

Crecimiento y supervivencia de juveniles de chame *Dormitator latifrons* (Richardson 1844) alimentados con dietas a base de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L. 1753, Plantae: Euphorbiaceae)

Growth and survival of juvenile Pacific fat sleeper *Dormitator latifrons* (Richardson 1844) fed with diets based on sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L. 1753, Plantae: Euphorbiaceae)

Víctor Hugo Zambrano-Andrade¹ , Rodolfo Patricio Panta-Vélez² , Fernando Isea-León³ 

¹Maestría de Investigación en Acuicultura, Instituto de Postgrado, Universidad Técnica de Manabí, Bahía de Caráquez, Cantón Sucre, Manabí, Ecuador. EC131401.

²Grupo de Investigación en Biodiversidad y Ecología de Sistemas Acuáticos, Departamento de Acuicultura, Pesca y Recursos Naturales Renovables, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Técnica de Manabí, Bahía de Caráquez, Manabí, Ecuador. EC131401.

³Grupo de Investigación en Sanidad Acuícola, Inocuidad y Salud Ambiental. Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ciencias Veterinarias, Departamento de Acuicultura, Pesca, y Recursos Naturales Renovables, Bahía de Caráquez, Cantón Sucre, Manabí, Ecuador. EC131401.

Correspondencia: Fernando Ramón Isea León, **E-mail:** fernando.isea@utm.edu.ec

Artículo original | Original article

Palabras clave

Eleotridae
Cultivo de agua dulce
Alimento balanceado

RESUMEN | Se realizó un trabajo experimental con juveniles de chame *Dormitator latifrons* con el objeto de evaluar la sustitución de harina de pescado en un alimento balanceado por harina de torta de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) y su efecto en el crecimiento y la supervivencia en cultivo intensivo. Un total de 360 organismos con peso promedio de $49,7 \pm 4,42$ g, fueron distribuidos al azar en doce tanques de geomembrana de 2 m de diámetro con 2000 L de agua/tanque, con una densidad de siembra de 15 chames/m³, durante 100 días. Se utilizaron cuatro dietas experimentales con 35% de proteína cruda: D1 (50% harina de sachá inchi-HSI y 50% harina de pescado-HP), D2 (75% HSI y 25% HP), D3 (100% HSI) y DC (100% HP), cada una con tres réplicas. Al final del estudio no hubo diferencias significativas tanto en las supervivencias (> 98,89%), como en incremento de peso de los peces entre los tratamientos dietéticos, pero con una elevada variabilidad de respuestas (6,9 - 14,2 g). Adicionalmente, las relaciones longitud total-peso total de las diferentes dietas no mostraron variaciones significativas, sugiriendo condiciones fisiológicas similares. Las tasas de crecimiento en el presente estudio son menores a las reportadas en investigaciones previas con piensos comerciales, donde la densidad de siembra fue menor (hasta la mitad de la utilizada en el presente estudio). Los resultados muestran que, el uso de harina de sachá inchi es equiparable al uso de harina de pescado, lo cual sugiere la factibilidad del uso de sachá inchi como sustituto de harina de pescado en dietas balanceadas, aun en altas proporciones.

Keywords

Eleotridae
Freshwater cultivation
Balanced food

ABSTRACT | An experimental study was carried out with juveniles of the Pacific fat sleeper *Dormitator latifrons* in order to evaluate the substitution of fishmeal in a dry feed for sachá inchi cake meal (*Plukenetia volubilis*) and its effect on growth and survival in intensive cultivation. A total of 360 organisms with an average weight of 49.7 ± 4.42 g were randomly distributed in twelve geomembrane tanks of 2 m in diameter with 2000 L of water/tank, with a sowing density of 15 fish/m³, during 100 days. Four experimental diets with 35% crude protein were used: D1 (50% sachá inchi meal-HSI and 50% fish meal-HP), D2 (75% HSI and 25% HP), D3 (100% HSI) and DC (100% HP), each with three replicates. At the end of the study, there were no significant differences both in survival (> 98,89%) and weight increases of fish among diet treatments, with a high variability of responses (6.9-14.2 g). Furthermore, the total length-weight relationships of the different diets did not show significant variations, suggesting similar physiological conditions. The growth rates in the present study were lower than those reported in previous investigations with commercial feed, where the stocking density was lower (up to half of the used in the present study). The results show that the use of sachá inchi flour is comparable to the use of fishmeal, which suggests the feasibility of using sachá inchi as a substitute for fishmeal in dry feeds, even in high proportions.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, uno de los mayores inconvenientes que se presentan en la piscicultura son los costos de producción, donde el alimento balanceado constituye el rubro más importante, alcanzando, en algunos casos hasta un 70% de los costos operacionales totales debido a la gran complejidad de los alimentos requeridos (Llanes *et al.*, 2010). La harina de pescado es la principal fuente de proteína usada en la formulación de alimentos balanceados por su alto contenido de proteína bruta, perfil de aminoácidos y ácidos grasos esenciales, así como por su alta digestibilidad de materia seca, energía y nitrógeno (Zhoug *et al.*, 2004). Sin embargo, debido a su alto costo, poca disponibilidad en el mercado internacional e impacto ecológico, se hace necesario evaluar otras fuentes alternativas de estos importantes nutrientes.

La sustitución total o parcial de las fuentes proteicas de origen animal, como la harina de pescado, por otras de origen vegetal (soja, lupino, moringa, sacha inchi, entre otras), podría ser una alternativa rentable en las dietas para peces, siempre tomando en cuenta sus hábitos de alimentación, por el bajo costo que representan dentro de la formulación de alimentos balanceados para peces de aguas continentales (Gutiérrez *et al.*, 2009; Gutiérrez *et al.*, 2010; Gutiérrez *et al.*, 2011). De las fuentes vegetales antes mencionadas, la sacha inchi (SI), *Plukenetia volubilis*, planta de la familia Euphorbiaceae, con distribución pantropical, con 12 especies en sudamérica y centroamérica y las restantes en Europa (Dostert *et al.*, 2009), se presenta como una opción importante, ya que sus semillas poseen alto contenido de proteínas (24-29%), tocoferoles y una alta proporción de aceite rico en ácidos grasos omega-3 y omega-6 (Hamaker *et al.*, 1992; Fanali *et al.*, 2011). En su procesamiento, posterior a la extracción del aceite, queda un residuo ("torta") de la cual se elabora la harina rica en proteínas de alto valor nutricional (Mondragón, 2009). La harina de torta de sacha inchi (SI) contiene entre 35 y 60 % de proteína (Vásquez *et al.*, 2017), y posee un perfil de aminoácidos con alto contenido de esenciales: Leucina, isoleucina, lisina, metionina, cisteína, fenilalanina, tirosina, treonina triptófano y valina (Lázaro, 2015).

El cultivo del chame *Dormitator latifrons* (Richardson 1844) representa una de las opciones acuícolas más interesantes para diversificar los medios de vida de las comunidades rurales costeras ecuatorianas y de otros países como México (Vega-Villasante *et al.* 2021), por ser una especie muy resistente, con costos de cultivo en engorde más bajos que los del camarón, tilapia, cachama, con mínimos impactos ambientales, y con un rol ecológico muy importante, ya que aprovecha la energía del detritus para su dieta alimenticia (Agualsaca-Ormaza, 2015). Sin embargo, este pez aún está en estudio en cuanto a sus hábitos alimenticios y requerimientos nutricionales (Vega-Villasante *et al.* 2021). Actualmente, existen investigaciones asociadas a los requerimientos de proteína y lípidos, donde se indica que los niveles adecuados son de 30% y 8%, respectivamente, para juveniles de *D. latifrons* (Badillo-Zapata *et al.*, 2018). También se ha evaluado la sustitución parcial y total de la harina de pescado por la harina de soja, y se comprobó que hasta un 100% es adecuada para el crecimiento de este pez (Badillo-Zapata *et al.*, 2020).

Estudios basados en la sustitución parcial de la harina de pescado por la harina de sacha inchi han mostrado resultados favorables sin diferencias sobre el crecimiento, la conversión alimenticia (CA), tasa específica de crecimiento (TEC), tasa de eficiencia proteica (TEP), índice hepatosomático (IHS) y supervivencia en juveniles de tilapia roja *Oreochromis* sp. Sin embargo, se recomiendan niveles de sustitución máxima de un 10% (Miranda-Gelvez & Guerrero-Alvarado, 2015). Por su parte, Apeña, *et al.* (2019), trabajaron con alevines de cachama *Piaractus brachypomus* alimentados con niveles de sustitución del 25, 50 y 75% de harina de torta de *Plukenetia volubilis* y un control (sin harina), también mostraron resultados favorables al no encontrar diferencias significativas entre los tratamientos y el control en el crecimiento, conversión y eficiencia de alimentación y con una supervivencia del 100% en todo el experimento.

Por lo antes mencionado y considerando los hábitos omnívoros y detritívoros del chame, que la harina de sacha inchi está disponible en Ecuador y tiene menor costo de producción que la harina de pescado, el presente estudio consistió en evaluar el efecto de la sustitución de harina de pescado por harina de sacha inchi *Plukenetia volubilis* en el crecimiento y supervivencia de juveniles de *D. latifrons* en cultivo intensivo

de 15 peces/m³, dado que el desempeño del chame hasta 7 peces/m³ tuvo un buen crecimiento (Basto-Rosales *et al.*, 2019).

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio en tanques se efectuó en la Finca VIZA, sector el Paraíso, km 40 de la vía San Vicente-Jama (0° 20.4400' S; 80° 21.5940' O), provincia de Manabí, Ecuador.

Para la formulación y elaboración de los alimentos se realizó un análisis fisicoquímico: porcentajes de humedad, ceniza, proteína y grasa según lo recomendaciones de la Association of Official Analytical Chemists-AOAC (1990) de tres muestras de cada ingrediente (Tabla 1). Las materias primas analizadas fueron harina de pescado (HP), harina de sacha inchi (HSI), harina de afrecho de arroz (HAA) y harina de maíz amarillo (HMA). Una vez obtenido el análisis proximal, se efectuó la formulación de los alimentos balanceados experimentales en las proporciones requeridas (Tabla 2) y los porcentajes de sustitución fijados como tratamientos.

Tabla 1. Análisis fisicoquímico (g/100g) de los ingredientes utilizados para la formulación de dietas experimentales para *Dormitator latifrons*.

Ingredientes	Humedad	Proteína cruda	Grasa cruda	Cenizas	ENN
Harina de pescado (HP)	10,2±0,39	68,6±3,35	10,7±0,87	8,4±0,90	2,0±0,01
Harina sacha inchi (HSI)	9,4±0,38	65,5±3,20	8,2±0,12	5,6±0,60	11,3±0,25
Harina de maíz (HM)	11,8±0,07	8,9±0,33	2,9±0,14	1,0±0,01	75,4±0,01
Harina de afrecho de arroz (HAA)	13,2±0,06	18,4±0,33	3,4±0,40	5,6±0,01	59,4±0,03

Datos promedios ± desviación estándar. Extractos no nitrogenados (ENN) = 100 - (proteína cruda + grasa cruda + ceniza + humedad).

Se utilizaron 360 juveniles de chame (*Dormitator latifrons*) de 49,7 ± 4,42 g y 15,7 ± 0,55 cm de peso total y longitud total inicial, respectivamente, procedentes de la hacienda San Antonio, sector Las Palmas, cantón San Lorenzo, provincia de Esmeraldas, Ecuador. Las dietas utilizadas fueron alimentos balanceados experimentales de 50% harina de sacha inchi-HSI y 50% harina de pescado-HP (D1), 75% HSI y 25% HP (D2), 100% HSI (D3) y DC compuesta por 100% HP, con tres repeticiones cada uno. Los tratamientos tuvieron una distribución de forma aleatoria.

Tabla 2. Proporción porcentual de ingredientes para la elaboración de los alimentos balanceados experimentales obtenidos por Programación Lineal y análisis proximal de las dietas.

Ingredientes	D1	D2	D3	DC
Harina de pescado	23	5	0	45
Harina de sacha inchi	23	43	48	0
Harina de maíz	30	29	30	31
Harina de afrecho de arroz	10	9	8	11
Aceite de pescado	9	9	9	8
Premezcla de vitaminas	1	1	1	1
Premezcla de minerales	1	1	1	1
Carboximetilcelulosa	3	3	3	3
TOTAL	100	100	100	100
Análisis g/100g				
Proteína cruda	35,3±0,92	35,2±1,23	35,4±2,85	35,0±1,00
Grasa cruda	10,3±0,01	11,1±0,13	11,0±0,99	16,9±0,15
Cenizas	10,3±0,02	6,8±0,08	5,2±0,05	14,0±0,10
Humedad	2,5±0,18	2,9±0,15	2,7±0,28	2,8±0,38
ENN	41,7±0,25	44,0±1,05	45,6±0,01	31,4±0,25

D1 (50% harina de sacha inchi (HSI) y 50% harina de pescado (HP)), D2 (75% HSI y 25% HP), D3 (100% HSI) y DC (100% HP), Extractos no nitrogenados (ENN).

Obtenida la proporción de los ingredientes, se procedió a la elaboración de los alimentos balanceados experimentales, pesando y mezclando todas las harinas secas: HPC, HSI, HMA, HAA, mezcla mineral, mezcla de vitaminas y carboximetilcelulosa (CMC) en un equipo marca Dimetal, seguidamente se adicionó el aceite de pescado y agua, hasta obtener una mezcla pastosa y manejable al tacto para llevar luego al molino de carne y obtener los fideos de la mezcla, que fueron deshidratados a 55 °C por 24 h, para posteriormente ser fragmentados en gránulos de acuerdo con el tamaño requerido por los peces juveniles. Una vez elaborados los balanceados se procedió a colocarlos en recipiente y conservar el alimento a 4 °C hasta su uso en la fase experimental.

Los juveniles de chame se transportaron en gavetas de plástico, que se humedecieron cada 45 min con agua del mismo estuario de colecta, traída en 6 recipientes de 20 L con una densidad de 40 juveniles por gaveta. Los peces fueron sometidos a baños de agua dulce para quitar restos de material adherido a la piel, luego se aplicó un tratamiento de agua al 10 % de NaCl por 10 min, con el objeto de reducir carga bacteriana que traigan los peces del medio natural, siguiendo las recomendaciones preventivas sugeridas por Badillo *et al.* (2018). Posteriormente, los peces fueron confinados en 3 tanques de 2000 L de agua dulce, construidos previamente para el ensayo con el objeto de aclimatar a los juveniles, y se realizó la medición de los parámetros fisicoquímicos (oxígeno disuelto, temperatura, pH, TAN) del agua para permitir un mínimo estrés por la transferencia.

Durante la etapa de aclimatación, la alimentación se efectuó con un balanceado comercial para tilapia al 30 % de Proteína Cruda (PC) suministrada al 6 % de su biomasa en horario fijo 4 veces al día (6:00, 12:00, 18:00 y 22:00 h). Luego del periodo de aclimatación, los juveniles de *D. latifrons* se pesaron en grupos de 30 organismos/tanque, a los cuales se les determinó el peso y la longitud inicial, y se distribuyeron en 12 tanques de geomembrana de 2 m de diámetro con 2000 L de agua cada uno, con un área de 2,34 m² y densidad de siembra de 13 chame/m², provistos de aireación constante y a temperatura ambiente, rotulados e identificados, siguiendo el diseño experimental organizado en 4 tratamientos y 3 repeticiones. Cada tanque estaba equipado con un sistema de mangueras plásticas y piedras difusoras conectada a una bomba propulsora de aire (Blower 1,5 hp), con aireación constante, manteniendo valores próximos al pH óptimo de 7,5 a 8,5, y oxígeno disuelto entre 3-6,5 mg/L. El sistema de cultivo experimental con los 12 tanques estuvo techado con lona plástica, permitiendo 75% de sombra, para evitar excesiva iluminación natural. El experimento duró 100 días. La limpieza de los tanques se realizó 2 veces al día, 08h00 y 17h00, empleando el método de sifoneo, para retirar del fondo del tanque con una manguera 40 mm de diámetro, el alimento no consumido y las heces de los animales, posteriormente se repuso el agua perdida por esta actividad, que representó el 2% del volumen operacional del tanque.

Cada 15 d se registró el peso individual de los organismos utilizando una balanza con precisión de 0,01 g. Con los datos obtenidos en los muestreos de los juveniles de chame se calculó la variación del crecimiento en peso (CP) y la supervivencia (S), así como el crecimiento absoluto (CA), tasa de crecimiento absoluto (TCA), tasa de crecimiento relativo (TCR), y la tasa de crecimiento específico (TCE). Diariamente se midió la temperatura (°C), salinidad (ups), pH y oxígeno disuelto (mg/L). Para ello se utilizó un pH metro digital marca APERA y oxigenómetro digital YSI (Tabla 3).

Tabla 3. Parámetros físico-químicos del agua durante el período experimental.

Parámetros	D1 (50% HP/50%HSI)	D2 (25% HP/75%HSI)	D3 (100% HSI)	DC (100% HP)
Temperatura (°C)	24,4±0,03	24,9±0,08	24,1±0,08	24,5±0,01
Oxígeno disuelto (mg/L)	4,5±0,05	4,1±0,07	4,3±0,03	4,6±0,01
pH	7,9±0,04	7,8±0,01	7,5±0,09	7,5±0,07

Se muestran los datos promedios ± desviación estándar.

Los resultados se presentan como promedio ± intervalo de confianza al 95%. Todos los datos fueron contrastados con la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk modificado y prueba Levene para la homogeneidad de varianza previo análisis de varianza (ANOVA). Al no cumplir los supuestos de

normalidad, se utilizó la prueba no paramétrica de rangos de Kruskal–Wallis para determinar la existencia de diferencias significativas. Para todos los parámetros estadísticos se usó una probabilidad de $p=0,05$. Se establecieron relaciones longitud y peso significativas en las diferentes réplicas de los tratamientos dietéticos, estas relaciones fueron establecidas con transformaciones logarítmicas base 10 y sus pendientes fueron contrastadas con un análisis de varianza. Los análisis estadísticos se efectuaron con el programa estadístico INFOSTAT versión libre 2019.

RESULTADOS

El incremento en peso (g) alcanzado por los juveniles de *Dormitator latifrons* a los 100 d, mostró una gran variabilidad de respuestas en cada tratamiento, lo cual permitió no detectar diferencias significativas entre las dietas utilizadas ($p > 0,05$). No obstante, numéricamente la dieta control (DC) obtuvo un promedio notablemente mayor (14,20 g), mientras que el resto de las dietas presentaron promedios menores con un intervalo de 6,90 a 8,35 g (Fig. 2).

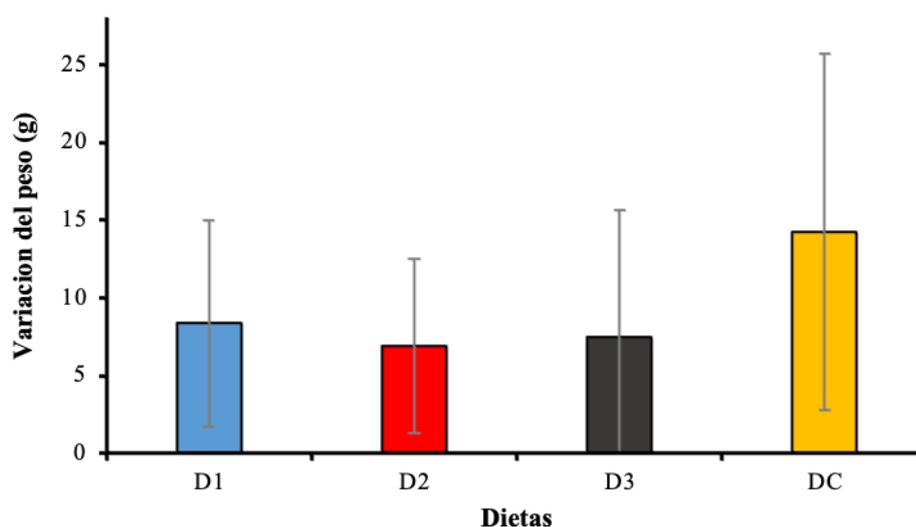


Figura 2. Incremento de peso (g) de juveniles de *Dormitator latifrons* alimentados con diferentes niveles de sachu inchi (D1: 50% HSI y 50% HP; D2: 75% HSI y 25% HP; D3: 100% HSI y 0% HP; DC: 0% HSI y 100% HP), durante 100 días de cultivo intensivo. HP: harina de pescado, HSI: harina de sachu inchi. Líneas verticales indican intervalos de confianza al 95%.

En la tabla 4 se muestran los resultados de los parámetros de crecimiento en peso: TCA (g/día), TCR (%/día) y TCE (%/g/día), sin diferencias significativas entre tratamientos ($P > 0,05$).

Tabla 4. Parámetros de crecimiento en peso total (g) de *Dormitator latifrons* en las diferentes dietas proteicas en cultivo intensivo. Promedio \pm intervalo de confianza del 95%.

Parámetros	D1	D2	D3	DC
TCA (g/día)	0,1 \pm 0,12	0,1 \pm 0,15	0,1 \pm 0,15	0,1 \pm 0,10
TCR (%/día)	102,7 \pm 3,95	102,7 \pm 3,68	102,8 \pm 3,75	103,4 \pm 2,99
TCE (%/g/día)	0,2 \pm 0,22	0,2 \pm 0,22	0,2 \pm 0,24	0,2 \pm 0,17

TCA: tasa de crecimiento absoluto; TCR: tasa de crecimiento relativo; TCE: tasa de crecimiento específico.

La figura 3, muestra la relación longitud total y peso total de los juveniles de *Dormitator latifrons* alimentados con las cuatro dietas experimentales, durante 100 días del cultivo. Los coeficientes de crecimiento (b) de las relaciones lineales estuvieron entre 2,6 y 3,2; la variabilidad de estas pendientes no mostró diferencias significativas ($P > 0,05$) entre tratamientos.

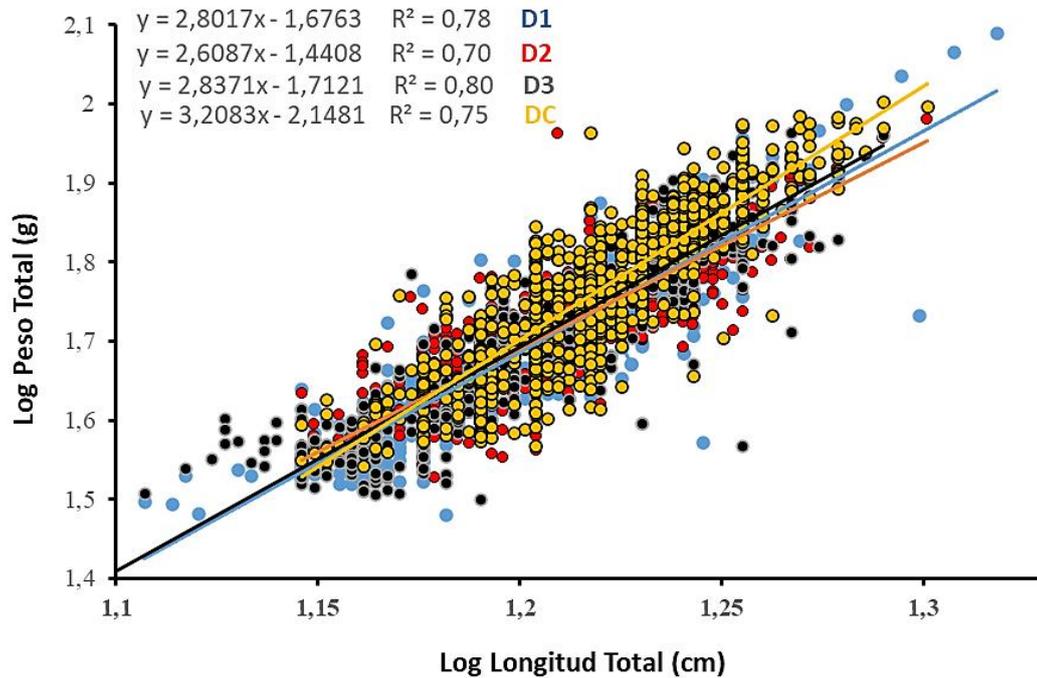


Figura 3. Relación longitud total-peso total de juveniles de *Dormitator latifrons* alimentados con dos dietas a base de sachá inchi (D1: 50% HSI y 50% HP; D2: 75% HSI y 25% HP; D3: 100% HSI y 0% HP; DC: 0% HSI y 100% HP), durante 100 días de cultivo intensivo. HP: harina de pescado, HSI: harina de sachá inchi.

La supervivencia de los chames al final del cultivo fue del 100% para las dietas D2, D3 y DC, y del 98,89% para la D1, sin diferencias significativas ($gl= 3$; KW 1,09; $p= 0,1023$) entre los tratamientos (Fig. 4).

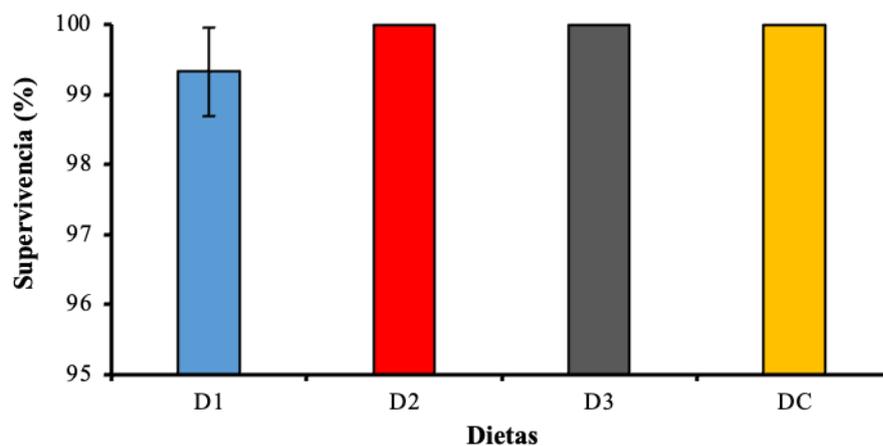


Figura 4. Supervivencia (%) de juveniles de *Dormitator latifrons* alimentados con diferentes niveles de sachá inchi (D1: 50% HSI y 50% HP; D2: 75% HSI y 25% HP; D3: 100% HSI y 0% HP; DC: 0% HSI y 100% HP), durante 100 días de cultivo intensivo. HP: harina de pescado, HSI: harina de sachá inchi. Líneas verticales indican intervalos de confianza al 95%.

DISCUSIÓN

Los resultados muestran que las dietas experimentales con niveles de inclusión del 50, 75, y 100% de harina de *Plukenetia volubilis* y la dieta control (100 % HP), no mostraron diferencias significativas en el incremento de peso total (g) al final del experimento. El crecimiento en peso de los organismos no fue duplicado en el tiempo del ensayo para ningún tratamiento, lo cual podría estar asociado a la elevada densidad de siembra (15 peces/m³) utilizada en esta investigación, si se compara con otros trabajos como el de Basto-Rosales *et al.*, (2019), quienes usaron densidades de siembra de 3, 5, 6 y 7 peces/m³, de *Dormitator latifrons*, mostrando tasas de crecimiento mayores a las encontradas en el presente estudio.

Los resultados de no existir diferencias en el crecimiento con la sustitución de sachá inchi en el presente estudio, son similares a los reportados por Villa y García (2009) con alevines de banda negra *Myleus schomburgkii* alimentados con niveles del 45, 55, 65 y 75% de harina de *Plukenetia volubilis* en dietas durante 168 días de crianza, mostrando la factibilidad del uso de sachá inchi como sustituto de harina de pescado. De hecho, Cardoso y Flores (2013), quienes obtuvieron el mayor crecimiento del peso medio en juveniles de la cachama negra *Colossoma macropomun* con una dieta sustituyendo el 50% de harina de pescado por harina de *Plukenetia volubilis*.

La aceptación de la HSI en la alimentación del *D. latifrons* pudiera estar asociada a su hábito de alimentación y su mayor aceptación por fuentes proteicas de origen vegetal al tratarse de un pez detritívoro con tendencia a omnívoro (Vega-Villasante *et al.* 2021). La dieta de harina de pescado-DC presentó en el tiempo un valor numérico superior a los demás tratamientos, y este alimento fue el que mostró el mayor contenido de grasa ($16,86 \pm 0,15$), sugiriendo que el contenido favoreció un mayor crecimiento es los peces, resultado que difiere con lo reportado por Badillo-Zapata *et al.* (2018) quienes obtuvieron que la digestibilidad aparente de la dieta con 30% de proteína y 8% de lípidos fue significativamente mayor que el resto de las dietas, por lo que se considera suficiente para un crecimiento adecuado de los juveniles de *Dormitator latifrons*.

De acuerdo a los resultados obtenidos de los parámetros de crecimiento en peso, se sugiere que cualquier de los tratamientos bajo las condiciones del ensayo permitió un aceptable crecimiento; esto se corrobora también, con la condición de los organismos dada por la relación longitud total-peso total cuyas pendientes (tasa de crecimiento) no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos.

Finalmente, los resultados de supervivencia sugieren que la harina de *Plukenetia volubilis* (HSI) puede ser utilizada en la sustitución de la harina de pescado sin afectar este parámetro sobre los juveniles *D. latifrons*, resultado que difiere de lo obtenido por Badillo-Zapata *et al.* (2018), quienes obtuvieron valores menores de supervivencia en dietas para chame con un 30% de PC y porcentajes de grasa de 8 y 16%, y la dieta con 40% de PC y 16% de grasa. Solo fue similar con la dieta con 40% PC y 8% de grasa que obtuvo un 100% de supervivencia.

CONCLUSIONES

Los resultados muestran que los incrementos de peso de los peces alimentados con la harina de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) al 50, 75 y 100% fueron similares al control (100% HP) representando una alternativa viable como sustituto proteico de la harina de pescado para el cultivo del chame (*Dormitator latifrons*) bajo condiciones de cultivo intensivo.

El crecimiento alcanzado en todos los tratamientos, incluyendo el control con 100% de harina de pescado fue bajo comparativamente con estudios anteriores, probablemente debido a la elevada densidad utilizada (más del doble de las densidades de cultivo usada en estudios anteriores), sugiriendo un efecto densodependiente en chame, por lo que se recomienda estudios en diferentes densidades para verificar la hipótesis de la densodependencia del pez, acompañado con análisis nutricionales detallados que incluyan componentes esenciales como ac grasos y aminoácidos en la harina de sachá inchi para valorar su uso nutricional como alternativa en dietas en Chame y otros organismos acuáticos.

Declaración de conflicto de interés de los autores

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Agradecimientos

Este estudio pertenece al proyecto PYT109-CONV2019-FCV0023 “Solapamiento de nichos e interacciones tróficas y de parásitos entre el Chame (*Dormitator latifrons*) y la Tilapia (*Oreochromis niloticus*) en el estuario del río Chone y el humedal La Segua”, del Grupo de Investigación en Sanidad

Acuícola, Inocuidad y Salud Ambiental (SAISA) y forma parte de la tesis de maestría de investigación en acuicultura de la UTM de Zambrano-Andrade V.H. Gracias a los revisores anónimos y gestión editorial de la revista que mejoró sustancialmente el manuscrito.

REFERENCIAS

- Agualsaca Ormaza, J. G. (2015). Adaptación de chame (*Dormitator latifrons* R.) sometido a cautiverio utilizando cuatro niveles de detritus y balanceado en su alimentación. Artículo Científico IASA II Sto. Dgo. Ecuador. 13 p.
- Association of Official Analytical Chemists (A.O.A.C). (1990). Official Methods of Analysis. 15th Edition, The Association. Washington D.C.
- Apeña Pajuelo A. I. E., Rodríguez Bobadilla C. Del P., Saldaña Rojas G. (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 brachyomus* "paco", en laboratorio. Tesis de Grado. Universidad Nacional del Santa, Facultad de Ciencias. Perú. 47 p. <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/3364/49099.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Badillo-Zapata D., Zaragoza F.J., Vega-Villasante F., López-Huerta J.M., Selene Herrera-Resendiz S., Cueto-Cortés L., Guerrero-Galvan S.R. (2018). Requerimiento de proteína y lípidos para el crecimiento de juveniles del pez nativo *Dormitator latifrons* (Richardson, 1844). *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 5(14): 345-351.
- Badillo-Zapata D., Musin G.E., Palma-Cancino D.J., Guerrero-Galván S.R., Olimpia Chong-Carrillo O., Vega-Villasante F. (2020). Total or partial replacement of fishmeal with soybean meal in the diet of the Pacific fat sleeper *Dormitator latifrons* juveniles. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 49(1): 40-47.
- Basto-Rosales M.E.R, Rodríguez-Montes de Oca G.A., Carrillo-Farnés O., Álvarez-González C.A., Badillo-Zapata D., Vega-Villasante F. (2019). Growth of *Dormitator latifrons* under different densities in concrete tanks. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 22: 499-503.
- Cardoso M., Flores F. (2013). Influencia de torta de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en dieta peletizada sobre el crecimiento, composición bromatológica y características sensoriales de gamitana (*Colossoma macropomum*) durante la fase de engorde. Tesis para título profesional de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto, Perú.
- Dostert N, Grischa JR, Cano A, La Torre M.I., Weigend M. (2009). Factsheet: Botanic information of sacha inchi *Plukenetia volubilis* L. Lima Perú.
- Fanali C., Dugo L., Cacciola F., Beccaria M., Grasso S., Dacha M., Dugo P., Mondello L. (2011). Chemical characterization of sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(24): 13043-13049.
- Gutierrez F., Zaldívar J., Contreras G. (2009). Coeficientes de digestibilidad aparente de harina de pescado peruana y maíz amarillo duro para *Colossoma macropomum* (Actinopterygii, Characidae). *Revista Peruana de Biología*, 15(2): 111-115.
- Gutiérrez F., Quispe M., Valenzuela L., Contreras G., Zaldívar J. (2010). Utilización de la proteína dietaria por alevinos de la gamitana, *Colossoma macropomum*, alimentados con dietas isocalóricas. *Revista Peruana de Biología*, 17(2): 219-223.
- Gutiérrez M., Yossa M., 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*, 15(2): 169-179.
- Hamaker B.R., Valles C., Gilman R., Hardmeier R.M., Clark D., García H.H., Gonzales A.E., Kohlsted I., Castro M., Valdivia R. (1992). Amino acid and fatty acid profiles of the Inca peanut (*Plukenetia volubilis*). *Cereal chemistry*, 69(4): 461-463.
- Lázaro R. (2015). Determinación de la presencia de sustancias antinutricionales y alérgenos en semilla y torta de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.). (2020). Repositorio.lamolina.edu.pe. Retrieved 17 February 2020, from http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1822/Q04_L3_T%20BAN%20UNALM.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Llanes J., Borquez A., Toledo J., Lazo J. (2010). Digestibilidad aparente de los ensilajes de residuos pesqueros en tilapias rojas (*Oreochromis mossambicus* x *O. nilotus*). Universidad Católica de Temuco. Chile. *Zootecnia Tropical*, 28(4): 499-505.
- Miranda-Gelvez R. A., y Guerrero-Alvarado, C. E. (2015). Efecto de la torta de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) sobre el desempeño productivo de juveniles de tilapia roja (*Oreochromis* spp.). *Respuestas*, 20(2): 82-92. <https://doi.org/10.22463/0122820X.355>
- 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 el título profesional de Químico Farmacéutica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.
- Vega-Villasante F., Ruiz-González L., Chong-Carrillo O., Basto-Rosales M., Palma-Cancino D., Tintos-Gómez A., Montoya-Martínez C., Kelly-Gutiérrez L., Guerrero-Galván S., Ponce-Palafox J., Zapata A. Musin G, Badillo-Zapata D. (2021). Biology and use of the Pacific fat sleeper *Dormitator latifrons* (Richardson, 1844): state of the art review. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 49(3): 391-403.
- Villa C., García J. (2009). Uso de la harina de sachá inchi, *Plukenetia Volubilis* (Euphorbiaceae) en dietas para alevinos de banda negra, *Myleus schomburgkii* (Pisces, Serrasalmidae) 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.
- Vásquez D.C., Jaramillo J.D., Hincapié G.A., Vélez L.M. (2017). Desarrollo de galletas empleando harina de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) obtenida de la torta residual. *UGCiencia*, 23: 101-113.
- Zhoug Q. C., Tan B. P., Mai K. S., Liu J. (2004). Apparent digestibility of selected feed ingredients for juvenile cobia *Rachycentron canadum*. *Aquaculture*, 241: 441-451.

Recibido: 14-07-2021

Aprobado: 20-10-2021

Versión final: 24-10-2021

