T2=20% y T3=20%) y una dieta testigo, donde experimento con 240 ejemplares juveniles con un peso y longitud promedio de 161.75 g y 20.21 cm, distribuidos en 4 corrales de 60 peces cada uno, tomando en cuenta los parámetros fisicoquímicos del agua, obteniendo resultados significativos en el T2 en los parámetros de crecimiento de longitud y peso (12,12 cm y 476,81 g), dando a entender que la inclusión de los insumo de torta de castaña y fruto de macambo son bueno en la dieta de juveniles de paco.

Mientras que Cordero **(21)**, evaluó el desempeño productivo del policultivo de la cachama blanca y la tilapia nilótica bajo 3 dietas de origen vegetal en niveles de proteína bruta: 16% (T16), 24% (T24) y 32% (T32), en una densidad de 80 peces/m³, en proporción de 1:1 (cachama : tilapia) durante el periodo de 120 días, estimando los parámetros de crecimiento, rendimiento, calidad de agua, costo de producción y análisis proximal de los flóculos. Obteniendo un peso final en cachama blanca de 173.5-196.2g y en tilapia de 43.0-87.9g, siendo el mejor rendimiento en el T24 (11,4 ± 1,3 kg/m³). Concluyendo que el T24 tuvo mejor desempeño productivo y costo de producción en el sistema biofloc.

Souza **(22)**, determinó el coeficiente de digestibilidad aparente (CDA) de la proteína y energía de la torta de castaña en 90 juveniles de paco con un peso promedio de 120 g, mediante un método indirecto con marcador de óxido de cromo, mediante diferentes dietas de torta de castaña cruda (TCC) y torta de castaña tostada (TCT) y una dieta referencial (DR), los resultados de los índices zootécnicos evaluados fueron los siguientes: peso promedio final (DR=153.2 ± 13.9; TCC= 157.8 ± 17.6 y TCT= 162.2 ± 18.3), longitud final (DR=18.2 ± 0.7; TCC= 18.3 ± 0.8 y TCT=18.6 ± 0.8), biomasa final (DR=4595; TCC= 4733; T3= 4865) ganancia de peso (DR=32.6; TCC= 38; TCT= 41.1) factor de condición (DR= 2.54; TCC= 2.57; TCT= 2.52) siendo procesado estadísticamente mediante el ANOVA, mostrando que no hubo diferencia significativa ($p>0.05$), concluyendo que la TCC y TCT son insumos alternativos que pueden utilizarse en la alimentación del paco.

Asimismo Suárez **(23)**, evaluó el crecimiento de juveniles de gamitana (*Colossoma macropomum*) bajo una dieta a base de torta de castaña (*Bertholletia excelsa*) una ración isoproteica del 26% de PB, en 3 tratamientos: T1= 0%, T2= 10%, T3= 20% y T4=30%, haciendo uso de 180 ejemplares distribuidos al azar en 15 subunidades de 60 m², con un peso y longitud promedio inicial de 28.65g y 11.55 cm, por el tiempo de 135 días, obteniendo el mejor resultado de peso promedio final en el T4 de 267.07g estadísticamente no significativos ($p>0.05$) entre los tratamientos, concluyendo que la torta de castaña sirve como suplemento en la dieta para esta especie.

Al igual que Abad **(24)**, determinó los índices de rendimiento corporal en pacos (*Piaractus brachypomus*) bajo un sistema de biofloc, experimentando con 1300 ejemplares con peso y longitud promedio de $15\pm 3,1$ g y $10\pm 0,2$ cm, repartidos en 5 estanques circulares de 15 m³ durante 210 días, obteniendo resultados promedio de longitud $24,5\pm 1,3$ cm y peso promedio de $455,9\pm 28,2$ g, figurando estadísticamente significativa ($P<0.05$) en la categoría de peso, mas no en los valores de RC, IVS y RE, que figuraron diferencia no significativa ($P<0.05$), concluyendo que esta especie se desarrolla muy bien en estos sistemas.

Gutiérrez **(25)**, comparó 3 niveles de proteína ideal en paco (*Piaractus brachypomus*) en la etapa de crecimiento, empleando 27 juveniles de paco con peso promedio de 191.55 ± 0.25 repartidos al azar en 9 acuarios a razón de 3 peces/acuario, tratamiento 1: proteína ideal del requerimiento de aminoácidos de tilapia (*Oreochromis niloticus*), Tratamiento 2: proteína ideal del tejido del cuerpo entero de Paco (*P. brachypomus*) y tratamiento 3: proteína ideal de peces Teleósteos, durante 42 días, cuyos resultados en peso fue T1=234.44g; T2= 251.89g; T3= 245.38g, demostraron que el tratamiento 2 fue significativamente superior a los tratamientos 1 y 3.

Castillo **(26)**, realizó una investigación en juveniles de paco con tres tratamientos de dietas de proteína vegetal (T1: 25%; T2: 30%; T3: 35%) y un tratamiento testigo (TT: 30%) evaluando los índices productivos en 420 peces, distribuidos aleatoriamente en 12 estanques semi-naturales, cuyos datos

obtenidos fueron procesados en diseño completamente al azar (DCA) en la prueba de ANOVA, obteniendo un resultado en ganancia de peso TT=101.4g; T1=88.67g; T2=114.97g; T3= 95.87g y crecimiento absoluto en longitud TT=5.1cm; T1=5.6cm; T2=6.0cm; T3=5.2cm, factor de conversión alimenticia: TT=2.1; T1=2.2; T2=2.1; T3=2.1, factor de condición: TT=2.65; T1=2.62; T2=2.68; T3=2.67 y sobrevivencia de TT=97.14; T1= 95.24; T2=100.0 T3=95.24, resultando no significativo ($P<0.05$), concluyendo que la dieta a base de proteína vegetal resulto similar al de la proteína animal.

2.2. Marco Teórico.

2.2.1. Paco.

El *Piaractus brachypomus*, originario de las cuencas de los ríos Amazonas y Orinoco, presenta una coloración gris oscuro en la zona dorsal y un tono blanquecino en los costados, desde la parte inferior de la cabeza hasta la zona anterior del vientre (6), presenta una coloración anaranjada, esta coloración se da desde la etapa de alevinos, juveniles y adultos, donde esta baja de intensidad o se mantiene según el agua donde este habite (27), así como tal presenta diferentes nombres comunes que varían dependiendo el lugar donde se encuentren, como por ejemplo en el país de Colombia se llama comúnmente como “cachama blanca”, Brasil “pirapitinga”, y en el Perú como “Paco” (5).

2.2.2. Clasificación.

Taxonomía del *Piaractus brachypomus*.

Reino	:	Animalia
Phylum	:	Chordata
Clase	:	Actinopterygii
Orden	:	Characiformes
Familia	:	Serrasalminidae
Género	:	<i>Piaractus</i>
Especie	:	<i>Piaractus brachypomus</i>

Información obtenida de FishBase, basado en la publicación de Ortega y Vari (28).

2.2.3. Orden

El orden Characiformes es amplia y antigua, ya que este comprende con más de un millar de especies divididas en 250 géneros, distribuidas en diferentes continentes: África, Centroamérica y Suramérica (29), caracterizado principalmente por tener escamas en todo el cuerpo, una boca de diferentes

posiciones, poseen unas aletas de radios blandos como también aletas dorsales que se localizan en mitad del cuerpo y una aleta adiposa generalmente presente **(30)**.

2.2.4. Familia.

La familia serrasalmidae está conformado por 101 especies y 16 géneros, que se encuentran dentro del orden de los Characiformes, clase Actinopterygii y Filo Chordata **(31)**. Esta familia presenta una distribución geográfica muy extensa, localizándose en aguas continentales de América del Sur **(32)**.

Son peces monofiléticos, durante largos años de evolución estos llegaron a dividirse en 3 principales clados (“Pacus”, “Myleus” y Pirañas), consiguiendo una alta diversidad morfológica, dentro de los Serrasalmidae podemos mencionar a la especie *Piaractus mesopotamicus* (conocido comúnmente como paco o pacú) y *Colossoma macropomum* (conocido comúnmente como tambaqui o gamitana) que son especies de gran importancia para el desarrollo económico en distintos países de América del sur **(33)**.

2.2.5. Características Morfológicas.

Es un pez de cuerpo profundo y reducido, con un opérculo no tan desarrollado como el *Colossoma* y unas escamas cicloideas que son muy numerosas como también unas branquiespinas variables con la edad, presenta una aleta adiposa usualmente ausente en adultos grandes y un color que varía con la edad, los pacos en la etapa juvenil se caracterizan por tener un cuerpo plateado con un ocelo situado en medio del cuerpo, en cambio los adultos no poseen estos ocelos y su cuerpo toma una coloración anaranjada a nivel ventromedial y la mitad superior con un color grisáceo **(30)**.

2.2.6. Habitat.

Los ejemplares juveniles de paco suelen encontrarse en lagos de aguas transparentes, mientras que los adultos prefieren habitar en los ríos principales y en sus cabeceras. Los juveniles suelen localizarse con frecuencia entre las raíces de las macrófitas **(30)**. El paco (*Piaractus brachypomus*) es una especie de hábitos diurnos que prefiere habitar en

cuerpos de agua con abundante vegetación. Además, posee la habilidad de adaptarse a ambientes con bajos niveles de oxígeno mediante la modificación de sus labios, lo que le facilita realizar el intercambio de gases en la superficie del agua (34).

2.2.7. Alimentación.

El paco (*Piaractus brachypomus*) es una especie de habito omnívoro, donde consume larvas de insectos, frutos, semillas, algas filamentosas y algunas gramíneas (35). Sin embargo, en la temporada seca, cuando los recursos son limitados, este pez adopta un comportamiento oportunista, alimentándose de insectos acuáticos, larvas, invertebrados, crustáceos planctónicos y otros recursos animales disponibles (34).

➤ Requerimiento Nutricional del paco.

➤ Proteína.

Es uno de los compuestos más indispensable en la dieta del paco (*Piaractus brachypomus*), ya que conforma el segundo grupo de compuestos químicos de mayor cantidad en el cuerpo de los peces después del agua (36), contribuyen con el mantenimiento, crecimiento y reproducción, como también en la formación de energía. Los niveles de proteínas que el pez requiere varían de acuerdo a la etapa, el estado fisiológico, condición ambiental y de la crianza (37).

➤ Lípidos.

Los peces requieren de aporte de grasa en las dietas para utilizarlo como energía metabólica y fuente de ácidos grasos esenciales (37). Los lípidos son fuentes de energía en la que el pez los aprovechara de inmediato, cuando se le brinda una dieta muy alta en lípidos este podría traer consigo una acumulación de grasa corporal, en la que podría afectar su metabolismo y la calidad (38).

➤ Carbohidratos.

Los carbohidratos son componentes de azúcares formados por carbono, hidrogeno y oxígeno, que conforman sustancias como la glucosa, lactosa, fructosa, almidones, glucógeno, quitina y celulosa **(37)**. El metabolismo y la digestibilidad de los carbohidratos en pacos es muy limitado, ya que todas las enzimas que se utilizan para la absorción de los carbohidratos fueron halladas mediante análisis de laboratorio a través del Extracto Libre de Nitrógeno (NIFEX), pero su participación es desconocida en el cultivo el paco (*Piaractus brachypomus*), sin embargo en su medio natural se alimenta habitualmente de frutas, semillas, hojas cuya composición bromatológica está conformada por carbohidratos **(38)**. Por lo tanto, no se ha definido con tal precisión cuales son las exigencias cualitativas y cuantitativas de carbohidratos solubles, pero se ha demostrado que una dieta con altos niveles carbohidratos insolubles como la fibra total trae consigo una reducción de peso **(37)**.

➤ **Energía.**

La energía es liberada mediante la oxidación metabólica de los nutrientes que el pez ingiere mediante el alimento, para poder compensar sus necesidades energéticas esenciales (desarrollo, metabolismo, reproducción, etc.) **(37)**.

Una dieta en baja energía hace que el pez utilice las proteínas para complementar las necesidades energéticas que su cuerpo requiera, por lo contrario, una dieta en alta energía causa que el pez baje su consumo de alimento ocasionando una baja tasa de crecimiento **(39)**.

Tabla 2.Requerimientos nutricionales de juveniles de paco (*Piaractus brachypomus*).

Nutrientes	Rango
Proteína	25 - 30%
Lípidos	< 8%
Carbohidratos	36%
Energía	3,2 - 3,6 kcal/g

Fuente: **(27)**, **(40)**, **(41)**.

2.2.8. La Castaña.

a. Descripción.

La castaña (*Bertholletia excelsa*) es un árbol nativo de la amazonia, emergente, que suele alcanzar alturas entre los 40-50 m y 3 m o más de diámetro, y se distribuye en los bosques de tierra firme en la cuenca del Amazonas y Guyana (42). Posee un tronco cilíndrico, liso y sin ramas hasta la copa, con corteza oscura, con hojas caducas, cóncavas, tienen pecíolos de 5-6 cm, verde brillante arriba y pálido debajo (43).

b. Taxonomía.

Según Andía (44) se clasifica taxonómicamente a la Castaña de la siguiente manera:

Reino	:	Plantae.
Subreino	:	Tracheobionta.
Filo	:	Magnoliophyta.
Clase	:	Magnoliopsida.
Orden	:	Ericales.
Familia	:	Lecythidaceae.
Subfamilia	:	Lecythidoideae.
Género	:	<i>Bertholletia</i> .
Especie	:	<i>Excelsa</i> .

c. Composición nutricional de las almendras de castaña.

Tabla 3. Composición química de castaña en 100 g

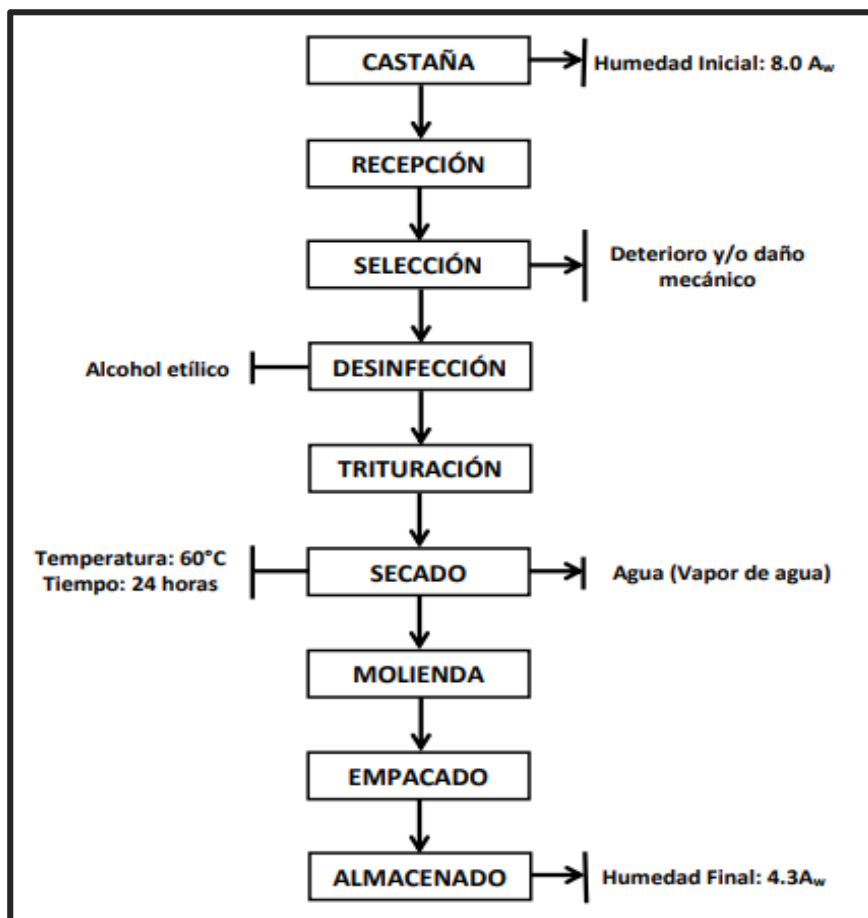
Componentes	Unidades	Cantidad
Agua	g	3,5
Valor energético	Cal	751,6
Proteínas	g	16,4
Lípidos	g	69,3
Carbohidratos	g	3,2
Sales Minerales	g	3,5
Fibras	g	4,6
Calcio	g	0,2
Fósforo	g	0,7
Vitamina B1	mg	150.0
Selenio	ppm	11.0
Potasio	ppm	5,405.0

Fuente: (45).

d. Harina de castaña:

La harina de castaña (*Bertholletia excelsa*) es un subproducto obtenido al moler las nueces de castaña, utilizada principalmente para consumo humano, pero también apta para la elaboración de dietas en la alimentación animal (46).

Figura 1. Diagrama de flujo de elaboración de harina de castaña



Fuente: (47).

Tabla 4. Análisis químico proximal de la harina de castaña en 100 gr (Materia seca).

Parámetro	Unidad	Cantidad
Energía Total	Kcal	476
Proteína Total	%	38
Extracto Etéreo	%	33
Carbohidratos Solubles	%	3.2
Fibra Total	%	9.5
Calcio	%	0.64
Potasio	%	1.1
Lisina	%	1.10
Metionina	%	2.23

Fuente: (48).

2.2.9. Sistema de estanques Circulares.

Es un tipo de sistema tecnológico diseñado para cultivos intensivos con reutilización de agua donde se cultivan peces y camarones, están diseñados para situaciones de escasez de agua y valorización del terreno, principalmente cuando se busca viabilizar al pequeño productor. Es tipo de sistema tiene como finalidad la obtención de una mayor producción de recursos hidrobiológicos por un determinado volumen (peces/m³), con un uso mínimo de agua **(49)**.

❖ Características de los estanques circulares:

- a. Están revestidos con geomembranas de polietileno de alta densidad, resistentes a los rayos UV, y sus paredes son sostenidas por malla electrosoldada, galvanizadas con refuerzos de tubos y cinturones de acero, con drenaje **(50)**.
- b. Los estanques circulares grandes dependen más del diseño hidráulico que los pequeños, ya que en estos últimos el intercambio de agua es rápido, lo que mantiene una buena calidad. En los grandes, el tiempo de retención es mayor, y los niveles de recambio de agua, tasa de flujo y biomasa de peces afectan la calidad del agua a través de la producción de desechos y bajo nivel de oxígeno disuelto **(51)**.

2.2.10. Parámetros Fisicoquímicos del agua de Cultivo de los estanques circulares.

➤ Temperatura.

La temperatura del agua de cultivo es crucial en piscicultura, ya que afecta el crecimiento, reproducción y vida de los peces, en la Amazonía, los peces se desarrollan bien entre 20°C y 32°C, siendo óptima para el paco y otros especies nativas entre 26°C a 30°C, valores fuera del rango genera altas tasas de mortalidad **(52)**.

➤ Potencial de Hidrogeno.

Este parámetro indica los niveles de iones de hidrogeno, este se mide en un rango de 0 hasta 14, indicando cuando esté más cerca al 0 el agua es más

ácida y entre más cerca al 14 son más alcalina, siendo el óptimo con valor 7. Los rangos adecuados para la crianza de peces están entre 6.5 a 9 dependiendo de la especie a cultivar **(53)**.

➤ **Oxígeno Disuelto.**

Es uno de los indicadores de mayor importancia sobre la calidad de agua de cultivo, esto debe mantenerse en forma constante la concentración de oxígeno disuelto en un rango entre 3.0 a 6.5 ppm, valores por debajo de los niveles apropiados baja el rendimiento productivo a través del bajo consumo de alimento disminuyendo la tasa de crecimiento ocasionando que se enfermen. Si bien las especies comerciables como el paco, sábalo y gamitana pueden soportar niveles bajos de oxígeno disuelto subiendo a la superficie del agua buscando el oxígeno atmosférico para lo cual ocurre una adaptación del labio inferior de la boca facilitando la toma de oxígeno atmosférico denominado como boqueo **(52)**.

➤ **Nitrito.**

El nitrito es un compuesto nitrogenado tóxico para los peces, resultado de la descomposición de proteínas orgánicas a través de sedimentos, restos de alimentos, escamas. Su acumulación, por encima de 0,1 ppm, causa metamoglobina, afectando la sangre. Su toxicidad depende del pH en el agua de cultivo **(54)**.

➤ **Nitratos.**

Los nitratos, productos finales de la nitrificación en el agua de cultivo de estanques circulares, son menos tóxicos que otros metabolitos nitrogenados. Aunque los peces toleran concentraciones de hasta 200 mg/L, exposiciones prolongadas pueden dañar el sistema inmunológico y aumentar su susceptibilidad a enfermedades **(54)**.

➤ **Transparencia.**

La transparencia determina el nivel trófico de un estanque de cultivo midiendo tanto para aguas pobres en nutrientes como agua rica en nutrientes **(55)**.

La transparencia del agua indica la cantidad de material suspendido, ya sea

mineral u orgánico, que afecta la penetración de la luz, reduciendo la claridad y promoviendo la producción primaria, sin embargo, este indicador en sistemas acuícolas es una condición deseada, caso contrario el exceso de partículas en suspensión, pueden adherirse a las branquias, reduciendo la superficie respiratoria de los arcos branquiales, así mismo afecta en consumo del alimento perdiéndose en el fondo del estanque incrementando la materia orgánica, cuya descomposición demandará mayor cantidad de oxígeno disuelto **(38)**.

➤ **Sólidos suspendidos totales.**

Los Sólidos Suspendidos Totales (SST) es la cantidad de residuo retenido en un filtro de fibra de vidrio y hace referencia al material particulado que se mantiene en suspensión en las corrientes de agua superficial y/o residual de los estanques circulares **(56)**.

➤ **Sólidos sedimentables.**

Los sólidos sedimentables son partículas más densas que el agua, que pueden flotar o decantarse cuando el agua está en reposo. Su cantidad es mayor en aguas estancadas, y su eliminación se logra mediante procesos físicos o mecánicos **(57)**.

Tabla 5. Parámetros de cultivo de paco (*Piaractus brachypomus*).

Parámetro	Rango	Unidades	Fuente
Temperatura	20-32	°C	(52)
Oxígeno disuelto	3 - 12	mg/L	(58)
pH	6.5 - 9	Valor absoluto	(58)
Nitritos	< 0.1	ppm	(59)
Nitratos	< 200	mg/L	(59)
Transparencia	30-70	cm	(52)
Sólidos suspendidos totales	25 - 100	mg/L	(60)
Sólidos sedimentables	25 – 50	ml/L	(61)

2.2.11. Rendimiento Productivo.

a. Parámetro de desarrollo:

➤ Incremento de biomasa.

El incremento de la biomasa es el peso total de las especies hidrobiológicas cultivadas en estanques por un periodo de tiempo determinado **(62)**.

➤ Peso unitario.

El peso unitario es uno de los parámetros productivos, donde se determina el peso promedio de los peces mediante la división entre el total de la biomasa y el número de peces cultivados por estanque **(4)**.

➤ Longitud total.

Este parámetro es utilizado para obtener la talla de los peces de una población, donde se mide desde el extremo de la boca hasta el final de la aleta caudal **(63)**.

b. Eficiencia productiva:

➤ Tasa de crecimiento.

Es un indicador que se determina mediante la medida del crecimiento de los peces por un tiempo determinado a través del desarrollo de una población o biomasa **(64)**.

➤ Factor de condición.

Este parámetro es utilizado para contrastar la “condición” o “bienestar” que presentan los peces de una población, basándose en los peces de mayor peso con una longitud determinada **(65)**.

➤ Consumo de alimento.

Es uno de los factores principales que determina la eficiencia y el costo maximizando la eficacia de la producción en la piscicultura, por tanto, el alimento es una señal externa muy importante en el cultivo de peces que estimula su hábito alimenticio y su crecimiento **(66)**.

➤ **Conversión alimenticia.**

Es un parámetro que se determina mediante la cantidad de alimentos consumido (kg) e incremento de biomasa (Kg) de los peces cultivados en un periodo de tiempo estimado **(67)**.

Por tanto, el peso del alimento suministrado y el incremento de biomasa se utiliza para estimar el rendimiento de la dieta suministrada **(68)**.

➤ **Supervivencia.**

Es un índice que determina el porcentaje de peces vivos de una población al final de un período de tiempo establecido sobre el rendimiento productivo **(67)**.

2.3. Definición de Términos.

2.3.1. Paco: Es una especie de pez de habito omnívoro con una coloración anaranjada a nivel ventro - medial y la otra mitad superior una coloración grisácea, habitan en los ríos Manu, Tahuamanu, Madre de Dios, Tambopata, La Torre y Malinowski, pertenecientes al departamento de Madre de Dios **(30)**.

2.3.2. Castaña amazónica: es una semilla comestible, conocida como Brasil nuts, almendra o nuez de Brasil, producida por el árbol de castaña, que es una especie no maderable **(69)**.

2.3.3. Peletización: es un proceso que consiste en compactar los componentes del alimento con el fin de optimizar su conservación, facilitar su manejo y potenciar su valor nutricional, este procedimiento también suele incrementar su labor y minimizar perdidas **(70)**.

2.3.4. Rendimiento productivo: es la eficiencia que presentan un sistema de cultivo de peces al convertir los recursos disponibles en ganancia de biomasa y volumen producción por un tiempo determinado y espacio **(71)**.

2.3.5. Biometría: es una técnica fundamental para el manejo eficiente en la piscicultura, consistiendo en realización de toma de mediciones corporales, como el peso y la longitud de los peces, y otras características físicas con el fin de monitorear el crecimiento, la salud y el rendimiento productivo **(72)**.

CAPITULO III: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de Estudio.

El estudio realizado fue una investigación aplicada y se clasifica como cuasiexperimental, de nivel aplicativo porque persigue fines prácticos y de aplicación inmediata, el cual consistió en evaluar el efecto de la inclusión de HCR en el rendimiento productivo del engorde de paco (*Piaractus brachypomus*) en estanques circulares.

3.2 Diseño del estudio.

En esta investigación se aplicó el diseño – cuasi experimental, se utilizó diseño completamente al azar (DCA) **(73)**, con tres tratamientos (0% HCR, 10% HCR y 20% HCR), bajo dos repeticiones dando un total de 6 unidades experimentales, cada unidad estuvo conformado por 500 juveniles de paco, tal como se muestra en la tabla 6, cuyo monitoreo se realizó cada 30 días **(27)**.

Tabla 6. Tratamientos y distribución de las unidades experimentales durante la investigación.

Niveles de harina de castaña residual	Tratamientos	Repeticiones
0% HCR	Tratamiento 1 =T1	R1:HCRT1 / R2:HCRT1
10% HCR	Tratamiento 2 =T2	R1:HCRT2/ R2:HCRT2
20% HCR	Tratamiento 3 =T3	R1:HCRT3 / R2:HCRT3

3.2.1. Delimitación espacial.

El estudio de investigación se desarrolló en el Centro Acuícola La Cachuela del Gobierno Regional de Madre de Dios, ubicado en la Carretera La Cachuela Km 03, margen izquierda, Distrito de Tambopata, provincia de Tambopata,

Región: Madre de Dios. El Centro de Acuicultura cuenta con laboratorio de reproducción de peces, estanques de levante de larvas, juveniles, reproductores y grandes bagres. La fuente de agua, es una quebrada que limita el terreno y desemboca en el río Madre de Dios. El área de estudio se ubica a una altitud de 185 m.s.n.m bajo las coordenadas geográficas WGS84: 12° 33' 37.33" SUR, 69° 11' 22.66" OESTE, y una altura de 272 m.s.n.m, se inició desde el 15 de Enero del 2024 hasta el 15 abril del 2024, con una duración de 03 meses (74).

Figura 2. Georreferencia de Centro Acuícola La Cachuela del GOREMAD.



Fuente: Centro Acuícola La Cachuela-GOREMAD, 2025

3.2.2. Delimitación temporal.

El estudio se realizó entre los meses de enero – abril en el Centro de Centro Acuícola La Cachuela de la Dirección Regional de la Producción- DIREPRO del Gobierno Regional del Madre de Dios (GOREMAD).

3.3. Población y muestra.

3.3.1. Selección de animales de estudio.

La población en este estudio fue juveniles de la especie paco (*Piaractus brachipomus*) siendo un total de 5000 juveniles en la etapa de Crecimiento obtenidos del centro acuícola la cachuela de la DIREPRO, con peso promedio de 150 g (± 5.0), con las que cuenta dicho centro acuícola.

3.3.2. Muestra.

Se utilizó un total de 3000 juveniles de paco seleccionados de acuerdo al peso y al azar entre hembras y machos, que fueron distribuidos en 06 unidades experimentales (estanques circulares), con 2 repeticiones, conteniendo 500 juveniles con un peso promedio de 150 g (± 5.0), por unidad experimental. La distribución de las muestras se detalla a continuación.

Tabla 7. Distribución de tratamientos de la investigación.

Tratamientos	Repetición 1	Repetición 2
Tratamiento 1 (0% de Harina de castaña residual)	T1 R1 500 juveniles de paco	T2 R2 500 juveniles de paco
Tratamiento 2 (10% de Harina de castaña residual)	T2 R1 500 juveniles de paco	T2R2 500 juveniles de paco
Tratamiento 3 (20% de Harina de castaña residual)	T3 R1 500 juveniles de paco	T3 R2 500 juveniles de paco

3.4 Métodos y técnicas.

3.4.1. Parámetros de desarrollo:

a) Incremento de Biomasa (Kg):

La biomasa total fue medida cada 30 días, mediante un control biométrico, se procedió a pescar los peces de cada unidad experimental, con la ayuda de una red para luego posteriormente pesarlos en una balanza digital (4).

$$\text{Incremento de Biomasa} = \text{Biomasa Final} - \text{Biomasa Inicial}.$$

b) Peso Unitario (g):

El peso unitario se determinó de manera mensual, teniendo la biomasa total entre el número total de peces por estanque. Este peso promedio unitario se

comparó con la del muestreo anterior, para luego obtener el incremento de peso unitario (g) de cada unidad experimental **(4)**.

c) Longitud total (cm):

Se determinó mensualmente por medio de un íctiometro de 30 cm de longitud y 1 mm de aproximación. Las medidas fueron determinadas desde la boca hasta el extremo de la aleta caudal **(4)**.

3.4.2. Eficiencia productiva:

a. Tasa de Crecimiento (%):

Se determinó con los datos obtenidos de los índices biométricos **(4)**, evaluándose mensualmente.

$$T.C = \text{Incremento de peso unitario (g)} / \text{Tiempo de evaluación (días)}$$

b. Factor de condición (Valor absoluto):

Se obtuvo mediante la longitud y el peso del pez, esta evaluación se realizó mensualmente **(75)**.

$$K = (P/L^3) * 100$$

K= Factor de Condición

P= Peso

L= Longitud

c. Consumo de alimento (g/día):

El consumo de alimento se midió cada 30 días en cada unidad experimental, siendo pesados antes de ser suministrado a los juveniles de paco. La suma total de los consumos mensuales durante la etapa experimental nos dará el consumo acumulado por fase (ENGORDE), siendo la unidad de medida en kilogramos (Kg) **(76)**, muestra la fórmula que se aplicó para obtener el consumo de alimento es:

$$CA = AS - AD$$

CA= Consumo de alimento.

AS= Alimento suministrado.

AD= Alimento desperdiciado.

d. Factor Conversión alimenticia (Valor absoluto):

Se evaluó la conversión alimenticia de forma mensual, hasta los 90 días. es la relación entre el registró el consumo diario del alimento de cada unidad experimental sobre la biomasa ganada.

$$C.A = \text{Consumo de alimento total} / \text{incremento de Biomasa}$$

e. Supervivencia (%):

Se evaluó el porcentaje de supervivencia mensualmente, donde se aplicó la siguiente formula (77):

$$S = (N_f/N_i) * 100$$

S= Supervivencia expresada en porcentaje.

Ni= Numero de peces al inicio del experimento.

Nf= Numero de peces al final del experimento.

3.4.3. Dietas experimentales.

Se utilizó 3 dietas experimentales por la etapa del proceso productivo que fueron formuladas al mínimo costo utilizando un programa lineal (Mixit-2). Para el proceso de formulación en la investigación que estuvo orientando a la búsqueda de sustitutos óptimos de las harinas y aceites de pescado, se reemplazó una dieta convencional (maíz amarillo, torta de soya, harina de pescado, aceite de soya) que fueron evaluados a diferentes niveles de inclusión de harina residual de castaña, las variaciones que se pueden contener en las dietas experimentales se deben a los contenidos diferentes de nutrientes que tienen la harina de castaña residual como proteína total y extracto etéreo.

Para el programa de alimentación en las etapas de Engorde de paco, se siguió las recomendaciones nutricionales de juveniles de paco.

Tabla 8. Fórmulas de las dietas para cada tratamiento y sus valores nutricionales calculados (%)

Ingredientes	Tratamientos		
	Tratamiento1 (0% HCR)	Tratamiento2 (10% HCR)	Tratamiento3 (20% HCR)
H. de Castaña Residual.	0	10.00	20.00
Torta de Soya.	25.00	16.00	0
Maíz Amarillo.	48.22	34.39	47.00
Harina de Pescado.	20.00	25.00	27.17
Aceite de Soya.	2.00	4.00	0.50
Sal Comú.	2.00	5.00	2.17
Carbonato Calcio	0.20	3.00	1.00
Fosfato dicálcico.	1.98	1.98	1.98
Lisina.	0.30	0.30	0.30
Antifúngico	0.10	0.10	0.10
Cloruro Colina	0.10	0.10	0.10
Premezcla vitamínica	0.10	0.10	0.10
Total	100.00	100.00	100.00
CONTENIDO NUTRICIONAL (%)			
Mat.Seca (%)	89.42%	90.98%	89.380%
Proteína Total (%)	30.30%	30.57%	30.20%
Extracto Etereo (EE)	6.04%	10.97%	8.37%
Calcio	1.60%	1.65%	1.56%
Lisina	2.16%	2.15%	2.15%
Fosfo Disp	1.04%	1.05%	1.08%
Metionina	0.64%	0.64%	0.65%
Fibra	2.45%	2.44%	2.47%
Energía Digestible	3.51 Mcal/Kg	3.50 Mcal/Kg	3.51 Mcal/Kg

3.4.4. Análisis químico proximal de las dietas experimentales

Los análisis químicos proximales de las dietas experimentales fueron realizados en los Laboratorios de Evaluación Nutricional de los Alimentos (LENA) de la Universidad Nacional Agraria La Molina, utilizando los métodos establecidos por la AOAC (2005), cuyos resultados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 9. Análisis químico proximal de las dietas experimentales realizado por LENA-UNALM de HCR en 100g.

Nutrientes%	0% HCR	10% HCR	20% HCR
Humedad	6.43	6.83	6.22
Proteína	31.12	31.44	31.00
Extracto etéreo	4.20	6.02	12.06
Ceniza	7.31	9.45	9.84
Fibra	2.32	2.34	2.34
Extracto Libre de nitrógeno	48.72	43.92	38.54

Fuente: LENA – UNALM.

Es importante señalar que los principales nutrientes de las dietas formuladas estuvieron dentro de los rangos mínimos permisibles para cubrir los requerimientos nutricionales del paco. Sin embargo, se observó que el contenido de extracto etéreo superó los valores mínimos establecidos para la formulación de raciones en peces. Esta elevación podría estar relacionada con la función termorreguladora que cumple la grasa, ya que los peces de agua dulce, como el paco, no toleran cambios bruscos de temperatura (como el friaje), lo cual representa una condición desfavorable para su crecimiento. En este contexto, el mayor contenido de extracto etéreo podría haber contribuido indirectamente a mitigar estos efectos adversos, favoreciendo así el crecimiento del paco a través de un mejor aprovechamiento del alimento, además teniendo en cuenta que los pacos adultos utilizan la grasa como fuente de energía es por ello que en las dietas se debe de añadir niveles extras de extracto etéreo.

4.1.1. Análisis químico proximal de la HCR.

Los análisis químicos proximales de la HCR fueron realizados en los laboratorios de Evaluación Nutricional de los Alimentos (LENA) de la Universidad Nacional Agraria de la Molina, donde se observa en la siguiente tabla.

Tabla 10. Análisis químico proximal de la HCR en 100g.

Humedad	2.88
Proteína	30.19
Grasa	50.36
Ceniza	3.51
Fibra	3.12
E.L.N.	9.94

Fuente: LENA – UNALM

3.4.4. Evaluación de los parámetros físico – químicos del agua.

La medición de los parámetros físico-químicos del agua se ejecutó en los 6 estanques circulares, donde los parámetros de Temperatura (T°), Oxígeno Disuelto (O.D), Transparencia (T) y pH se realizó de manera diaria para y promediarlo mensualmente y los otros parámetros de Nitrito (NO_2), Nitrato (NO_3), Solidos Suspendidos Totales (SST) y Solidos Sedimentables (SS) se realizó de manera mensual durante los 90 días.

Tabla 11. Método para determinación de los parámetros fisicoquímicos del agua.

Tipo De Análisis	Parámetros	Unidad	Instrumento de Medición	Marca	Método
Evaluación de parámetros físicos	Temperatura	$^{\circ}\text{C}$	Termómetro	-	-
	Transparencia	cm	Disco secchi	-	-
Evaluación de parámetros químicos	pH	Valor absoluto	Kit de análisis de agua dulce.	Lamotte - modelo AQ – 2	LaMotte
	OD	ppm	Kit de análisis de agua dulce.	Lamotte - modelo AQ – 2	LaMotte
	NO_2	ppm	Kit de análisis de agua dulce.	Lamotte - modelo AQ – 2	LaMotte
	NO_3	ppm	Kit de análisis de agua dulce.	Lamotte - modelo AQ – 2	LaMotte
	SST	mg/L	Filtros	Whatman	-
	SS	ml/L	Conos Imhoff	-	-

a. Manejo experimental.

Toda la etapa del cultivo de juveniles de paco, se llevó a cabo de acuerdo a los protocolos de cultivo de especie paco. Si bien es cierto el paco en altas densidades de siembra en estanques circulares tiene ciertas limitaciones, sin embargo, para este trabajo experimental se evaluó si el reemplazo de la torta de soya por HCR mejorará en la respuesta productiva, en el caso de los estanques circulares se realizaron las medidas preventivas para la conducción normal del cultivo, tales como la ventilación, uso de pediluvios, restricción de ingreso al ambiente, en la etapa de engorde de paco.

3.5 Tratamiento de los Datos.

El estudio se realizó bajo un diseño completamente al azar (DCA) **(73)**, con tres niveles de inclusión de harina de castaña residual: 0%, 10% y 20%, correspondientes a los tratamientos T1 (control), T2 y T3, respectivamente. Se establecieron un total de tres tratamientos con dos repeticiones cada uno, sumando así seis unidades experimentales. Cada tratamiento incluyó 500 ejemplares de paco, y para el análisis estadístico se utilizaron 50 pacos por tratamiento como unidad muestral representativa (10%). Las medias de cada tratamiento se compararon mediante un análisis de varianza (ANOVA), utilizando el paquete estadístico Statistical Analysis System – SAS versión 9.0 **(78)**. Los resultados no mostraron diferencias significativas entre tratamientos ($p > 0.05$), concluyéndose que las dietas T2 y T3 (10% y 20% de harina de castaña residual) no difirieron significativamente del tratamiento control (T1), mostrando una respuesta similar en los parámetros evaluados. Las variables en estudio incluyeron: peso unitario, incremento de biomasa, longitud total, consumo de alimento, conversión alimenticia, tasa de crecimiento, factor de condición y supervivencia.

El modelo aditivo lineal fue:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij}$$

Y_{ij} = Variable respuesta del j-ésimo estanque circular, en la i-ésima niveles de HCR en las dietas de juveniles de paco.

μ = Efecto general de la media poblacional a partir de los datos de utilización de HCR en las dietas de juveniles de paco en estudio del experimento.

T_i : Efecto del i-ésimo niveles de niveles de HCR.

e_{ij} : Error aleatorio que se comete al aplicar el efecto del j-ésimo niveles de HCR.

CAPITULO IV: RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACION

4.2. Índice de crecimiento:

4.2.1. Incremento de Biomasa (kg) y peso unitario (g)

Los resultados obtenidos de incremento de biomasa y peso unitario en peces juveniles de paco, se aprecian en la siguiente tabla, observándose que durante de la evaluación el T2 mostro un ligero incremento en la ganancia de peso, seguido del T3 y el T1, sin embargo, estadísticamente no se encontró diferencia significativa alguna ($p>0.05$).

Tabla 12. Efecto de la HCR sobre la biomasa y peso unitario en paco.

Variable	días	Tratamiento			P
		1	2	3	
B.T.	Inicial	72.81	72.62	73.06	
	30 día	38.81 ^a	39.25 ^a	38.64 ^a	0.3397
	60 día	42.06 ^a	43.72 ^a	43.96 ^a	0.1017
	90 día	49.1 ^a	48.8 ^a	48.5 ^a	0.7578
IBA	0 – 90 días	130 ^a	131.7	131.1	0.0741
PUT	Inicial	145.6	145.2 ^a	146.1 ^a	
	30 días	223.25 ^a	223.75 ^a	223.40 ^a	0.7538
	60 días	307.8 ^a	311.45 ^a	311.5 ^a	0.1334
	90 días	406.6 ^a	409.25 ^a	408.65 ^a	0.0983
IPUP	30 días	77.6 ^a	78.5 ^a	77.3 ^a	0.2999
	60 días	84.6 ^a	87.7 ^a	88.1 ^a	0.0782
	90 días	98.8 ^a	97.8 ^a	97.2 ^a	0.6858

^a Valores promedios con letras diferentes dentro de una misma fila difieren estadísticamente ($p<0.05$). (*) Tratamientos: 1) 0% HCR; 2) 10% HCR; 3) 20% HCR: B.T.: Biomasa total; IBA: Incremento de Biomasa acumulada; PUT: Peso unitario total; IPUP: Incremento Peso unitario por periodo.

Figura 3. Efecto de la HCR sobre la Biomasa

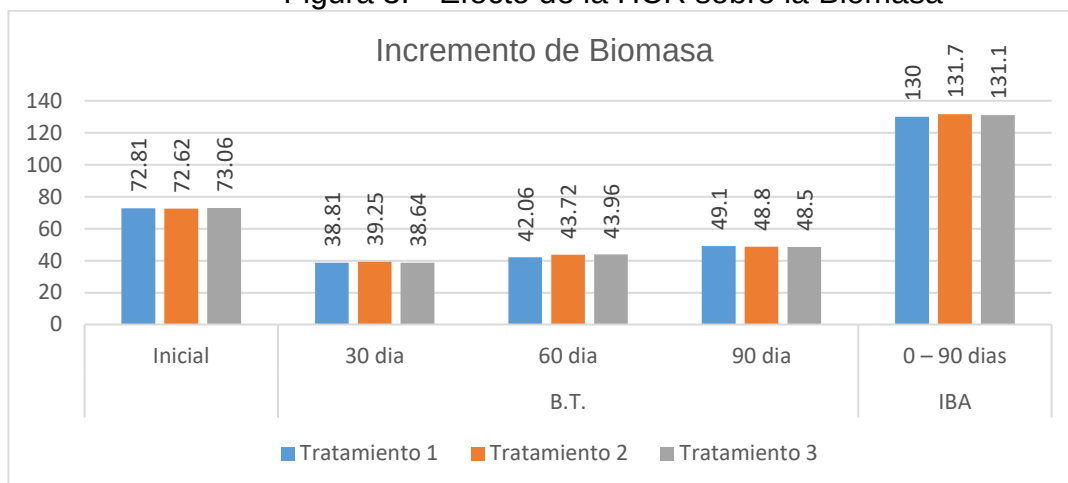
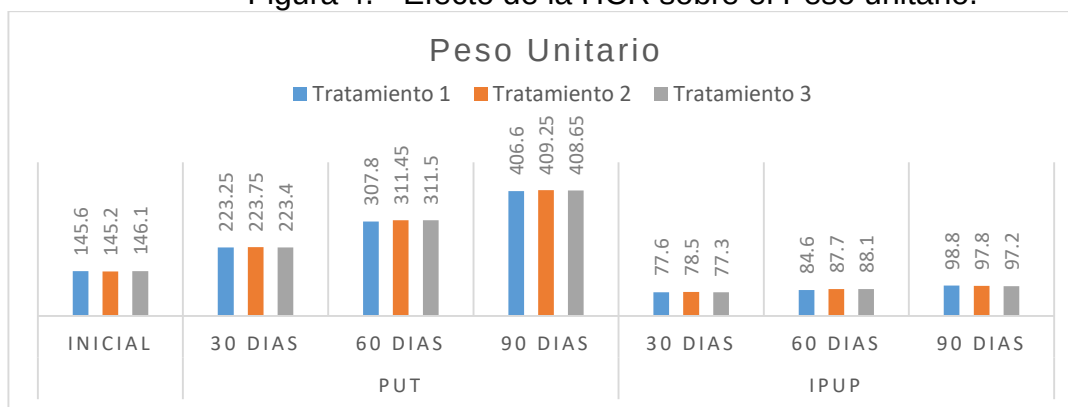


Figura 4. Efecto de la HCR sobre el Peso unitario.



Los resultados obtenidos del experimento indicaron que T2 tuvo mejor respuesta entre las medias de biomasa total durante los 3 meses de la investigación, como también se observó el incremento del peso unitario por periodo de los otros tratamientos T3 y T1, mostrando dominación numérica mas no una diferencia significativa, dando a entender el tipo de sistema y al insumo alimenticio a los que fueron sometidos.

Del mismo modo **(22)**, obtuvo una biomasa y un peso final en pacos alimentados con torta de castaña, donde oscilo de 4.5 kg a 4.8 kg y 153.2 g a 162.2 g, donde no mostro una diferencia significativa entre ambos tratamientos. Al igual que **(21)**, experimento policultivo de paco y tilapia, obteniendo un resultado de peso y biomasa baja en tilapias en el T16 ($43,0 \pm 5,9$ g y $1,2 \pm 0,2$ Kg), al igual que en el paco ($173,5 \pm 17,9$ g y $4,4 \pm 0,6$ kg), el tratamiento de mayor ganancia en peso y biomasa se vio reflejado en el T24 obteniendo un resultado de $196,2 \pm 20,0$ g y $5,0 \pm 0,9$ kg en paco,

mencionando que se ajusta a un adecuado balance de proteína y energía para el desarrollo de peces omnívoros, Asimismo, **(23)** obtuvo un valor inferior obtenido al presente, donde evaluó juveniles de gamitana (*Colossoma macropomun*), bajo diferentes dietas de torta de castaña, obteniendo un peso de 267.07 ± 6.73 g y una biomasa de 1.70 ± 0.20 Kg mayor a los otros tratamientos, mas no mostrando una diferencia significativa durante la prueba ($p>0.05$), donde considera aceptable para el engorde de gamitana. Sin embargo **(24)**, realizó una prueba utilizando pacos con peso promedio de 15 ± 3.1 g, cultivados en sistemas biofloc, para la determinación de rendimiento corporal, logrando resultados significativos en cuanto a la ganancia de peso ($455,9 \pm 28,2$ g) y una biomasa promedio obtenida de $7,89$ kg/m³, concluyendo que el método de cultivo utilizado presento resultados similares a los peces cultivados en diferentes sistemas de tanque y tierra.

4.2.2. Longitud total (cm):

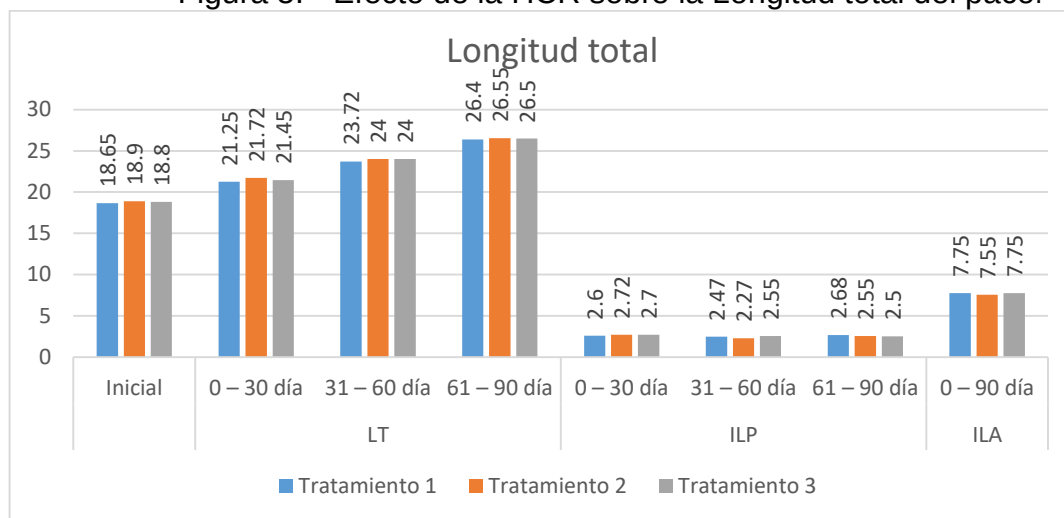
Los resultados de la medida de longitud en pacos (*Piaractus brachypomus*) evaluadas durante los meses del experimento no presentaron diferencia significativa, tal como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 13. Efecto de la HCR sobre la longitud total del paco

Variable	Fecha	Tratamiento			
		1	2	3	P
LT	Inicial	18.65	18.9	18.8	
	0 – 30 día	21.25 ^a	21.72 ^a	21.45 ^a	0.1296
	31 – 60 día	23.72 ^a	24.0 ^a	24.0 ^a	0.3546
	61 – 90 día	26.4 ^a	26.55 ^a	26.50 ^a	0.0820
ILP	0 – 30 día	2.6 ^a	2.72 ^a	2.7 ^a	0.0741
	31 – 60 día	2.47 ^a	2.27 ^a	2.55 ^a	0.6896
	61 – 90 día	2.68 ^a	2.55 ^a	2.5 ^a	0.2415
ILA	0 – 90 día	7.75 ^a	7.55 ^a	7.75 ^a	0.5125

^a, Valores promedios dentro de una misma fila con la misma letra no son diferentes estadísticamente ($p>0.05$) (*) Tratamientos: 1) 0% HC; 2) 10% HC; 3) 20% HC; L.T: Longitud total; I.L.P: Incremento de Longitud por periodos; ILA: Incremento de longitud acumulada.

Figura 5. Efecto de la HCR sobre la Longitud total del paco.



Los datos obtenidos muestran que el tratamiento 2 lidera en incremento en longitud en los pacos cultivados durante los tres meses de la evaluación, sin ser significativa como se muestra en la figura 5.

Igualmente que **(21)**, determino la longitud de la tilapia y el paco cultivados en un mismo estanque, resultando una longitud final de 21.1 ± 0.6 cm en el paco, mas no influyendo entre los tratamientos. De igual importancia **(22)**, experimento con juveniles de paco con dos diferentes dietas a base de torta de castaña cruda (TCC) y Torta de castaña tostada (TCT), con la finalidad de determinar la digestibilidad, bajo un sistema acuapónico, donde obtuvieron valores de longitud final de 18.2 a 18.6 cm, resultando estadísticamente no significativa ($p > 0.05$), concluyendo que este insumo puede ser aprovechado en las dietas para peces amazónicos.

4.2.3. Tasa de Crecimiento (%):

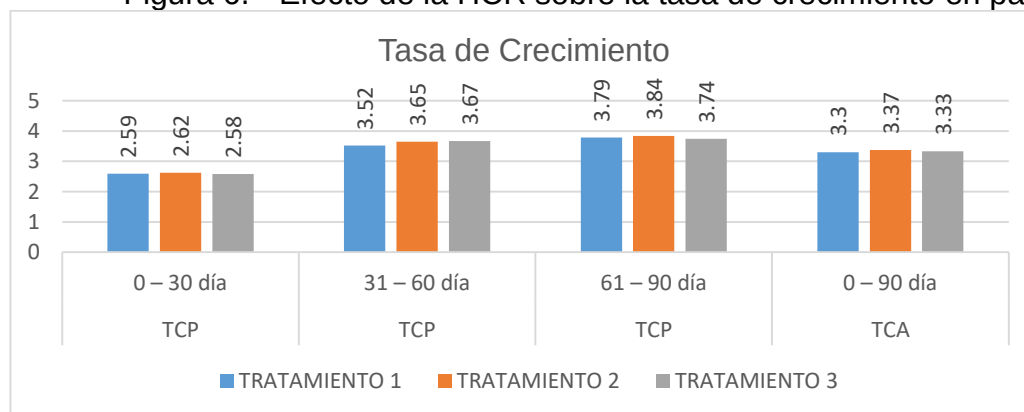
En la siguiente tabla, nos muestra los resultados de tasa de crecimiento de pacos (*Piaractus brachypomus*) del experimento cultivados durante los 3 meses, bajo las diferentes dietas de HCR, donde no mostraron diferencia significativa entre las medias de los tratamientos.

Tabla 14. Efecto de la HCR sobre la tasa de crecimiento en pacos

Variable	Fecha	Tratamiento			P
		1	2	3	
TCP	0 – 30 día	2.59 ^a	2.62 ^a	2.58 ^a	0.6302
	31 – 60 día	3.52 ^a	3.65 ^a	3.67 ^a	0.2853
	61 – 90 día	3.79 ^a	5.84 ^a	5.74 ^a	0.1701
TCA	0 – 90 día	3.30 ^a	3.37 ^a	3.33 ^a	0.2076

^a, Valores promedios con letras iguales en filas indican que no hay diferencia significativa ($p>0.05$) (*) Tratamientos: 1)0% HCR; 2) 10% HCR;3) 20% HCR; TCP: Tasa de crecimiento por periodo; TCA: Tasa de crecimiento Acumulada.

Figura 6. Efecto de la HCR sobre la tasa de crecimiento en paco



Los resultados de la tasa de crecimiento en la inclusión de HCR en la alimentación de juveniles de paco (*Piaractus brachypomus*), se mostraron de forma ascendente tal como se muestra en la figura 6, siendo así que los resultados obtenidos fueron mayores a lo que obtuvo (19) sin embargo no obtuvo diferencia significativa al probar tres diferentes dietas a base de torta de copoazú (5%;10%;15% y testigo) en juveniles de paco (*Piaractus brachypomus*) durante unos 90 días, por el contrario (20) experimento con juveniles de tambatinga (*Colossomam macropomum* x *Piaractus brachypomus*) en sistemas de recirculación de agua bajo tres diferentes densidades, donde obtuvo resultados de 5.65%, 4.96% y 4.90% encontrando una diferencia significativa ($p<0.05$) en el tratamiento de menor densidad, presentando una mayor ganancia de peso, debido a que la especie empleada es un híbrido que posee facultades de resistencia a condiciones de temperatura extrema.

4.2.4. Factor de Condición (Valor absoluto):

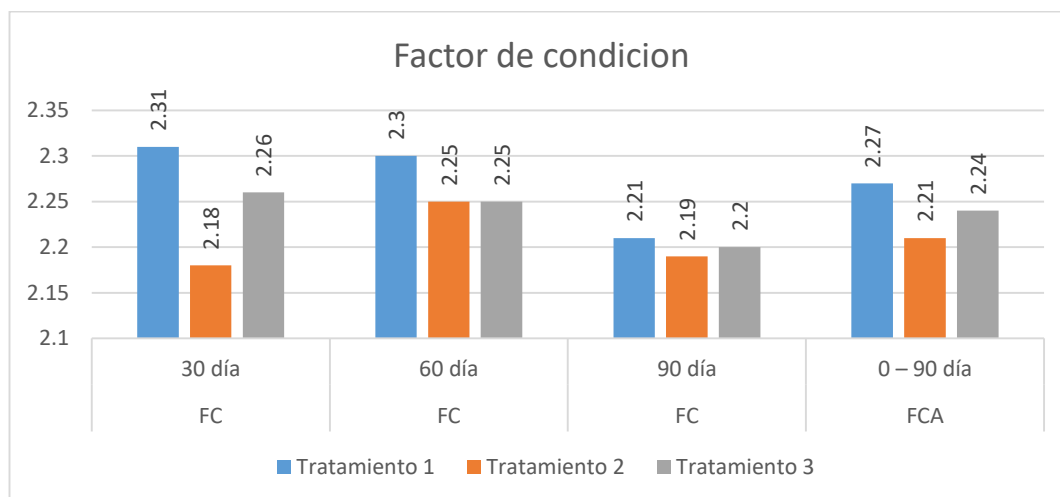
Los resultados del factor de condición realizados en los juveniles de paco obtenidos durante el periodo de los tres meses del experimento se muestran en la siguiente tabla, mostrándonos estadísticamente ($p>0.05$) que no hubo diferencia significativa.

Tabla 15. Efecto de la HCR sobre el factor de condición en paco

Variable	Día	Tratamiento			P
		1	2	3	
FC	30 día	2.31 ^a	2.18 ^a	2.26 ^a	0.1662
	60 día	2.30 ^a	2.25 ^a	2.25 ^a	0.5395
	90 día	2.21 ^a	2.19 ^a	2.20 ^a	0.4405
FCA	0 – 90 día	2.27 ^a	2.21 ^a	2.24 ^a	0.0607

^a, Valores promedios con letras diferentes dentro de una misma fila, difieren estadísticamente ($p<0.05$) (*) Tratamientos: 1) 0% HC; 2) 10% HC; 3) 20% HC; FC: Factor de condición; FCA: Factor de Condición Acumulado.

Figura 7. Efecto de la HCR sobre el factor de condición en pacos.



Los resultados obtenidos durante los 3 meses de evaluación en los juveniles de paco, no presentaron diferencia significativa, sin embargo, estuvieron por encima del promedio de 1, entendiéndose que se encontraron en buen estado de salud, bienestar o condición fisiológica **(79)**.

Al igual **(10)**, experimento con pacos en etapa juvenil, bajo diferentes dietas de torta de castaña (TC) y fruto de macambo (FM) (T1=25% TC + 20%FM; T2

= 30% TC + 20% FM y T3=35% TC + 20% FM, obteniendo un resultado de factor de condición de 1,91 para el T2 y T control; 1,85 y 1,76 para el T1 y T3, resultándolo favorable, no obstante **(21)**, monitoreó policultivos de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) y tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*), en dietas de origen vegetal (T1=16%; T2=24%; T3=32%) en proporción de 1:1, Obteniendo resultados muy por debajo de nosotros en cuanto al parámetro de factor de condición (K) en cachama blanca (T1=1,9 ± 0,1; T2= 2,1 ± 0,2; T3=1,9 ± 0,0), debido a la diferencia del tamaño al momento de la siembra de los peces y la competencia por el alimento entre ambas especies, aun así no encontrando diferencia significativa entre los tratamientos.

Así mismo el resultado obtenido de este presente es bajo a los resultados obtenidos por **(22)** al evaluar la digestibilidad proteica-energética en juveniles de paco con torta de castaña, obteniendo un factor de condición de 2.54, 2.57 y 2.52, debido a las condiciones de temperatura de agua que estuvieron expuestos.

4.2.5. Consumo de alimento (g):

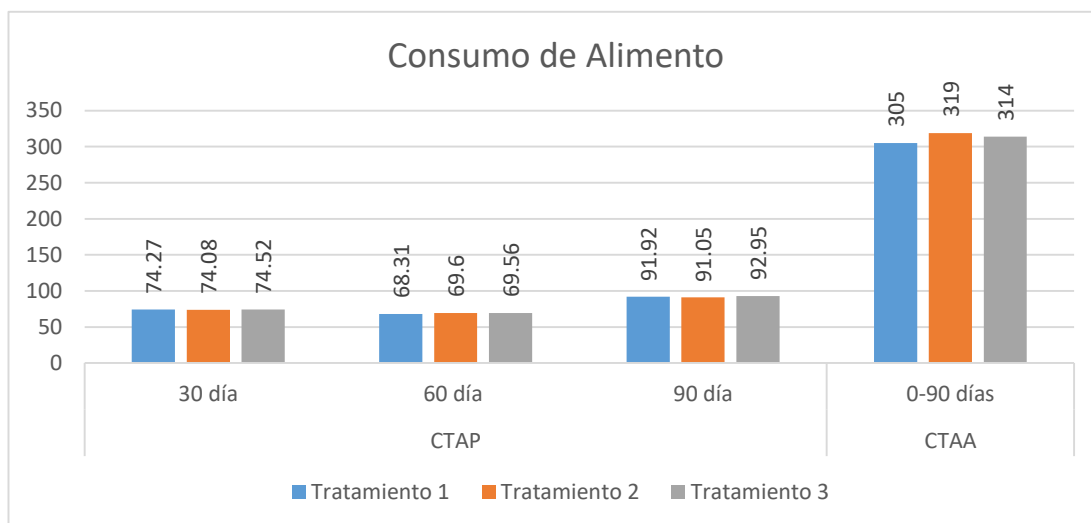
Los resultados de consumo de alimento no mostraron diferencia significativa ($p>0.05$) entre los tratamientos evaluados, el tratamiento 2 resalto numéricamente superior a los otros 2 tratamientos sin ser significativa como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 16. Efecto de la HCR sobre consumo de alimento en pacos

Variable	Fecha	Tratamiento			
		1	2	3	P
CTAP	30 día	74.27 ^a	74.08 ^a	74.52 ^a	0.6209
	60 día	68.31 ^a	69.6 ^a	69.56 ^a	0.5935
	90 día	91.92 ^a	91.05 ^a	92.95 ^a	0.3649
CTAA	0-90 días	235.5 ^a	234.73 ^a	237.0 ^a	0.2238

^a, Valores promedios con letras diferentes dentro de una misma fila, diferencia estadísticamente ($p<0.05$) (*) Tratamientos: 1) 0% HCR; 2) 10% HCR; 4)20% HCR, CTAP: Consumo total de alimento por periodo; CTAA: Consumo Total de alimento acumulado.

Figura 8. Efecto de la HCR sobre consumo de alimento en pacos.



Los registros del consumo de alimento son observados en la figura 8 por periodos y acumulado mostrando una similitud entre los 3 tratamientos, la alimentación se ejecutó bajo condiciones de manejo de cultivo, mas no se alimentó un día antes de la realización de la biometría.

(25), trabajo con 27 juveniles de paco con peso promedio de 191.55 ± 0.25 , bajo tres perfiles de proteína, durante unos 42 días, lo cual al finalizar obtuvieron un mayor consumo de alimento de 97.28 en el perfil 2, obteniendo así una diferencia significativa ($p < 0.05$), indicando que ese alimento fue bien aprovechado por los peces y resaltando en la ganancia de peso.

4.2.6. Factor de Conversión Alimenticia (Valor Absoluto):

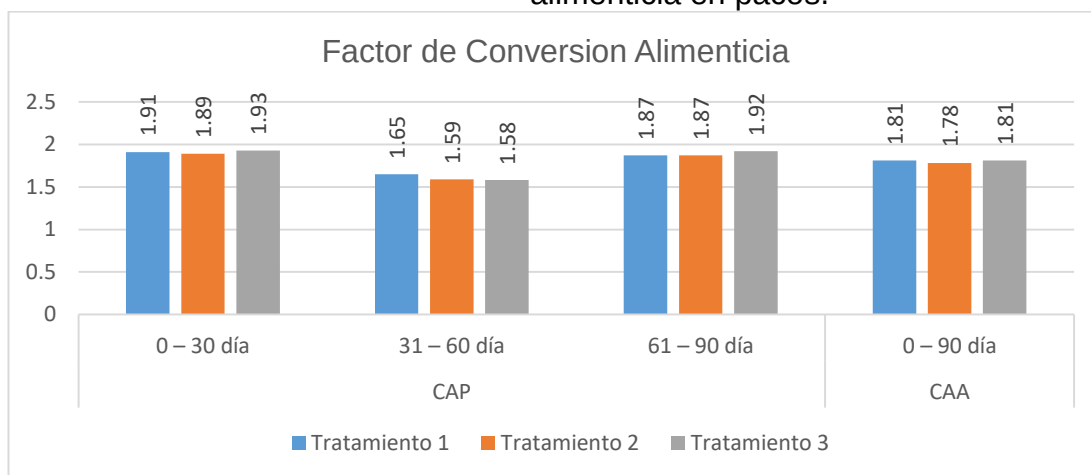
Como se detalla en la siguiente tabla el factor de conversión alimenticia por periodos y acumulada, donde no se encontraron efectos en el remplazo de la proteína de Torta de Soya por HCR sobre la conversión alimenticia.

Tabla 17. Efecto de la HCR sobre el factor de conversión alimenticia en paco

Variable	Fecha	Tratamiento			P
		1	2	3	
CAP	0 – 30 día	1.91 ^a	1.89 ^a	1.93 ^a	0.4410
	31 – 60 día	1.65 ^a	1.59 ^a	1.58 ^a	0.0656
	61 – 90 día	1.87 ^a	1.87 ^a	1.92 ^a	0.1304
CAA	0 – 90 día	1.81 ^a	1.78 ^a	1.81 ^a	0.0540

^a, Valores promedios con letras diferentes dentro de una misma fila, difieren estadísticamente ($p < 0.05$) (*) Tratamientos: 1) 0% HCR; 2) 10% HCR; 3) 20% HCR. CAP: Conversión alimenticia por periodo; CAA: Conversión alimenticia acumulado.

Figura 9. Efecto de la HCR sobre el factor de conversión alimenticia en pacos.



Como se observa en la figura 9, el FCA por periodos y acumulada, donde no se encontraron efectos significativos, estos valores obtenidos indican que la inclusión de HCR tuvo aceptación en la alimentación de los pacos reflejándose en la ganancia de peso del juvenil de paco.

Por tanto que **(23)**, obtuvo resultado de conversión alimenticia que oscilo de 1.59 ± 0.04 a 1.76 ± 0.03 en la evaluación de gamitana, mas no mostro una diferencia significativa entre los tratamiento, considerándose aceptable para la dieta de los peces. Igualmente **(26)**, determino la conversión alimenticia mediante el cultivo de paco (*Piaractus brachypomus*) bajo tres niveles de proteína vegetal, obteniendo los siguientes resultados: TT = 2.1; T1 = 2.2; T2 = 2.1 y T3 = 2.1, siendo mayor a los que obtuvimos durante el experimento, mas no difirió estadísticamente entre las dietas. A diferencia de **(25)**, que obtuvo

resultado de 2.13; 1.76; 1.91 siendo numéricamente menor que el nuestro, mostrando una diferencia significativa entre sus tratamientos, asumiendo que su alimento del T2 fue mejor recibida por los peces.

4.2.7. Supervivencia (%):

Los resultados del obtenidos del experimento con respecto a la supervivencia se muestran en la siguiente tabla.

No mostraron efectos de la inclusión de la HCR sobre la sobrevivencia, donde no se encontró diferencia significativa entre la media de los tratamientos, esto se debe a que todos los parámetros físico-químicos del agua de los geo-tanques fueron controlados, disminuyendo se así el riesgo de la mortalidad durante los 90 días.

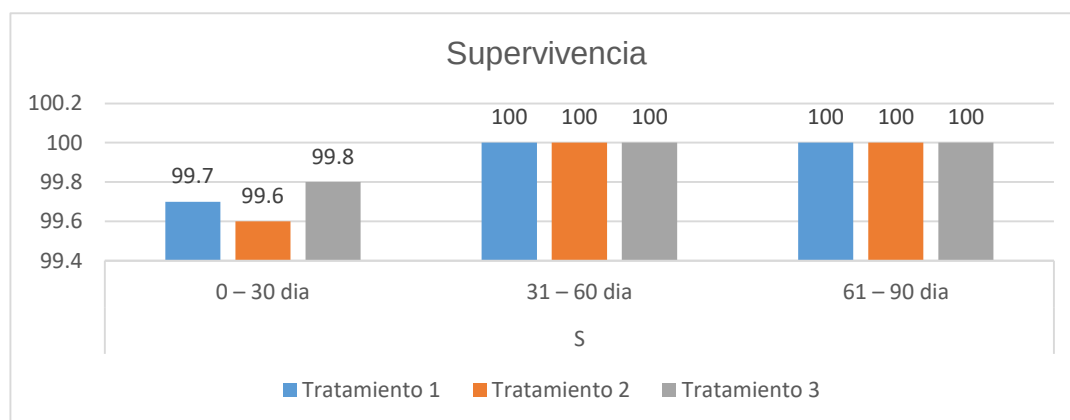
Lo que resalta que la inclusión de la HCR no afecto en la supervivencia de los pacos (*Piaractus brachypomus*).

Tabla 18. Efecto de la HCR sobre la supervivencia en pacos.

Variable	Fecha	Tratamiento			P
		1	2	3	
S	0 – 30 día	99.7 ^a	99.6 ^a	99.8 ^a	0.6037
	31 – 60 día	100 ^a	100 ^a	100 ^a	0
	61 – 90 día	100 ^a	100 ^a	100 ^a	0

^a, Valores promedios dentro de una misma fila con la misma letra no son diferentes estadísticamente ($p>0.05$) (*) Tratamientos: 1)0% HCR: 2) 10% HCR: 3)20% HCR; S: Supervivencia.

Figura 10. Efecto de la HCR sobre la supervivencia en pacos.



Los resultados del obtenidos del experimento con respecto a la supervivencia se muestran en la figura 10, observándose que los meses de evaluación

presentaron más del 99% de supervivencia, tal como **(80)** indica que es favorable una supervivencia no menor del 80%, caso contrario resultaría una deficiencia en el manejo de la especie, por ende los resultados vistos en este experimento es por el manejo de los parámetros que estuvieron dentro del rango permitido, y la rusticidad que presenta el paco.

Al igual que **(10)**, obtuvo un resultado del 100% de supervivencia en la evaluación de juveniles de paco con dietas a base de torta de castaña y fruto de macambo. De la misma manera **(19)**, presentó una supervivencia del 100% en los 180 pacos que evaluó el crecimiento a base de una alimentación con harina de semilla de copoazu. Asimismo **(23)** trabajó con dietas de torta de castaña en juveniles de gamitana (*Colossoma macropomum*) obteniendo un resultado del 96.87% de supervivencia, debido al manipuleo durante la investigación. De igual forma **(20)**, trabajó con tambatinga en sistemas de recirculación, con diferentes densidades, obteniendo resultados de supervivencia de 92%; 86% y 81.33%, resultando más bajo que el experimento presente, pudiendo deberse al tipo de sistema que se aplicó y a la temperatura que este presentó durante la evaluación.

CONCLUSIONES

- La inclusión de la harina de castaña residual (*Bertholletia excelsa*) en la alimentación de pacos (*Piaractus brachypomus*), no mostro diferencia estadística significativa ($P>0.05$), sobre los parámetros de desarrollo: Incremento de biomasa, peso unitario y longitud total, no obstante, la dieta resultó palatable y fue aceptado por los pacos durante los 90 días de la investigación.
- La inclusión del insumo de la harina de castaña residual (*Bertholletia excelsa*) en el alimento para pacos de engorde no mostro resultado estadístico significativo ($P>0.05$), sobre la eficiencia productiva: Tasa de crecimiento, factor de condición, consumo de alimento, factor de conversión alimenticia y supervivencia durante los 90 días de la investigación.

SUGERENCIAS

- La harina de castaña residual (*Bertholletia excelsa*) por su valor nutricional pueden ser utilizados como insumo alternativo para dietas de alimento balanceado en juveniles paco (*Piaractus brachypomus*) sobre rendimiento productivo.
- Realizar pruebas de cultivos de otras especies amazónicas que toleren cambios bruscos de temperatura del agua de cultivo bajo sistemas de cultivo de estanques circulares.
- Realizar análisis bromatológico del tejido muscular de paco (*Piaractus brachypomus*) bajo dietas de harina de castaña residual para la mejora del porcentaje la carcasa.
- Realizar pruebas con blowers de menor capacidad en tanques circulares, para disminuir los costos de producción por motivos de consumo de energía.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

1. Linares CE, Huaman M, Villafuerte S. Desarrollo de la exportación de castaña pelada de Madre de Dios-Perú al mercado de Estados Unidos. KALLPAY. 2021 Enero;(3).
2. Gobierno de México. Artes de cultivo. 2012.
3. Ministerio de la Producción. CONCURSO PNIPA 2018-2019.
4. Gomez HJ. Efecto de la harina de calamar gigante (*Dosidicus gigas Orbigny*, 1835) en reemplazo de la harina de pescado en dietas para truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss Walbaum*,1792). Tesis Maestría. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina, Escuela de PostGrado; 2013.
5. Campos LE. El cultivo de la gamitana en latinoamerica. 1st ed. Iquitos; 2015.
6. Mesa MN, Botero MC. La cachama blanca (*Piaractus brachypomus*), una especie potencial para el mejoramiento genético. Revista Colombiana Ciencias Pecuarias. 2007 Febrero; 20(1).
7. IPacuicultura. La importancia de la acuicultura en las comunidades costeras; 2017.
8. Pastrana ÁJ, et.al. Plant proteins, insects, edible mushrooms and algae: more sustainable alternatives to conventional animal protein. Journal of Future Foods. 2025; 5-3(248-256).
9. Gutiérrez W, Zaldívar J, Deza S, Rebaza M. Determinacion de los requerimientos de proteina y energia de juveniles de paco, *Piaractus brachypomus* (Pisces Characidae). Folia Amazonica. 1996; 8(2).
10. Chirinos N, Díaz J, Mego V. Efecto de dietas extruidas en base a torta de castaña y fruto de macambo, sobre los índices de crecimiento y zootécnicos en el cultivo de pacos juveniles. Ariotake - Revista de Investigación Veterinaria y Amazonía. 2022 enero; 1(1).
11. Ministerio de la Produccion. Anuario Estadistico Pesquero y Acuicola. 2021..
12. gonzales jt. paco *piaractus brachypomus* y gamitana *colossoma macropomum* criados en policultivo con el bujurqui-tucunaré,

- chaetobranchius semifasciatus* (cichlidae). folia amazónica. 2009; 18(1-2).
13. PRODUCE. El desarrollo del Plan Regional de Acuicultura Madre de Dios. 2023.
 14. Rabello D. Cálculo de povoamento de viveiros e tanques-rede. 2015.
 15. Romero P, Vílchez R. Comparación de la producción de alevines de trucha arco iris en un estanque circular y un estanque rectangular. Tesis. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Zootecnia; 2016.
 16. Orús A. Consumo total de harina de soya en el mundo. Reporte Estadístico. Statista; 2023.
 17. Ministerio de la Producción. Proyectos Innovadores y Emblemáticos. Primera ed. P, editor. Lima; 2022.
 18. El Peruano. Ley de Protección y Bienestar Animal. 2016.
 19. Castillo S, Castillo H. Efecto de la inclusión de la harina de semilla de copoazú (*Theobroma grandiflorum*) en la dieta balanceada durante el crecimiento en fase de juvenil de paco (*Piaractus brachypomus*). Tesis Pre-grado. Puerto Maldonado: Universidad Nacional Amazonica de Madre de Dios, Facultad de Ingenieria ; 2017.
 20. Sousa RM, et.al. Desempenho de juvenis de tambatinga em sistema recirculação água com diferentes densidades de estocagem. Research, Society and Development. 2020 abril; 9(5).
 21. Brú SB, Pertúz VM, Ayazo JE, Atencio VJ, Pardo SC. Bicultivo en biofloc de cachama blanca - *Piaractus brachypomus*- y tilapia nilótica - *Oreochromis niloticus* - alimentadas con dietas de origen vegetal. Rev Med Vet Zoot. 2017 Abril; 64(1).
 22. Souza KDP. Digestibilidad proteico-energética de la torta de castaña, *Bertholletia excelsa* (Lecythidaceae) en juveniles de “ paco” *Piaractus brachypomus* (Serrasalmidae) en condiciones controladas. Puerto Maldonado - Perú. Pregrado. Iquitos: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Facultad de Ciencias Biológicas; 2020.
 23. Suárez JG. Utilización de la torta de castaña, *Bertholletia excelsa* (Lecythidaceae) en dietas de crecimiento para juveniles de gamitana, *Colossoma macropomum* (Pisces, Serrasalmidae) criados en estanques

- de tierra. Tesis Pregrado. Iquitos-Perú: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Facultad De Ciencias Biológicas; 2009.
24. Abad D, Rincón D, Poleo G. Índices de rendimiento corporal en morocoto *Piaractus brachypomus* cultivado en sistemas Biofloc. *Zootecnia Tropical*. 2014; 32(2).
 25. Gutiérrez De La Rosa Np. “Evaluación comparativa de tres perfiles de proteína ideal para pacos (*Piaractus Brachypomus*) en la etapa de crecimiento”. Universidad Nacional Agraria La Molina, Escuela De Posgrado-Maestría En Nutrición; 2019.
 26. Castillo RN. Influencia de una dieta con tres niveles de proteína vegetal en los índices productivos en juveniles de *Piaractus Brachypomus* “Paco” Cultivados en estanques semi-naturales. Yarinacocha – Perú: Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía, Facultad de Ingeniería y Ciencias Ambientales; 2020.
 27. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. Cultivo y Procesamiento de Peces Nativos: Una propuesta productiva para la amazonia peruana Iquitos-Perú: IIAP; 2000.
 28. Cayulla DB. Identificación de monogeneos en juveniles de *Colossoma macropomum* “gamitana” y *Piaractus brachypomus* “paco” procedentes del distrito de Tambopata, Madre de Dios. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Biológicas; 2018.
 29. Sophie Germain M. Las Pirañas: Anatomía, alimentación, reproducción, enfermedades, cría en acuario: Editorial De Vecchi; 2009.
 30. Ministerio del Ambiente. Peces de Consumo de la Amazonía Peruana; 2018.
 31. Santos Nd. Amplificação isotérmica mediada por loop para identificação de espécies puras e híbridos de peixe da família serrasalmidae utilizados na piscicultura brasileira. BAURU: Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Departamento de Ciências Biológicas; 2022.
 32. Aguilera O, Machado A. Un pez caracido más del mioceno (serrasalmidae, *Piaractus*) de la formación Urumaco, Venezuela. *Boletín de la Academia de Ciencias Físicas Matemáticas y Naturales*. 2013 Abril-Junio; 72(2).

33. Marin R. Mapeamento cromossômico comparativo de serrasalmídeos (Serrasalminidae, Characiformes) por meio de sequências repetitivas de DNA. Tesis doctoral. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia; 2019.
34. Lasso C, et al.. I Catálogo de los recursos pesqueros continentales de Colombia. Primera ed. Lasso Alcalá CA, editor. Bogota: Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia - Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt (IAvH); 2011.
35. Salinas Y, Agudelo E. Peces de Importancia Económica en la Cuenca Amazónica Colombiana Donato Rondón JC, editor. Bogotá: Editorial Scripto Ltda; 2000.
36. Tacon AGJ. Nutrición y Alimentación de Peces y Camarones. Primera ed. Brasilia; 1989.
37. Vásquez W. Principios de nutrición aplicada al cultivo de peces Llanos Udl, editor. Villavicencio: Editorial Juan XXIII Ltda.; 2004.
38. Tratado de Cooperación Amazónica. Piscicultura Amazónica con Especies Nativas Lima: Tratado de Cooperación Amazónica; Recuperado el 22 de octubre de 2014.
39. Guerrero J. La nutrición y la alimentación eficiente de los peces. 2010..
40. Vásquez Torres. Exigências de proteína, gordura e carboidratos em dietas para crescimento de juvenis de pirapitinga, *Piaractus brachipomus*. Tese Doutorado. Manaus, AM: Universidade do Amazonas- Ua Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia- INPA; 2001.
41. Landines M, Rodríguez L, Rodríguez D. Estrategias de Alimentación para Cachama y Yamú a partir de prácticas de restricción alimenticia Bogotá-Colombia: Produmedios; 2011.
42. Mori SA, Prance GT. Taxonomy, Ecology, and Economic Botany of the Brazil Nut (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.: *Lecythidaceae*). New York Botanical Garden. 1990 Enero; 8.
43. Ministerio del Ambiente. La Castaña Amazonica regalo de la Biodiversidad MdA, editor.: Imprenta Edugraf; 2014.

44. Andía M. Evaluación del índice químico del aceite de castaña (*Bertholletia excelsa* HBK) desgomado con agua y ácido fosfórico. Puerto Maldonado: Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios; 2010.
45. Chavez Y. Evaluación de galletas enriquecidas con harina de castaña (*Bertholletia excelsa*) mediante nuevos métodos sensoriales: CATA, mapeo de preferencia y JAR. Lima: Universidad Peruana Unión ; 2017.
46. Matilla AM. Conocimiento y disposición al consumo de la harina de castaña por parte de los habitantes de la cuenca de Pamplona. Universidad Pública de Navarra, Escuela Técnica de Ingenieros Agrónomos ; 2015.
47. MANUTATA Sociedad Anonima Cerrada. Ficha Técnica de Harina de Castaña. 2020..
48. Sotero V, et al.. Estabilidad físico-química de las semillas deshidratadas de castaña (*Bertholletia excelsa*). Folia Amazónica. 2011; 20(1-2).
49. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – Sebrae. Manual de boas práticas de produção e cultivo de pirarucu em cativeiro. Primera ed. Brasília: Athalaia Gráfica e Editora Ltda.; 2013.
50. AQUATANKS. Tanques circulares para acuicultura. [Online].; 2016 [cited 2023 Mayo. Available from: <https://aquatanks.com.mx/aquatanks/>.
51. Timmons MB, Summerfelt ST, Vinci BJ. Review of circular tank technology and management. ELSEVIER. 1998 Julio; 18(1).
52. Pereyra G. Piscicultura. Guía Técnica. Iñapari-Tahuamanu - Madre de Dios: Agrobanco; 2013.
53. Arboleda Obregón DA. Limnología aplicada a la acuicultura. REDVET. 2006 Noviembre; VII(11).
54. Casas D. Sistema de recirculación de agua para la cría intensiva de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*). Tesis de grado. Cabudare: Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado; 2008.
55. Freitas Fd. La calidad del agua y las buenas prácticas en acuicultura. Divulgación Acuicola. 2015 Febrero; 2(23).
56. Comunidad Andina. Manual de Estadísticas Ambientales Andinas. In. Santa Cruz de la Sierra; 2005. p. 41-231.

57. Ruiz KL. Validación de Métodos de ensayo para determinación de pH, Conductividad, Sólidos Sedimentables, Sólidos Suspendidos y Sólidos Disueltos en aguas. Tesis de Grado. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería Química; 2018.
58. Ruiz O. Efecto de la torta de sachá inchi (*Plukenetia volúbilis*) sobre el desempeño productivo de juveniles de paco (*Piaractus brachypomus*), en la región Ucayali. Pucallpa – Perú: Universidad Nacional de Ucayali, Facultad de Ciencias Agropecuarias; 2018.
59. Boyd C. Manejo de suelo y de la calidad de agua en la acuicultura de piscinas. Caracas, Venezuela: Asociación Americana de Soya; 1996.
60. Coreas AS, Gutiérrez JE, Rodríguez EA, Flores JM. Evaluación de diferentes densidades de siembra de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en estanques artesanales de agua dulce en San Luis Talpa, La Paz, El Salvador. AGROCIENCIA. 2022 Marzo;(21).
61. Hargreaves JA. Biofloc Production Systems for Aquaculture. Southern Regional Aquaculture Center (SRAC). 2013 April;(4503).
62. Barioglio CF. Diccionario de Producción Animal. Primera ed. Córdoba: Editorial Brujas; 2001.
63. Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca. Guía de identificación de peces óseos de la pesquería de peces pelágicos pequeños de Ecuador. Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca; 2020.
64. Aquaportail. Aquaportail.com. [Online].; 2022 [cited 2023 Mayo. Available from: <https://www.aquaportail.com/definition-6428-taux-de-croissance.html>.
65. Cifuentes R, ea. Relación longitud-peso y factor de condición de los peces nativos del río San Pedro (cuenca del río Valdivia, Chile). Gayana. 2012; 75(2).
66. Assan D, ea. Fish Feed Intake, Feeding Behavior, and the Physiological Response of Apelin to Fasting and Refeeding. Frontiers in Endocrinology. 2021 Diciembre; 12.
67. FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. [Online]. [cited 2023 Mayo. Available from:

https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6709s/x6709s16.htm.

68. Hephher B. Nutrición de peces comerciales en estanques. Primera ed. Mexico: editorial Limusa S.A.; 1993.
69. Comisión Nacional contra la Biopiratería. CASTAÑA. 2018..
70. Rosentrater KA, Evers AD. Feed and industrial uses for cereals. In Rosentrater KA, Evers AD, editors. Kent's Technology of Cereals (Fifth Edition).; 2018. p. 785-837.
71. Bello M, Cuello R. Evaluación del rendimiento productivo y coeficiente de digestibilidad aparente en *Colossoma macropomum*, de un alimento formulado con *Lemna minor*. Revista EIA. 2023 Junio; 20(40).
72. Ramirez J. Guia Maestra para el calculo de la alimentacion de Tilapia. 2024.
73. Torres Armas A. Métodos Estadísticos para la Investigacion Experimental Chachapoyas: Compugraf S.R.L.; 2013.
74. Navinta NL. Tasa de filtración (TF) en juveniles y adultos, de la almeja *Anodontites trapesialis* para las microalgas *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus obliquus* y *Anabaena sp.* a diferentes concentraciones y temperaturas. Tesis. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Facultad de Ciencias Biologicas - Escuela Profesional de Ingenieria Pesquera; 2019.
75. Bonilla A, Mayer P, Estruch VD, Jover M. Cambios en el índice de condición y relación longitud-peso durante el ciclo de crecimiento de la dorada (*Sparus aurata* L.) en jaulas marinas. AquaTIC. 2017;(47).
76. Larrea JA. Caracterización y mejoramiento de la producción de carne de pollo de ceba para la amazonía bajo el sistema Yachana-B. (En línea). Tesis de Grado. Riobamba – Ecuador: Facultad De Ciencias Pecuarias, Ingenieria Zootécnica; 2009.
77. Nuñez W. Efecto de cuatro densidades de cultivo de *Oreochromis niloticus* (tilapia) en fase de crecimiento, sobre los parámetros bioeconómicos. Tesis. Universidad Nacional Agraria de la selva, Facultad de Zootecnia; 2017.

78. SAS. Cary NC 27513 USA.. Statistical Analysis System User' Guide Statistics. SAS Institute. 1999.
79. Froese R. Cube law, condition factor and weight–length relationships: history, meta-analysis and recommendations. J. Applied Ichthyology. 2006 April ; 22.
80. Reyes AW. Cultivo de peces amazónicos. Revista Peruana de Limnología y Acuicultura Continental. 1998;(1).

ANEXOS

Anexo 1. Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEM S
Variable Independiente					
Harina de castaña.	La harina de castaña es un subproducto elaborado a partir de la nuez del árbol de la castaña para la elaboración de dieta para peces.	Inclusión de la harina de castaña residual	Dietas experimentales	0% 10% 20%	1
Variable Dependiente					
Parámetros de desarrollo	Los parámetros de desarrollo, son medidas que se registran al evaluar el desarrollo del paco (<i>Piaractus brachypomus</i>) durante el engorde, bajo la inclusión de harina de castaña residual (<i>Bertholletia excelsa</i>) en el alimento balanceado.	Respuestas de parámetros de desarrollo	- Incremento de Biomasa (IB) - Peso unitario (PU) - Longitud total (LT)	Kg/m3 g cm	2
Variable Dependiente					
Eficiencia productiva	La eficiencia productiva son indicadores que nos permiten evaluar la eficiencia y la productividad de los pacos (<i>Piaractus brachypomus</i>) en el engorde, bajo el suministro de alimento balanceado con niveles de inclusión de harina de castaña residual (<i>Bertholletia excelsa</i>).	Respuestas de eficiencia productiva.	-Tasa de crecimiento (TC) -Factor de condición (K) -Consumo de alimento (CA) -Factor de Conversión alimenticia (FCA). -Supervivencia (S)	% Valor absoluto g/día Valor absoluto %	3

Anexo 2. Matriz de Consistencia

Título: Inclusión de la harina de castaña residual (<i>Bertholletia excelsa</i>) en el rendimiento productivo del engorde de paco (<i>Piaractus brachypomus</i>) en estanques circulares en Madre de Dios.				
Nombre: ALDAHIR MICHAEL CCAMA SUÑA				
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
GENERAL:	GENERAL:	GENERAL:	Variable Independiente:	Enfoque:
¿Cuál es el efecto de la inclusión de la harina de castaña residual (<i>Bertholletia excelsa</i>) en el rendimiento productivo del engorde de paco (<i>Piaractus brachypomus</i>) en estanques circulares en Madre de Dios?	Evaluar el efecto de la inclusión de la harina de castaña residual (<i>Bertholletia excelsa</i>) en el rendimiento productivo del engorde de paco (<i>Piaractus brachypomus</i>) en estanques circulares en Madre de Dios.	Ho: El efecto de la inclusión de la harina de castaña residual (<i>Bertholletia excelsa</i>) no tendrá efectos significativos sobre el rendimiento productivo del engorde de paco (<i>Piaractus brachypomus</i>) en estanques circulares.	Inclusión de harina de castaña residual para el engorde de paco	Cuantitativo
				Diseño:
				Cuasi-Experimental
		Ha: El efecto de la inclusión de la harina de castaña residual (<i>Bertholletia excelsa</i>) tendrá al menos un efecto significativo sobre el rendimiento productivo del engorde de paco (<i>Piaractus brachypomus</i>) en estanques circulares.	Dimensiones:	Nivel:
			Dietas experimentales	Investigación
				Tipo:
			Indicadores:	Aplicativa
ESPECIFICO:	ESPECIFICOS	ESPECIFICOS	(0%, 10% y 20%)	Métodos:
¿Cuál será el efecto de la	Evaluar el efecto de la inclusión de la harina	Ho: El efecto de la inclusión de la harina de castaña residual (<i>Bertholletia excelsa</i> .) (0%, 10% y	Variable Dependiente:	1. Incremento de Biomasa. IB= BF- BI (Gómez, 2013)
			- Parámetros de desarrollo - Eficiencia productiva.	2. Peso Unitario. PU=B/N° peces (Gómez, 2013) 3. Longitud total. (Gómez,2013) 4. Tasa de Crecimiento. T.C = Incremento de peso unitario (g) / Tiempo de evaluación(días) (Gómez, 2013) 5. Factor de Condición. K= (P/L3) *100 (Bonilla,2017) 6. Consumo de Alimento. CA= AS – AD (Larrea, 2009)

inclusión de harina de castaña residual (<i>Bertholletia excelsa</i>) (0%,10% y 20%) sobre los parámetros de desarrollo en el engorde de paco (<i>Piaractus brachypomus</i>)?.	de castaña residual (<i>Bertholletia excelsa</i>) (0%, 10% y 20%) sobre los parámetros de desarrollo en el engorde de paco (<i>Piaractus brachypomus</i>).	20%) no tendrá efectos significativos sobre los parámetros de desarrollo en el engorde de paco (<i>Piaractus brachypomus</i>).		7. Factor Conversión alimenticia. C.A = Consumo de alimento total / incremento de Biomasa (Gómez,2013) 8. Supervivencia. S= (Nf/Ni) *100 (Nuñez,2017)
			Dimensiones:	
		Ha: El efecto de la inclusión de la harina de castaña residual (<i>Bertholletia excelsa</i>) (0%, 10% y 20%) tendrá efectos significativos sobre los parámetros de desarrollo en el engorde de paco (<i>Piaractus brachypomus</i>).	- Incremento de Biomasa (IB) - Peso unitario (PU) - Longitud total (LT)	Técnicas Instrumentales de muestreo
			Indicadores:	
		Ho: El efecto de la inclusión de la harina de castaña residual (<i>Bertholletia excelsa</i>) (0%, 10% y 20%) no tendrá efectos significativos sobre la eficiencia productiva en el engorde de paco (<i>Piaractus brachypomus</i>).	Kg/m3 g cm	LaMotte, Termómetro, Ictiómetro, Balanza
				De recolección de Datos
			Dimensiones:	Registros
			-Tasa de crecimiento (TC) -Factor de condición (K) -Consumo de alimento (CA) -Factor de Conversión alimenticia (FCA). -Supervivencia (S)	De procesamiento de Datos
				Diseño estadístico, diseño completamente al azar (DCA)
			Indicadores:	De análisis:
				ANOVA
			% Valor absoluto g/día Valor absoluto %	Población:
				5000 peces pacos juveniles
				Muestra:
				3000 peces pacos juveniles

Anexo 3. Instrumento

15/02/2024	MUESTREO DE RENDIMIENTO PRODUCTIVO								OBSERVACIONES
N° ESTANQUE	TC	K	IB	PU	LT	CA	FCA	S	
T1R1	2.58	2.28	39.6	223.5	21.4	74.5	1.93	99.6	
T1R2	2.60	2.32	39.	223.	21.1	73.9	1.90	99.8	
T2R1	2.63	2.23	39.4	224.5	21.6	74.3	1.89	99.6	
T2R2	2.61	2.14	39.1	223	21.85	73.8	1.88	99.6	
T3R1	2.55	2.25	38.3	223.3	21.5	74.8	1.96	100	
T3R2	2.6.	2.28	39.	225.5	21.4	74.2	1.90	99.6	

Tabla de registro de rendimiento productivo del 1° mes

15/03/2024	MUESTREO DE RENDIMIENTO PRODUCTIVO								OBSERVACIONES
N° ESTANQUE	TC	K	IB	PU	LT	CA	FCA	S	
T1R1	3.54	2.3	42.29	308.4	23.7	69.4	1.64	100	
T1R2	3.51	2.31	41.85	307.2	23.7	69.1	1.65	100	
T2R1	3.68	2.21	44.06	312.8	24.2	69.9	1.59	100	
T2R2	3.63	2.3	43.58	310.1	23.8	69.2	1.60	100	
T3R1	3.72	2.29	44.6	312.5	23.9	69.6	1.56	100	
T3R2	3.63	2.22	43.3	310.5	24.1	69.4	1.60	100	

Tabla de registro de rendimiento productivo del 2° mes

15/04/2024	MUESTREO DE RENDIMIENTO PRODUCTIVO								OBSERVACIONES
N° ESTANQUE	TC	K	IB	PU	LT	CA	FCA	S	
T1R1	3.8	2.21	44.2	407.2	26.4	81.8	1.86	100	
T1R2	3.77	2.2	44.1	406	26.4	82.0	1.82	100	
T2R1	3.83	2.17	47.75	406.5	26.6	89.7	1.87	100	
T2R2	3.84	2.20	49.75	410.	26.5	92.3	1.85	100	
T3R1	3.71	2.20	48.25	409	26.5	93.4	1.93	100	
T3R2	3.76	2.19	48.7	408.3	26.5	97.4	1.89	100	

Tabla de registro de rendimiento productivo del 3° mes

Estanque	FECHA DE MUESTREO		PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA								OBSERVACIONES
	MES	AÑO	T° (°C)	Transp. (cm)	O.D. (m)	pH	NO ₂ U. absoluta (ppm)	NO ₃ (ppm)	SST mg/L	SS mg/L	
T1R1	Febrero	2024	26.5	20	5.5	6.9	0.025	1	35.1	25	
T1R2	Febrero	2024	26.5	20	5.6	7	0.025	1	35.2	24	
T2R1	Febrero	2024	26.5	20	5.5	7	0.025	1	35.3	25	
T2R2	Febrero	2024	26.5	20	5.5	7	0.025	1	35.6	25	
T3R1	Febrero	2024	26.4	20	5.6	6.5	0.025	1	36	24	
T3R2	Febrero	2024	26.4	20	5.3	7	0.025	1	32.5	25	

Tabla de registro de parámetro fisicoquímico de los estanques circulares del 1° mes

Estanque	FECHA DE MUESTREO		PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA								OBSERVACIONES
	MES	AÑO	T°	Transp.	O.D.	pH	NO ₂	NO ₃	SST	SS	
T1R1	Marzo	2024	26.5	6.7	5.0	7.0	0.05	1	37.9	32	
T1R2	Marzo	2024	26.5	6.5	5.4	7.0	0.05	1	37	28	
T2R1	Marzo	2024	26.7	6.5	4.9	6.5	0.05	1	37.8	33	
T2R2	Marzo	2024	26.5	6.5	5.6	6.5	0.05	1	37.8	27	
T3R1	Marzo	2024	26.9	6.7	4.5	7.0	0.025	1	37.5	29	
T3R2	Marzo	2024	26.4	6.8	5.5	7.0	0.025	1	37.3	27	

Tabla de registro de parámetro fisicoquímico de los estanques circulares del 2° mes

Estanque	FECHA DE MUESTREO		PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA								OBSERVACIONES
	MES	AÑO	T°	Transp.	O.D.	pH	NO ₂	NO ₃	SST	SS	
T1R1	Abril	2024	26.4	6.4	5.5	7.5	0.025	1	37.5	33	
T1R2	Abril	2024	26.7	6.6	4.5	7.5	0.025	1	38	32.5	
T2R1	Abril	2024	26.6	6.6	5.1	7.5	0.05	1	37	35	
T2R2	Abril	2024	26.5	6.6	4.6	6.5	0.05	1	37	33	
T3R1	Abril	2024	26.6	6.5	5.3	7.0	0.025	1	37.5	34	
T3R2	Abril	2024	26.7	6.5	4.8	7.0	0.025	1	38	32	

Tabla de registro de parámetro fisicoquímico de los estanques circulares del 3° mes

Anexo 4. Documento de autorización de uso de instalaciones.

 **GOBIERNO REGIONAL DE MADRE DE DIOS**
GERENCIA REGIONAL DE DESARROLLO ECONOMICO
DIRECCION REGIONAL DE LA PRODUCCION DE MADRE DE DIOS
Av. Ernesto Rivero N° 781 - drproduccion@regionmadrededios.gob.pe - telf. 082-350329



"Año de la Unidad, La Paz y el Desarrollo"
"Madre de Dios Capital de la Biodiversidad del Perú"

Puerto Maldonado, 22 de diciembre del 2023

CARTA N° 027 - 2023-GOREMAD/GRDE-DIREPRO-DR

Señor (a) (ita):
ALDAHIR MICHAEL CCAMA SUÑA

PRESENTE. -

ASUNTO : AUTORIZA USO DE LAS INSTALACIONES DEL CENTRO ACUICOLA LA CACHUELA PARA TRABAJO DE TESIS.

REF. : SOLICITUD DE FECHA 20/12/2023

Tengo el agrado de dirigirme a usted para saludarlo cordialmente a nombre de la Dirección Regional de la Producción de Madre de Dios y en atención al documento de referencia, autorizamos al Bachiller de la Carrera Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, ALDAHIR MICHAEL CCAMA SUÑA, para el uso de las Instalaciones del Centro Acuícola La Cachuela para realizar la parte experimental del trabajo de tesis sobre **"Inclusión de la harina de Castaña residual (*Bertholletia excelsa*), en el rendimiento productivo del engorde de paco (*Piaractus brachipomus*), en estanques circulares en Madre de Dios"**, desde el mes de enero a junio 2024.

Sin otro particular, aprovecho esta oportunidad para expresarle mi especial consideración y estima personal despidiéndome de usted.

Atentamente,

 
GOBIERNO REGIONAL DE MADRE DE DIOS
DIRECCION REGIONAL DE PRODUCCION
Mg. MVZ. RAMON TRONCOSO VARGAS
DIRECTOR REGIONAL

Cc
RTV/Tbr

 Av. Ernesto Rivero 781 / Puerto Maldonado - Tambopata - Madre de Dios
 drproduccion@regionmadrededios.gob.pe
 082-350329



Anexo 5. Tablas SAS

➤ TASA DE CRECIMIENTO

TC-30 DIAS	Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
	Modelo	2	0.0021	0.00105	1.91	0.6302
	Error	3	0.00165	0.00055		
	Total corregido	5	0.00375			
TC- 60 DIAS	Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
	Modelo	2	0.0265333	0.01326667	6.92	0.2853
	Error	3	0.00575	0.00191667		
	Total corregido	5	0.0322833			
TC - 90 DIAS	Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
	Modelo	2	0.0090333	0.00451667	7.13	0.1701
	Error	3	0.0019	0.00063333		
	Total corregido	5	0.0109333			
TCA - 90 DIAS	Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
	Modelo	2	0.0016333	0.00081667	2.72	0.2076
	Error	3	0.0009	0.0003		
	Total corregido	5	0.0025333			

➤ FACTOR DE CONDICIÓN

FC- 30 DIAS	Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
	Modelo	2	0.0197333	0.00986667	3.46	0.1662
	Error	3	0.00855	0.00285		
	Total corregido	5	0.0282833			
FC - 60 DIAS	Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
	Modelo	2	0.0033333	0.00166667	0.76	0.5395
	Error	3	0.00655	0.00218333		
	Total corregido	5	0.0098833			
FC - 90 DIAS	Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
	Modelo	2	0.0004	0.0002	1.09	0.4405
	Error	3	0.00055	0.00018333		
	Total corregido	5	0.00095			
FCA - 90 DIAS	Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
	Modelo	2	0.0052	0.0026	8.21	0.0607
	Error	3	0.00095	0.00031667		
	Total corregido	5	0.00615			

➤ BIOMASA

BT - 30 DIAS	Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
	Modelo	2	0.39	0.195	1.58	0.3397
	Error	3	0.37	0.12333333		
	Total corregido	5	0.76			
BT - 60 DIAS	Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
	Modelo	2	4.36	2.18	5.38	0.1017
	Error	3	1.215	0.405		
	Total corregido	5	5.575			
BT - 90 DIAS	Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
	Modelo	2	0.4233333	0.21166667	0.3	0.7578
	Error	3	2.085	0.695		
	Total corregido	5	2.5083333			
IBA - 90 DIAS	Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
	Modelo	2	2.3333333	1.16666667	7	0.0741
	Error	3	0.5	0.16666667		
	Total corregido	5	2.8333333			

➤ PESO UNITARIO

PUT - 30 DIAS	Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
	Modelo	2	0.2633333	0.13166667	0.31	0.7538
	Error	3	1.27	0.42333333		
	Total corregido	5	1.5333333			
PUT - 60 DIAS	Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
	Modelo	2	18.01	9.005	4.24	0.1334
	Error	3	6.365	2.12166667		
	Total corregido	5	24.375			
PUT - 90 DIAS	Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
	Modelo	2	7.7233333	3.86166667	5.54	0.0983
	Error	3	2.09	0.69666667		
	Total corregido	5	9.8133333			

IPUP- 30 DIAS	Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
	Modelo	2	1.6633333	0.83166667	1.85	0.2999
	Error	3	1.35	0.45		
	Total corregido	5	3.0133333			
IPUP- 60 DIAS	Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
	Modelo	2	15.123333	7.56166667	6.7	0.0782
	Error	3	3.385	1.12833333		
	Total corregido	5	18.508333			
IPUP- 90 DIAS	Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
	Modelo	2	2.7633333	1.38166667	0.43	0.6858
	Error	3	9.665	3.22166667		
	Total corregido	5	12.428333			

➤ LONGITUD TOTAL

LT - 30 DIAS	Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
	Modelo	2	0.2033333	0.10166667	4.36	0.1296
	Error	3	0.07	0.02333333		
	Total corregido	5	0.2733333			
LT - 60 DIAS	Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
	Modelo	2	0.1008333	0.05041667	1.49	0.3546
	Error	3	0.10125	0.03375		
	Total corregido	5	0.2020833			
LT - 90 DIAS	Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
	Modelo	2	0.0217	0.01085	6.45	0.0820
	Error	3	0.00505	0.00168333		
	Total corregido	5	0.02675			

ILP - 30 DIAS	Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
	Modelo	2	0.0058333	0.00291667	7	0.0741
	Error	3	0.00125	0.00041667		
	Total	5	0.0070833			
ILP - 60 DIAS	Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
	Modelo	2	0.0808333	0.04041667	0.42	0.6896
	Error	3	0.2875	0.09583333		
	Total corregido	5	0.3683333			
ILP - 90 DIAS	Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
	Modelo	2	0.0175	0.00875	2.33	0.2415
	Error	3	0.01125	0.00375		
	Total corregido	5	0.02875			
ILA - 90 DIAS	Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
	Modelo	2	0.0533333	0.02666667	0.84	0.5125
	Error	3	0.095	0.03166667		
	Total corregido	5	0.1483333			

➤ CONSUMO DE ALIMENTO

CA-30 DIAS	Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
	Modelo	2	0.2037	0.10185	0.57	0.6209
	Error	3	0.5333	0.17776667		
	Total corregido	5	0.737			
CA-60 DIAS	Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
	Modelo	2	0.1024333	0.05121667	0.62	0.5935
	Error	3	0.24625	0.08208333		
	Total corregido	5	0.3486833			
CA- 90 DIAS	Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
	Modelo	2	3.6381	1.81905	1.41	0.3649
	Error	3	3.86325	1.28775		
	Total corregido	5	7.50135			
CTAA	Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
	Modelo	2	5.5389	2.76945	2.73	0.2238
	Error	3	3.04785	1.01595		
	Total corregido	5	8.58675			

➤ FACTOR DE CONVERSION ALIMENTICIA

FCA-30 DIAS	Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
	Modelo	2	0.0016333	0.00081667	1.09	0.4410
	Error	3	0.00225	0.00075		
	Total corregido	5	0.0038833			
FCA-60 DIAS	Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
	Modelo	2	0.0046333	0.00231667	7.72	0.0656
	Error	3	0.0009	0.0003		
	Total corregido	5	0.0055333			
FCA-90 DIAS	Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
	Modelo	2	0.0030333	0.00151667	4.33	0.1304
	Error	3	0.00105	0.00035		
	Total corregido	5	0.0040833			
FCAA-90 DIAS	Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
	Modelo	2	0.0012	0.0006	9	0.0540
	Error	3	0.0002	0.00006667		
	Total corregido	5	0.0014			

➤ SUPERVIVENCIA

S - 30 DIA	Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
	Modelo	2	0.04	0.02	0.6	0.6037
	Error	3	0.1	0.03333333		
	Total corregido	5	0.14			
S - 30 y 90 DIAS	Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
	Modelo	2	0	0	.	.
	Error	3	0	0		
	Total corregido	5	0			

Anexo 6. Valores de los parámetros físico-químico del agua de cultivo.

Parámetros	0 – 30 días			31 – 60 días			61 – 90 días		
	Tratamiento (*)								
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
O.D.	5.6	5.5	5.5	5.2	5.3	5	5	4.8	5.1
T (°C)	26.5	26.4	26.4	26.5	26.6	26.5	26.6	26.6	26.7
pH	7	7	6.8	7	6.8	7	7.5	7	7
NO3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NO2	0.03	0.03	0.03	0.05	0.05	0.03	0.03	0.05	0.03
T	70	70	70	66	65	68	65	66	65
SST	35	36	36	37.5	37.8	37	38	38	38
SS	25	25	25	30	30	28	33	34	33

O.D.: Oxígeno disuelto; T(°C): Temperatura; pH: Potencial de hidrogeno; NO3: Nitrato; NO2: Nitrito; T: Transparencia; SST: Solidos suspendidos totales; SS: Solidos sedimentables.

Anexo 7. Fotografías



Figura 1: Contenedores para el guardado de alimento.



Figura 2: Muestras de alimento peletizado de los tratamientos.



Figura 3: Muestras de alimentos para análisis químico proximal.



Figura 4: Proceso de digestión para análisis de proteína de 0%, 10% y 20% de HCR.



Figura 5: proceso de análisis de fibra total de las dietas (0%, 10% y 20% de HCR).



Figura 6: Proceso para la determinación de ceniza total.



Figura 7: Proceso de filtración de las muestras Para la determinación de fibra total.



Figura 8: Proceso para la determinación de materia seca.



Figura 9: Biometría de juveniles de paco.



Figura 10: Alimentación de juveniles.



Figura 11: Estanques circulares



Figura 12: Análisis de nitrito (NO_2) del agua de los estanques circulares



Figura 13: Análisis del agua de cultivo en estanques circulares.



Figura 14: Medida de longitud Total.



Figura 15: Toma de peso con uso de una balanza digital.