

Requerimiento de proteína en juveniles del pez marino chita *Anisotremus scapularis* (Tschudi, 1846) (Perciformes: Haemulidae)

Protein requirement in juveniles of the marine fish Chita *Anisotremus scapularis* (Tschudi, 1846) (Perciformes: Haemulidae)

Ciro Yanac P.¹, Aníbal Verástegui M.², Alejandrina Sotelo-Mendez^{1*}, Steven Hall³

RESUMEN

El presente estudio fue realizado para determinar el requerimiento de proteína del alimento en juveniles de Chita, *Anisotremus scapularis*. Se utilizaron 72 peces con un peso de 19.95 ± 4.09 g y 10.31 ± 0.63 cm de longitud, los cuales fueron distribuidos aleatoriamente en grupos de seis unidades por tanque. Las dietas experimentales contenían niveles de proteína de 45, 50, 55 y 58%, las que fueron suministradas a tres unidades experimentales por dieta. Los peces fueron alimentados tres veces por día hasta la saciedad por un periodo de 56 días. Los resultados mostraron que el peso final, ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia fueron significativamente ($p < 0.05$) afectados por los niveles de proteína en la dieta. Sin embargo, el incremento de longitud y la tasa específica de crecimiento no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre tratamientos. El requerimiento de proteína determinado en base a la ganancia de peso mediante la regresión polinomial de segundo grado fue de 56.78% para el óptimo crecimiento de juveniles de chita.

Palabras clave: chita, *Anisotremus scapularis*, juveniles, nivel de proteína

¹ Departamento de Nutrición, Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú

² Departamento de Acuicultura e Industrias Pesqueras, Facultad de Pesquería, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú

³ Department of Biological and Agricultural Engineering, North Carolina State University, United States

* E-mail: asotelo@lamolina.edu.pe

Recibido: 22 de septiembre de 2022

Aceptado para publicación: 10 de abril de 2023

Publicado: 29 de junio de 2023

©Los autores. Este artículo es publicado por la Rev Inv Vet Perú de la Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original

ABSTRACT

The present study was carried out to determine the protein requirement in Peruvian grunt juvenile, *Anisotremus scapularis*. In total, 72 fish weighing 19.95 ± 4.09 g and length of 10.31 ± 0.63 cm were used. They were randomly distributed in groups of six units per tank. The experimental diets contained protein levels of 45, 50, 55 and 58%, which were supplied to three experimental units per diet. The fish were fed three times a day to satiety for a period of 56 days. The results showed that final weight, weight gain, feed intake and feed conversion ratio were significantly ($p < 0.05$) affected by dietary protein levels. However, the increase in size and the specific growth rate did not present significant differences ($p > 0.05$) between treatments. The protein requirement based on weight gain using second degree polynomial regression was 56.78%, for optimal growth of Peruvian grunt juveniles.

Key words: Peruvian grunt, *Anisotremus scapularis*, juveniles, protein level

INTRODUCCIÓN

La ingesta de proteína es uno de los nutrientes más importantes para los peces marinos debido a su aporte energético para el crecimiento y formación de tejidos, enzimas, hormonas y otras moléculas metabólicas (Limin *et al.*, 2006). Asimismo, la proteína es el nutriente de mayor incidencia en el costo de las dietas formuladas para cumplir con los requerimientos nutricionales específicos de las especies cultivadas (Gatlin III, 2000; NRC, 2011; Calderón, 2019; Choi *et al.*, 2020). Por esta razón, la determinación del nivel mínimo necesario de proteína en la dieta de los peces que permita alcanzar el máximo crecimiento es uno de los mayores desafíos en el desarrollo de alimentos comerciales.

La demanda de proteína de los peces depende de factores tales como la especie, hábitos de alimentación, condiciones de cultivo, fuente proteica, relación proteína energía, temperatura del agua, ambiente (marino o agua dulce) y etapa de desarrollo fisiológico, entre otros (NRC, 2011; Robinson y Li, 1999; Lupatsch *et al.*, 2001).

Los peces marinos carnívoros requieren en su dieta de altos niveles de proteína (40-60%) (Oliva-Teles, 2000; De la Parra *et al.*, 2010; Piaget *et al.*, 2011; Craig y Helfrich, 2017). En general, la estimación del componente proteico se realiza a partir de experimentos de dosis-respuesta, obteniendo la cantidad mínima de proteína dietaria que resultase con el máximo crecimiento (Shearer, 2000). La demanda de proteína es mayor en los estadios de larvas y alevines, comparadas con los de juvenil y adulto (Boonyaratpalin, 1997). El exceso de proteína en la dieta es usado como fuente de energía y puede incrementar la excreción de amonio, de modo que la proteína puede terminar como combustible metabólico, en lugar de contribuir al crecimiento (Anguas, 2001; Martínez, 2002; Angulo, 2018). Los niveles adecuados de este nutriente dan lugar a una mayor porción de proteína retenida, y a la reducción del costo de alimento y de la contaminación del agua (Thoman *et al.*, 1999; De la Parra *et al.*, 2010).

La chita (*Anisotremus scapularis*) es un pez marino carnívoro, con un régimen proteico elevado (Cota *et al.*, 2017). Es una es-

pecie de alto valor comercial para el consumo humano directo por la calidad de su carne. Sin embargo, su cultivo en ambientes confinados se encuentra en un nivel básico, por lo que existe poca información sobre la composición de su dieta y requerimiento de proteína específico. Por consiguiente, el presente estudio tuvo como objetivo investigar sobre el requerimiento de proteína dietaria y evaluar los efectos del nivel de proteína en la dieta sobre el crecimiento e indicadores de utilización del alimento para juveniles de chita (*A. scapularis*).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se trabajó con tres niveles de proteína (45, 50 y 55%), formuladas con base a lo recomendado para especies marinas carnívoras de 40 a 55% de proteína (Boonyaratpalin, 1997; Martínez, 2002; Gao *et al.*, 2005; De la Parra *et al.*, 2010) (Cuadro 1). Juveniles de chita (n=72) fueron extraídos del medio natural procedentes de la playa Arica, Lurín, Lima (18 L 298308.95 m E 8639462.97 m S), y aclimatados a las condiciones experimentales durante dos semanas antes de iniciar el experimento. El peso inicial de los peces fue de 19.95 ± 4.09 g y la longitud de 10.31 ± 0.63 cm. Los peces fueron distribuidos en 12 tanques de 50 L de capacidad, en grupos de 6 peces por tanque.

La elaboración del alimento balanceado bajo la forma de pellets se realizó en la Planta de Alimentos Balanceados del Programa de Investigación y Proyección Social en Alimentos, y los análisis de las dietas se hizo en el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA), de la Facultad de Zootecnia, ambos de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Las tres dietas formuladas y una dieta comercial de referencia (Nicovita Classic Cobia 20, donado por la empresa VITAPRO, Perú) fueron asignadas aleatoriamente a las unidades experimentales (tanques), correspondiendo tres repeticiones por tratamiento.

La cantidad de alimento que recibieron los juveniles de chita fue con base al 3% de la biomasa y el cálculo de la cantidad de alimento fue periódico (según biometría) durante 56 días. Se ofreció 3 veces al día, a las 08:00, 12:00 y 16:00 horas. La ingesta de alimento se determinó mediante el método de consumo a saciedad, el cual consiste que el pez consuma hasta saciarse en un periodo de 30 minutos luego dejan de consumir, momento que se registra el alimento no consumido para cada unidad experimental y en cada turno de alimentación. La ingesta es determinada mediante la diferencia entre el alimento suministrado y el no consumido.

Cada tanque de peces tuvo un flujo continuo de agua y constante aireación para mantener el oxígeno disuelto por lo menos a un 80% de saturación. El agua fue reciclada continuamente a través de un separador de sólidos tipo tamiz compuesto por fibra perlón y dos filtros de manga de 1 μ m; seguido de un skimmer Red Devil y, finalmente, un biofiltro compuesto por segmentos de tubo corrugado de 0.5" y rúleros como sustrato para las bacterias nitrificantes, con 2 kg de carbón activo para retener los compuestos nitrogenados.

Los parámetros de calidad de agua se midieron con un pH-metro portátil, oxímetro digital portátil (modelo YSI DO200A-4) y fotómetro (modelo YSI 9500). Los parámetros de calidad del agua se midieron diariamente en el punto de término del tratamiento de nitrificación y toma de agua hacia el retorno para su recirculación a través de los tanques de peces. Durante el periodo experimental, la temperatura fue 25.3 ± 0.58 °C, pH 7.79 ± 0.21 , alcalinidad 82 ± 48.51 ppm, nitrógeno amoniacal 0.2 ± 0.22 ppm, nitrito 1.39 ± 0.93 ppm, oxígeno disuelto 6.12 ± 0.21 ppm y la saturación de oxígeno de $90.8 \pm 3.58\%$.

Los peces de cada tanque fueron colocados en un recipiente de agua de mar con aireación para la determinación de los parámetros biométricos. Los peces fueron

Cuadro 1. Ingredientes y composición nutricional de las dietas experimentales

Formulación (%)	Dietas experimentales (niveles de proteína total)			
	T1 (45%)	T2 (50%)	T3 (55%)	T4 (58%)
Harina de trigo	23.44	16.78	7.78	-
Harina de pescado 67	59.41	67.75	73.34	-
Torta de soya 48	4.86	5.32	10.23	-
Aceite crudo de pescado	8.66	7.91	7.38	-
Fosfato di cálcico	1.84	0.78	0	-
Carbonato de calcio	0.41	0.27	0.19	-
Sal común	0.34	0.15	0.03	-
Premix vitaminas y minerales acuicultura	0.3	0.3	0.3	-
Aglutinante Desbrond (polimetilcarbamida)	0.35	0.35	0.35	-
Prebiótico Bio-mos (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>)	0.15	0.15	0.15	-
Enzimas Allzyme (multienzima [no OGM])	0.1	0.1	0.1	-
Antibiótico oxitetraciclina	0.1	0.1	0.1	-
Antioxidante Antox plus polvo (Etoxiquina)	0.05	0.05	0.05	-
Composición (%) en materia fresca (tal como ofrecido)				
Proteína total	45	50	55	50 (mínimo)
Extracto etéreo	15	15	15	10 (mínimo)
Fibra cruda	1.49	1.39	1.38	2 (máximo)
Calcio total	3	3	3	-
Fósforo total	2	2	2	-
Sodio total	0.65	0.65	0.65	-
Energía metabolizable estimada (kcal/kg) ¹	3492	3489	3483	-

¹ Determinada a partir de la ecuación propuesta por Janssen (1989), reportado por NRC (1994) para estimar la energía metabolizable en los insumos. $EM = 35.87 \times MS - 34.08 \times \text{Ceniza} + 42.09 \times EE$, donde MS (porcentaje de materia seca) y EE (porcentaje de extracto etéreo)

pesados de forma individual cada 14 días utilizando una balanza de precisión digital con capacidad máxima de $2 \text{ kg} \pm 0.01$ y la longitud total de cada pez se determinó con un ictiómetro de 30 ± 0.1 cm. Los parámetros para evaluar el crecimiento fueron: Ganancia de peso, $G \text{ (g)} = W_t - W_0$; Incremento de longitud, $\Delta L \text{ (cm)} = L_t - L_0$; Tasa específica de crecimiento, $TEC \text{ (\%)} = \ln(W_t) - \ln(W_0) \times 100/t$, donde t es el tiempo de observación en días; y Conversión alimenticia, $CA = \text{Alimento consumido/ganancia de peso}$.

La relación entre el nivel de proteína en la dieta y la ganancia de peso fue determinada, siguiendo el modelo matemático expuesto por Pesti *et al.* (2009), que emplea la ecuación polinomial de segundo orden, siendo $Y = -0.0437x^2 + 4.9624x - 118.62$ ($R^2 = 0.57$), donde «Y» es la ganancia de peso y «x» el nivel de proteína dietaria.

Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza seguido de la prueba Tukey para determinar las diferencias de medias

Cuadro 2. Crecimiento y utilización del alimento por juveniles chita (*Anisotremus scapularis*), alimentados con dietas con cuatro niveles de proteína

Parámetros	Dietas experimentales (niveles de proteína total - Pt)			
	T1 (45% Pt)	T2 (50% Pt)	T3 (55% Pt)	T4 (58% Pt)
Peso unitario (g)				
Inicial	19.88 ± 0.12 ^a	19.99 ± 0.09 ^a	19.88 ± 0.16 ^a	20.03 ± 0.07 ^a
Final	35.95 ± 1.60 ^c	37.97 ± 1.03 ^{bc}	44.10 ± 2.86 ^a	41.38 ± 1.61 ^{ab}
Ganancia de peso	16.07 ± 1.65 ^c	17.98 ± 1.06 ^{bc}	24.22 ± 2.84 ^a	21.35 ± 1.67 ^{ab}
Biomasa (g)				
Inicial	119.28 ± 0.74 ^a	119.95 ± 0.57 ^a	119.26 ± 0.95 ^a	120.19 ± 0.4 ^a
Final	215.70 ± 9.62 ^c	227.81 ± 6.2 ^{bc}	264.58 ± 17.15 ^a	248.29 ± 9.65 ^{ab}
Incremento de biomasa	96.42 ± 9.93 ^c	107.85 ± 6.35 ^{bc}	145.32 ± 17.02 ^a	128.10 ± 10.05 ^{ab}
Longitud (cm)				
Inicial	10.27 ± 0.15 ^a	10.25 ± 0.12 ^a	10.38 ± 0.10 ^a	10.34 ± 0.15 ^a
Final	12.11 ± 0.24 ^b	12.17 ± 0.07 ^b	12.70 ± 0.26 ^a	12.44 ± 0.17 ^{ab}
Incremento en longitud	1.84 ± 0.34 ^a	1.92 ± 0.06 ^a	2.32 ± 0.21 ^a	2.10 ± 0.12 ^a
Consumo de alimento/pez (g)	39.55 ± 4.89 ^b	47.30 ± 1.41 ^a	53.90 ± 0.90 ^a	48.72 ± 2.49 ^a
Conversión alimenticia	2.46 ± 0.06 ^{ab}	2.64 ± 0.15 ^a	2.24 ± 0.23 ^b	2.29 ± 0.09 ^{ab}
Tasa específica de crecimiento (%BW/día)	1.06 ± 0.38 ^a	1.15 ± 0.32 ^a	1.42 ± 0.48 ^a	1.30 ± 0.55 ^a

^{a,b,c} Superíndices dentro de filas expresan diferencias significativas ($\alpha=0.05$)

T4: dieta comercial (alimento para pez marino "Cobias" *Rachycentron canadum*)

entre tratamientos con un $p < 0.05$. El requerimiento de proteína para la especie se estimó a partir del aumento de peso corporal utilizando el modelo de análisis de Regresión Polinomial de Segundo Orden. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el Complemento de Microsoft Office Professional Plus Excel 2016, denominado RealStats-2007.

RESULTADOS

Los datos sobre el crecimiento de la Chita (*A. scapularis*) muestran que hubo mayor ganancia de peso (24.22 ± 2.84 g) cuando el nivel de proteína dietaria fue 55% (Cuadro 2). Los peces alimentados con las dietas con niveles de proteína de 45 y 50% mostraron una menor ganancia de peso, como también una menor eficiencia de utilización

del alimento. Los peces alimentados con la dieta comercial (58% de proteína) mostraron un menor crecimiento que la dieta T3. La diferencia en el crecimiento entre tratamientos se acentúa con el transcurrir del tiempo (Figura 1). El nivel óptimo de la proteína en la dieta con base a una máxima ganancia de peso fue de 56.78% (Figura 2).

La tasa específica de crecimiento (TEC) fue de 1.06% BW.d⁻¹ para peces alimentados con la dieta de menor contenido proteico y de 1.42% para los alimentados con la dieta conteniendo 55% de proteína, sin diferencias significativas entre tratamientos ($p > 0.05$). Asimismo, el consumo de alimento en los tratamientos con 50% (T2) y 55% (T3) de proteína y con la dieta comercial (T4) no fue estadísticamente diferente ($p > 0.05$) entre sí, pero mostraron diferencias significativas fa-

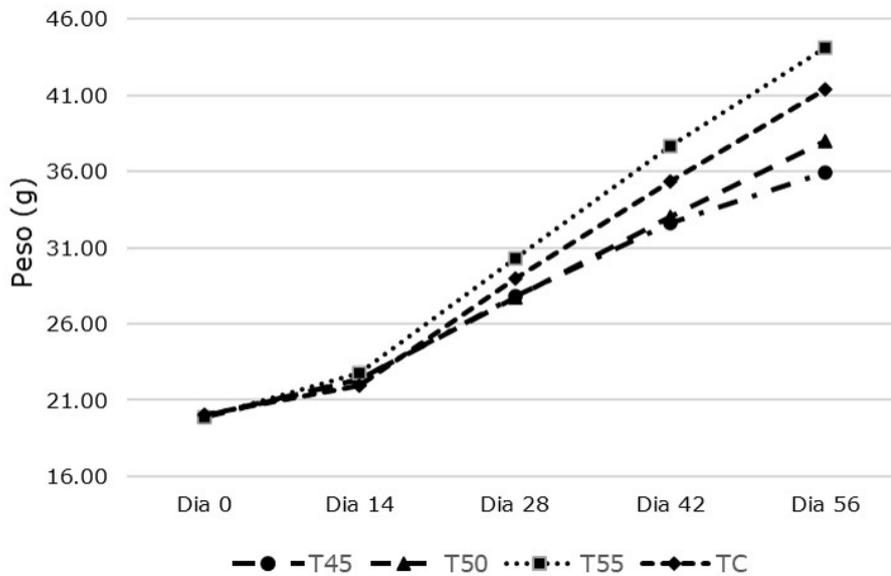


Figura 1. Variación del peso (g) de juveniles de Chita (*Anisotremus scapularis*) en función del tiempo (d)

vorables respecto a la dieta con 45% de proteína (T1). Por otro lado, el incremento en longitud de las chitas entre tratamientos fue estadísticamente similar ($p > 0.05$) (Cuadro 2).

El mayor consumo de alimento y la mayor ganancia de peso en T3 (55% de proteína) están relacionados con la conversión alimenticia (CA) de 2.24 ± 0.23 , superando a los resultados de los demás tratamientos, aunque solo mostró diferencias significativas favorables con T2 (50% de proteína) (Cuadro 2).

DISCUSIÓN

Según el NRC (2011), el requerimiento promedio de proteína en dietas para crecimiento de las especies marinas carnívoras cultivadas puede oscilar entre 31 y 55%. En ese sentido, Anguas (2001) sugiere un valor de 55% de proteína cruda (PC) como apropiado para cabrilla arenera (*Paralabrax maculatofasciatus*), de allí que fuera utilizado para el presente estudio, por ser una es-

pecie filogenéticamente relacionada a la chita y con semejante hábito de alimentación. Asimismo, Piaget *et al.* (2011) recomiendan un valor entre 54 a 60% para lenguado fino (*Paralichthys adspersus*).

La dieta T3 con 55% de proteína dio lugar a una mayor ganancia de peso (24.22 g) que las dietas T1 y T2, pero estadísticamente similar a la dieta comercial (t4). La ganancia de peso en T3 es ligeramente superior al 23.4 g hallado por Choi *et al.* (2020) para el Abadejo de Alaska (*Gadus chalcogrammus*), alimentados con dietas de 55% de proteína.

La estimación para hallar el nivel óptimo del nutriente en la dieta del presente estudio ha sido utilizada también por Choi *et al.* (2020) en juveniles de abadejo de Alaska (*Gadus chalcogrammus*). Por otra parte, Shearer (2000) menciona que esta metodología es una de las más utilizadas para estimar el requerimiento de cualquier nutriente en la dieta de peces.

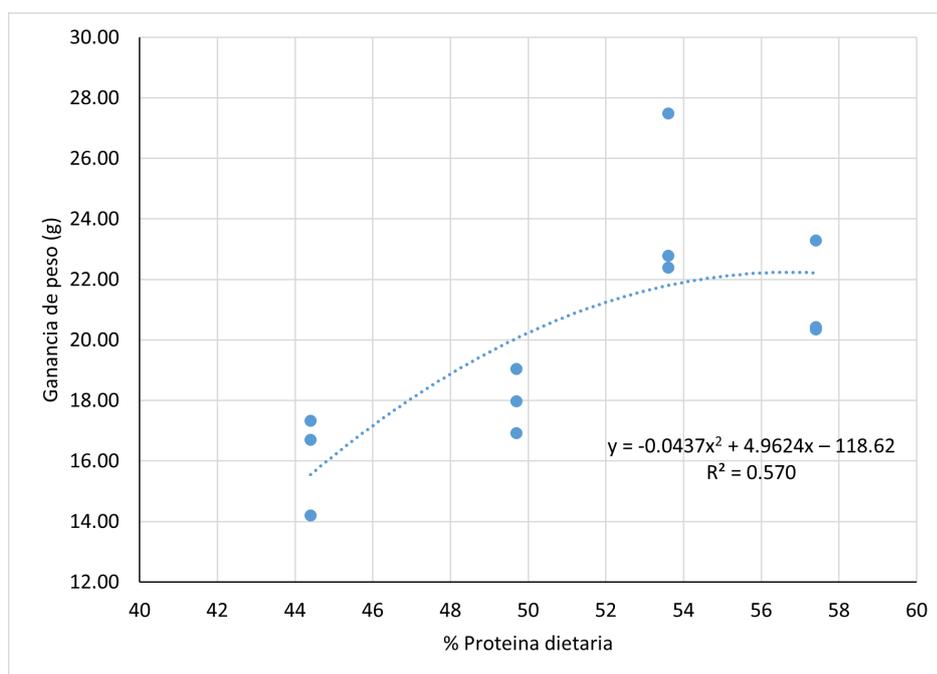


Figura 2. Relación entre la ganancia de peso (g) y los niveles de proteína en la dieta (%) para juveniles de Chita (*Anisotremus scapularis*) utilizando una regresión polinomial de segundo orden

El 56.78% de requerimiento de proteína obtenido mediante la ecuación polinomial de segundo orden es congruente con los resultados de Cota *et al.* (2017) y Dionicio *et al.* (2017), quienes suplementando dietas a juveniles de chita encontraron que el nivel de 50% de proteína dio una mayor ganancia de peso (29.57 y 56.74 g en 106 y 88 días de experimentación, respectivamente). No obstante, la ganancia de peso fue superior a los 3.17 g reportados por Gracia *et al.* (2003) con una dieta con 53.36% de proteína suplementada al róbalo blanco (*Centropomus undecimalis*) por 60 días. Por otro lado, Angulo (2018) determinó una mayor ganancia de peso (64.71 g) con una dieta con 50% de proteína al pargo lunarejo (*Lujtanus guttatus*), pero dicho estudio tuvo una duración de 120 días. Se reconoce que la necesidad de proteína en la dieta varía según la especie, hábitos alimentarios, estado fisiológico y de desarrollo, condiciones de cultivo, fuentes de

proteína, niveles de energía dietaria y la relación proteína: energía (Robinson y Li, 1999; Lupatsch *et al.*, 2001).

Los juveniles de chita que recibieron la dieta T3 alcanzaron la mayor longitud (12.7 cm), aunque estas diferencias no fueron estadísticamente significativas. Cota *et al.* (2017) hallaron una mayor longitud en juveniles de chita (14.71 ± 0.75 cm) debido al mayor tiempo de duración del experimento (88 días). Estos resultados concuerdan con los hallazgos de Dionicio *et al.* (2017) y Angulo (2018) en chitas cuando suministraron 40 y 50% de proteína en la dieta, obteniendo longitudes de 3.12 y 6.61 cm y de 4.21 a 6.72 cm, respectivamente.

Los valores de tasa específica de crecimiento (TEC) para juveniles de Chita alimentados con niveles de proteína dietaria de 45% fue de $1.06\% \text{ BW} \cdot \text{d}^{-1}$ y para el grupo de

consumió la dieta con 55% de proteína fue de 1.42% BW.d⁻¹, sin diferencias entre grupos. Estos valores son inferiores a los observados para el lenguado de Florida (*Paralichthys lethostigma*) de 1.73 a 2.1% para grupos que consumieron dietas con 45 a 51% de proteína (Gao *et al.*, 2005). En forma similar, la TEC del presente estudio fue inferior a los valores determinados para la cabrilla arenera (Anguas, 2001) y a los de abadejo de Alaska, probablemente por iniciar los ensayos con pesos menores (2.5 y 4.5 g, respectivamente). Por otro lado, fueron cercanos a los observados para el róbalo blanco (Gracia *et al.*, 2003) y para la chita (Cota *et al.*, 2017), mientras que fue superior a la TEC del lenguado fino, quizás por un mayor peso inicial y mayor tiempo de experimentación (Piaget *et al.*, 2011).

De los resultados publicados por otros autores, se observa que el incremento en los niveles de proteína genera, desde un cierto nivel, una disminución en los valores de TEC (Gao *et al.*, 2005; Gracia *et al.*, 2003; Choi *et al.*, 2020). De Silva y Anderson (1995) explican este patrón como la respuesta a un desequilibrio en la relación proteína/energía de las dietas cuando las fuentes energéticas no proteicas disminuyen con un aumento concomitante del contenido de proteínas, induciendo al cambio de la ruta metabólica de la proteína, pasando de la síntesis proteica para crecimiento a la de producción de energía. Dado que esta es una respuesta frecuentemente observada en varias especies de peces, se sostiene que la dieta con 58% de proteína en este experimento (dieta comercial) estaría desequilibrada en la relación proteína/energía debido al exceso de proteína, la cual habría sido una de las causas de la depresión del crecimiento de los peces alimentados con aquella dieta, respecto al valor óptimo determinado (1.42 ± 0.48% TEC; 55 % PT).

La ingesta de alimento en el presente estudio mostró una tendencia de ascenso hasta un nivel de 55% de proteína total para des-

cender cuando se alcanzó el nivel de 58% en la dieta comercial. El consumo de alimento se incrementa cuando la dieta presenta deficiencia de algún nutriente (Choi *et al.*, 2020; Anguas, 2001). Los peces ajustan el consumo de alimento para satisfacer los requerimientos de energía metabólica; sin embargo, una vez que se satisfacen los requerimientos mínimos, la ingesta diaria puede estar relacionado con la calidad de la dieta y con el contenido proteico (De Silva y Anderson, 1995). En tales casos, los peces pueden ajustar la ingestión de alimentos en función del contenido de energía digestible de la dieta. Por el contrario, una dieta que contenga un exceso de energía puede reducir el consumo de alimento y, por lo tanto, la ingesta de la cantidad necesaria de proteínas y otros nutrientes esenciales para un crecimiento óptimo (NRC, 2011).

La conversión alimenticia fue significativamente favorable para el grupo T3 (55% de proteína) con relación al grupo T2 (50% de proteína) y numéricamente menor a los otros dos grupos. Estas tendencias fueron similares a conversiones alimenticias de 1.32 y 2.5 en chitas que consumieron dietas con 50 y 40% de proteína (Dionicio *et al.*, 2017). Comparaciones similares han sido reportadas (Angulo, 2018; Anguas, 2001; Cota *et al.*, 2017) para diversas especies de peces, con lo cual queda demostrado que el nivel proteico en la dieta afecta la conversión alimenticia.

CONCLUSIONES

- El nivel de proteína en la dieta para los juveniles de *Anisotremus scapularis* debe ser de 56.8%, dado que es el nivel óptimo que se asocia a un crecimiento máximo y una mejor relación de conversión alimenticia.
- Un aumento en el nivel de proteína en la dieta por encima de este valor influye desfavorablemente en la performance de los peces y en la utilización del alimento.

Agradecimiento

Esta investigación se realizó con el apoyo de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) y del Programa Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura (PNIPA).

LITERATURA CITADA

1. **Anguas B. 2001.** Estudio sobre los requerimientos en proteína y energía de juveniles de la cabrilla arenera, *Paralabrax maculatofasciatus* (Stein., 1868) (Osteichthyes: Serranidae). Tesis Doctoral. La Paz, México: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. 116 p.
2. **Angulo J. 2018.** Efecto de tres piensos comerciales con diferentes niveles de proteína en el crecimiento y sobre-vivencia del pargo lunarejo *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869). Tesis de Maestría-Málaga, Colombia: Univ. del Magdalena. 74 p.
3. **Boonyaratpalin M. 1997.** Nutrient requirements of marine food fish cultured in Southeast Asia. *Aquaculture* 151: 283-313. doi: 10.1016/S0044-8486(96)01497-4
4. **Calderón K. 2019.** Determinación del requerimiento de proteína bruta de alevinos de Sábalo cola roja (*Brycon erythropterus*). Tesis de Ingeniero Zootecnista. Lima, Perú: Univ. Nacional Agraria La Molina. 66 p.
5. **Choi J, Byun S, Lim H, Kim H. 2020.** Determination of optimum dietary level for juvenile walleye Pollock, *Gadus chalcogrammus* (Pallas, 1811). *Aquac Rep* 17: 100291. doi: 10.1016/j.aqrep.-2020.100291
6. **Cota N, Castro A, Carrera L, Montes M, Medina M, Flores L, Ruiz A. 2017.** Evaluación de diferentes dietas (Otohime, Truchina y Nicovita Classic Cobia) en el crecimiento, supervivencia, composición proximal del musculo y aspectos histológicos de juveniles de chita *Anisotremus scapularis* bajo condiciones de laboratorio. En: Latin American Caribbean Aquaculture Conference & Exposition. Mazatlán, México.
7. **Craig S, Helfrich L. 2017.** Understanding fish nutrition, feeds, and feeding. Virginia Cooperative Extension. Virginia State University. Publication 420-256.
8. **De la Parra M, Rodríguez-Ibarra L, Hernández C, Hernández K, Gonzales-Rodríguez B, Martínez-Rodríguez I, García-Ortega A. 2010.** Efecto de diferentes niveles de proteína y lípidos totales en la dieta sobre el crecimiento y supervivencia de juveniles de Pargo Lunarejo *Lutjanus guttatus*. *Rev Biol Mar Oceanog* 45: 433-439. doi: 10.4067/S0718-19572010000300008
9. **De Silva S, Anderson T. 1995.** Fish nutrition in aquaculture. Chapman & Hall. Aquaculture Series 1. London, UK. 319 p.
10. **Dionicio J, Rosado M, Flores J, Flores L, Aguirre A. 2017.** Evaluación de dietas comerciales en el crecimiento y su efecto en la composición bioquímica muscular de juveniles de Chita, *Anisotremus scapularis* (Tschudi, 1846) (Familia: Haemulidae). *Lat Am J Aquat Res* 45: 410-420. doi: 10.3856/vol45-issue2-fulltext-16
11. **Gao Y, Lv J, Lin Q, Li L. 2005.** Effect of protein levels on growth, feed utilization, nitrogen and energy budget in juvenile Southern flounder, *Paralichthys lethostigma*. *Aquacult Nutr* 11: 427-433. doi: 10.1111/j.1365-2095.2005.00371.x
12. **Gatlin III D. 2000.** Nutrición de reproductores y juveniles de peces marinos. Avances en Nutrición Acuicola IV. En: Memorias IV Simposio Internacional de Nutrición Acuicola. La Paz, México.
13. **Gracia V, García T, Gaxiola G, Pacheco J. 2003.** Efecto del nivel de proteína en la dieta y alimentos comerciales, sobre el crecimiento y la alimentación en juveniles del Robalo blanco, *Centropomus undecimalis* (Bloch, 1792). *Ciencias Marinas* 29: 585-594.

14. **Limin L, Feng X, Jing H. 2006.** Amino acids composition difference and nutritive evaluation of the muscle of five species of marine fish, *Pseudosciaena crocea* (large yellow croaker), *Lateolabrax japonicus* (common sea perch), *Pagrosomus major* (red seabream), *Seriola dumerili* (Dumeril's amberjack) and *Hapalogenys nitens* (black grunt) from Xiamen Bay of China. *Aquacult Nutr* 12: 53-59. doi: 10.1111/j.1365-2095.2006.00381.x
15. **Lupatsch I, Kissil G, Sklan D, Pfeffer E. 2001.** Effects of varying dietary protein and energy supply on growth, body composition and protein utilization in Gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). *Aquacult Nutr* 7: 71-80. doi: 10.1046/j.1365-2095.2001.00150.x
16. **Martínez R. 2002.** Efecto de la dieta y otros factores sobre la excreción de amonio y el aprovechamiento del nitrógeno por la Dorada *S. aurata* y su incidencia en los cultivos de esta especie. Tesis Doctoral. Barcelona, España: Univ. Politécnica de Cataluña. 174 p.
17. **[NRC] National Research Council. 2011.** Nutrient requirements of fish and shrimp. Washington DC, USA: The National Academies Press. 392 p.
18. **Oliva-Teles A. 2000.** Recent advances in European sea bass and gilthead sea bream nutrition. *Aquacult Int* 8: 477-492. doi: 10.1023/A:1009236517555
19. **Pesti GM, Vedenov D, Cason JA, Billard L. 2009.** A comparison of methods to estimate nutritional requirements from experimental data. *Brit Poultry Sci* 50: 16-32. doi: 10.1080/00071660802530639
20. **Piaget N, Toledo P, Silva A, Vega A. 2011.** Nivel óptimo de proteína dietaria para juveniles de Lenguado *Paralichthys adspersus* (Pisces: Pleuronectiformes). *Rev Biol Mar Oceanog* 46: 9-16. doi: 10.4067/S0718-19572011000100002
21. **Robinson E, Li M. 1999.** Effect of dietary protein concentration and feeding rate on weight gain, feed efficiency and body composition of pond-raised channel catfish *Ictalurus punctatus*. *J World Aquacult Soc* 30: 311-318. doi: 10.1111/j.1749-7345.1999.tb00681.x
22. **Shearer K. 2000.** Experimental design, statistical analysis and modelling of dietary nutrient requirement studies for fish: a critical review. *Aquacult Nutr* 6: 91-102. doi: 10.1046/j.1365-2095.2000.00134.x
23. **Thoman E, Davis D, Arnold C. 1999.** Evaluation of growth diets with varying protein and energy levels for red drum (*Sciaenops ocellatus*). *Aquaculture* 176: 343-353. doi: 10.1016/S0044-8486(99)00118-0