

Harina de torta de “Sacha Inchi” (*Plukenetia volubilis*) en dietas balanceadas para juveniles de camarón (*Penaeus vannamei*)

Sacha Inchi (Plukenetia volubilis) cake meal in balanced diets for juvenile shrimp (Penaeus vannamei)

¹José Miguel Lucas Marcillo

Maestría de Investigación en Acuicultura, Universidad Técnica de Manabí (UTM), Escuela de Acuicultura y Pesquería (EAP), Bahía de Caráquez, Cantón Sucre, Manabí. Ecuador. 131401

✉ miguelucas83@hotmail.com

 ORCID: 0000-0000-0000-0000

²Isea Ramón León Fernando

Grupo de Investigación en Sanidad Acuícola e Inocuidad y Salud Ambiental (SAISA). UTM, EAP, Bahía de Caráquez, Cantón Sucre, Manabí. Ecuador. 131401

✉ fernandoisea77@gmail.com

 ORCID: 0000-0002-3766-5108

³Juan José Bernal Zambrano

Grupo de Investigación en Sanidad Acuícola e Inocuidad y Salud Ambiental (SAISA). UTM, EAP, Bahía de Caráquez, Cantón Sucre, Manabí. Ecuador. 131401

✉ juan.bernal@utm.edu.ec

 ORCID: 0000-0002-6371-2676

Recepción: 17 de marzo de 2021 / Aceptación: 25 de marzo de 2021 / Publicación: 31 de julio de 2021

Resumen

Evaluar el efecto de la sustitución parcial y total de harina de pescado por harina de torta de “sacha inchi” (*Plukenetia volubilis*) en dietas para el cultivo de juveniles de camarón (*P. vannamei*) es el objetivo planteado de la investigación. Se aplicaron cuatro tratamientos: T-1 (50% harina de sachá inchi, HSI +50% harina de pescado-HP), T2 (75% HSI +25% HP), T3 (100% HSI) y T4 (100% HP control), con tres repeticiones, es decir 12 unidades experimentales. Se utilizaron 360 juveniles de (*P. vannamei*) con peso total de $0,35 \pm 0,01$ g y longitud total $3,70 \pm 0,17$ cm respectivamente, distribuidos al azar en recipientes de pvc de 30 cm de alto por 59,5 cm de ancho y fondo de 38,7 cm, con un volumen operativo de 45 litros y 30 camarones por replica. La duración del experimento fue de 20 días, bajo un diseño completamente aleatorio, la ganancia de talla y peso fueron influenciadas significativamente ($p < 0,05$) por las dietas formuladas. La mayor ganancia en peso (1,26 g) fue el T-4, seguido del T1 (1,13 g). En tallas no hubo diferencias entre el T1 y T4 (2,28 cm y 2,27 cm, respectivamente, presentando los menores valores para el T2 y T3. La supervivencia fue del 100% en todos los tratamientos. Se podría sustituir hasta un 50% la HP por HSI sin afectar los parámetros de crecimiento en juveniles del camarón.



Palabras clave: dietas balanceadas; crecimiento; talla; peso; supervivencia

Abstract

The objective of the research was to evaluate the effect of partial and total substitution of fish meal by sachu inchi (*Plukenetia volubilis*) cake meal in diets for the culture of juvenile shrimp (*P. vannamei*). Four treatments were used: T-1 (50% sachu inchi meal, HSI +50% fish meal-HP), T2 (75% HSI +25% HP), T3 (100% HSI) and T4 (100% HP control), with three replicates, i.e. 12 experimental units. A total of 360 juvenile (*P. vannamei*) with a total weight of 0.35 ± 0.01 g and total length of 3.70 ± 0.17 cm, respectively, were randomly distributed in pvc containers 30 cm high by 59.5 cm wide and 38.7 cm deep, with an operating volume of 45 liters and 30 shrimp per replicate. The duration of the experiment was 20 days, under a completely randomized design, length and weight gain were significantly influenced ($p < 0.05$) by the formulated diets. The highest weight gain (1.26 g) was in T-4, followed by T1 (1.13 g). In length there were no differences between T1 and T4 (2.28 cm and 2.27 cm, respectively), presenting the lowest values for T2 and T3. Survival was 100% in all treatments. HP could be replaced by 50% HSI without affecting growth parameters in juvenile shrimp, but higher levels affect growth and could be associated with some limiting amino acid.

Keywords: balanced diet; increase; size; weight; survival

Introducción

La industria de producción acuícola integra al conjunto de actores económicos que se dedican a la cría o el cultivo -incluida la recolección- de organismos acuáticos como peces, moluscos, crustáceos, plantas, entre otros (Acebo, 2018). Este sector ha contribuido en la economía nacional ecuatoriana en gran porcentaje de su PIB, llegando a ocupar el primer lugar en la lista de exportaciones no petroleras. De acuerdo a las cifras del Banco Central de Ecuador [BCE], Ecuador vendió al mundo \$ 2600 millones en camarón en el 2014, superando incluso al banano que exportó \$ 2500 millones en ese período; el camarón se cultiva en cuatro provincias costeras: Esmeraldas, Guayas, El Oro y Manabí; a lo largo de los 2859 km. de costa, la provincia de Guayas es la que más hectáreas tiene cultivadas. Según la encuesta realizada por PRO ECUADOR, en el 2016 se produjeron mundialmente 1032 millones de toneladas métricas de alimento para el consumo animal, de las cuales Ecuador tubo una cantidad aproximada de 2.5 millones de toneladas, donde se destaca la elaboración de balanceado para pollos de engorde, acuicultura y gallinas ponedoras, los cuales concentran el 80% de la fabricación nacional de estos productos (Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones-Ecuador [PRO ECUADOR], 2017).

La alimentación constituye el elemento principal del costo de producción en la camaronicultura y debido a este hecho es considerado como el factor de mayor importancia económica como productiva de esta actividad; en vista de esto, se ha desarrollado mucha investigación acerca de los requerimientos nutricionales de las diferentes especies de camarón que se cultivan en el mundo, y cada vez se diseñan dietas que garantizan cumplir con todas las necesidades de estos organismos. Por otro lado, los trabajos científicos y técnicos han incluido también factores relacionados con

los métodos de alimentación debido a que son de interés para los productores (Vega, Nolasco, Civera, Gonzáles y Oliva, 2000).

En Ecuador la actividad acuícola está creciendo en un nivel productivo de gran escala, donde se utilizan alimentos balanceados que contienen gran cantidad de proteína de origen animal para diferentes etapas de cultivo como: reproducción, larva, pre-cría y engorde, siendo la harina de pescado una de las principales fuentes por su alto contenido en proteínas (60 – 75%) representando entre el 30 y 50% de la fórmula de los alimentos balanceados, esta particularidad unida al efecto que tiene en el crecimiento la han convertido en una de las principales materias primas empleadas en la formulación de alimentos balanceados debido a que cubre el requerimiento principal como un nutriente esencial del organismo en cultivo (Coronel, 2015).

La elaboración de dietas nutricionalmente balanceadas es el principal factor que afecta la acuicultura intensiva (Turker, et al., 2005), excediendo el 70 % de los gastos totales de producción (Abimorad y Carneiro, 2004), por tanto se requiere realizar varios estudios sobre la utilización de ingredientes alternativos con alto porcentaje de proteína, con el fin de reducir y optimizar costos de producción de alimentos balanceados a través de la sustitución parcial o total de aquellos ingredientes altamente demandados como son: la harina de pescado (HP) y la pasta de soya (PS), los cuales representan hasta el 45% de incorporación en los alimentos para organismos acuáticos (Coronel, 2015). Otras fuentes proteicas de origen animal han sido las harinas de cárnicos (res, cordero, aves de corral), y de origen vegetal como las harinas de oleaginosas, canola, semillas de algodón, maní, cereales como el trigo y el maíz. La fuente de proteína de origen vegetal más importante que se ha estudiado y la más comúnmente empleada en los balanceados comerciales es la harina de soya puesto que además de tener un buen contenido proteico (35-40%), es uno de los productos de cosechas más abundantes a nivel mundial (Arriaga y Molina, 2003).

Si se tiene en cuenta que el alimento concentrado representa entre el 50% y 70% de los costos de producción, es importante garantizar que este insumo, sea lo más eficiente posible, en términos nutricionales y que además se suministre de manera óptima a los organismos de cultivo. Con base en lo anteriormente expuesto, resulta fundamental la búsqueda y aplicación de materias primas de origen vegetal para reemplazar la harina de pescado. Bautista, Vergara y Suárez (2017), expresan que es importante recalcar que el reemplazo de esta harina no es sólo por aminorar los costos de producción, sino también por razones ambientales, es decir, para mitigar en parte la presión sobre la pesca y el daño a ecosistemas marinos.

Los alimentos para cultivos de camarones todavía dependen de diferentes grados de harina de pescado, debido a su palatabilidad y contenido nutricional en aminoácidos y ácidos grasos esenciales, así como vitaminas y minerales (Amaya, Daves y Rouse, 2007a, b; Suárez et al., 2009). Sin embargo, una reducción o reemplazo de harina de pescado por otra fuente proteica sería deseable como ingrediente alternativo, preferiblemente uno que sea más económico y ecológico (Jatobá et al., 2017).

La Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*), es una planta de la familia Euphorbiaceae, distribuida desde las Antillas menores, Surinam y el sector noroeste de la cuenca amazónica en Venezuela y Colombia hasta Ecuador, Perú, Bolivia y Brasil (Doster, Roque, Brokamp, Cano y La Torre,

2009), de cuyas semillas se extrae aceite de alta calidad nutricional y de este proceso queda como subproducto una torta que actualmente está siendo empleada en la alimentación animal o desechada, influyendo negativamente en la carga ambiental y desperdiciando sus potencialidades nutricionales, ya que posee 57,84% de PC, además de tener ácidos grasos omega tres, seis y nueve en un 2,05; 1,46 y 0,44%, respectivamente (Vásquez, 2016).

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto que tiene la sustitución total y parcial de la harina de pescado por harina de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) en el cultivo de camarón, que por su alto contenido de proteína de 57,84% podría ser una alternativa para la producción de alimento balanceado para el camarón blanco (*Penaeus vannamei*).

Metodología

El trabajo de investigación se realizó en la Sala de Larvicultura de Crustáceos de las instalaciones de la Escuela de Acuicultura y Pesquería (EAP), de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Técnica de Manabí (UTM), ubicada en Bahía de Caráquez, Leónidas Plaza, cantón Sucre, Manabí. Con 10 días de aclimatación y 20 días de ensayo experimental.

Diseño experimental

El experimento se desarrolló bajo un Diseño Completamente Aleatorizado (DCA) con tres réplicas para cada uno de los tratamientos.

Unidades experimentales

Se emplearon 12 unidades experimentales (gavetas) de 45 L de capacidad, en cada una se colocó agua previamente tratada y 30 pre-juveniles $0,35 \pm 0,01$ g de peso promedio. Los camarones se pesaron en grupo en una balanza digital de 0,01 g de precisión y se distribuyeron de forma aleatoria dentro de las gavetas a razón de 30 pre-juveniles/gaveta. Se emplearon tres réplicas por tratamiento. Durante los tres primeros días iniciada la aclimatación, los ejemplares enfermos o muertos fueron sustituidos por otros de tallas y pesos semejantes, al considerarse que dichas afectaciones estaban dadas por el manejo inicial. Diariamente (8:00 horas), se realizó la limpieza del fondo de los tanques para eliminar las heces fecales y restos de alimento no consumido.

Dietas experimentales

Se utilizaron tres dietas de alimentos balanceados experimentales de 50%, 75% y 100% de sustitución de Harina de pescado por Harina de sachá inchi y un control de 0% harina de HSI por 100% HP (Tabla 1), Los ingredientes a Utilizarse fueron harinas de: pescado comercial (HP), sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) (HSI), maíz amarillo (*Zea mays L*) (HMA) y afrecho de arroz (*Oryza sativa L*), (HAA), como suplementos se utilizaron: aceite de pescado, mezclas minerales, mezcla de vitaminas, y carboximetilcelulosa (CMC) como agente aglutinante.

Tabla 1: Tratamientos (Combinación de los niveles de los factores)

TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN
T1	50% de sustitución de harina de pescado por harina de Sacha inchi
T2	75% de sustitución de harina de pescado por harina de Sacha inchi
T3	100% de sustitución de harina de pescado por harina de Sacha inchi
T4 (control)	0% de sustitución de harina de Sacha inchi. 100% harina de pescado

Formulación de alimentos

Se realizó a partir de una matriz Excel con programación lineal, para la determinación de las proporciones de las materias primas que se utilizaron para elaborar los alimentos balanceados experimentales. En esta hoja de cálculo se colocaron los datos fisicoquímicos de las materias primas analizadas.

Elaboración de alimentos balanceados

Luego de tener las proporciones necesarias de las materias primas se procedió a la elaboración de los diferentes alimentos balanceados. Para ellos se pesaron las proporciones de harinas secas (HPC, HSI, HMA, HAA, mezcla de vitaminas, minerales y CMC), y se mezclaron en un equipo mezclador marca DIMETAL. Luego se midió la proporción de aceite de pescado y se adicionó a la mezcla antes mencionada, seguidamente se adicionó agua hasta obtener una masa manejable al tacto que permita darle la forma a los gránulos, posteriormente se colocó la masa en el equipo de molido de carne marca JR, donde se obtuvieron cordones en forma de fideos, los mismos que fueron cortados y tamizados para obtener los pellets de 3 mm de diámetro, que fueron colocados en bandejas de aluminio cubiertas con papel encerado y ubicados en el deshidratador a 55 °C por 24 horas.

Los alimentos balanceados experimentales fueron colocados en envases plásticos para su conservación a 4 °C, hasta su utilización en la fase experimental.

Manejo del sistema

Unidades

Se contó con doce (12) gavetas industriales cerradas de pvc de 30 cm de alto por 59,5 cm de ancho y fondo de 38,7 cm, con un volumen operativo de 45 L con aireación constante. La fuente de agua utilizada fue del estuario, filtrada con bolso de celulosa de 5 micras, se realizó el tratamiento del agua de mar con cloro granulado y se sometió a un proceso de aireación continua y vitamina C para eliminar el exceso.

Durante esta investigación se tomaron diariamente los parámetros fisicoquímicos del agua como:



Temperatura a través de termómetro, oxígeno disuelto con un oxigenómetro, salinidad utilizando un refractómetro y el pH usando un peachímetro digital. Con un fotoperiodo con 12h luz: 12 h oscuridad.

Transporte y aclimatación

Los juveniles de camarón fueron trasladados en tanques de 500 L aireados mediante un cilindro de oxígeno, para su posterior aclimatación en un recipiente circular plástico de 1000L donde se mantuvieron a temperatura ambiente y salinidad del agua tratada. Posteriormente fueron trasladados a las unidades experimentales (gavetas) donde permanecieron por 10 días.

Alimentación

Los juveniles se alimentaron desde el primer día del experimento dos veces al día (08H00 y 16H00) a una tasa de alimentación del 7% de la biomasa total de los organismos.

Parámetros zootécnicos

Los parámetros zootécnicos (biometría); peso y talla se registraron al inicio y al final de la etapa experimental; para determinar el crecimiento de los camarones de cada réplica por tratamiento fueron contados y pesados en una balanza digital de 0,01g de precisión. Se calcularon los indicadores de respuesta nutricional (Tabla 2): Peso medio final de los organismos (Pf); ganancia en peso (GP), factor de conversión del alimenticia (FCA); eficiencia proteica (EP) y supervivencia (S). Con los datos tomados se determinaron los parámetros de crecimiento y supervivencia (Loo Hung, 2003; Martínez, 1987; Heinsbroek, 1990; Robinson et al., 1992; Díaz, 1996).

Tabla 2. Descripción de parámetros zootécnicos y fórmulas de cálculo

PARÁMETROS ZOOTÉCNICOS	
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)	$VCP = \text{Incremento de peso (g)/tiempo (días)}$
Velocidad de crecimiento en talla (VCT)	$VCT = \text{Incremento de talla (cm)/ tiempo (días)}$
Tasa de crecimiento en peso (TCP)	$\% TCP = [(\text{Ln peso final} - \text{Ln peso inicial})/\text{tiempo (días)}] \times 100$
Tasa de crecimiento en talla (TCT)	$\% TCT = [(\text{Ln talla final} - \text{Ln talla inicial})/\text{tiempo (días)}] \times 100$
Conversión alimenticia (CA)	$CA = \text{Consumo de alimento/ganancia de peso}$
Eficiencia alimenticia (EA)	$EA (\%) = [\text{Ganancia de peso (g)/alimento ingerido (g)}] \times 100$
Incremento de biomasa promedio (IBP)	$IBP = \text{Peso final medio (g)} - \text{peso inicial medio (g)}$
Porcentaje de sobrevivencia (S)	$S(\%) = [(\text{Organismos iniciales} - \text{Organismos finales})/\text{O. iniciales}] \times 100$

*(Logaritmo natural)

Variables respuesta

- Y1: Ganancia de peso
- Y2: Ganancia de talla

Análisis de costos

Para el análisis de los costos de producción, se utilizó la metodología en base a una estructura de costo: costos fijos (equipamiento usado) y costos variables (harina de pescado y sachá inchi), considerando únicamente los costos por concepto de alimentación.

Análisis estadístico

El experimento se desarrolló bajo un Diseño Completamente aleatorio (DCA), para evaluar el efecto del factor (dietas) en diferentes tratamientos, a cuyos datos se les realizó un análisis de varianza ANOVA con un nivel de significancia de 0,05% y la separación de medias por Tukey utilizando el programa estadístico INFOSTAT versión libre 2018I.

Resultados

Verificada la distribución normal de los datos ($p \geq 0,05$) por Kolgomorov Smirnov ($n \geq 50$) y homogeneidad ($p \geq 0,05$) por Levene de los mismos, se comprobó mediante al análisis de varianza que la ganancia de peso y talla de pre-juveniles de camarón (*P. vannamei*) fueron influenciadas significativamente ($p \leq 0,05$) por las dietas evaluadas como se resume en la Tabla 3.

Tabla 3. Efecto de las dietas en la ganancia de peso y talla de camarón (*P. vannamei*) (medias*)

Tratamientos	Ganancia de peso (g)	Ganancia de talla (cm)
Efecto de las dietas		
T1 50% HSI	1,13 ^b	2,28 ^a
T2 75% HSI	1,11 ^b	2,08 ^b
T3 100% HSI	0,98 ^c	1,79 ^c
T4 100% HP (control)	1,26 ^a	2,27 ^a
p	<0,0001	<0,0001

(*) Letras distintas dentro de cada columna indican diferencias significativas entre los valores medios, con un 95% de confianza.

Ganancia de peso

En la Tabla 3 y en la Figura 1, según la prueba de Tukey que categoriza los tratamientos en forma descendente, se evidencia que el tratamiento control de (T4) 100% harina de pescado reporta la mayor ganancia de peso (categoría a), es decir diferencia significativa con respecto a los demás; seguido de los tratamientos con 50% y 75% harina de torta de Sacha Inchi (*P. volubilis*) (categoría b) y entre (T1 y T4) no existen diferencias significativas, la menor ganancia de peso (categoría c) corresponde al tratamiento con 100% harina de Torta de Sacha Inchi (T4).

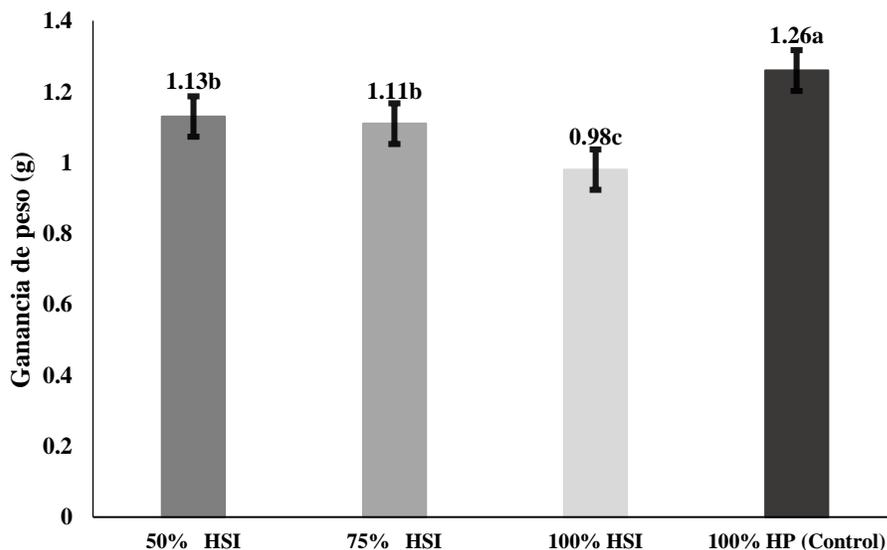


Figura 1. Categorización gráfica de Tukey de la variable Ganancia de peso

Ganancia de talla

La ganancia de talla, categorizada descendentemente por Tukey de la Tabla 3 y Figura 2, demuestra que los tratamientos 50% harina de torta de Sacha Inchi (T1) y 100% harina de pescado (T4) se obtienen las mayores ganancias en talla (categoría a) y entre ellas no hay diferencias significativas, seguidas de los tratamientos con 75% harina de torta de Sacha Inchi (T2) (categoría b) y 100% harina de Sacha Inchi (T3).

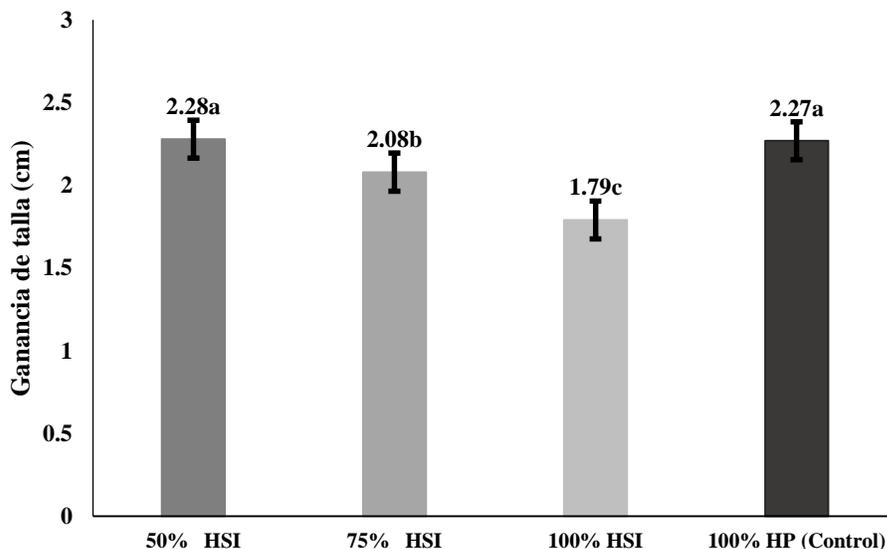


Figura 2. Categorización de Tukey de la variable Ganancia de talla (cm)

La Tabla 4 presenta los parámetros zootécnicos, de los cuales los relacionados a peso y talla se establecieron con el análisis de varianza y la categorización de Tukey que el tratamiento cuatro (100 harina de pescado) obtuvo los mejores resultados, también se puede constatar que los valores de la conversión alimenticia en todos los tratamientos se encuentra dentro de los rangos aceptables de 0,6 a 1,0; la mayor eficiencia corresponde al tratamiento uno (50% harina de torta de Sacha Inchi), los tratamientos uno (50% harina de torta de Sacha Inchi) y cuatro (100% harina de pescado) obtuvieron igual incremento de biomasa y superior a los tratamientos dos (75% harina de torta de Sacha Inchi) y tres (100% harina de torta de Sacha Inchi).

Tabla 4. Consolidado de Parámetros Zootécnicos. Los valores representan la media \pm desviación estándar

Parámetro	T1	T2	T3	T4
	50% SI	75% SI	100% SI	100% HP
Crecimiento en peso (cm)	0,99 \pm 0,09	0,85 \pm 0,11	0,8 \pm 0,04	1,03 \pm 0,06
Velocidad de crecimiento en peso (g)	0,05 \pm 0,005	0,04 \pm 0,005	0,04 \pm 0,002	0,05 \pm 0,003
Tasa de crecimiento en peso (%)	4,97 \pm 0,47	4,23 \pm 0,53	4,02 \pm 0,19	5,13 \pm 0,31
Crecimiento en talla (g)	2,28 \pm 0,10	2,08 \pm 0,30	1,79 \pm 0,09	2,27 \pm 0,14
Velocidad de crecimiento en talla (cm)	0,11 \pm 0,005	0,10 \pm 0,015	0,09 \pm 0,004	0,11 \pm 0,007
Tasa de crecimiento en talla (%)	11,40 \pm 0,49	10,38 \pm 1,48	8,95 \pm 0,43	11,37 \pm 0,68
Conversión alimenticia	0,76 \pm 0,05	0,89 \pm 0,08	0,95 \pm 0,03	0,83 \pm 0,03
Eficiencia alimenticia (%)	3,29 \pm 0,25	2,65 \pm 0,37	2,49 \pm 0,04	3,10 \pm 0,15
Incremento de biomasa promedio (g)	0,66 \pm 0,08	0,49 \pm 0,12	0,45 \pm 0,03	0,66 \pm 0,06
Sobrevivencia (%)	100	100	100	100

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DEL AGUA

Durante el experimento los parámetros de calidad de agua descritos en la Tabla 5, se observa que entre tratamientos y sus repeticiones fueron los óptimos para crecimiento y supervivencia, asimismo se mantuvieron constantes durante los 20 días de la experimentación, esto puede deberse a que se realizó recambio de agua y limpieza por sifón diaria más aireación continua.

Tabla 5. Parámetros físicos y químicos del agua durante 20 días. Los valores representan la media \pm desviación estándar

Parámetros	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
Temperatura (°C)	27,39 \pm 0,58	27,22 \pm 0,36	26,98 \pm 0,06	27,04 \pm 0,18
Oxígeno (mg L-1)	5,93 \pm 0,03	5,81 \pm 0,01	5,78 \pm 0,03	5,79 \pm 0,03
pH	6,93 \pm 0,02	6,92 \pm 0,01	6,95 \pm 0,02	6,91 \pm 0,01
Salinidad (Ups)	29	29	29	29

COSTO DE PRODUCCIÓN

En la Tabla 6, se muestran los costos de producir 1 Kg de cada una de las dietas, siendo el costo del tratamiento control (100% harina de pescado) \$2,91 y el costo del tratamiento uno (50% harina de torta de Sacha Inchi) \$ 2,73, del tratamiento dos (75% harina de torta de Sacha Inchi) \$2,57 y tratamiento tres (100% harina de torta de Sacha Inchi) \$2,16, es decir que cada una de ellas representa un ahorro de 6,19%, 11,68% y 25,77% respectivamente.

Tabla 6. Costo de las dietas control por Kg de alimento

Insumo	Costo de producir 1 Kg de alimento (\$)			
	T1	T2	T3	T4
Harina de pescado	0,55	0,12	0,00	1,08
Harina de sacha inchi	0,35	0,65	0,72	0,00
Harina de maiz	0,66	0,64	0,66	0,68
Afrecho de arroz	0,04	0,04	0,04	0,05
Aceite de pescado	0,23	0,23	0,23	0,20
Premix de vitaminas	0,18	0,18	0,18	0,18
Premix de minerales	0,18	0,18	0,18	0,18
Ligante CMC	0,54	0,54	0,54	0,54
Totales	2,73	2,57	2,54	2,91

Discusión

De manera general las dietas elaboradas y obtenidas por programación lineal en base al requerimiento de 35% de proteína de pre-juveniles de camarón, sí influyeron significativamente en la ganancia de peso y talla, se aprecia que la mayor ganancia de peso fue la dieta control o tratamiento cuatro (100% harina de pescado), con respecto a las dietas experimentales con diferentes porcentajes de harina de torta de Sacha Inchi, también se pudo comprobar que a medida que el porcentaje de sustitución aumentaba la ganancia de peso disminuye, coincidiendo así con Montenegro (2019), que reportó mayores pesos en su investigación de tilapia alimentadas con la menor sustitución de harina de pescado, a diferencia de Apeña y Rodríguez (2019), quienes no obtuvieron diferencias significativas en sus dietas experimentales con harina de torta de Sacha Inchi en la alimentación de alevines de paco.

En cuanto a la ganancia de talla, la mejor ganancia de longitud fueron los tratamientos uno (50% harina de Sacha Inchi) y cuatro (100% harina de pescado) no existiendo diferencias significativas entre ambos, concordando una vez más Montenegro, que manifiesta en sus resultados que sus individuos más desarrollados fueron los alimentados con la dieta con menor sustitución de harina de pescado por harina de Sacha Inchi y la dieta control (100% harina de pescado), con la misma tendencia a reportar las menores ganancias de peso conforme se disminuye en la fórmula el porcentaje de harina de pescado.

El rango de diferencia entre los tratamientos en la velocidad de peso y talla es mínima, igual a las descritas por Apeña y Rodríguez (2019); la conversión alimenticia entre los tratamientos se mantiene dentro del rango aceptable, es decir menores que uno, indicando que se dio un buen aprovechamiento nutritivo de las dietas experimentales, el tratamiento uno (50% harina de torta de Sacha Inchi) tiene la menor conversión alimenticia seguida del tratamiento cuatro o control (100% harina de pescado), siendo los tratamientos dos (75% harina de torta de Sacha Inchi) y tres (100% harina de torta de Sacha Inchi) las más altas, así como Torres (2019) expresa haber obtenido resultados satisfactorios en sus dietas, sin embargo se difiere con él ya que sus menores conversiones alimenticias o mejores aprovechamientos nutritivos se dieron en los tratamientos con mayor contenido de harina de Sacha Inchi y el tratamiento control.

La sobrevivencia fue del 100% en todos los tratamientos, lo que indica que la utilización de harina de torta de Sacha Inchi no es perjudicial para los juveniles de camarón (*P. vannamei*), sumando el manejo adecuado durante la experimentación, al igual que Bernal, *Spanopoulos*, Hernández, Barba y Ruelas (2013), que obtuvieron 100% de sobrevivencia en su ensayo con *P. californiensis*, *P. stylirostris* y *P. vannamei* y con *P. indicus*, en contraste con Miranda y Guerrero (2015), cuya sobrevivencia promedio fue de 98,61% en tilapia roja.

Los costos de elaboración de las dietas balanceadas formuladas disminuyen al incrementar el porcentaje de harina de Sacha Inchi o disminuir la harina de pescado, los autores ya citados Miranda y Guerrero (2015) obtuvieron la misma tendencia en sus costos de producción.

Conclusiones

La sustitución parcial y total de harina de pescado por harina de torta de Sacha Inchi (*P. volubilis*) en dietas para cultivo de juveniles de camarón (*P. vannamei*), sí influye en la variación del peso y la talla. Basándose en el requerimiento de 35% de proteína, para juveniles de camarón, se obtuvieron las fórmulas de las dietas balanceadas con los diferentes porcentajes de harina de Sacha Inchi (*P. volubilis*) logrando cubrir ese requerimiento. Evaluando la ganancia de peso y talla de juveniles de camarón (*P. vannamei*), se determinó que la ganancia de peso y talla de los juveniles de camarón alimentados con las dietas experimentales (con diferentes porcentajes de sustitución de HSI por HP) no superaron significativamente a los obtenidos con la dieta control (100% de HP). La supervivencia de los juveniles de camarón (*P. vannamei*) alimentados con las dietas balanceadas, fue 100%, esto puede ser debido a que se mantuvieron constante los parámetros de calidad de agua, realizando recambios diarios de la misma.

Referencias bibliográficas

- Abimorad, E. & Carneiro, D. (2004). Métodos de coleta de fezes edeterminação dos coeficientes de digestibilidade da fração protéica e da energia de alimentos para o pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). *Rev Bras Zootec.* 2004; 33:1101-1109. DOI: 10.1590/S1516-35982004000500001.
- Amaya, E., Davis, D. & Rouse, D. (2007a). Alternative diets for the Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* reared under pond conditions. *Aquaculture* 262:419-425.
- Amaya, E., Davis, D. & Rouse, D. (2007b). Replacement of fish meal in practical diets for the Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) reared under pond conditions. *Aquaculture* 262:393-401.
- Acebo, M. (2018). Industria de Acuicultura. [Espae.espol.edu.ec](http://www.espae.espol.edu.ec). Retrieved 26 August 2019, from http://www.espae.espol.edu.ec/wpcontent/uploads/2018/01/ei_acuicultura.pdf
- Apeña Pajuelo, A., & Rodríguez Bobadilla, C. (2019). 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. Universidad Nacional del Santa. Retrieved from <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3364>

- Arriaga, M. & Molina, C. (2003). Efecto del reemplazo de harina de pescado por gluten de maíz en dietas para el juvenil *Litopenaeus vannamei*. Dspace.espol.edu.ec. Retrieved 26 August 2019, from <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/1842/3642.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Banco Central del Ecuador, (2015). Información Estadística Mensual. Consultado el 26 de agosto de 2019, <http://contenido.bce.fin.ec/home1/estadisticas/bolmensual/IEMensual.jsp>
- Bautista, J., Vergara, R., & Suarez, A. (2017). Evaluación de una fórmula alimenticia para camarón de cultivo (*L. vannamei*) con inclusión de proteína vegetal a base de harina de soya. *Revista Aquatic*, 1(44), 12-29. Recuperado de <http://revistaaquatic.com/ojs/index.php/aquatic/article/view/271>
- Bernal, C., Spanopoulos, M., Hernandez, C., Barba, G. & Ruelas, J. (2013). Sustitución parcial de harina de pescado por ensilado biológico en dietas para juveniles *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). Retrieved 4 November 2020, from https://www.academia.edu/7057159/Sustituci%C3%B3n_parcial_de_harina_de_pescado_por_ensilado_biol%C3%B3gico_en_dietas_para_juveniles_Litopenaeus_vannamei_Boone_1931_
- Coronel, S. (2015). Beneficios de la harina de pescado en la elaboración de dietas balanceadas para organismos acuáticos y terrestres de cultivo. Repositorio.utmachala.edu.ec. Retrieved 26 August 2019, from http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/2946/1/CD00006_EXAMENCOMPL EXIVO.pdf
- Doster, N., Roque, J., Brokamp, G., Cano, A. & La Torre, M. (2009). Datos botánicos de sacha inchi. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH: Programa Desarrollo Rural Sostenible-PDRS. Lima. 3-5.
- Instituto de Promoción de Exportaciones Inversiones-Ecuador. [PRO ECUADOR]. (2017). Alimento para animales. Proecuador.gob.ec. Retrieved 26 August 2019, from <https://www.proecuador.gob.ec/alimentos-para-animales/>
- Jatobá, A., Do Nascimento, F., Da Silva B., Soares, M., Pedreira, J., Quadros, W. (2017). Reemplazo de harina de pescado para concentrado de proteína de soja en dietas para juveniles *Litopenaeus vannamei* en un sistema de cría basado en biofloc. *R. Bras. Zoot ec.*, 46(9):705-713.
- Miranda-Gelvez, Ricardo & Guerrero-Alvarado, Camilo. (2015). Efecto de la torta de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) sobre el desempeño productivo de juveniles de tilapia roja (*Oreochromis sp.*). *Respuestas*. 20. 82. 10.22463/0122820X.355.
- Montenegro, J. (2019). Influencia de sustitución de harina de pescado por torta de sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) sobre los parámetros de crecimiento, composición bromatológica y características sensoriales de tilapia (*Oreochromis niloticus*) durante la fase de engorde. Universidad Nacional De San Martín - Tarapoto. Retrieved from <http://tesis.unsm.edu.pe/handle/11458/3467>
- Suárez, J., Gaxiola, G., Mendoza, R., Cadavid, S., Garcia, G., Alanis, G., Suárez, A., Faillace, J. & Cuzon, G. (2009). Substitution of fish meal with plant protein sources and energy budget for white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). *Aquaculture* 289:118-123.
- Torres, E. (2007). Valoración de la calidad de un extracto desgrasado de langostilla (*Pleuroncodes planipes*), sometido a diferentes métodos de conservación, como aditivo en alimentos para

- juveniles de camarón (*Litopennaeus vannamei*). (Tesis por grado). (2020). Cibnor.repositorioinstitucional.mx. Retrieved 16 February 2020, from https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/284/1/torres_e.pdf
- Torres, H. (2019). Evaluación de la inclusión de fuentes proteicas vegetales a la harina de pescado y su efecto en parametros de crecimiento y eficiencia nutritiva de la tilapia roja (*Oreochromis sp.*). Retrieved 4 November 2020, from <http://repositorio.ucundinamarca.edu.co/handle/20.500.12558/2321>
- Turker A, Yigit M, Ergun S, Karaali B, Erteken A. "Potential of Poultry by-product meal as a substitute for fish meal in diets for Black Sea Turbot *Scophthalmus maeoticus* growth and nutrient utilization in winter." *Isr J Aquacult -Bamid*. 2005; 57(1): 49-61.
- Vásquez Osorio D. (2016). Aprovechamiento de subproductos de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*): Desarrollo de un producto alimenticio, empleando harina proveniente de torta residual en la extracción del aceite. Tesis de Grado. 146 p. consultado el 20/08/2019, disponible en: http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1691/1/Aprovechamiento_subproductos_sacha_inchi.pdf
- Vega, F., Nolasco, H., Civera, R., González, R. & Oliva, M. (2000). Alternativa para la alimentación del Camarón en Cultivo: El Manejo de la Muda. In: Cruz -Suárez, L.E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Olvera-Novoa, M.A. y Civera-Cerecedo, R. (Eds.). *Avances en Nutrición Acuícola V. Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuícola*. 19-22 Noviembre, 2000. Mérida, Yucatán: https://www.uanl.mx/utilerias/nutricion_acuicola/V/archivos/moliva.pdf

Contribución de los Autores

Autor	Contribución
¹ José Miguel Lucas Marcillo	¹ Diseño de la investigación; revisión bibliográfica, análisis e interpretación de los datos, preparación y edición del manuscrito.
² Isea Ramón León Fernando	² Preparación y edición del manuscrito, corrección de estilo.
³ Juan José Bernal Zambrano	³ Interpretación de los datos y revisión del contenido del manuscrito.

Citación/como citar este artículo:

Lucas, J. M., León, I. R. y Bernal, J. J. (2021). Harina de torta de "Sachá Inchi" (*Plukenetia volubilis*) en dietas balanceadas para juveniles de camarón (*Penaeus vannamei*). *La Técnica*, Edición Especial, 16-29. DOI: https://doi.org/10.33936/la_tecnica.v0i0.3059