

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE BIOLOGÍA EN
ACUICULTURA



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE BIÓLOGO ACUICULTOR

Efecto de la sustitución parcial de harina de pescado por harina de torta de *Plukenetia volubilis* “sacha inchi” en dietas, en el crecimiento y supervivencia de alevines de *Piaractus brachypomus* “paco”, en laboratorio.

AUTORES:

Bach. Ana Ines Elvira Apeña Pajuelo

Bach. Carmen Del Pilar Rodríguez Bobadilla

ASESOR:

Dr. Guillermo Saldaña Rojas.

NUEVO CHIMBOTE - PERÚ

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE BIOLOGÍA EN
ACUICULTURA



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE BIÓLOGO ACUICULTOR

Efecto de la sustitución parcial de harina de pescado por harina de torta de *Plukenetia volubilis* “sacha inchi” en dietas, en el crecimiento y supervivencia de alevines de *Piaractus brachypomus* “paco”, en laboratorio.

AUTORES:

Bach. Ana Ines Elvira Apeña Pajuelo

Bach. Carmen Del Pilar Rodríguez Bobadilla

Aprobado y revisado por el Asesor:

Dr. Guillermo Saldaña Rojas

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE BIOLOGÍA EN
ACUICULTURA



Efecto de la sustitución parcial de harina de pescado por harina de torta de *Plukenetia volubilis* “sacha inchi” en dietas, en el crecimiento y supervivencia de alevines de *Piaractus brachypomus* “paco”, en laboratorio.

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE BIÓLOGO ACUICULTOR

AUTORES:

Bach. Ana Ines Elvira Apeña Pajuelo

Bach. Carmen Del Pilar Rodríguez Bobadilla

APROBADO POR EL JURADO EVALUADOR

Dr. Luís A. Campoverde vigo
Presidente

Dr. Rómulo Loayza Aguilar
Integrante del Jurado

Dr. Guillermo Saldaña Rojas
Integrante del Jurado

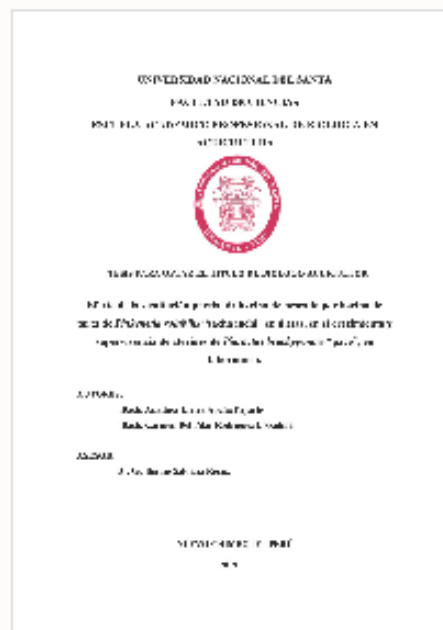


Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: **Ana Ines Elvira Apeña Pajuelo Carm..**
Título del ejercicio: **PT1 - 2018**
Título de la entrega: **Efecto de la sustitución parcial de ...**
Nombre del archivo: **21.05.19.docx**
Tamaño del archivo: **2.46M**
Total páginas: **44**
Total de palabras: **10,683**
Total de caracteres: **54,605**
Fecha de entrega: **21-may-2019 03:12p.m. (UTC-0500)**
Identificador de la entrega: **1134030002**



DEDICATORIA

A Dios por cuidarme, protegerme y guiarme todos los días de mi existir.

A mi madre Modesta Elvira Pajuelo Giraldo, a mi padre Juan Santiago Apeña Reyes por darme la vida, por sus consejos, apoyo incondicional y su amor puro y sincero todos los días de mi vida.

A mi hermano Juan Didi por sus consejos y confianza depositada siempre en mí.

Y a mi hijo Mateo Manuel Acuña Apeña por ser hoy en día el motor más grande de mi vida para seguir siempre adelante.

Ana

A Dios por guiarme por el buen camino, protegerme siempre y permitirme llegar a este momento tan especial de mi vida.

A mis padres por el amor, confianza y apoyo incondicional en todo mi trayecto estudiantil.

Carmen del Pilar

AGRADECIMIENTO

A nuestro asesor Dr. Guillermo Saldaña Rojas, por su apoyo incondicional en la realización de la presente tesis de investigación, por su amistad brindada, palabras de aliento y por encaminarnos en nuestra formación académica y personal, al Mg. Lucio Encomendero Yépez, por brindarnos su apoyo durante la ejecución del proyecto de investigación.

A todos los docentes de la Escuela Académico Profesional de Biología en Acuicultura por contribuir en nuestra formación académica en nuestra etapa universitaria.

Los autores

INDICE

Tabla de contenido

DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
INDICE DE TABLAS	x
INDICE DE GRAFICOS	xi
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
I. INTRODUCCIÓN.....	15
II. HIPOTESIS.....	20
III. OBJETIVOS	20
3.1 Objetivo General	20
3.2 Objetivos Específicos	21
IV. MATERIALES Y METODOS	22
4.1. Material de estudio.....	22
4.1.1 Población	22
4.1.2 Muestra.....	22
4.1.3 Unidad de análisis	22
4.2. Método.....	22
4.2.1 Transporte y aclimatación	22
4.2.2 Características de las unidades experimentales	23
4.2.3. Selección y siembra.....	23
4.2.4. Dietas.....	23
4.2.6 Alimentación.....	24
4.2.7 Muestreo biométrico	24
4.2.8 Calidad de agua.....	26
4.2.9 Mantenimiento de acuarios.....	26
4.2.10 Análisis estadístico	26
V. RESULTADOS	27
5.1. Crecimiento en peso y talla de alevines de <i>P. brachypomus</i>	27
5.2. Velocidad crecimiento en peso y talla de alevines de <i>P. brachypomus</i>	28
5.3. Tasa de crecimiento en peso (TCP) y talla (TCT) de alevines <i>P. brachypomus</i>	29
5.4. Conversión alimenticia y eficiencia de alimentación de alevines de <i>P. brachypomus</i>	30

5.5. Incremento en biomasa (IB) y supervivencia (S) de alevines de <i>P. brachypomus</i> alimentados con diferentes proporciones de <i>P. volubilis</i>	31
VI. DISCUSIÓN.....	32
VII. CONCLUSIONES.....	38
VIII. RECOMENDACIONES.....	39
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
X. ANEXOS	45

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Formulación y composición de las dietas empleadas en el experimento y para alevines de <i>P. Brachypomus</i>	24
Tabla 2: Peso y talla de alevines de <i>P. brachypomus</i> alimentados con diferentes proporciones de <i>P. volubilis</i> , durante 60 días. Los valores representan la media \pm desviación estándar (n=3).....	27
Tabla 3: Velocidad de crecimiento en peso (VCP) y talla (VCT) de alevines de <i>P. brachypomus</i> alimentados con diferentes proporciones de <i>P. volubilis</i> , durante 60 días. Los valores representan la media \pm desviación estándar (n=3).	29
Tabla 4: Tasa de crecimiento específico en peso (TCP) y Talla (TCT) de alevines de <i>P. brachypomus</i> alimentados con diferentes proporciones de <i>P. volubilis</i> , durante 60 días. Los valores representan la media \pm desviación estándar (n=3).	30
Tabla 5: Conversión alimenticia (CA) y eficiencia de alimentación (EA) de alevines de <i>P. brachypomus</i> alimentados con diferentes proporciones de <i>P. volubilis</i> , durante 60 días. Los valores representan la media \pm desviación estándar (n=3).	31
Tabla 6: Incremento en biomasa (IB) y supervivencia (S) de alevines de <i>P. brachypomus</i> alimentados con diferentes proporciones de <i>P. volubilis</i> , durante 60 días. Los valores representan la media \pm desviación estándar (n=3).	31
Tabla 7: Parámetros físicos y químicos del agua del experimento de crecimiento y supervivencia de <i>P. brachypomus</i> alimentados con diferentes proporciones de <i>P. volubilis</i> , durante 60 días. Los valores representan la media \pm desviación estándar (n=3).	32
Tabla 8 Costo de la dieta control por kg de alimento	32

INDICE DE FIGURAS

Fig 1: Variación del crecimiento en el peso total de *P. brachypomus* alimentados con diferentes proporciones de *P. volubilis*. 28

Fig 2: Variación del crecimiento en talla de *P. brachypomus* alimentados con diferentes proporciones de *P. volubilis*. 28

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Análisis proximal de las dietas experimentales con diferentes niveles de torta de <i>P. volubilis</i> para <i>P.brachypomus</i>	45
Anexo 2: Unidades experimentales empleados en la ejecución del proyecto con alevines de <i>P. brachypomus</i> “paco” - laboratorio de acuicultura continental y nutrición	46
Anexo 3: Ultimo muestreo en peso y talla de Alevines de <i>P. brachypomus</i> utilizados en el experimento	46
Anexo 4: Elaboración de la dietas control y experimental.	47

RESUMEN

Se determinó el efecto de diferentes niveles de sustitución parcial de la harina de pescado por harina de torta de *Plukenetia volubilis* sachá inchi en la dieta sobre el crecimiento y supervivencia de alevines de *Piaractus brachypomus*. Se emplearon tres tratamientos con niveles de sustitución del 25, 50 y 75% de harina de torta de *P. volubilis* y un control (sin harina de torta de *P. volubilis*), con tres repeticiones respectivamente.

Se utilizaron 220 alevines de *P. brachypomus* “paco” de $0,92 \pm 0,03$ g de peso y de $3,92 \pm 0,15$ cm de talla, distribuidos al azar, los resultados indicaron que al final del experimento no hubo diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los tratamientos y el control en parámetros de crecimiento como el peso total, longitud total, velocidad de crecimiento en peso y longitud, tasa específica de crecimiento en peso y longitud. Así también no se encontraron diferencias significativas en parámetros de alimentación entre tratamientos y el control como la conversión de alimento y eficiencia de alimentación. La supervivencia en todo el experimento fue del 100%, el uso de la torta de *P. volubilis* se presenta como una opción viable por su bajo costo para la preparación de alimento para *P. brachypomus*.

Palabras claves: dieta, torta de *Plukenetia volubilis*, *Piaractus brachypomus*, crecimiento, supervivencia.

ABSTRACT

The effect of different levels of partial substitution of fishmeal per cake flour of *Plukenetia volubilis* sacha inchi in the diet on growth and survival of *Piaractus brachypomus* fingerlings was determined. Three treatments were used with substitution levels of 25, 50 and 75% of *P. volubilis* cake flour and one control (without *P. volubilis* cake flour), with three repetitions respectively.

220 fingerlings *P. brachypomus* "paco" 0.92 ± 0.03 g and 3.92 ± 0.15 cm in length, randomized, were used the results indicated that the end of the experiment there was no difference significant ($p > 0.05$) between the treatments and the control in parameters of growth like the total weight, total length, speed of growth in weight and length, specific rate of growth in weight and length. Likewise, no significant differences were found in feeding parameters between treatments and control, such as feed conversion and feed efficiency. Survival in the whole experiment was 100%, the use of *P. volubilis* cake is presented as a viable option because of its low cost for the preparation of food for *P. brachypomus*.

Keywords: diet, *Plukenetia volubilis* cake, *Piaractus brachypomus*, growth, survival.

I. INTRODUCCIÓN

El estado mundial de la pesca y la acuicultura tiene gran importancia dentro de la pesca y la acuicultura para la alimentación, nutrición y generando empleo a millones de personas, desde 1961 el crecimiento anual mundial del consumo de pescado ha duplicado el crecimiento demográfico, poniendo de manifiesto que el sector pesquero es fundamental para alcanzar la meta, la acuicultura sigue creciendo más rápido que otros sectores principales de producción de alimentos; la producción de la pesca y acuicultura a nivel mundial en aguas continentales produjo 11,6 millones de toneladas en 2016, mostrando un incremento de 2,0% con respecto al año anterior, por ello el incremento debido a la mejora a nivel nacional casi en un 80% de las capturas en la pesca continental (FAO 2018).

La producción acuícola peruana ascendió en el año 2016 con un total de 101 191 TM, el 58,7% correspondió a la acuicultura continental, respecto al año anterior esta creció en un 10,1%, siendo las especies de aguas continentales las que crecieron más, *Piaractus brachipomus* con 68,5% y *Colossoma macropomun* con 52,4%, el mercado interno ha ido en aumento de 777 TM comercializadas en 1993 para el 2016 fue de 56 760 TM, esto se debe a que en los últimos años ha venido desarrollando un crecimiento significativo en la producción de la acuicultura, debido al clima y gran extensión de espejos de agua propicios para esta actividad, del mismo modo se debe a la gran variedad de especies acuícolas que se pueden cultivar en aguas continentales (PRODUCE 2017). La amazonia peruana ocupa el 62% de territorio nacional con 800 a 1200 especies de peces, 79 especies son de consumo humano, teniendo como una de las principales especies a *P. brachipomus*, con una producción de 1390 TM en el año 2016 (PRODUCE 2016).

Los productores acuícolas de la Amazonia Peruana en su mayoría son pequeños productores individuales, tienen como método una tecnología de cultivo en estanques de tierra y jaulas flotantes, una densidad de siembra 1-4 peces m² y los institutos públicos producen alevines con la finalidad de apoyar a la acuicultura (ONUDI 2017).

P. brachypomus, pertenece a la familia Characidae, y tiene amplia distribución entre las cuencas de los ríos Orinoco y Amazonas; a esta especie se la conoce con diferentes nombres comunes: “caranha” (Brasil), “morocoto” (Venezuela), “paco” o “pacu” (Colombia y Perú), “pirapitinga” (Brasil), “tambaqui” (Bolivia y Brasil) y “cachama” (Ecuador y Colombia), (Machado-Allison, 1982; Cabello *et al.*, 1995; Gómez, 2002).

Los parámetros de cultivo de *P. brachypomus*, teniendo como temperatura del agua fluctua entre 25 °C y 32 °C, obteniéndose el mayor crecimiento entre 25°C y 30°C, oxígeno entre 3 y 6,5 ppm, y el pH entre 6,5 a 9, con un óptimo entre 7,5 y 8; asimismo, la dureza del agua, con valores superiores a los 40 ppm hasta 150 ppm, creciendo mejor entre 60 y 80 ppm (Díaz y López 1993; Benítez y Venegas 2003).

Uno de los problemas, que se afronta en la producción de peces son los costos de producción en el cultivo, donde la alimentación constituye el rubro más importante, alcanzando el 70% de los gastos totales debido a la gran complejidad de los alimentos requeridos en acuicultura, siendo *P. brachypomus*, no ajeno a ello (Llanes *et al.*, 2010).

Diversos estudios sobre nutrición y alimentación se han desarrollado en peces nativos peruanos; reportando los primeros ensayos con alevines de *C. macropomum* confinados y alimentados con una dieta no convencional granulada (30% de proteína vegetal), dando un valor para conversión alimenticia de 2,3; la cual indica la aceptabilidad de dietas artificiales, considerando que en esta fase es clave para su desempeño en las fases de engorde, puesto que en esta etapa los requerimientos nutricionales son mayores (Bello *et al.*, 1989). Bajo esta premisa, Deza *et al.* (2002) para *P. brachypomus* establecieron niveles de proteína vegetal entre 25% y 35%, reportando una tasa de crecimiento del 1,58%, factor de conversión alimenticia de 2,26 y una sobrevivencia de 91,9% en alevines alimentados con 33 % de proteína.

El reemplazo total o parcial de las fuentes de proteína de origen animal por las de origen vegetal, sería una opción rentable en las dietas para peces, por el bajo costo que este representaría dentro de la formulación de dietas (Gutierrez *et al.*, 2009; Gutiérrez *et al.*, 2010; Gutiérrez *et al.*, 2011; Stech y Carneiro 2015; Victoria *et al.*, 2003).

Por otro lado, la amazonia peruana cuenta con diversos productos de origen vegetal con alto valor proteico (Bello *et al.*, 1989; Deza *et al.*, 2002; Guevara, 2002), que son explotados agroindustrialmente, y que sus residuos han sido utilizados y aprovechados en dietas para cultivos de peces (Díaz, 2004). Por lo que podrían ser utilizados como insumos en la formulación de raciones para los peces cultivados; dentro de estos productos de origen vegetal se encuentra *Plukenetia volubilis* (Villa *et al.*, 2012). *P. volubilis*, es una especie nativa de la amazonía peruana y pertenece a la familia Euphorbiaceae (García-Ayala *et al.*, 2012). Según Manco (2005) esta especie produce frutos como almendras, el cual contiene altos contenidos de ácidos grasos esenciales (omega 3, 6 y 9) y diversos compuestos antioxidantes, además de poseer proteínas de muy buena digestibilidad; por tanto las semillas poseen un 29% de proteína (Ruiz, *et al* 2013), mientras que la torta, según Betancourth (2013), posee un 59% de proteína. Por lo que sería un ingrediente adecuado para dietas de peces.

De acuerdo con la información obtenida del Banco central de Reserva del Perú para el año 2007, toda la producción en el Perú de *P. volubilis* proviene de la zona Nororiental de país principalmente de Ucayali, Loreto y San Martín (BCRP 2008), la producción asciende a 2406 toneladas (0,1% de la producción total de alimentos) sobre una superficie sembrada de 220 hectáreas (0,2% del total del área sembrada) (Chirinos *et al.*, 2009).

La torta de *P. volubilis* es un subproducto que se obtiene del proceso de extracción de aceite, la semilla se descascara parcialmente y se limpia mediante ventilación para eliminar impurezas, la molienda obtiene diferentes tamaños de partículas de semilla, luego se coloca en el cilindro extractor y después es sometido lentamente a la presión hasta alcanzar la requerida a temperatura ambiente, se obtiene el 12% de aceite por cada kg de semilla (Chirinos *et al.*, 2009; Mondragón 2009). Del proceso de extracción de aceite queda como residuo una torta que actualmente está siendo empleada en la alimentación animal o desechada, influyendo negativamente en el medio ambiente y desperdiciando su potencial nutricional, en la medida que aumente la demanda del aceite de *P. volubilis*, se incrementará la cantidad de torta residual del proceso, por ello es importante que se disponga de soluciones para el aprovechamiento de sus residuos (Vásquez 2016).

En cuanto a estudios sobre *P. volubilis* como insumo en dietas para peces son escasos. García *et al.* (2012), reportan que en alevinos de *Myleus schomburgkii* “banda negra”, alimentados con harina de *P. volubilis* se obtuvieron mayor crecimiento con 25% de proteína en el alimento y un 100% de supervivencia. Vergara *et al.* (2011), determinaron que con la inclusión de 11,5% de torta de *P. volubilis* cruda en reemplazo de 50% de la torta de soya, se mejora el crecimiento en peso de *Oncorhynchus mikiss*, más no en la longitud final.

Kim *et al.* (2014), encontraron que se puede sustituir en la dieta de harina de pescado con un máximo de 30 y 20% TBM residuos de tónidos fermentados por *Bacillus* sp. por 48 h y harina de soya, sin tener un efecto adverso sobre la tasa de crecimiento específico y la tasa de eficiencia alimenticia, en los juveniles de *P. olivaceus*. Por su parte Li *et al.* (2015), evaluaron la proteína de soya hidrolizada como reemplazo de la harina de pescado, en dietas para juveniles de *Platichthys stellatus* lenguado de 12,76 g, encontrando que la tasa de eficiencia alimenticia, tasa de eficiencia proteica y factor de condición se redujeron cuando fue reemplazado el total de la harina de pescado, sugiriendo de acuerdo a un modelo matemático que la sustitución máxima se estimó entre 54,86 y 59,02%, siendo así, que el hidrolizado de soya puede utilizarse eficientemente como reemplazo de la harina de pescado por debajo de un 40% para garantizar un satisfactorio crecimiento y salud de los peces.

Miranda-Gelvez & Guerrero-Alvarado (2015), determinaron que con un nivel del 20 % de sustitución de la harina de pescado por harina de torta de sachá inchi, se obtiene un 100% de supervivencia en juveniles de tilapia roja *Oreochromis* sp.

Viegas *et al.* (2008) evaluaron los efectos de añadir pasta de *Brassica napus* “canola” en la dieta de los juveniles *Piaractus mesopotamicus* “paco” sobre los parámetros de crecimiento utilizando 192 alevines (9 - 15 g) en dietas isoprotéicas (26%) e isoenergéticas (4100 Kcal kg⁻¹), en las que añadiendo una inclusión de 38% de harina de *B. napus* “canola”, provocó una disminución en la ganancia en peso (valores medios de 28,74 a 50,70 g con una conversión alimenticia aparente (1,66 a 2,85), siendo la tasa de eficiencia de proteína menor en los peces alimentados con el más alto nivel de la harina de *B. napus* “canola”, y que sugieren que la inclusión de pasta de “canola” debe ser hasta un 19% para que no afecte su crecimiento.

Labib *et al.* (2012) sustituyeron, isocalóricamente (437,69 Kcal/ 100 g de peso seco) e isoproteico (30,5%), la harina de pescado por harina de *Simmondsia chinensis* “jojoba” en las dietas de alevinos de *Oreochromis niloticus* tilapia del Nilo, observando, que sólo con el 25% de sustitución fue similar a la dieta con harina de pescado para la ganancia diaria (0,51 g/pez/día), tasa de crecimiento específico (4,46%), tasa de conversión alimenticia (2,27), tasa de eficiencia proteica (1,44) y supervivencia (100 %); concluyendo, que esta es la mejor concentración para sustituir la harina de pescado por harina de “jojoba”, aunque un nivel de reemplazo del 50% puede ser evaluado dado los valores cercanos obtenidos para la ganancia diaria (0,41 g/pez/día), tasa de crecimiento específico (4,16%), tasa de conversión alimenticia (2,33), tasa de eficiencia proteica (1,40) y supervivencia (95%).

Carbajal & De La Cruz (2014) trabajando también con alevines de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, pero con sustitución parcial isoproteica de la harina de pescado por harina de ensilado de *Psidium guajava* “guayaba”, encontraron que a 90 días de cultivo las tallas fueron similares al control con un reemplazo del 20 y 40 % con 7,70; 8,24 y 7,89 cm, respectivamente; del mismo modo el peso fue similar entre el control y el 20 y 40 % de sustitución con 9,60; 10,43 y 8,53 g. Además, la supervivencia fue similar para el control y con 20 y 40 % de sustitución, con 93,33, 96,67 y 96,67 %.

En otros estudios como el de Glencross *et al.* (2015) demostraron que existe un claro potencial para sustituir casi todo el contenido de harina de pescado (contenido del 20 % y 10 %) por harina de *Glycine max* “soya” y harina de ave en dietas de *Lates calcarifer* “perca” sin pérdida de rendimiento de pescado, pero si es afectado el rendimiento de los peces si se sustituye toda la harina de pescado. Así también Van Vo *et al.* (2015) trabajando con *Lupinus angustifolius* “chocho” fermentado por lactobacilos (3×10^8 UFC g⁻¹), en sustitución de la harina de pescado de las dietas isoproteicas (43%) e isolipídicas (13%) de juveniles de *Lates calcarifer* “perca”, encontraron un aumento significativo en el peso y longitud de la perca alimentada con 45% (34,6 g y 13,8 cm) y 60% (34,6 g y 13,8 cm) de sustitución de harina de pescado, manteniendo una tasa de supervivencia con más del 93% para todos los tratamientos; y con tasas de conversión alimenticia similares entre las dietas, excepto para la dieta con

75% de sustitución que fue significativamente mayor (1,21); mientras que la digestibilidad de la proteína entre las dietas no presentaron diferencias significativas (89,79 - 96,59 %), así concluyen que en dietas para juveniles de perca, es posible sustituir la harina de pescado hasta niveles de 75% por fermentado de *Lupinus angustifolius* “chocho”, sin afectar el crecimiento ni la digestibilidad de la proteína. Por último, Araújo-Dairiki *et al.* (2018) determinó que el nivel más alto de sachá inchi que se puede incluir en dietas para juveniles de peces amazónicos como la gamitana, es del 15%.

En el mundo se estima el uso de harina de pescado como fuente principal de proteína para alimento de peces, lo que hace enfocarse principalmente en un solo producto para el uso de diferentes alimentos, por ellos la búsqueda de nuevas alternativas con subproductos de origen vegetal para la elaboración de dietas que aporten los requerimientos similares, debido a que la harina de pescado es más escasa y más costosa se viene investigando a la fecha la sustitución de la harina de pescado por insumos de origen vegetal de menor costo, y por la poca información que se cuenta usando *P. volubilis*, y considerando su alto contenido proteico, nos planteamos el siguiente problema ¿Cuál es el efecto de sustitución parcial de harina de pescado por harina de torta de *P. volubilis* sachá inchi en la dieta, en el crecimiento y supervivencia de alevines de *P. brachypomus* “paco”, en laboratorio?

II. HIPOTESIS

Si en condiciones de laboratorio, sustituimos parcialmente la harina de pescado con (25, 50 y 75%) de harina de torta de *P. volubilis* “sachá inchi” en dietas, reemplazando hasta el 50% de harina de pescado por *P. volubilis* no habrá diferencias significativas con el tratamiento control.

III. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Evaluar el efecto de la sustitución parcial de harina de pescado por harina de torta de *P. volubilis* en el crecimiento y supervivencia de alevines de *P. brachypomus* “paco” en laboratorio.

3.2 Objetivos Específicos

Cuantificar el efecto de la sustitución parcial de harina de pescado por harina de torta de *P. volubilis* desde un 0, 25, 50, 75% en los parámetros de crecimiento en peso y talla de alevines de *P. brachypomus* en laboratorio.

Determinar el efecto de la sustitución parcial de harina de pescado por harina de torta *P. volubilis* desde un 0, 25, 50, 75% en el incremento de biomasa, conversión alimenticia y eficiencia alimenticia en alevines de *P. brachypomus* en laboratorio.

Determinar la supervivencia de alevines de *P. brachypomus* con el efecto de la sustitución parcial de harina de pescado por harina de torta de *P. volubilis* desde un 0, 25, 50, 75% en laboratorio.

Estimar los costos de producción del alimento.

IV. MATERIALES Y METODOS

El experimento fue desarrollado en el Laboratorio de Acuicultura Continental de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional del Santa, ubicada en el Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Región Ancash, Perú.

4.1. Material de estudio

4.1.1 Población

Los alevines de *P. brachypomus* procedieron de la Estación “Miguel Castañeda Ruiz” del IIAP - Tarapoto”, Perú.

4.1.2 Muestra

Se capturaron 500 alevines *P. brachypomus*, seleccionando de ellos un total 220 alevines de $0,92 \pm 0,03$ g y de $3,92 \pm 0,15$ cm.

4.1.3 Unidad de análisis

Formada por 20 alevines por acuario, distribuida cada una en tres tratamientos experimentales con tres repeticiones y un testigo con dos repeticiones.

4.2. Método

4.2.1 Transporte y aclimatación

Los alevines de *P. brachypomus* se transportaron en bolsas de plástico con oxígeno puro, que se acondicionaron dentro de baldes con un volumen de 20 litros, con agua del mismo estanque, con una densidad de 167 alevines por bolsa.

A la llegada de los peces al Laboratorio de Acuicultura Continental, estos inmediatamente se sacaron de los baldes y se colocaron con todo y bolsas en la superficie del agua de 2 acuarios 100 L de capacidad (uso de agua de 80 L) y a una temperatura de 30 °C (se utilizó termostatos HS-100 watts). Luego de 30 minutos, se abrieron las bolsas para que los peces salgan por si solos. Luego de dos días de aclimatación, se seleccionaron al azar 20 peces por acuario en 11 acuarios de 80 litros de capacidad.

4.2.2 Características de las unidades experimentales

Se utilizaron 11 acuarios de vidrio de (0,60 m de largo x 0,40 m de ancho x 0,50 m de alto, con 80 litros de capacidad útil), colocando en cada uno de ellos un filtro biológico, cada filtro tuvo en la parte superior una esponja y en la parte inferior 500 gr de grava de 1 a 2 cm de diámetro forrado con una malla plástica, para permitir el crecimiento microbiano.

4.2.3. Selección y siembra

En el Laboratorio se seleccionaron un total 220 alevines de $0,92 \pm 0,03$ g y de $3,92 \pm 0,15$ cm los que fueron distribuidos al azar en proporción de 20 peces por acuario conteniendo cada uno 80 L agua. Cada acuario estuvo equipado con sistema de aireación compuesta por manguera plástica y una piedra difusora conectada a una bomba propulsora de aire (Blower), con aireación constante, manteniendo un pH óptimo de 7,5 – 8, y oxígeno de 3 – 6,5 ppm, con termostatos para mantener la temperatura del agua a 29 °C, para evitar el estrés de los organismos se colocaron plásticos negros alrededor del estante en donde se encontraban los 11 acuarios evitándose la excesiva iluminación natural, el agua que se utilizó para el recambio se almaceno en un tanque de 500 litros con aireación constante para eliminar los residuos de cloro.

4.2.4. Dietas

La dieta control fue formulada de acuerdo a Saldaña *et al.* (2007); se emplearon tres dietas experimentales donde el nivel de sustitución de la harina de pescado fue reemplazado con la concentración de harina de torta de *P. volubilis* desde el 25%, 50% y 75%, y un control con 0% de harina de torta de *P. volubilis*. La formulación y composición proximal de las dietas se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1: Formulación y composición de las dietas empleadas en el experimento y para alevines de *P. Brachypomus*.

Composición	Tratamientos			
	0%	25%	50%	75%
Composición porcentual				
Harina de torta <i>Plukentia volubilis</i>	0	12,75	25,5	38,25
Harina de pescado	51	38,25	25,5	12,75
Harina de maíz	17,6	17,6	17,6	17,6
Harina de trigo	14	14	14	14
Polvillo de arroz	9	9	9	9
Pasta de algodón	5	5	5	5
Aceite de soya	3	3	3	3
Premix	0,4	0,4	0,4	0,4
Composición proximal (%)				
Proteínas	37,72	35,86	35,10	35,81
Grasa	7,52	8,78	7,34	6,44
Cenizas	-	6,55	7,51	6,29
Humedad	-	12,2	13,3	13,6
Fibra	3.46	1,72	1,12	0,89

Saldaña *et al.* (2007)

4.2.5 Diseño experimental

Se empleó el diseño de estímulo creciente, con tres tratamientos experimentales y tres repeticiones, donde los niveles de harina de torta de *P. volubilis* variaron desde el 25, 50 y 75% y un control solo con dos repeticiones, en donde la concentración de harina de torta de *P. volubilis* fue del 0%, respectivamente.

4.2.6 Alimentación

Los alevines se alimentaron desde el primer día del experimento a una tasa de alimentación del 7% del peso húmedo por alevín. La cantidad de alimento fue suministrado en dos raciones diarias (09:00 y 18:00 h) durante siete días a la semana.

4.2.7 Muestreo biométrico

Los parámetros biométricos se registraron cada 15 días, para determinar el crecimiento de los peces de cada acuario. Al inicio del experimento se pesó y talló a los 20 especímenes, luego se utilizó 10 alevines de cada tratamiento para evitar el estrés. Al final del experimento, se pesó y se talló a todos los peces de cada acuario.

Para determinar el peso y la talla, se utilizó una balanza digital marca DIAMOND model 500 \pm 0,1g de sensibilidad un ictiómetro respectivamente

Con los datos se determinaron los parámetros de crecimiento y supervivencia (Loo Hung, 2003; Martínez, 1987; Heinsbroek, 1990; Robinson *et al.*, 1992; Díaz, 1996).

- **Crecimiento en peso (CP)**

$$CP = \text{Peso final (g)} - \text{peso inicial (g)}$$

- **Crecimiento en Talla (CT)**

$$CT = \text{Talla final (cm)} - \text{talla inicial (cm)}$$

- **Velocidad de crecimiento en peso (VCP)**

$$VCP = \text{Incremento de peso del pez (g)} / \text{tiempo (días)}$$

- **Velocidad de crecimiento en talla (VCT)**

$$VCT = \text{Incremento de talla del pez (cm)} / \text{tiempo (días)}$$

- **Tasa de crecimiento en peso (TCP)**

$$\% \text{ TCP} = [(\text{Ln Peso final} - \text{Ln peso inicial}) / \text{tiempo (días)}] \times 100$$

- **Tasa de crecimiento en talla (TCT)**

$$\% \text{ TCT} = [(\text{Ln Talla final} - \text{Ln talla inicial}) / \text{tiempo (días)}] \times 100$$

Donde:

Ln: Logaritmo natural

- **Conversión alimenticia (CA)**

$$CA = \text{Consumo de ración} / \text{ganancia en peso}$$

- **Eficiencia alimenticia (EA)**

$$EA (\%) = [\text{Ganancia en peso (g)} / \text{alimento ingerido (g)}] \times 100$$

- **Incremento en biomasa promedio (IBP)**

$$\text{IBP} = \text{Peso final medio (g)} - \text{peso inicial medio (g)}$$

- **Porcentaje de supervivencia (S)**

$$S (\%) = \frac{N^{\circ} \text{ peces iniciales} - N^{\circ} \text{ peces finales}}{N^{\circ} \text{ peces iniciales}} \times 100$$

4.2.8 Calidad de agua

La temperatura, el pH y oxígeno se determinó diariamente y el amonio y nitrito una vez por semana. Para ello se utilizaron los siguientes materiales y equipos: termómetro de mercurio de $\pm 0,1$ °C, pH metro digital OAKTON $\pm 0,01$, oxímetro digital YSI 55 de $\pm 0,01$ mg L⁻¹, amonio total con el Test colorimétrico Nutrafin ($\pm 0,1$ mg L⁻¹).

4.2.9 Mantenimiento de acuarios

La limpieza de los acuarios se realizó diariamente por sifoneo de los desechos sólidos. El 15 % del agua de cada acuario se renovó diariamente.

4.2.10 Análisis estadístico

Los datos numéricos por cada muestreo fueron sometidos a la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov, análisis de varianza de una vía y a la prueba de Duncan, en todos los casos con significancia del 5%. Los resultados se presentan como media \pm desviación estándar. Los análisis estadísticos se efectuaron con el software SPSS versión 19 para Windows.

V. RESULTADOS

5.1. Crecimiento en peso y talla de alevines de *P. brachypomus*

El peso promedio se incrementa en el tiempo en todos los tratamientos, siendo estos incrementos significativamente diferentes entre los 30 y 45 días ($p < 0,05$) (Tabla 2), en tanto hacia el final del experimento no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) en el peso promedio en todos los tratamientos. Para el caso de la talla total, se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$) y este fue desde el día 15 y hasta los 45 días, respectivamente (Tabla 2).

Tabla 2: Peso y talla de alevines de *P. brachypomus* alimentados con diferentes proporciones de *P. volubilis*, durante 60 días. Los valores representan la media \pm desviación estándar ($n=3$).

Tratamientos	Variables	Tiempo (días)				
		0	15	30	45	60
T _C	Peso (g)	0,848 ^a \pm 0,02	1,685 ^a \pm 0,00	3,275 ^a \pm 0,04	7,950 ^a \pm 0,52	14,407 ^a \pm 0,15
	Talla (cm)	3,790 ^a \pm 0,13	3,305 ^b \pm 1,86	5,845 ^a \pm 0,19	7,400 ^a \pm 0,24	9,152 ^a \pm 0,03
T ₁	Peso (g)	0,987 ^a \pm 0,06	1,663 ^a \pm 0,17	2,516 ^b \pm 0,12	5,890 ^b \pm 0,34	11,611 ^a \pm 0,84
	Talla (cm)	4,00 ^a \pm 0,00	4,636 ^{ab} \pm 0,22	5,336 ^b \pm 0,87	6,776 ^b \pm 0,68	8,563 ^a \pm 0,17
T ₂	Peso (g)	0,933 ^a \pm 0,173	1,700 ^a \pm 0,16	3,003 ^{ab} \pm 0,37	7,900 ^a \pm 1,06	12,801 ^a \pm 2,04
	Talla (cm)	3,96 ^a \pm 0,19	4,686 ^{ab} \pm 0,19	5,736 ^{ab} \pm 0,23	7,503 ^a \pm 0,37	8,775 ^a \pm 0,46
T ₃	Peso (g)	0,938 ^a \pm 0,161	1,890 ^a \pm 0,26	3,640 ^a \pm 0,49	8,680 ^a \pm 0,97	14,360 ^a \pm 1,17
	Talla (cm)	3,96 ^a \pm 0,19	4,903 ^a \pm 0,24	5,956 ^a \pm 0,26	7,626 ^a \pm 0,22	9,121 ^a \pm 0,24

Letras con valores diferentes por columna indican que hay diferencia significativa para $p < 0,05$ según prueba de Duncan.

T_C: 0% harina de *P. volubilis*

T₂: 50% harina de *P. volubilis*

T₁: 25% harina de *P. volubilis*

T₃: 75% harina de *P. volubilis*

En las barras de crecimiento en peso, se observa que a partir del día 30 y hasta el final del experimento, este aumenta de manera exponencial en todos los tratamientos (Figura 1). Para el crecimiento en la talla total se observa una tendencia creciente (Figura 2) aunque las barras son menos pronunciadas en comparación con las barras de peso total.

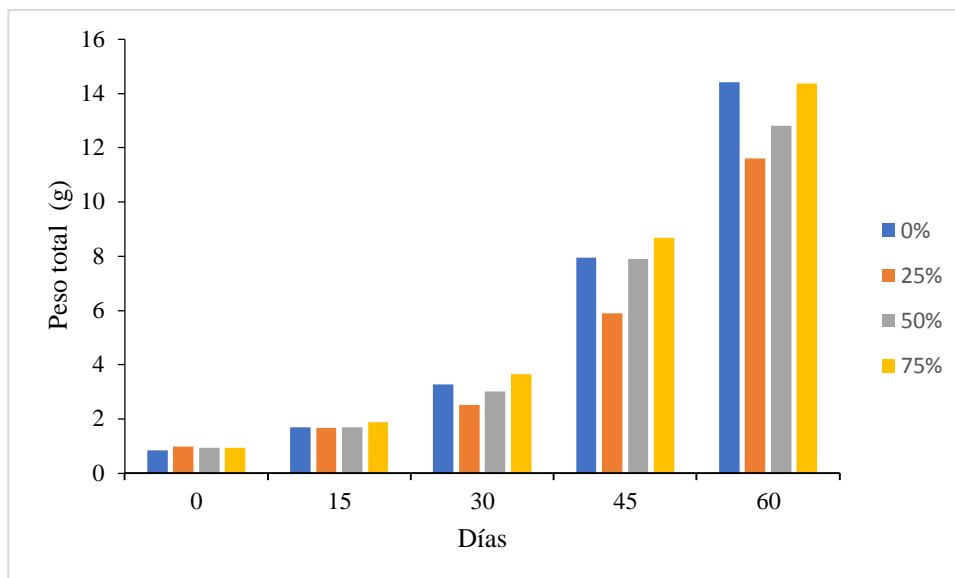


Fig 1: Variación del crecimiento en el peso total de *P. brachyomus* alimentados con diferentes proporciones de *P. volubilis*.

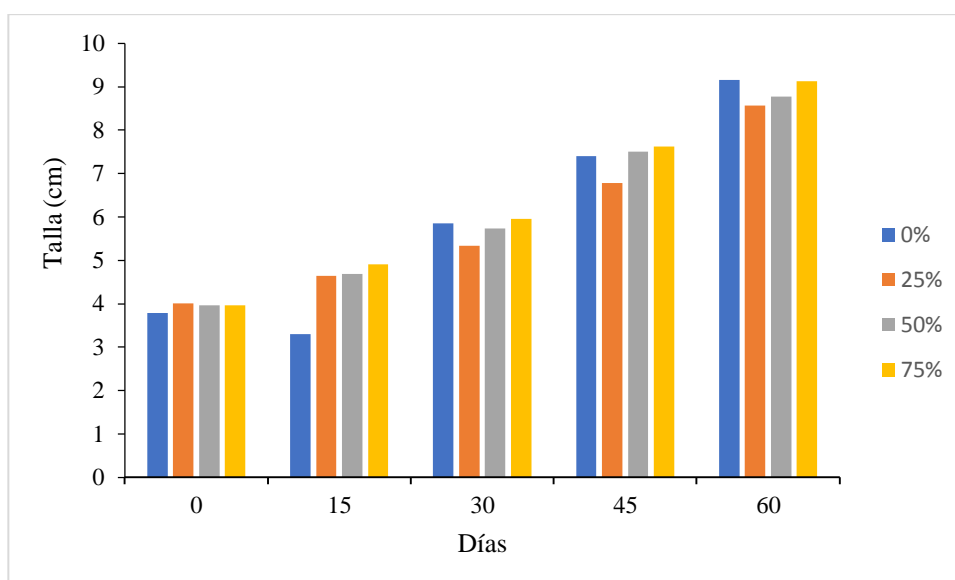


Fig 2: Variación del crecimiento en talla de *P. brachyomus* alimentados con diferentes proporciones de *P. volubilis*.

5.2. Velocidad crecimiento en peso y talla de alevines de *P. brachyomus*

La velocidad de crecimiento en peso y talla fue similar ($p > 0,05$) en los alevines de *P. brachyomus* a los 15 y 60 días y solo fue posible encontrar diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los días 30 y 45 días, respectivamente (Tabla 3).

Tabla 3: Velocidad de crecimiento en peso (VCP) y talla (VCT) de alevines de *P. brachypomus* alimentados con diferentes proporciones de *P. volubilis*, durante 60 días. Los valores representan la media \pm desviación estándar ($n=3$).

Tratamientos	Variables	Tiempo (días)				
		0	15	30	45	60
T _C	VCP (g.d ⁻¹)	-	0,056 ^a \pm 0,00	0,106 ^a \pm 0,00	0,311 ^a \pm 0,03	0,430 ^a \pm 0,04
	VCT (cm.d ⁻¹)	-	0,049 ^a \pm 0,00	0,169 ^a \pm 0,11	0,103 ^a \pm 0,02	0,116 ^a \pm 0,01
T ₁	VCP (g.d ⁻¹)	-	0,045 ^a \pm 0,00	0,057 ^b \pm 0,01	0,224 ^b \pm 0,01	0,381 ^a \pm 0,04
	VCT (cm.d ⁻¹)	-	0,042 ^a \pm 0,01	0,047 ^b \pm 0,01	0,096 ^a \pm 0,00	0,119 ^a \pm 0,00
T ₂	VCP (g.d ⁻¹)	-	0,051 ^a \pm 0,01	0,087 ^a \pm 0,01	0,326 ^a \pm 0,04	0,326 ^a \pm 0,184
	VCT (cm.d ⁻¹)	-	0,048 ^a \pm 0,00	0,070 ^b \pm 0,01	0,117 ^a \pm 0,01	0,084 ^a \pm 0,04
T ₃	VCP (g.d ⁻¹)	-	0,060 ^a \pm 0,01	0,116 ^a \pm 0,01	0,336 ^a \pm 0,06	0,379 ^a \pm 0,03
	VCT (cm.d ⁻¹)	-	0,062 ^a \pm 0,01	0,070 ^b \pm 0,00	0,111 ^a \pm 0,01	0,099 ^a \pm 0,02

Letras con valores diferentes por columna indican que hay diferencia significativa para $p < 0,05$ según prueba de Duncan.

VCP: Velocidad de crecimiento en peso

VCT: Velocidad de crecimiento en talla

T_C: 0% harina de *P. volubilis*

T₂: 50% harina de *P. volubilis*

T₁: 25% harina de *P. volubilis*

T₃: 75% harina de *P. volubilis*

5.3. Tasa de crecimiento en peso (TCP) y talla (TCT) de alevines *P. brachypomus*

La tasa de crecimiento en peso en todos los tratamientos no muestra tendencia clara; es decir no se puede decir que esta es creciente o decreciente en el tiempo. Sin embargo fue posible encontrar una tendencia creciente del mismo entre los 30 y 45 días, respectivamente (Tabla 4). En tanto para el final del experimento, no fue posible encontrar diferencias significativas entre los tratamientos ($p > 0,05$). Este comportamiento de esta variable (TCP) también fue similar para la tasa de crecimiento en talla, y con la excepción de que en el tratamiento control, disminuyó entre los días 30 y 45 días (Tabla 4).

Del mismo y al igual que para la TCP al final del experimento, no fue posible encontrar diferencias significativas ($p > 0,05$) para la TCT entre tratamientos.

Tabla 4. Tasa de crecimiento específico en peso (TCP) y Talla (TCT) de alevines de *P. brachypomus* alimentados con diferentes proporciones de *P. volubilis*, durante 60 días. Los valores representan la media \pm desviación estándar ($n=3$).

Tratamientos	Variables	Tiempo (días)				
		0	15	30	45	60
T _c	TCP (%g.d ⁻¹)	-	4,58 ^a \pm 0,22	4,43 ^a \pm 0,07	5,90 ^a \pm 0,53	3,97 ^a \pm 0,50
	TCT (%cm.d ⁻¹)	-	4,09 ^a \pm 4,15	4,37 ^a \pm 3,75	1,57 ^a \pm 0,43	1,41 ^a \pm 0,23
T ₁	TCP (%g.d ⁻¹)	-	3,46 ^a \pm 0,45	2,78 ^b \pm 0,84	5,67 ^a \pm 0,08	4,52 ^a \pm 0,32
	TCT (%cm.d ⁻¹)	-	0,97 ^a \pm 0,32	0,94 ^b \pm 0,30	1,59 ^a \pm 0,04	1,56 ^a \pm 0,10
T ₂	TCP (%g.d ⁻¹)	-	4,07 ^a \pm 1,41	3,77 ^{ab} \pm 0,27	6,44 ^a \pm 0,09	3,20 ^a \pm 1,76
	TCT (%cm.d ⁻¹)	-	1,11 ^a \pm 0,11	1,34 ^b \pm 0,26	1,79 ^a \pm 0,09	1,04 ^a \pm 0,54
T ₃	TCP (%g.d ⁻¹)	-	4,69 ^a \pm 1,08	4,37 ^a \pm 0,20	5,80 ^a \pm 0,81	3,37 ^a \pm 0,32
	TCT (%cm.d ⁻¹)	-	1,42 ^a \pm 0,25	1,30 ^b \pm 0,06	1,65 ^a \pm 0,20	1,19 ^a \pm 0,25

Letras con valores diferentes por columna indican que hay diferencia significativa para $p < 0,05$ según prueba de Duncan.

TCP: Tasa de crecimiento en peso

TCT: Tasa de crecimiento en talla

T_c: 0% harina de *P. volubilis*

T₂: 50% harina de *P. volubilis*

T₁: 25% harina de *P. volubilis*

T₃: 75% harina de *P. volubilis*

5.4. Conversión alimenticia y eficiencia de alimentación de alevines de *P. brachypomus*

Del día 15 hasta los 30 días se observaron diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$). Las mejores conversiones de alimento se encontraron en el día 45 en donde no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los tratamientos (Tabla 5), pero en términos numéricos la mejor CA se presentó en el tratamiento con el 50% de harina de torta de *P. volubilis*. Para el caso de las eficiencias de alimentación, los mejores valores se dieron a los 45 días en donde el tratamiento con el 75% de harina de torta de *P. volubilis* fue significativamente superior ($p < 0,05$) en comparación con el tratamiento control (Tabla 5). Por otro lado y hacia el final del experimento, la EA en todos los tratamientos, no fue significativamente diferente ($p > 0,05$) entre los mismos.

Tabla 5. Conversión alimenticia (CA) y eficiencia de alimentación (EA) de alevines de *P. brachypomus* alimentados con diferentes proporciones de *P. volubilis*, durante 60 días. Los valores representan la media \pm desviación estándar ($n=3$).

Tratamientos	Variables	Tiempo (días)				
		0	15	30	45	60
T _C	CA (Unid)	-	1,41 ^{ab} \pm 0,09	1,48 ^b \pm 0,03	0,98 ^a \pm 0,13	1,73 ^a \pm 0,29
	EA (%)	-	70,65 ^{ab} \pm 4,74	67,40 ^b \pm 1,51	102,06 ^b \pm 14,03	58,34 ^a \pm 9,90
T ₁	CA (Unid)	-	2,09 ^a \pm 0,37	2,90 ^a \pm 1,00	1,04 ^a \pm 0,02	1,44 ^a \pm 0,14
	EA (%)	-	48,84 ^b \pm 8,04	37,55 ^c \pm 13,98	95,68 ^b \pm 2,12	69,42 ^a \pm 6,72
T ₂	CA (Unid)	-	1,83 ^{ab} \pm 0,70	1,96 ^{ab} \pm 0,31	0,86 ^a \pm 0,01	3,47 ^a \pm 3,26
	EA (%)	-	62,10 ^{ab} \pm 29,86	51,78 ^{bc} \pm 8,33	116,28 ^{ab} \pm 2,64	46,56 ^a \pm 28,48
T ₃	CA (Unid)	-	1,03 ^b \pm 0,35	1,08 ^b \pm 0,06	1,33 ^a \pm 0,39	1,53 ^a \pm 0,17
	EA (%)	-	103,86 ^a \pm 32,42	92,68 ^a \pm 5,95	140,16 ^a \pm 28,91	65,88 ^a \pm 8,20

Letras con valores diferentes por columna indican que hay diferencia significativa para $p < 0,05$ según prueba de Duncan.

CA: Conversión alimenticia

EA: Eficiencia alimenticia

T_C: 0% harina de *P. volubilis*

T₂: 50% harina de *P. volubilis*

T₁: 25% harina de *P. volubilis*

T₃: 75% harina de *P. volubilis*

5.5. Incremento en biomasa (IB) y supervivencia (S) de alevines de *P. brachypomus* alimentados con diferentes proporciones de *P. volubilis*

No se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) en el IB entre los tratamientos con el 0%, 50% y 75% de torta de harina de *P. volubilis* (Tabla 6).

Por otro lado durante el desarrollo del trabajo la supervivencia en todos los tratamientos fue del 100% y sin diferencias significativas ($p > 0,05$) (Tabla 6).

Tabla 6. Incremento en biomasa (IB) y supervivencia (S) de alevines de *P. brachypomus* alimentados con diferentes proporciones de *P. volubilis*, durante 60 días. Los valores representan la media \pm desviación estándar ($n=3$).

Variables	Tratamientos			
	0%	25%	50%	75%
IB (g)	271,2 \pm 3,53 ^a	212,5 \pm 17,18 ^b	237,4 \pm 37,56 ^{ab}	268,4 \pm 23,39 ^a
S (%)	100	100	100	100

Letras con valores diferentes por columna indican que hay diferencia significativa para $p < 0,05$ según prueba de Duncan.

5.6. Parámetros de la calidad del agua

Durante el experimento no hubo diferencias significativas ($p > 0,05$) en los parámetros de la calidad del agua entre tratamientos (Tabla 7) salvo en el nivel de oxígeno en donde el tratamiento control fue significativamente diferente ($p < 0,05$) de los demás. El promedio de temperatura del agua fue de $29,57\text{ }^{\circ}\text{C}$ y la concentración de oxígeno disuelto fue de $6,22\text{ mg L}^{-1}$, el amonio total entre 0 mg L^{-1} y $0,05\text{ mg L}^{-1}$.

Tabla 7. Parámetros físicos y químicos del agua del experimento de crecimiento y supervivencia de *P. brachypomus* alimentados con diferentes proporciones de *P. volubilis*, durante 60 días. Los valores representan la media \pm desviación estándar ($n=3$).

Parámetros	Tratamientos			
	0%	25%	50%	75%
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	$29,75 \pm 0,48^a$	$29,46 \pm 0,35^a$	$29,81 \pm 0,33^a$	$29,29 \pm 0,10^a$
Oxígeno (mg L^{-1})	$6,38 \pm 0,08^a$	$6,22 \pm 0,04^b$	$6,10 \pm 0,04^b$	$6,19 \pm 0,10^b$
pH	$7,85 \pm 0,09^a$	$7,79 \pm 0,01^a$	$7,76 \pm 0,03^a$	$7,78 \pm 0,04^a$
Amonio (mg L^{-1})	$0,05 \pm 0,007^a$	$0,003 \pm 0,006^a$	$0,003 \pm 0,006^a$	$0,00 \pm 0,00^a$

5.7. Costos de producción

Se muestran los costos de la dieta en kg de alimento, donde se observa a que producir alimento con *P. volubilis* es de menor costo para la alimentación de alevines de *Piaractus brachypomus*.

Tabla 8 Costo de la dieta control por kg de alimento

Insumos	Precio por kg (S/.)	Costos de alimento (S/.)			
		Tc	T1	T2	T3
harina de pescado	4.5	2.30	1.72	1.15	0.57
harina de <i>P. volubilis</i>	3.5	0.00	0.45	0.89	1.34
harina de maíz	1.5	0.26	0.26	0.26	0.26
harina de trigo	1.8	0.25	0.25	0.25	0.25
P olvillo de arroz	1.3	0.12	0.12	0.12	0.12
pasta de algodón	1	0.05	0.05	0.05	0.05
aceite de soya	4.5	0.14	0.14	0.14	0.14
premix	3	0.01	0.01	0.01	0.01
Total (S/.)	21.1	S/. 3.13	S/. 3.00	S/. 2.87	S/. 2.74

Asumiendo el costo de la dieta control S/. 3.13 y el costo en 75% de sustitución de harina de pescado por harina de *P. volubilis* S/. 2.74, tenemos un ahorro de S/. 0.39 por kg; si aunamos a ello que las digestibilidades de los insumos principales tanto harina de pescado como harina de *P. volubilis* son similares, proyectando una granja

de producción de *P. brachypomus* a nivel de alevinaje de 1000 000 que son obtenidos en el periodo de 2 meses con un coeficiente de conversión de 1:1.5, tendríamos un gasto en alimento de 7500 kg para cada dieta con harina de pescado y harina de torta de *P. volubilis*, que a los costos presentados tendríamos un ahorro en la dieta reemplazando la harina de pescado hasta con el 75% de harina de torta de *P. volubilis*, un ahorro de 12.46%.

VI. DISCUSIÓN

Los resultados muestran que dietas con niveles de inclusión del 0, 25, 50 y 75% de harina de *P. volubilis*, no muestran diferencias significativas ($p > 0,05$) tanto en el crecimiento en talla y peso total al final del experimento (60 días de crianza). Estos resultados sugieren que con un mayor tiempo de crianza probablemente no se podría evidenciar significancia en el crecimiento ya que Villa y García (2009) en alevines de banda negra *Myleus schomburgkii* alimentados con niveles del 45, 55, 65 y 75% de harina de *P. volubilis* en dietas durante 168 días de crianza, no encontraron diferencias significativas en el crecimiento. En tanto Colquehuanca (2015) quien también trabajó con paco *P. brachypomus*, pero con juveniles, encontró el mayor crecimiento con el 20% de torta de *P. volubilis*. Por su parte Cardoso y Flores (2013), determinaron el mayor crecimiento del peso medio en juveniles de *Colossoma macropomun* con una dieta de sustitución del 50% de harina de pescado por harina de *P. volubilis*. Así también Ruiz y Vela (2007), no encontraron diferencias significativas en el peso y la talla final en alevines de *C. macropomun* al emplear inclusiones del 0, 10, 20 y 30% de torta de *P. volubilis*.

Por otro lado, si bien es cierto que no hubo diferencias significativas en el peso y talla total al final del experimento, es necesario indicar que si se encontraron diferencias significativas en estos dos parámetros entre los 15, 30 y 45 días de experimentación (solo para el peso fue a los 30 y 45 días). En el caso de la talla total a los 15 días y con $4,903 \pm 0,24$ cm y con el 75% de torta de *P. volubilis*, este fue significativamente superior ($p < 0,05$) a una talla de $3,305 \pm 1,86$ cm con el 0% de torta de *P. volubilis*. Estos datos de la talla total con el 75% y 0% de torta de *P. volubilis* fueron superiores e inferiores comparado a lo reportado por Carbajal & De la Cruz (2014) quienes obtuvieron $4,09 \pm 0,32$ cm con 20% de harina de ensilado de guayaba *Psidium guajava* en *Oreochromis niloticus*.

A los 30 días las diferencias significativas de la talla total se presentaron entre los tratamientos con el 75% y 25% de torta de *P. volubilis* ($5,956 \pm 0,265$ y $5,336 \pm 0,87$ cm). Así también a los 45 días las diferencias significativas en la talla total se presentaron entre el tratamiento con 25% de TSI y todos los demás. Por el contrario, Torres (2017) no encontró diferencias significativas en el mismo periodo de evaluación (30 y 45 días) para la talla total al emplear 0, 10, 20 y 30% de torta de *P.*

volubilis en alevines de *P. brachypomus*. En el caso del peso total a los 30 45 días se pueden evidenciar diferencias significativas entre los tratamientos con el 75% y 25% ($3,640 \pm 0,49$ y $2,516 \pm 0,12$ g; $7,626 \pm 0,22$ y $5,890 \pm 0,34$ cm).

La velocidad de crecimiento expresada como el crecimiento diario en peso y talla al final del experimento vario desde $0,379 \pm 0,03$ a $0,430 \pm 0,04$ g.d⁻¹ y $0,119 \pm 0,00$ a $0,084 \pm 0,04$ cm.d⁻¹ y no fue posible encontrar diferencias significativas entre todos los tratamientos. Estos resultados fueron superiores a lo reportado por Carbajal & De la Cruz (2014) en dietas con harina de ensilado de guayaba *P. guajava* en alevines de *O. niloticus*. Sin embargo Cardoso y Flores (2013) han hallado velocidades de crecimiento en peso superiores a las del presente estudio pero en juveniles de gamitana *C. macropomun* de $4,25 \pm 0,21$ g.d⁻¹ al reemplazar el 50% de la harina de pescado con torta de *P. volubilis*.

La tasa de crecimiento específico en peso determinado para los alevines de *P. brachypomus* no fue significativamente diferente entre tratamientos y este vario desde un máximo de $4,52 \pm 0,32$ %g.d⁻¹ con el 25% de TSI a $3,20 \pm 1,76$ %g.d⁻¹ con el 50% de TSI. Estos resultados difieren mucho a lo reportado por Villa y Garcia (2009) en donde obtuvieron valores desde 0,25; 0,29 y 0,38% g.d⁻¹, en dietas con niveles de inclusión de 55, 65 y 75% harina de *P. volubilis*, para alevines de banda negra *M. schomburgkii* (alevines de 25 g de peso inicial). Así también nuestros resultados difieren con Ruiz y Vela (2007) quienes reportaron valores de TCE de 1,46; 1,55 y 1,36% día⁻¹ con niveles de inclusión del 10, 20 y 30% de torta de *P. volubilis* en alevines de *colossoma macropomun*; pero la diferencia que fueron alevines de 20 g de peso promedio inicial.

Estos resultados del buen desempeño en el crecimiento de los alevines de *P. brachypomus* del presente experimento, en primer lugar se deberían a que las dietas tenían al menos el requerimiento de proteína adecuado para la especie en estudio tal y como lo reportado por Vásquez-Torres (2002). En segundo lugar se debería a la alta digestibilidad de la torta de *P. volubilis* reportada por Jara *et al.* (2015) quienes reportan un 97,33 y 96,77 % de digestibilidad aparente para la materia seca y proteína en dietas para trucha arco iris. Del mismo modo Salinas (2017) encontró un 83% de digestibilidad aparente para la materia seca en dietas extruida para juveniles de *Arapaima gigas*. Así también los resultados del buen desempeño en el crecimiento de los alevines de *P. brachypomus* se debería al hábito alimenticio de la especie; es decir

el *P. brachypomus* es un pez de hábitos omnívoros, con tendencia al consumo de frutas y semillas (Lucas, 2008) en donde su dieta está básicamente constituida por alimentos vegetales, de los cuales hasta un 98% corresponden a frutas y semillas (Vásquez-Torres *et al.*, 2013). Es así y debido a su condición de pez omnívoro presupone una gran capacidad digestiva para aprovechar eficientemente la proteína proveniente de alimentos de diferente naturaleza, incluidos los de origen animal.

La conversión del alimento en el experimento con el 25 y 75% de TSI fueron de $1,44 \pm 0,14$ y $1,53 \pm 0,17$, sin encontrarse diferencias significativas ($p > 0,05$) con $1,73 \pm 0,29$ y $3,47 \pm 3,26$ con el 0 y 50% de TSI. Estos resultados son similares a lo reportado por Cardoso y Flores (2013) en *Colossoma macropomun*, pero con la diferencia que estos autores trabajaron con juveniles y emplearon niveles de inclusión del 10 y 21% de torta de *P. volubilis*. Del mismo modo nuestros resultados son similares a lo encontrado por Villa y García (2009) en alevines de banda negra *M. schomburgkii* alimentado con un nivel del 55% de harina de *P. volubilis* en la dieta durante 168 días de crianza. Por el contrario nuestros resultados difieren a lo reportado por Colquehuanca (2015) en donde determinó valores de conversión alimenticia desde 2,8 a 3 con niveles de inclusión del 10, 20 y 30% de torta de *P. volubilis*; pero con la diferencia que este autor trabajo con juveniles de *P. brachypomus*. Así también nuestros resultados son diferentes a lo reportado por Ruiz y Vela (2007) en donde encontró valores de conversión alimenticia desde 2,13 a 2,41 en alevines de *Colossoma macropomun* al emplear niveles del 10, 20 y 30% torta de *P. volubilis*. En general los resultados obtenidos de este parámetro se encuentran dentro del rango normal para peces según lo indicado por Parker (1987) y De Silva y Anderson (1995).

Se determinó la eficiencia alimenticia sin encontrarse diferencias significativas ($p > 0,05$) entre tratamientos; sin embargo los mejores resultados se obtuvieron con el 0% ($69,42 \pm 6,72\%$) y 75% de TSI ($65,88 \pm 8,20\%$). Estos resultados fueron superiores a lo reportado por Ruiz (2013) en donde reporta un valor de eficiencia de alimentación del 30% para alevines de *Colossoma macropomun* con una dieta del 41,5% de torta de soya. Así también nuestros resultados fueron superiores con lo reportado por Rodríguez (2013) en donde reporto un valor desde 33 a 39% en alevinos de banda negra *M. schomburgkii* con dietas con niveles de inclusión de torta de soya del 10, 16 23 y 29%, respectivamente.

En el incremento de la biomasa al final del experimento, se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos con el 0% ($271,2 \pm 3,53$ g) y el 25% ($212,5 \pm 17,18$ g) de TSI y entre el 25% ($212,5 \pm 17,18$ g) y el 75% ($268,4 \pm 23,39$ g) de TSI. En tanto Morillo *et al.* (2013) no encontró diferencias significativas ($p > 0,05$) en este parámetro al emplear 40% de harina de chachafruto *Erythrina edulis* en alevines de *C. macropomum*

Al final del ensayo, la sobrevivencia se registró en 100% para todos los tratamientos, lo cual difiere en un 0,8% a lo encontrado por Chaverra *et al.* (2017), quienes reportaron un 99,2% de supervivencia en juveniles de *P. brachypomus* y en un tiempo de 60 días de experimentación. Estos resultados obtenidos en la supervivencia del presente experimento nos estarían indicando que la torta de *P. volubilis* (TSI) puede ser utilizada sin afectar tal parámetro sobre los alevines de *P. brachypomus*.

Los parámetros de calidad del agua de los acuarios de crianza de *P. brachypomus*, estuvieron dentro de los reportados para el ambiente natural de la especie (Carolsfeld *et al.*, 2003; Martelo *et al.*, 2008) y en condiciones de crianza en cautiverio (Poleo *et al.*, 2011; Chaverra *et al.*, 2017; Tafur *et al.*, 2009).

VII. CONCLUSIONES

- No se encontraron diferencias significativas ($p>0,05$) en el crecimiento en peso y talla de los alevines de *P. brachypomus*, con el 0, 25, 50 y 75 % de sustitución de harina de pescado por harina de tota de *P. volubilis*, en laboratorio.
- No se encontraron diferencias significativas ($p>0,05$) en la velocidad de crecimiento en peso y talla de los alevines de *P. brachypomus*, con el 0, 25, 50 y 75 % de sustitución de harina de pescado por harina de tota de *P. volubilis*, en laboratorio.
- No se encontraron diferencias significativas ($p>0,05$) en la tasa de crecimiento en peso y talla de los alevines de *P. brachypomus*, con el 0, 25, 50 y 75 % de sustitución de harina de pescado por harina de tota de *P. volubilis*, en laboratorio
- No se encontraron diferencias significativas ($p>0,05$) en la conversión alimenticia y eficiencia alimenticia en alevines de *P. brachypomus*, con el 0, 25, 50 y 75 % de sustitución de harina de pescado por harina de tota de *P. volubilis*, en laboratorio
- La supervivencia fue del 100% en todos los tratamientos.
- El costo de producción de alimento para las dietas proyectado con el 75% de reemplazo de harina de pescado por harina de torta de *P. volubilis* fue de 12.46% de ahorro.
- Es posible el uso de harina de torta de *P. volubilis* en reemplazo de hasta un 75% por harina de pescado sin tener efectos negativos en la nutrición en alevines de *P. brachypomus*, en laboratorio.

VIII. RECOMENDACIONES

- Evaluar el uso de 75% de harina de torta de *P. volubilis* en la dieta en un mayor tiempo de crianza.
- Evaluar diferentes concentraciones superiores al 75% de harina de torta de *P. volubilis* en la dieta.
- Evaluar la digestibilidad aparente de torta de *P. volubilis* en sustitución al 75%.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araujo-Daikiri, T., F. Célio. & J. Dairiki, 2018. Seeds of sacha inchi (*Plukenetia volubilis*, Euphorbiaceae) as a feed ingredient for juvenile tambaqui, *Colossoma macropomum*, and matrinxã, *Brycon amazonicus* (Characidae). *Acta Amazonica*, 48(1), 32-37. <https://dx.doi.org/10.1590/1809-4392201700753>
- Banco Central de Reserva del Perú (BCRP). Página web <www.bcrp.gob.pe>
- Banco Central de Reserva del Perú (BCRP). (2000-2008). Síntesis económica de San Martín. Página web <www.bcrp.gob.pe/proyeccioninstitucional/sucursales/iquitos/sanmartin.html#Informe>.
- Bello, R., L. De González, Y. La Grave, L. Pérez, N. Prada, J. Salaya & J. Santacana. 1989. Monografía sobre el cultivo de cachama "*Colossoma macropomum*" en Venezuela. *En*: Hernández A. (Comp.). Cultivo de *Colossoma*. Red Regional de entidades y Centros de Acuicultura de América Latina. Caracas, Venezuela. 144-167 p.
- Benites, E. & C. Venegas. 2003. Guía para el cultivo de Cachama. 1era. edic. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador. 12-23p.
- Betancourth, L.C.F. 2013. Aprovechamiento de la torta residual de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo) mediante extracción por solventes de su aceite. Tesis como requisito parcial para optar al título de: Magister en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Universidad de Manizales. Colombia. 32p.
- Cabello, A., Figuera, E., Ramos, M. & Villegas, L. 1995. Nuevos Productos Pesqueros en la Dieta del Venezolano. FONAIAP. *Divulga*. 12(49):19-23pp.
- Carbajal, J. & V. De La Cruz. 2014. Efecto de la inclusión de harina de ensilado de *Psidium guajava* "guayaba" en dietas, en el crecimiento y supervivencia de alevines de *Oreochromis niloticus* "tilapia nilótica" en laboratorio. Tesis de Pregrado para Optar el Título de Biólogo Acuicultor, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional del Santa. Nuevo Chimbote, Perú. 54p.
- Cardoso, M. & F. Flores. 2013. Influencia de torta de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en dieta peletizada sobre el crecimiento, composición bromatológica y características sensoriales de gamitana (*Colossoma macropomun*) durante la fase de engorde. Tesis para título profesional de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto, Perú.
- Carolsfeld, J., B. Harvey, C. Ross & A. Baer. 2003. *Migratory Fishes of South America*. Washington DC: The International Bank for Reconstruction and Development.
- Colquehuanca., E. 2015. Efecto de diferentes niveles de dietas alimentarias en base a torta de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) en la alimentación de paco (*Piaractus brachypomus*) en la Región Madre de Dios. Tesis para título

profesional de Licenciado en Biología. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.

- Chaverra, S., J. García & S. Pardo. 2017. Biofloc effect on juvenils Cachama blanca *Piaractus brachypomus* growth parameters. *Rev. CES Med. Vet. Zoot.*, 12(3): 170-180.
- Chirinos O., L. Adachi, F. Calderón, R. Díaz R, L. Larrea, G. Mucha & L. Roque. 2009. Exportación de sachá inchi al mercado de Estados Unidos. Ediciones ESAN.
- Deza S., S. Quiroz, M. Rebaza & C. Rebaza. 2002. Efecto de la densidad de siembra en el crecimiento de *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818) “paco” en estanques seminaturales de Pucallpa. *Folia Amazónica*, 13: 1-2.
- De Silva, S.S & Anderson, T.A. 1995. Fish nutrition in aquaculture. London: Chapman & Hall. London. 319p
- Díaz, F. & R. López. 1993. El cultivo de la cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) y de la cachama negra (*Colossoma macropomum*). Fundamentos de acuicultura continental. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. Bogotá, Colombia. 286 p.
- Díaz, H. 2004. Efecto de la suplementación con ensilaje de residuos de una planta procesadora de tilapia (*Oreochromis niloticus*) sobre el consumo voluntario y la digestibilidad de nutrientes de heno de gramíneas y leguminosas tropicales. Universidad de Puerto Rico.
- FAO, 2018. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018. Organización de las naciones Unidas para la pesca y la Acuicultura.
- García-Ayala, J., J. Villa-Lavy & L. Mori-Pinedo. 2012. Efecto de cuatro niveles proteicos provenientes de la harina sachá inchi *Plukenetia volubilis* (EUPHORBIACEAE) en el crecimiento de alevinos de banda negra *Myleus schomburgkii* (PISCES, SERRASALMIDAE) criados en cautiverio. *Folia Amazónica*, 21(1-2), 53-62.
- Gómez, F. 2002. Transportation of tambaqui juveniles (*Colossomamacropomum*) in Amazon. *WorldAquaculture*, 33: 51-53.
- Glencross, B., D. Blyth, S. Irvin, N. Bourne, M. Campet, P. Boisot & N. Wade. 2015. An evaluation of the complete replacement of both fishmeal and fish oil in diets for juvenile Asian seabass, *Latescalcarifer*. *Aquaculture*, 451: 298-309.
- Gutierrez F., J. Zaldívar & G. Contreras. 2009. Coeficientes de digestibilidad aparente de harina de pescado peruana y maíz amarillo duro para *Colossoma macropomum* (Actinopterygii, Characidae). *Rev. peru. biol.* 15(2): 111- 115.

- Gutiérrez, F., M. Quispe, L. Valenzuela, G. Contreras & J. Zaldívar. 2010. Utilización de la proteína dietaria por alevinos de la gamitana, *Colossoma macropomum*, alimentados con dietas isocalóricas. *Rev. Perú. Biol.*, 17(2): 219-223.
- Gutiérrez, M., M. Yossa & W. Vásquez, W. 2011. Digestibilidad aparente de materia seca, proteína y energía de harina de vísceras de pollo, quinua y harina de pescado en tilapia nilótica, *Oreochromis niloticus*. *Revista ORINOQUIA - Universidad de los Llanos - Colombia*. 15(2)169-179.
- Jara, E., V. Vergara & R. Camacho. 2015. Determinación de la digestibilidad y energía digestible de la torta de sachá inchi (*Plukenetia volubilis linneo*) extruída en trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). Publicaciones del Laboratorio de Investigación en Nutrición y Alimentación de Peces y Crustáceos – LINAPC. 4: 2p.
- Kim, H., W. Jung, S. Myung, S. Cho & D. Kim. 2014. Substitution effects of fishmeal with tuna by product meal in the diet on growth, body composition, plasma chemistry and amino acid profiles of juvenile olive flounder (*Paralichthys olivaceus*). *Aquaculture*, 431: 92-98.
- Labib, E., M. Zaki & H. Mabrouk. 2012. Nutritional studies on partial and total replacement of fishmeal by jojoba meal (*Simmondsia chinensis*) in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings diets. *APCBEE Procedia*, 4:196-203.
- Li, P., J. Wang, Z. Song, L. Zhang, H. Zhanga, X. Li & Q. Pana. 2015. Evaluation of soy protein concentrate as a substitute for fishmeal in diets for juvenile starry flounder (*Platichthys stellatus*). *Aquaculture*, 448: 578-585.
- Lucas, C. 2008. Within flood season variation in fruit consumption and seed dispersal by two characin fishes of the Amazon. *Bitropica*, 40: 581-589.
- Llanes, J., A. Borquez, J. Toledo & J. Lazo. 2010. Digestibilidad aparente de los ensilajes de residuos pesqueros en tilapias rojas (*Oreochromis mossambicus* x *O. nilotus*). Universidad Católica de Temuco. Chile. *Revista de Zootecnia Trop.* 28(4) 499-505.
- Martelo, J., K. Lorenzen, M. Crossa & D. McGrath. 2008. Habitat associations of exploited fish species in lower Amazon-floodplain system. *Freshwater Biology*, 53: 2455-2464.
- Machado-Allison, A. 1982. Estudios sobre la sub-familia Serrasalminae (Teleostei, Characidae). Parte 1: Estudio comparado de los juveniles de la “cachama” de Venezuela (géneros *Colossoma* y *Piaractus*). *Acta. Biol. Venez.*, 11(3):1-101.
- Manco, C.E. 2005. Cultivo de Sachá inchi. San Martín. INIEA – Sudirgeb - EEA. El Porvenir, Perú. 2-3 p.
- Mondragón, I. 2009. Estudio farmacognóstico y bromatológico de los residuos industriales de la extracción del aceite de *Plukenetia volubilis* L. (Sachá inchi).

Tesis para optar al Título Profesional de Químico Farmacéutica. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

- Onudi 2017. La Cadena de valor acuícola Amazonia en Perú. Un diagnóstico de cadena de valor.
- Parker, N.C.1987. Feed conversion indices: controversy or convention. *The Progressive Fish-Culturist*. 49(3):161-166.
- Produce 2016. Anuario estadístico pesquero y acuícola 2016. La actividad productiva del sector en números.
- Produce, 2017. Anuario estadístico pesquero y acuícola 2016. La actividad productiva del sector pesquera en números.
- Ruiz, C., C. Díaz, J. Anaya & R. Rojas. 2013. Análisis proximal, antinutrientes, perfil de ácidos grasos y de aminoácidos de semillas y tortas de 2 especies de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* y *Plukenetia huayllabambana*). *Rev. Soc. Quím. Perú*, 79(1).
- Saldaña, G., L. Campoverde & R. Loaysa. 2007. Efecto comparativo entre una dieta experimental y una dieta comercial en el crecimiento y supervivencia de alevines de *Oreochromis sp* "Tilapia Roja" en condiciones de laboratorio. proyecto de investigación 2007. Universidad nacional del santa.
- Salinas, P. 2017. Determinación de la digestibilidad y energía digestible de la torta de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* linneo) cruda en paiche (*Arapaima gigas*).
- Stech, M.R. & D.J. Carneiro. 2015. Processed soybean in diets for pacu (*Piaractus mesopotamicus*). *Acta Scientiarum - Animal Sciences*, 37(1):1-8.
- Ruiz, J. & E. Vela. 2007. Utilización de la Torta de Sachá Inchi, *Plukenetia volubilis* (euphorbiaceae) en raciones para alevinos de gamitana, *Colossoma macropomum* (Serrasalminidae) criados en jaulas flotantes. Tesis título profesional de Biólogo. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos, Perú.
- Tafur, J., F. Alcántara, M. Del Águila, R. Cubas, L. Mori-Pinedo y F. Chu-Koo. 2009. Paco *Piaractus brachypomus* y gamitana *Colossoma macropomum* criados en policultivo con el bujurqui-tucunaré, *Chaetobranchius semifasciatus* (Cichlidae). *Folia Amazónica*, 18 (1-2): 97-104.
- Torres, H. 2017. "Inclusión de la torta de sachá inchi, *plukenetia volubilis* (euphorbiaceae) en dietas para alevinos de paco, *piaractus brachypomus* (cuvier, 1818) criados en corrales en el centro de investigación "Carlos Miguel Castañeda Ruiz", IIAP - San Martín-Perú". Tesis para título profesional de Biólogo Acuicultor. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos, Perú.
- Van Vo, B., D. Bui, H. Nguyen & R. Fotedar. 2015. Optimized fermented lupin (*Lupinus angustifolius*) inclusion in juvenile barramundi (*Lates calcarifer*) diets. *Aquaculture*, 444: 62-69.

- Vásquez-Torres W., M. Pereira-Filho & J. Arias-Castellanos. 2002. Estudos para composição de uma dieta referência semipurificada para avaliação de exigências nutricionais em juvenis de pirapitinga, *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818). Rev. Brasil. Zootecn. 31: 283-292.
- Vásquez-torres, W. 2005. A pirapitinga, reprodução e cultivo. In: Baldisserotto, B.; Gomes, L. de C. (Ed.). Espécies nativas para piscicultura no Brasil. Santa Maria: UFSM. 203-223p.
- Vásquez-Torrez, W., M. Yossa & M. Gutiérrez-Espinosa. 2013. Digestibilidad aparente de ingredientes de origen vegetal y animal en la cachama. Pesq. agropec. bras., Brasília, 48 (8): 920-927.
- Vásquez, D. 2016. Aprovechamiento de subproductos de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.): Desarrollo de un producto alimenticio, empleando harina proveniente de torta residual en la extracción del aceite. Trabajo de grado para optar por el título de Magíster en Innovación Alimentaria y Nutrición. Corporación Universitaria Lasallista.
- Vergara, R., S. Ferrer, R. Camacho, P. Bustamante & C. Armas. 2011. Evaluación de diferentes cinco niveles de torta de sachá inchi cruda en reemplazo de la proteína de la torta de soya en dietas para alevines de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). 14 p.
- Victoria, N., P. Leterme. & C. Espejo. 2003. Valor nutricional de la soya integral para la tilapia roja. Universidad Nacional de Colombia. 18p.
- Villa, J., L. James, A. García & L. Mori. 2012. Efecto de cuatro niveles protéicos provenientes de la Harina de Sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) en el crecimiento de alevinos de banda negra (*Myleus schomburgkii*) criados en jaulas. UNAP. Iquitos, Perú. 18p.
- Villa, C. & J. García. 2009. Uso de la harina de Sachá inchi, *Plukenetia Volubilis* (Euphorbiaceae) en dietas para alevinos de banda negra, *Myleus schomburgkii* (Pisces, Serrasalminidae) criados en jaulas en el centro de investigación, experimentación y enseñanza-piscigranja quistococha-FCB- UNAP. Tesis para título profesional de Biólogo Acuicultor. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos, Perú.
- Viegas, E., D. Carneiro, E. Urbinati & E. Malheiros. 2008. Farelo de canola em dietas para o pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg 1987): efeitos sobre o crescimento e a composição corporal. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., 60(6): 1502-1510.

X. ANEXOS

Anexo 1: Análisis proximal de las dietas experimentales con diferentes niveles de torta de *P. volubilis* para *P. brachypomus*



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

“COLECBI” S.A.C.

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

Pág. 1 de 1

INFORME DE ENSAYO N° 0577-16

SOLICITADO POR : **CARMEN RODRIGUEZ BOBADILLA.**

DIRECCIÓN : **Juan Pablo segundo Mz A Lt 20 CASMA**

PRODUCTO DECLARADO : **ALIMENTO PARA PECES.**

CANTIDAD DE MUESTRA : **03 muestras x 200g**

PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : **En bolsa de polietileno cerrada.**

FECHA DE RECEPCIÓN : **2016-02-29**

FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : **2016-02-29**

FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO : **2016-03-01**

CONDICIÓN DE LA MUESTRA : **En buen estado.**

ENSAYOS REALIZADOS EN : **Laboratorio Físico Químico.**

CODIGO COLECBI : **SS 000296-16**

RESULTADOS

ENSAYOS	MUESTRA T - 1	MUESTRA T - 2	MUESTRA T - 3
Proteínas (%) Factor 6,25	35,86	35,10	35,81
Humedad (%)	12,2	13,3	13,6
Grasa (%)	9,78	7,34	6,44
Cenizas (%)	6,55	7,51	6,29
Fibra (%)	1,72	1,12	0,89
Carbohidratos (%)	34,89	35,63	36,97

METODOLOGIA EMPLEADA

Proteínas : UNE-EN ISO 5983-2 Parte 2 Dic. 2006.
Humedad: NMX - F- 289 - 1993
Grasa : UNE 64021 1970
Cenizas : UNE 64019 1971
Fibra : NMX-F-090-1978
Carbohidratos : Cálculo

NOTA :

- Muestra recepcionada en Laboratorios COLECBI S.A.C.
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra ensayada.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Marzo 01 del 2016.
DVY/jms

Dennis M. Vargas Yepéz
Jefe de Laboratorio
Físico Químico
COLECBI S.A.C.

LC-MP-HRIE
Rev. 03
Fecha 2012-07-27

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION ESCRITA DE COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A- Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752
Nextel: 839*2893 - RPM # 902995 - Apartado 127
e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
Web: www.colecbi.com

Anexo 2: Unidades experimentales empleados en la ejecución del proyecto con alevines de *P. brachyomus* - laboratorio de acuicultura continental y nutrición



Anexo 3: Ultimo muestreo en peso y talla de Alevines de *P. brachyomus* utilizados en el experimento



Anexo 4: Elaboración de la dietas control y experimental.

