

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE ZOOTECNIA



**“EFECTO DEL CONTENIDO PROTEÍCO EN LA DIETA SOBRE EL
CRECIMIENTO Y UTILIZACIÓN DEL ALIMENTO EN JUVENILES
DE CHITA (*Anisotremus scapularis*)”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO ZOOTECNISTA**

CIRO FILIBERTO YANAC PORRAS

LIMA – PERÚ

2021

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE ZOOTECNIA

**“EFECTO DEL CONTENIDO PROTEÍCO EN LA DIETA SOBRE EL
CRECIMIENTO Y UTILIZACIÓN DEL ALIMENTO EN JUVENILES
DE CHITA (*Anisotremus scapularis*)”**

**Tesis para optar el Título de:
INGENIERO ZOOTECNISTA**

**Presentado por:
CIRO FILIBERTO YANAC PORRAS**

Sustentada y aprobada ante el siguiente Jurado:

***Ph. D.* Carlos Vílchez Perales**

Presidente

***Ing. Mg. Sc.* Alejandrina Sotelo Méndez**

Patrocinador

***Ing. Mg. Sc.* Víctor Vergara Rubín**

Miembro

***Ph. D.* Víctor Guevara Carrasco**

Miembro

***M.Sc.* Aníbal Verástegui Maita**

Co Patrocinador

*En memoria de mi madre Judith Liliana Porras Canorio
por todo su amor y creer en mí en todo momento,
sin ella realmente no hubiera podido realizar esta investigación;
ella es mi motivación en mejorar en todos los aspectos de mi vida
y mis logros en adelante serán por ella y para ella.*

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Características de la chita (<i>Anisotremus scapularis</i>).....	3
2.1.1. Generalidades	3
2.1.2. Hábitat natural de la especie.....	3
2.1.3. Alimentación de la chita en el medio natural	4
2.1.4. Anatomía digestiva y fisiología nutricional de la Chita.....	4
2.2. Sistemas de cultivo de peces marinos	6
2.3. Requerimientos nutricionales de los peces marinos.....	7
2.4. Requerimiento de proteína en la dieta de chitas y efecto en su desempeño productivo.....	19
2.5. Alimentación y utilización de alimento en peces marinos	20
2.5.1. Tasa de alimentación en peces marinos cultivados	20
2.5.2. Conversión de alimento en peces marinos cultivados.....	21
2.5.3. Frecuencia alimenticia en peces marinos cultivados.....	22
2.6. Calidad de agua para el cultivo de chita.....	23
III. MATERIALES Y MÉTODOS	25
3.1. Lugar y duración del experimento.....	25
3.2. Características de las instalaciones.....	25
3.3. Animales experimentales	26
3.4. Tratamientos	26
3.5. Formulación y elaboración de las dietas experimentales	26
3.6. Análisis proximal de las dietas experimentales.....	28
3.7. Evaluación de la calidad de agua	29
3.8. Desarrollo del experimento	30
3.9. Variables evaluadas	31
3.10. Análisis estadístico	34
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
4.1. Peso, biomasa e incremento de peso y biomasa.....	35
4.2. Talla e incremento de talla individual de la especie.....	40

4.3. Consumo de alimento	42
4.4. Conversión alimenticia de juveniles de Chita	43
4.5. Tasa específica de crecimiento	46
4.6. Costo del alimento por kilogramo de ganancia de peso	49
V. CONCLUSIONES	51
VI. RECOMENDACIONES	52
VII. BIBLIOGRAFÍA	53
VIII. ANEXOS	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Requerimientos de proteína y aminoácidos en peces marinos	11
Tabla 2: Requerimientos de energía y relación energía vs proteína en peces marinos	13
Tabla 3: Requerimientos de lípidos en peces marinos	15
Tabla 4: Requerimientos de vitaminas en peces marinos.....	17
Tabla 5: Parámetros productivos evaluados en peces marinos carnívoros.....	20
Tabla 6: Resultados de conversión alimenticia evaluados en peces marinos carnívoros	22
Tabla 7: Parámetros de calidad de agua para <i>A. scapularis</i>	24
Tabla 8: Tratamientos y sus características en el diseño experimental	26
Tabla 9: Formulación y composición nutricional calculada de las dietas experimentales ..	28
Tabla 10: Resultados del análisis químico proximal de las dietas experimentales	29
Tabla 11: Parámetros de calidad de agua: promedios semanales	30
Tabla 12: Efecto de los niveles de proteína bruta sobre el peso (g), biomasa (g) y talla (cm) en juveniles de chita <i>Anisotremus scapularis</i>	36
Tabla 13: Efecto de los niveles de proteína bruta sobre el consumo de alimento (g), conversión alimenticia y tasa específica de crecimiento (%PC/ día) en juveniles de chita <i>Anisotremus scapularis</i>	43
Tabla 14: Efecto de los niveles de proteína bruta sobre el costo del alimento por kilogramo de peso ganado en juveniles de chita <i>Anisotremus scapularis</i>	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Características morfológicas del sistema digestivo de chita a 30 días después de la eclosión (<i>Anisotremus scapularis</i>)	5
Figura 2: Comparación del peso unitario promedio final por tratamiento (g).....	36
Figura 3: Variación del peso en función del tiempo, según tratamientos (g).....	37
Figura 4: Comparación de la biomasa inicial y final por tratamiento (g)	39
Figura 5: Comparación de la talla unitaria promedio final por tratamiento (cm).....	41
Figura 6: Variación de la talla en función del tiempo, según tratamientos (cm).....	41
Figura 7: Comparación del consumo total unitario promedio de alimento por tratamiento (g total/ pez).....	43
Figura 8: Comparación de la conversión alimenticia por tratamiento correspondiente a diferentes niveles de proteína en la dieta.....	46
Figura 9: Comparación de la tasa específica de crecimiento por tratamiento en juveniles de chita (%/ día)	48
Figura 10: Comparación del costo de alimento (S/.) por Kg de ganancia de peso promedio por tratamiento	50
Figura 11: Sistema de recirculación experimental de la tesis.....	77
Figura 12: Laboratorio del Sub proyecto PNIPA-ACU-SIADE-PP-000070, La Punta, Callao	77
Figura 13: Evaluación del peso vivo de los juveniles de chita <i>Anisotremus scapularis</i>	78
Figura 14: Evaluación de la talla de los juveniles de chita <i>Anisotremus scapularis</i>	78
Figura 15: Dietas experimentales en sus envases rotulados por repetición.....	79
Figura 16: Medición de los parámetros de calidad de agua (fotómetro)	79

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Contenido nutricional de los insumos de las dietas formuladas	61
Anexo 2: Registro de los parámetros de calidad de agua promedio por semana	62
Anexo 3: Peso vivo promedio unitario y ganancia de peso unitario (g).....	63
Anexo 4: Biomasa inicial, final e incremento de biomasa por tratamiento (g).....	64
Anexo 5: Talla promedio unitaria e incremento de talla unitaria (cm)	65
Anexo 6: Consumo de alimento bisemanal y acumulado por tratamiento (g)	66
Anexo 7: Conversión alimenticia por tratamiento.....	67
Anexo 8: Tasa específica de crecimiento por tratamiento (%PC/día).....	68
Anexo 9: Evaluación del costo del alimento por Kg de peso vivo.....	69
Anexo 10: Análisis de varianza del peso inicial por tratamiento	70
Anexo 11: Análisis de varianza del peso final por tratamiento.....	70
Anexo 12: Análisis de varianza de la ganancia de peso por tratamiento	71
Anexo 13: Análisis de varianza de biomasa inicial por tratamiento	71
Anexo 14: Análisis de varianza de biomasa final por tratamiento	72
Anexo 15: Análisis de varianza del incremento de biomasa por tratamiento	72
Anexo 16: Análisis de varianza de la talla inicial por tratamiento.....	73
Anexo 17: Análisis de varianza de la talla final por tratamiento.....	73
Anexo 18: Análisis de varianza del incremento de talla por tratamiento.....	74
Anexo 19: Análisis de varianza del consumo de alimento por tratamiento	74
Anexo 20: Análisis de varianza de la conversión alimenticia por tratamiento	75
Anexo 21: Análisis de varianza de la tasa específica de crecimiento por tratamiento.....	75
Anexo 22: Análisis de varianza del costo de alimentación por tratamiento.....	76
Anexo 23: Panel fotográfico del trabajo experimental.....	77

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar tres dietas experimentales formuladas (45, 50 y 55 por ciento de proteína bruta) isocalóricas (3488 Kcal EM/Kg), isolípídicas (15 por ciento de lípidos totales), isofosfóricas (2 por ciento P total) e isocálcicas (3 por ciento Ca total) y una dieta comercial Nicovita Classic Cobia 20 (57.41 por ciento de proteína) en juveniles de chita *Anisotremus scapularis*, durante 8 semanas mediante el incremento de peso, talla y biomasa, consumo de alimento, conversión alimenticia, tasa específica de crecimiento y costo de alimentación. El experimento se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio del Sub proyecto PNIPA con código PNIPA-ACU-SIADE-PP-000070, ubicado en Av. Miguel Grau #262, distrito de La Punta, provincia Constitucional del Callao, donde se implementó un sistema de recirculación (RAS), con 12 acuarios (unidades experimentales) para las pruebas de crecimiento. El alimento fue manufacturado en las instalaciones de la Planta de Alimentos Balanceados de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Se utilizó 72 juveniles de chita de 19.95 g de peso vivo y 10.31 cm de longitud total, distribuidos al azar en los acuarios del sistema de recirculación, con tres repeticiones por tratamiento. Los datos obtenidos fueron analizados mediante un diseño completamente al azar (DCA) y utilizando la prueba de Tukey para evaluar diferencias estadísticas significativas entre las dietas. Las chitas alimentadas con dietas de 55 por ciento de proteína bruta tuvieron diferencias altamente estadísticas en relación a las alimentadas con dietas de 45 por ciento de proteína bruta, presentando las primeras mayor ganancia de peso, incremento de biomasa y consumo de alimento. Además, las chitas alimentadas con dietas de 55 por ciento de proteína bruta tuvieron mayor ganancia de peso, incremento de biomasa, talla final, conversión alimenticia y retribución económica en comparación a las alimentadas con dietas de 50 por ciento de proteína bruta. Por lo tanto, en base al análisis numérico y estadístico, la inclusión de 55 por ciento de proteína bruta en la dieta obtuvo los mejores rendimientos productivos en los parámetros evaluados para juveniles de chita *Anisotremus scapularis*, excepto para el consumo de alimento, donde la inclusión de 45 por ciento de proteína bruta en la dieta obtuvo menor valor.

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

ABSTRACT

The aim of the present study was to evaluate three experimental diets, containing 45, 50 and 55 percent of crude protein, isocalorics (3488 Kcal EM/Kg), isolipidics (15 percent of total lipid), isophosphorics (2 percent of total P) and isocalcics (3 percent of total C), and a commercial diet Nicovita Classic Cobia 20 (57.41 percent of protein) in juvenile chita *Anisotremus scapularis*, for 8 weeks by increasing weight, size and biomass, feed consumption, feed conversion, specific growth rate and feed cost. The experiment was carried out at the Laboratory of the sub project PNIPA with code PNIPA-ACU-SIADE-PP-000070, located in Av. Miguel Grau #262, district of La Punta, Constitutional province of Callao, where was implemented an aquaculture recirculation system (RAS), with 12 aquariums (experimental units) for the growth tests. The “feed was manufactured in the facilities of the Balanced Feed Plant of the National Agrarian University La Molina. There were used 72 juveniles of 19.95 g of liveweight and 10.31 cm of total length, randomly distributed in recirculation system aquariums, with three repetitions per treatment. The data obtained was analyzed using a completely randomized design (DCA) and using the Tukey test to evaluate statistically significant differences between diets. The chitas fed with diets of 55 percent of crude protein had highly statistical differences in relation to those fed with diets of 45 percent of crude protein, presenting the first greater weight gain, increasing biomass and feed consumption. Also, the chitas fed with diets of 55 percent of crude protein had greater weight gain, increasing biomass, final size, feed conversion and economic reward in comparison of the ones fed with diets of 50 percent of crude protein. Therefore, based on numerical and statistical analysis, the inclusion of 55 percent of crude protein in the diet obtained the best productive yields in the evaluated parameters for juvenile chita *Anisotremus scapularis*, except for food consumption, where the inclusion of 45 percent of crude protein in the diet obtained the lower value.

Keywords: chita, *Anisotremus scapularis*, young, protein level.

I. INTRODUCCIÓN

La acuicultura en el Perú se está convirtiendo en una actividad de desarrollo importante, teniendo un crecimiento a una tasa de 20 por ciento anual; siendo una fuente de empleo directo e indirecto, la tendencia al desarrollo se estaría enfocando en el crecimiento de la acuicultura amazónica y la piscicultura marina (Ministerio de la Producción, 2013). En base a esto, y con la finalidad de aumentar la diversidad productiva en el Perú, el Estado peruano viene promoviendo la integración productiva e investigación de las principales especies marinas nativas del litoral pesquero peruano, como es el caso de la chita (*Anisotremus scapularis*), la cual es considerada como una especie con potencial acuícola (Dionicio *et al.*, 2018).

La chita es un pez marino que habita principalmente en el litoral costero peruano, siendo una especie muy valorada para el consumo humano directo por la calidad de su carne; sin embargo, en los últimos años se ha notado una disminución creciente en su población debido a su captura indiscriminada, sobreexplotación y falta de normas que regulen su pesca (Cota, 2016).

Debido a que la alimentación se constituye como el rubro más importante en un sistema de producción animal, se justifica la necesidad de profundizar en la nutrición y alimentación. Por ello, para generar una formulación de dieta óptima, es necesario tener los requerimientos nutricionales específicos de la especie, siendo la proteína el nutriente más importante debido al costo que representa ésta en la composición de cualquier formulación. Por lo tanto, es importante conocer el requerimiento de proteína como base para formular una dieta balanceada para una especie determinada (Calderón, 2019); en este caso, la chita, cuya información acerca de su requerimiento proteico es limitada.

Por lo tanto, la presente investigación tiene por objetivo evaluar los rendimientos productivos resultantes de tres niveles de proteína en la dieta de juveniles de chita *Anisotremus scapularis*.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Características de la chita (*Anisotremus scapularis*)

2.1.1. Generalidades

La especie tiene por característica presentar color gris plateado con una particular mancha negra en la zona de la axila de la aleta pectoral, como en la base del último radio dorsal y anal. Además, tiene el cuerpo lateralmente comprimido, labios gruesos y hocico romo. (Rosado *et al.*, 2016). Las escamas son grandes con manchas oscuras en sus márgenes anteriores, las cuales le dan una apariencia de bandas oblicuas (Cota, 2016).

Según Carrera *et al.* (2018), la clasificación taxonómica sería la siguiente:

Clase: Actinopterygii

Orden: Perciformes

Familia: Haemulidae

Especie: *Anisotremus scapularis* (Tschudi, 1846)

2.1.2. Hábitat natural de la especie

La chita o sargo *Anisotremus scapularis* se encuentra ampliamente distribuida desde Manta (Ecuador) hasta Antofagasta (Chile), incluyendo Islas Coco y Galápagos, siendo así una especie representativa del pacífico sur (León, 2016).

Esta especie es un pez bento-pelágico carnívoro que forma grandes cardúmenes cerca de formaciones rocosas marinas, jugando un papel importante en las interacciones comunitarias en los litorales marinos, tanto en ambientes rocosos como arenosos (Carrera *et al.*, 2018).

2.1.3. Alimentación de la chita en el medio natural

Sus hábitos corresponden a los de un depredador nocturno y su alimento consiste de invertebrados del fondo, que busca entre la rompiente de las olas. Es una especie eurifágica, consume preferentemente moluscos poliplacóforos como *Chiton cumingsi*, bivalvos como *Semimytilus algosus*, anfípodos, echiuridos, peces y algas verdes y rojas. Los hábitos alimenticios cambian de omnívoros en juveniles (macroalgas e invertebrados menores, destacando los copépodos) a mayormente carnívoros en adultos (Cota, 2016).

Al respecto, también se ha reportado en la composición de su contenido estomacal la presencia de anfípodos, caprélidos, gammáridos y ofiuroideos entre otros invertebrados, considerándose por otro lado, una especie carnívora (Vargas *et al.*, 1999).

2.1.4. Anatomía digestiva y fisiología nutricional de la Chita

En general, en la mayoría de los teleósteos, el desarrollo ontogénico se divide en tres fases; la primera comprende en que las larvas se alimentan de las reservas de su saco vitelino y gota de aceite; la segunda comprende desde la apertura de la boca e inicio de la alimentación exógena hasta el momento anterior a la formación de las glándulas gástricas del estómago, en donde en el intestino se absorben los nutrientes, mientras el páncreas exocrino es el principal órgano productor de enzimas digestivas. Por último, en la tercera fase, con el desarrollo de las glándulas gástricas y ciegos pilóricos, el sistema digestivo está maduro anatómicamente y fisiológicamente, adaptado para asimilar alimento balanceado (Chen *et al.*, 2006), el cual se muestra en la Figura 1.

Anatómicamente, el sistema digestivo de la chita está formado en el siguiente orden: bucofaringe; esófago; estómago, en donde se distinguen tres regiones: cardiaca, fúndica y pilórica; hígado, el cual tiene importantes funciones de almacenamientos de lípidos y glucógeno, así como la producción de bilis para la emulsificación de los lípidos en el intestino; páncreas, cuya función principal es regular el metabolismo mediante la producción de hormonas como insulina y glucagón, además de la producción de proenzimas; intestino anterior; intestino medio, en donde se observa la presencia de inclusiones lipídicas para la absorción de lípidos; intestino posterior, el cual incluye vacuolas supranucleares que absorben macromoléculas proteicas por pinocitosis y ano (Cota, 2016).

Respecto a la fisiología nutricional de los peces marinos en general, el estómago, el páncreas exocrino y el intestino, son los principales órganos productores de las diferentes enzimas para la digestión de nutrientes. Las proteasas ácidas se encuentran principalmente en el estómago, estas actúan en pH ácido. El páncreas exocrino sintetiza y secreta en el lumen intestinal un gran número de enzimas (proteasas, lipasas y amilasas), las cuales funcionan en un pH alcalino. Las células intestinales, también llamadas enterocitos, tienen dos tipos de enzimas: las enzimas citosólicas que se encuentran en el citoplasma de la célula, y las enzimas vinculadas a la membrana celular ubicadas en sus microvellosidades. Las diferentes enzimas en el tracto digestivo son generalmente complementarias y permiten una digestión total de los alimentos para su posterior absorción o transporte por los enterocitos (Zambonino-Infante and Cahu, 2001).

Propiamente en la chita *Anisotremus scapularis*, las principales enzimas digestivas y los órganos que se encargan de producirlas son: proteasas alcalinas totales, tripsina, lipasas y alfa-amilasa, producidas por el páncreas; leucina aminopeptidasa, producida por las microvellosidades intestinales y plegamiento de la mucosa intestinal; proteasas ácidas totales, producidas por el estómago (Cota, 2016).

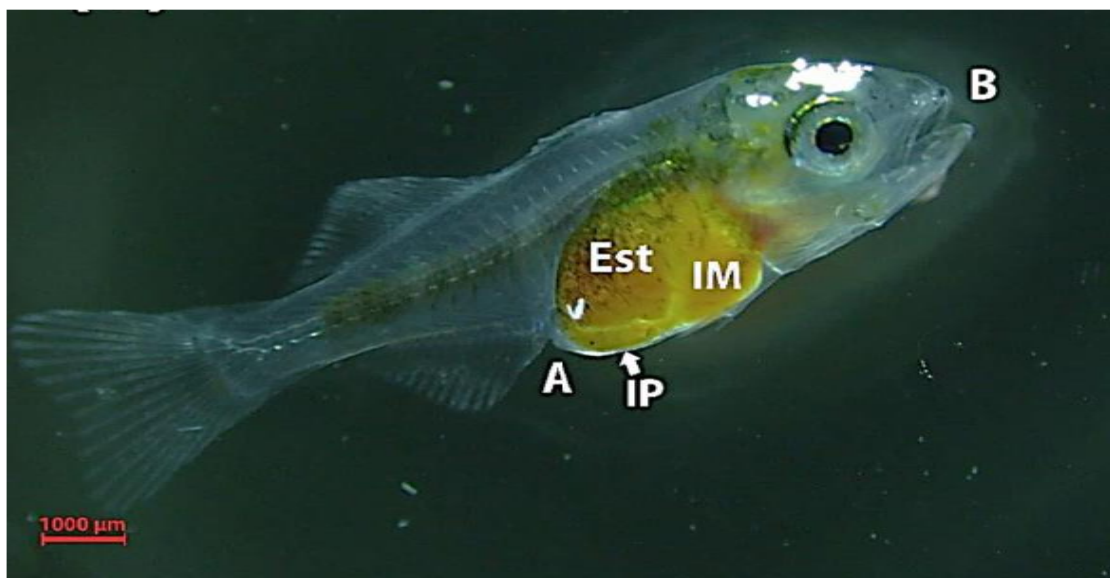


Figura 1:

Características morfológicas del sistema digestivo de chita a 30 días después de la eclosión (*Anisotremus scapularis*)

Nota: A, ano; B, boca; Est, estómago; IM, intestino medio; IP, intestino posterior.

FUENTE: Cota (2016)

2.2. Sistemas de cultivo de peces marinos

Dentro de la acuicultura mundial, la piscicultura viene a ser el sector de mayor crecimiento, representando la acuicultura marina en mayor porcentaje de crecimiento en los últimos años. Aún más, parece probable que el desarrollo de sistemas de producción acuícola de especies marinas de alto valor económico responderá a las limitaciones crecientes de la acuicultura en zonas costeras como en tierra firme (Chamberlain y Rosenthal, 1995).

El ciclo de vida de los peces tiene varias fases, entre las cuales se encuentra la puesta y fecundación de los huevos, seguida de la eclosión, desarrollo larvario hasta llegar a la etapa de crecimiento donde finalmente alcanzan de tamaño de adultos. Los sistemas de cultivo están en función a la fase del animal y es fundamentalmente específico a la especie a cultivar (Corral *et al.*, 2000).

Para poder desarrollar la piscicultura marina son prerequisites esenciales lograr controlar el desove en cautiverio, así como la etapa larval y juvenil, para luego poder acondicionarlos a las instalaciones de acuerdo al sitio y de acuerdo a la especie determinada que se cultivará. De acuerdo a los sitios, los sistemas más frecuentes son los siguientes: en las áreas supramareales, los tanques y los estanques; en las zonas estuarinas, los encierros, los corrales, las jaulas artesanales fijas y jaulas flotantes; en las zonas costeras, las jaulas flotantes; en las zonas de mar abierto, las jaulas flotantes y jaulas sumergibles de gran porte (Alvarez-Lajonchere y Fernández, 2013).

Los tanques usualmente están hechos a base de fibra de vidrio o poliéster de forma cilíndrica. Estos depósitos están hechos para controlar la temperatura del agua, oxígeno, salinidad, entre otros (Corral *et al.*, 2000). En este sistema el agua es tratada después de ser usada y luego recircula en el mismo, donde el tratamiento incluye la eliminación de sólidos y amoníaco, entre otros. El volumen de agua recirculada total depende de los procesos de tratamiento descritos, incluidos en el sistema, así como su eficacia (Carrera *et al.*, 2018).

Las jaulas son el sistema que requiere menor capital de inversión, siendo el sistema más usado para la crianza de peces marinos, especialmente en aquellos que tienen un alto valor comercial. Los corrales y jaulas artesanales fijas no son sistemas con alto rendimiento, por

el hecho que como están en sitios de poca profundidad, no se puede cultivar altas densidades de peces (Alvarez-Lajoncherel y Fernández, 2013).

Las jaulas en mar abierto, tanto las sumergibles como las flotantes, son la mejor opción tecnológica por la mayor capacidad de carga, con lo cual se puede tener como resultado mayores rendimientos productivos (Benetti *et al.*, 2010).

La desventaja de las jaulas es que puede estar vulnerable, tanto a los depredadores, como a los eventos hidrometeorológicos, especialmente en las jaulas flotantes, no siendo así como en las jaulas sumergibles (Alvarez-Lajoncherel y Fernández, 2013), sin embargo, estas últimas tienen alto costo de inversión y requieren infraestructuras de gran envergadura, por lo que no es accesible para pequeños productores (Benetti *et al.*, 2010).

2.3. Requerimientos nutricionales de los peces marinos

La acuicultura de los peces marinos ha cobrado mayor importancia en la industria acuícola. Por otro lado, siendo la alimentación la mayor parte de los costos de crianza, la adecuación nutricional y la rentabilidad son fundamentales para la industria, por lo que, a primera instancia, es fundamental conocer los requerimientos nutricionales de los peces (Boonyaratpalin, 1997).

a. Requerimiento de proteína y aminoácidos en peces marinos

Para los peces marinos carnívoros, la proteína es uno de los nutrientes más importantes debido a su aporte energético para el crecimiento y formación de nuevos tejidos, enzimas, hormonas y otras moléculas metabólicas (Limin *et al.*, 2006).

Los peces marinos como otros animales no tienen un requerimiento de proteína “per se”, sino un requerimiento por una mezcla balanceada de aminoácidos provenientes de la dieta. Todas las especies de peces estudiadas hasta ahora parecen requerir principalmente diez aminoácidos esenciales, de los cuales en mayor proporción se encuentran la arginina, lisina y metionina más cisteína (Oliva-Teles, 2000).

El nivel óptimo de proteína en la dieta suele ser más alto para las etapas de larvas y

alevines, comparadas a la etapa de crecimiento en donde el nivel es más bajo. Las proteínas animales como la harina de pescado y la harina de calamar son las mejores fuentes de proteína y más fácilmente aceptadas por los peces marinos. En relación a los aminoácidos, se ha demostrado que el exceso de tirosina en la dieta produce enfermedades renales (Boonyaratpalin, 1997).

Normalmente el mejor crecimiento de los peces ocurre cuando el nivel de proteína dietaria es mayor que el nivel económicamente óptimo. Desde el punto de vista económico, la proteína es el ingrediente más caro en cualquier formulación de alimentos balanceados. El metabolismo estándar de proteína esta principalmente en función de la temperatura del agua y el tamaño (talla) del pez. Por otro lado, para determinar el nivel de aminoácido esencial óptimo en la dieta, usualmente se usa el método dosis-respuesta (Anguas, 2001).

En la nutrición de peces marinos carnívoros, según las especies que se trate, los niveles de proteína óptimos para un buen crecimiento se encuentran en el rango entre 40 a 55 por ciento (Boonyaratpalin, 1997; Gao *et al.*, 2005). De la Parra *et al.* (2010), mencionaron que los peces marinos carnívoros requieren altos niveles proteicos (40 – 60 por ciento) en su dieta; por otro lado, Anguas (2001), menciona que el crecimiento de los peces está más influenciado por el nivel de energía, que por el nivel de proteína en su dieta.

Martínez (2002), encontró que, para los salmónidos y peces planos, los cuales son peces marinos y carnívoros, el nivel óptimo de proteínas en la dieta está entre 40 a 55 por ciento. Piaget *et al.* (2011), menciona que, para los peces pleuronectiforme, los cuales son peces planos marinos y carnívoros, para lograr un crecimiento óptimo en juveniles es necesario incluir sobre un 50 por ciento de proteína en la dieta.

Gao *et al.* (2005), estudiaron el efecto de niveles de proteína sobre el crecimiento de juveniles de lenguado *Paralichthys lethostigma*, reportando el nivel óptimo de proteína en la dieta de 51,25 por ciento, siendo el teórico óptimo de 51,46 por ciento derivado del modelo de línea quebrada.

Boonyaratpalin (1997), reporto que la lubina *Lates calcarifer* tiene un requerimiento estimado de proteína de 45 a 55 por ciento de proteína, observando la mayor tasa de crecimiento cuando el nivel de proteína es de 52 por ciento. Así mismo, reporto que el mero *Epinephelus* sp., siendo una especie marina carnívora, tiene un requerimiento de proteína normalmente alto, reportando la mayor ganancia de peso con un porcentaje de 50 por ciento de proteína en la dieta.

Martínez (2002), menciona que en la dorada *Sparus aurata* los requerimientos de proteína se encuentran entre 40 y 50 por ciento en la dieta, con lo cual se proporciona un buen crecimiento, mientras que en alevines de la misma especie el nivel de 55 por ciento es lo necesario para asegurar un buen crecimiento y alta eficiencia de utilización de proteínas.

Anguas (2001), reporto en juveniles de cabrilla arenosa *Paralabrax maculatofasciatus* el máximo crecimiento y eficiencia alimentaria en dietas con niveles de proteína y energía de 35 por ciento y 3 kcal de energía digestible/g de dieta, respectivamente.

Gracia *et al.* (2003), reporto en juveniles de robalo blanco *Centropomus undecimalis*, mayores ganancias de peso, tasa de crecimiento y conversión alimenticia en dietas con niveles de proteína de 53,4 por ciento, aunque sin presentar diferencias significativas en dietas con niveles de proteína de 40,4 y 65,8 por ciento.

Piaget *et al.* (2011), evaluaron niveles de proteína en la dieta para juveniles de lenguado *Paralichthys adspersus*, determinando que el nivel óptimo de proteína dietaria es de 54 por ciento si los costos productivos son priorizados, mientras que, si se considera el máximo crecimiento de esta especie, el nivel óptimo de proteína en la dieta es de 57 por ciento.

Oliva-Teles (2000), reporto que el nivel óptimo de proteína dietaria en juveniles de dorada *Sparus aurata* se encuentra entre 45 a 46 por ciento, maximizando así el crecimiento; mientras que para alevines el requerimiento de proteína es mayor, siendo de 55 por ciento de proteína dietaria. Así mismo, el autor indica que el nivel óptimo de proteína dietaria en juveniles de lubina europea *Dicentrarchus labrax* se estima en

50 por ciento.

Angulo (2018), indico que el nivel óptimo de proteína para juveniles de pargo lunarejo *Lutjanus guttatus*, se encuentra en 50 por ciento, utilizando para su estudio un alimento comercial de la marca Nicovita Classic Cobia 20, el cual logro los mejores rendimientos en relación a la ganancia de peso, conversión alimenticia y sobrevivencia. Por otro lado, De la Parra *et al.* (2010), estudio el efecto del nivel de proteína dietaría en la misma especie, obteniendo el mayor crecimiento y mejor tasa de conversión alimenticia con dietas de 45 y 50 por ciento de proteína.

Gatlin III (2000), reporto un alto requerimiento de proteína en lubina europea *Dicentrarchus labrax*, siendo por encima de 60 por ciento, aunque una dieta con 44 por ciento de proteína mantuvo la más alta retención proteica. Además, el autor menciona que el jurel *Trachurus murphyi* muestra tener altos requerimientos de proteína, aproximadamente de 50 por ciento en la dieta. El autor señala también que tanto la dorada *Sparus aurata*, como la corvina roja *Sciaenops ocellatus*, muestran requerimientos similares de proteína dietaría, siendo esta de 40 por ciento en la dieta. Choi *et al.* (2020), evaluaron el efecto del nivel de proteína en la dieta sobre el rendimiento del crecimiento y utilización de alimento en juveniles de abadejo de Alaska *Gadus chalcogrammus*, concluyendo basado en un análisis de regresión polinomial de segundo orden en relación al aumento de peso, que el nivel óptimo de proteína en la dieta se estimó en 48,2 por ciento.

Los patrones de aminoácidos de la carcasa de los peces generalmente se correlacionan bien con los requerimientos cuantitativos de aminoácidos. Como la composición de aminoácidos no cambia significativamente entre las especies de peces, no se esperan diferencias interespecificas en los requerimientos de aminoácidos, particularmente si los requerimientos son estimados por el método de proteína ideal. Por lo tanto, si no se conoce los requerimientos de aminoácidos específicos para una especie determinada, los datos disponibles sobre requerimientos de aminoácidos de otras especies o el perfil de aminoácidos de sus carcasas pueden usarse como una guía para la formulación de dietas practicas (Oliva-Teles, 2000).

En la Tabla 1, se reportan requerimientos de proteína y aminoácidos de peces marinos y especies filogenéticamente relacionadas a *A. scapularis*.

Tabla 1: Requerimientos de proteína y aminoácidos en peces marinos

Especie	Nutriente	Requer.	Referencia
Lubina (<i>Lates calcarifer</i>)	Proteína (%dieta)	45-55	NRC, 2011
	Proteína (%dieta en materia seca)	60	Gatlin III, 2000
	Lisina (g/100g proteína)	4.8	Gatlin III, 2000
	Metionina (g/100g proteína)	2	Gatlin III, 2000
	Arginina (g/100g proteína)	3.9	Gatlin III, 2000
Dorada (<i>Sparus aurata</i>)	Proteína (%dieta)	40-50	NRC, 2011
	Lisina (g/100g proteína)	5	Martínez, 2002
	Metionina y cistina (g/100g proteína)	4	Martínez, 2002
	Triptófano (g/100g proteína)	0.6	Martínez, 2002
	Arginina (g/100g proteína)	<2.6	Gatlin III, 2000
Corvina roja (<i>Sciaenops ocellatus</i>)	Proteína (%dieta)	40	Gatlin III, 2000
	Metionina y cistina (g/100g proteína)	3	Gatlin III, 2000
	Lisina (g/100g proteína)	4.4	Gatlin III, 2000
	Treonina (g/100g proteína)	2.3	Gatlin III, 2000
Mero (<i>Epinephelus</i> sp.)	Proteína (%dieta)	47-60	Boonyaratpalin, 1997
	Proteína (%dieta)	42.8	Boonyaratpalin, 1997
Sabalote (<i>Chanos chanos</i>)	Arginina (g/100g proteína)	5.25	Boonyaratpalin, 1997
	Histidina (g/100g proteína)	2	Boonyaratpalin, 1997
	Isoleucina (g/100g proteína)	4	Boonyaratpalin, 1997
	Leucina (g/100g proteína)	5.1	Boonyaratpalin, 1997
	Lisina (g/100g proteína)	4	Boonyaratpalin, 1997
	Metionina y cistina (g/100g proteína)	3.25	Boonyaratpalin, 1997
	Fenilalanina y Tirosina (g/100g proteína)	5.22	Boonyaratpalin, 1997
	Treonina (g/100g proteína)	4.5	Boonyaratpalin, 1997
	Triptófano (g/100g proteína)	0.63	Boonyaratpalin, 1997
	Valina (g/100g proteína)	3.55	Boonyaratpalin, 1997

b. Requerimiento de energía y relación energía/proteína en peces marinos

El estudio de la energética es de importancia práctica en la optimización de las fórmulas de alimento y en las prácticas alimenticias. La comprensión de la energética es útil en cada etapa de la acuicultura, en tanto, los animales jóvenes en crecimiento requieren más energía por unidad de peso para el mantenimiento que los animales

adultos, aunque la reproducción aumenta los requerimientos de energía en estos últimos. El metabolismo total incluye la energía para el mantenimiento, la actividad y el incremento de calor, los cuales dependen a su vez de las especies, el tamaño, la edad, la temperatura, el nivel de actividad, el nivel de tensión y la facilidad para coger sus alimentos (Anguas, 2001).

Según Calderón (2019), los peces regulan su ingesta de acuerdo a la cantidad de energía en la dieta, por lo que, si la dieta contiene altos niveles de energía, la saciedad puede llegar antes que los peces consuman la cantidad de nutrientes necesarios para satisfacer los requerimientos de los otros nutrientes; la deficiencia o exceso de energía digestible puede reducir las tasas de crecimiento en los peces.

El uso de lípidos y en menor grado de carbohidratos favorecen el ahorro de proteínas y cubren los requerimientos de energía en peces carnívoros, e igualmente ayuda a reducir costos de producción de piensos y disminuir la cantidad de nitrógeno excretado por los peces (Angulo, 2018).

Para mejorar la rentabilidad en la formulación de un pienso para peces marinos, debe incluirse la mayor cantidad de carbohidratos como la especie lo pueda tolerar, seguido de la grasa, y finalmente proteína para obtener un crecimiento aceptable. La tolerancia a los carbohidratos y las grasas varían de especie a especie y según los estadios de vida. Cuando se cumplen las condiciones mencionadas y la digestión de las raciones es eficaz, habrá suficiente energía para el crecimiento y aumentará la eficiencia del crecimiento (Anguas, 2001).

En la Tabla 2, se reportan requerimientos de energía y relación de energía vs proteína de peces marinos y especies filogenéticamente relacionadas a *A. scapularis*.

Tabla 2: Requerimientos de energía y relación energía vs proteína en peces marinos

Especie	Nutriente	Requer.	Referencia
Lubina (<i>Lates calcarifer</i>)	Energía digestible (Mcal/Kg) Relación Energía digestible/Proteína (Kcal/g)	2.13-6.64 6.8-7.33	NRC, 2011 Boonyaratpalin, 1997
Mero (<i>Epinephelus</i> sp.)	Relación Proteína/Energía bruta (mg/Kcal dieta)	94	Boonyaratpalin, 1997
Sabalote (<i>Chanos chanos</i>)	Relación energía proteica/energía Metabolizable total	44.4	Boonyaratpalin, 1997

La concentración óptima de proteína en la dieta del pez está marcada por un delicado balance de energía vs proteína, tomando en cuenta la calidad de la proteína, al padrón adecuado de los aminoácidos esenciales y a las fuentes de energía no proteica, como son los lípidos y carbohidratos. Al respecto, se ha reportado que la relación optima varía entre 8.55 a 12.35 Kcal de energía digestible por gramo de proteína total, independientemente del hábito alimenticio del pez estudiado (Calderón, 2019).

Los datos disponibles indican que la proporción optima de proteína a energía de las dietas es mayor y la eficiencia de retención de proteínas es menor en peces marinos en comparación con los salmónidos, lo que sugiere que las fuentes energéticas en las dietas tienen baja eficiencia en la retención de proteínas de los peces marinos (Oliva-Teles, 2000).

Calderón (2019), menciona que la relación proteína-energía es una consideración nutricional fundamental a tomar en cuenta en la producción acuícola. La utilización de adecuados niveles de energía digestible permite el ahorro de proteína, optimizando el crecimiento.

Para crear una dieta optima, la proporción de proteína a energía debe determinarse independientemente para cada especie de pez; el exceso de energía en relación al contenido de proteína en la dieta puede resultar en una alta deposición de lípidos (Craig and Helfrich, 2017).

c. Requerimiento de lípidos en peces marinos

Los lípidos juegan un papel importante en el metabolismo del pez, son precursores de componentes hormonales y de prostaglandinas; además son fuente de ácidos grasos esenciales, los cuales forman parte del requerimiento en la nutrición de los peces marinos, ya que estos compuestos se encuentran en mayor concentración en estas especies que en peces dulceacuícolas, siendo aún más importante para el mantenimiento de las funciones celulares vitales. Adicionalmente, se ha reportado que los peces marinos tienen una limitada capacidad de sintetizar ácidos grasos altamente insaturados, siendo los más importantes el ácido eicosapentanoico (EPA), docosahexaenoico (DHA) y araquidónico (ARA), por lo que es de suma importancia adicionar estos ácidos grasos en la formulación de las dietas para un óptimo desempeño productivo (Dionicio *et al.*, 2017).

Los perfiles de ácidos grasos musculares de alevines son influenciados por la composición de ácidos grasos de los lípidos de la dieta. Los signos más evidentes de deficiencia de ácidos grasos altamente insaturados son enrojecimiento de las aletas y la piel, ojos anormales, síndrome de shock, pérdida de apetito, crecimiento deficiente e hígados hinchados y pálidos, entre otros (Boonyaratpalin, 1997).

Según Gatlin III (2000), los peces marinos han mostrado utilizar eficientemente los lípidos como fuente de energía. Niveles de lípidos entre 10 a 15% en la dieta produjeron resultados aceptables en varias especies marinas. Además de ser importante el suministro de ácidos grasos altamente insaturados, algunos peces marinos pueden tener requerimiento específico para el ácido araquidónico. El autor también señala resultados positivos con la inclusión de fosfolípidos tanto en etapa larval, como en crecimiento.

Cuando se usan altos niveles de grasas en las dietas, se debe tener cuidado en evitar la adiposidad no deseada que consecuentemente llevará al deterioro del crecimiento. Además, aunque se pueden usar aceites vegetales en un cierto nivel para reemplazar el aceite de pescado, se deben incorporar cantidades adecuadas de este último en las dietas para cubrir los requerimientos de ácidos grasos altamente insaturados, dado que estos aceites son la principal fuente natural dietética de estos nutrientes (Oliva-Teles,

2000).

En la Tabla 3, se reportan requerimientos de lípidos y carbohidratos de peces marinos y especies filogenéticamente relacionadas a *A. scapularis*.

Tabla 3: Requerimientos de lípidos en peces marinos

Especie	Nutriente	Requer.	Referencia
Lubina (<i>Lates calcarifer</i>)	Lípidos (%dieta) n-3 Ácidos grasos altamente insaturados (%dieta)	13-16 1-1.7	Boonyaratpalin, 1997 Boonyaratpalin, 1997
Corvina roja (<i>Sciaenops ocellatus</i>)	Lípidos (%dieta)	10-20.0	Gatlin III, 2000
Mero (<i>Epinephelus</i> sp.)	Lípidos (%dieta)	14	Boonyaratpalin, 1997
Sabalote (<i>Chanos chanos</i>)	Lípidos (%dieta)	10	Boonyaratpalin, 1997

d. Requerimiento de carbohidratos en peces marinos

Los peces no usan los carbohidratos tan eficientemente como los mamíferos y aves, debido a que tienen una capacidad limitada para digerirlos y metabolizarlos. La digestibilidad de los carbohidratos es afectada por la complejidad de la molécula, concentración en las dietas, cantidad ingerida y tratamientos tecnológicos aplicados a los carbohidratos, previo a su consumo. En este caso de la gelatinización del almidón que mejora la digestibilidad de los carbohidratos, así como la extrusión mejora la digestibilidad de los carbohidratos del trigo (Oliva-Teles, 2000).

Los carbohidratos son una excelente fuente de energía y carbono en la dieta de los animales, pero su requerimiento no se considera absoluto como sí lo son las proteínas y lípidos. Esto se debe a su capacidad para sintetizarlos a partir de los lípidos y proteínas mediante la glucogénesis; sin embargo, se emplea de manera justificada en la dieta de los peces marinos, no solo por su menor costo, sino además por otorgar al pienso determinadas características como mayor palatabilidad y compactación, aumentan la retención de proteínas y lípidos en los peces de cultivo y adicionalmente reducen las descargas de nitrógeno amoniacal a través de los efluentes de las granjas

acuícolas (Angulo, 2018).

La capacidad de los peces para utilizar los carbohidratos dietéticos como energía varía considerablemente entre las especies carnívoras, algunas especies de peces marinos parecen ser más tolerantes a carbohidratos solubles en la dieta, sin embargo, los lípidos son eficientemente mejor aprovechados como energía que los carbohidratos. Por ejemplo, la corvina roja puede tolerar niveles por encima de 42% de dextrina en la dieta, sin ningún efecto adverso, por otro lado, el jurel tiene preferencia a concentraciones de carbohidratos solubles por debajo de 10% en la dieta (Gatlin III, 2000).

Los alimentos naturales para peces marinos son ricos en proteínas, pero son bajos en carbohidratos. Se sugiere no administrar más del 20% de carbohidratos en el contenido total del alimento, especialmente en alevines de peces marinos (Boonyaratpalin, 1997). Por otro lado, Martínez (2002), recomendó la utilización de dietas con un contenido de proteínas/carbohidratos del 50/25 por ciento respectivamente, que además de presentar un efecto de ahorro proteico, permite reducir los niveles de nitrógeno que llegan al medio acuático por diferentes vías.

e. Requerimiento de vitaminas en peces marinos

En la alimentación de peces marinos, ciertas vitaminas son esenciales, pues participan principalmente en las funciones metabólicas normales y otras pueden ser sintetizadas por los peces en cantidades suficientes para cubrir sus necesidades metabólicas. Los requerimientos de vitaminas dependen del tamaño del pez, etapa de madurez sexual, condiciones ambientales, entre otros. Los requerimientos vitamínicos disminuyen con el aumento del tamaño de los peces (Boonyaratpalin, 1997).

En total se han aislado quince vitaminas, de las cuales se clasifican en hidrosolubles (once) y liposolubles (cuatro), que no están relacionadas unas con otras y son requeridas por los animales en cantidades traza. La falta de alguna vitamina requerida por la especie causa en peces hemorragias cutáneas, exoftalmia, anemia, incremento de infecciones bacterianas, atrofia pancreática, etc. Los requerimientos de vitaminas

dependen de varios factores, entre los que destacan: comportamiento alimenticio de los peces cultivados, capacidad de síntesis de la microflora intestinal, sistema de cultivo a utilizar, disponibilidad de alimento natural dentro del cuerpo de agua, tamaño y tasa de crecimiento de los peces, proceso de manufactura empleado para la elaboración del alimento, entre otros factores (Angulo, 2018).

Los datos disponibles sobre necesidades de vitaminas de los peces marinos son escasos, solo hay estudios vinculados a la vitamina C, como la adición de ácido ascórbico en la dieta. Respecto a las vitaminas hidrosolubles, se recomienda usar los requerimientos vitamínicos estudiados para salmónidos en el NRC (1993), sugiriendo la similitud muy cercana (Oliva-Teles, 2000). Según Gatlin III (2000), el único requerimiento de vitaminas establecido para la corvina roja es la colina.

Debido a que en el procesamiento del alimento puede haber pérdidas en la disponibilidad de las vitaminas, es necesario adicionar premezclas vitamínicas, para así asegurar niveles adecuados de cada vitamina, independientemente de los niveles presentes en los ingredientes (Gatlin III, 2000).

En la Tabla 4, se reportan requerimientos de vitaminas y minerales de peces marinos y especies filogenéticamente relacionadas a *A. scapularis*.

Tabla 4: Requerimientos de vitaminas en peces marinos

Especie	Nutriente	Requer.	Referencia
Lubina (<i>Lates calcarifer</i>)	Piridoxina (Vitamina B6) (mg/kg dieta)	5-10.0	Boonyaratpalin, 1997
	Ácido pantoténico (Vitamina B5) (mg/Kg dieta)	15-90	Boonyaratpalin, 1997
	Ácido ascórbico (Vitamina C) (mg/Kg dieta)	700	Boonyaratpalin, 1997
Mero (<i>Epinephelus</i> sp.)	L-ascorbyl 2 phosphate-Mg (Vitamina C) (mg/Kg dieta)	>30	Boonyaratpalin, 1997

f. Requerimiento de minerales en peces marinos

Los peces marinos generalmente requieren los mismos minerales que los animales terrestres para la formación de tejidos y funciones metabólicas, aunque puede haber contribución positiva de los minerales disueltos en el medio, los cuales contribuyen con satisfacer los requerimientos de minerales dietéticos. En el caso de la corvina roja (*Sciaenops ocellatus*) se estimó que el requerimiento de fósforo dietético fue de 0.86% (Gatlin III, 2000). Por otra parte, Boonyaratpalin (1997) estimó que el requerimiento total de fósforo disponible en peces marinos varía entre 0.55-0.65%.

Los alimentos medicados se pueden preparar usando cualquier tipo de químico o fármaco apropiado incorporado en la fórmula antes del procesamiento o peletizado. En ciertos casos, los alimentos extruidos son comúnmente cubiertos con medicamentos, inmediatamente después de la extrusión (Boonyaratpalin, 1997).

En los organismos de cultivo es importante que los minerales estén presentes disueltos en el agua o sean parte de la dieta y según las cantidades requeridas, estos se clasifican en macro y microminerales. Los macrominerales son el calcio, fósforo, magnesio, cloruro, sodio, potasio y azufre, los cuales generalmente son abundantes tanto en el agua como en los piensos. La ausencia del fósforo genera crecimiento deteriorado, deficiencia alimentaria, reducción de la mineralización tisular y deterioro del esqueleto de los peces; el cloruro, sodio y potasio son electrolitos implicados en la osmorregulación y equilibrio ácido base del pez, mientras que el magnesio está involucrado en la homeostasis y respiración celular (Angulo, 2018).

De la misma manera, los datos disponibles sobre los requerimientos de minerales en peces marinos son muy escasos. De todos los elementos inorgánicos, el fósforo recibió atención especial, no solo porque generalmente tiene que ser suministrado en la dieta, dado que su concentración en el agua es baja, sino que también porque contribuye con un exceso de fósforo en la dieta a la contaminación de agua. Por lo tanto, es obligatorio minimizar el contenido de fósforo en la dieta, suministrándolo sin exceso y mediante el uso de piensos con alta disponibilidad de fósforo total. La biodisponibilidad del fósforo es muy variable entre piensos, y es más alta en animales que en vegetales. Esto se puede solucionar incluyendo fitasa a los piensos vegetales, los cuales almacenan el

fosforo como fitato (Oliva-Teles, 2000).

Se ha demostrado que la inclusión de selenio y zinc en la dieta de los peces es muy importante, dado que se encuentran bajos niveles de estos en los ingredientes. No se ha demostrado que la inclusión de otros minerales en piensos sea necesario, sin embargo, una premezcla de minerales traza siempre es añadida en las dietas (Gatlin III, 2000).

2.4. Requerimiento de proteína en la dieta de chitas y efecto en su desempeño productivo

La especie marina *Anisotremus scapularis* es carnívora y tiene un régimen proteico elevado (Medina *et al.*, 2004). Dionicio *et al.* (2017) y Cota *et al.* (2017), obtuvieron la mejor performance con la inclusión de 50 por ciento de proteína bruta en la dieta de juveniles de chita.

Dionicio *et al.* (2017), evaluaron el efecto de dietas comerciales con diferente nivel de proteína, sobre el crecimiento de juveniles de chita, observando el mejor crecimiento, factor de condición, factor de conversión alimenticia y sobrevivencia con las dietas de mayor contenido proteico (48 y 50 por ciento), corroborando que estos valores son los mínimos necesarios para el mejor desempeño de la especie *Anisotremus scapularis*.

Por otro lado, en un estudio determinado para la chita *Anisotremus scapularis*, Dionicio *et al.* (2017), demostró la relación entre el consumo de alimento (C.A.) y la longitud total (L) del individuo, mediante una regresión de modelo potencial que se muestra a continuación:

$$C.A. = 0,0007 \times L^{2,76} \text{ (gr /ind. /día)}$$

Los autores coinciden en que la cantidad de alimento consumido a saciedad por los individuos, no depende necesariamente de los niveles de proteína y lípidos, o su proporción, sino dependería principalmente de la talla de los peces (Dionicio *et al.*, 2017).

Respecto a la conversión alimenticia, Dionicio *et al.* (2017) mencionan que los valores más bajos de este parámetro son atribuidos a una dieta de calidad para la nutrición de juveniles

de chita *A. scapularis*. Por el contrario, valores más altos indicarían un inadecuado valor nutricional del alimento para esta especie.

2.5. Alimentación y utilización de alimento en peces marinos

Al igual que la mayoría de las especies utilizadas en la maricultura en el Perú, la cantidad de investigaciones relacionadas con los aspectos básicos de crecimiento y alimentación en *A. scapularis* es aún limitada. En tal sentido, aún se desconocen los requerimientos nutricionales específicos de *A. scapularis* necesarios para la elaboración de alimentos balanceados (Dionicio *et al.*, 2017).

En la Tabla 5, se reportan resultados de alimentación evaluados en especies de peces marinos carnívoros y especies filogenéticamente relacionadas a *A. scapularis*, considerando la variable en estudio y el rango o valor óptimo en el cual el parámetro evaluado obtiene el mayor rendimiento.

Tabla 5: Parámetros productivos evaluados en peces marinos carnívoros

Especie	Parámetro evaluado	Variable en estudio	Valor obtenido	Referencia
Lenguado (<i>Paralichthys adspersus</i>)	Tasa de crecimiento y costo de producción	Porcentaje de proteína en la dieta	57%; 54% respectivamente	Piaget <i>et al.</i> , 2011
Pargo (<i>Lutjanus johnii</i>)	Ganancia de peso	Nivel de inclusión de concentrado proteico de soya sobre harina de pescado	27,3%	García <i>et al.</i> , 2010
Lenguado limpio (<i>Paralichthys lethostigma</i>)	Tasa de crecimiento	Porcentaje de proteína en la dieta	51,3%	Gao <i>et al.</i> , 2005

2.5.1. Tasa de alimentación en peces marinos cultivados

Un aspecto importante a tomar en cuenta en la alimentación de los peces es el tamaño de la ración del alimento. Se ha visto que entre el 15 a 30 por ciento del alimento suministrado a los peces no es ingerido y termina desperdiciándose. Es por ello que se debe adecuar la ración de alimento a la especie cultivada, a la etapa y talla del individuo y a la temperatura del

sistema, lo que llevará a elevar la eficiencia del alimento. Se ha reportado que la ración de alimento adecuada para la dorada *Sparus aurata* durante el pre engorde (< 10 gr) es entre 3,5 a 8 por ciento respecto a su peso total; mientras que durante el engorde (> 15 gr) es entre 2,2 a 4,5 respecto al peso total (Martínez, 2002).

Abbas *et al.* (2015), reporto en juveniles de pargo (*Lutjanus johnii*) la máxima ganancia de peso y conversión alimenticia en peces alimentados con porcentajes de tasa de alimentación entre 2.5 a 4.5%.

Por otra parte, Al Zahrani *et al.* (2013), reporto una mayor eficiencia de conversión alimenticia en juveniles de mero camuflaje (*Epinephelus polyphekadion*) a una tasa de alimentación de 1.2%.

2.5.2. Conversión de alimento en peces marinos cultivados

Luchini y Wicki (2007), indican que los subproductos vegetales derivados de la agroindustria adicionados como ingredientes en la formulación de alimentos balanceados para peces, muchas veces muestran deficiencias en proteínas o alguno de los 10 aminoácidos esenciales para los peces e inclusive, otras veces pueden ser deficientes en minerales o contienen compuestos tóxicos, lo cual desencadena en disminuir la calidad de la dieta y aumentar el índice de conversión alimenticia.

Debido a que el costo del alimento es alto en peces marinos, la relación de conversión alimenticia es un cálculo importante. Valores de conversión alimenticia de 1,5 a 2 se consideran aceptables para la mayoría de las especies, aunque en el salmón el valor de conversión alimenticia tiende a ser cada vez más bajo, encontrándose en el rango entre 0,9 a 1,3 (Craig & Helfrich, 2017).

En la Tabla 6, se reportan resultados de conversión alimenticia evaluados en especies de peces marinos carnívoros y especies filogenéticamente relacionadas a *A. scapularis*, considerando la variable en estudio y el rango o valor óptimo en el cual el parámetro evaluado obtiene el mayor rendimiento.

Tabla 6: Resultados de conversión alimenticia evaluados en peces marinos carnívoros

Especie	Parámetro evaluado	Variable en estudio	Valor obtenido	Referencia
Robalo blanco (<i>Centropomus undecimalis</i>)	Conversión alimenticia y ganancia de peso	Porcentaje de proteína en la dieta y alimentos comerciales para diferentes especies acuícolas	40,4% 53,4% 65,8%; alimento para trucha	Gracia <i>et al.</i> , 2003
Cabrilla arenera (<i>Paralabrax maculatofasciatus</i>)	Eficiencia alimentaria y crecimiento	Porcentaje de proteína y energía en la dieta	35%; 3,0 Kcal ED/g	Anguas, 2011
Lubina (<i>Dicentrarchus labrax</i>)	Conversión alimenticia y tasa de crecimiento	Porcentaje de proteína y porcentaje de lípidos en la dieta	50% PC; 15% Lípidos	Boonyaratpalin, 1997

2.5.3. Frecuencia alimenticia en peces marinos cultivados

Respecto a la frecuencia en la que se suministra el alimento a los peces, Abbas *et al.* (2015), señalan en juveniles de pargo *Lutjanus johnii* que, para una mayor ganancia de peso, tasa de crecimiento específica y eficiencia de conversión alimenticia, la frecuencia de alimentación debe ser de tres a cuatro veces al día, y con un suministro de dieta entre 2,5 a 4,5 por ciento respecto a su peso vivo, concluyendo que el nivel óptimo de ración y la frecuencia de alimentación del pargo juvenil son de 2,5 por ciento respecto al peso vivo y tres veces al día, respectivamente.

Sobre el tema, Biswas *et al.* (2010), realizaron un experimento para determinar la frecuencia de alimentación óptima para el crecimiento, conversión alimenticia y sobrevivencia en alevines de lubina asiática (*Lates calcarifer*), infiriendo que los alevines de esta especie pueden lograr los mejores resultados cuando se alimentan con tres veces de alimentación diaria.

Craig y Helfrich (2017), mencionan que las frecuencias de alimentación están en función del tamaño del pez. Los peces más pequeños necesitan ser alimentados con dietas con alto contenido proteico y usualmente con altas frecuencias de alimentación, alimentando casi a cada hora. A medida que los peces crecen, el contenido de proteína y la frecuencia de

alimentación se deben reducir. Sin embargo, en los sistemas de cultivo intensivo de peces marinos es fundamental la velocidad de crecimiento y conversión alimenticia, por lo que se alimenta con una mayor frecuencia, pudiendo ser alimentados hasta cinco veces al día para maximizar el crecimiento.

Abbas *et al.* (2015), reporto en juveniles de pargo (*Lutjanus johnii*) la máxima ganancia de peso y conversión alimenticia en peces alimentados con una frecuencia de dos a tres veces por día.

Del mismo modo, Guroy *et al.* (2006), reporto una mayor eficiencia de utilización de nutrientes en juveniles de lubina (*Dicentrarchus labrax*) alimentados con una frecuencia de tres veces por día.

2.6. Calidad de agua para el cultivo de chita

En la acuicultura, es necesario desarrollar el conocimiento necesario sobre una especie determinada para generar un paquete tecnológico de cultivo; en el caso de la chita, este conocimiento aún se encuentra en desarrollo (León *et al.*, 2017).

El metabolismo de los peces es regulado parcialmente por ritmos endógenos (tamaño) y ciclos diarios exógenos (temperatura, oxígeno, alimento, etc.). Al respecto, se sabe que *Anisotremus scapularis* tiene alta demanda de consumo de oxígeno, lo cual probablemente este asociado al tipo de hábitat de la especie (zonas rocosas e hidrodinamismo moderado). En tal sentido, condiciones de bajos niveles de oxígeno podrían ser críticos para esta especie, pudiendo afectar su crecimiento y sobrevivencia (Dionicio *et al.*, 2018).

Otro factor ambiental importante es la temperatura del agua, la cual afecta a todos los procesos metabólicos-fisiológicos de estos organismos influyendo constantemente sobre su desarrollo y sobrevivencia. El límite térmico superior observado para esta especie es 32,6 °C, valores cercanos a esta temperatura generan un aumento pronunciado de la actividad del organismo. Por otro lado, el límite térmico inferior es 10,1 °C, por lo que temperaturas cercanas a esta ocasionan una disminución pronunciada de la actividad del organismo. El intervalo térmico ideal de la especie es de 12 a 27 °C, en donde se observa condición de

apetito sin afectar los procesos metabólicos involucrados en el crecimiento y supervivencia de la especie; sin embargo, el rango térmico óptimo en el cual se observa mayor crecimiento y porcentaje de supervivencia en la chita es de 16.7 °C a 20,7 °C (León *et al.*, 2017).

En relación al mejor desempeño productivo de *A. scapularis*, algunos autores han reportado rangos óptimos de los parámetros de calidad del agua, los cuales se indican en la Tabla 7.

Tabla 7: Parámetros de calidad de agua para *A. scapularis*

Parámetros de caracterización	Unidad	Valor	Referencia
Temperatura óptima del agua	°C	18,7 ± 2	León <i>et al.</i> , 2017
Rango de tolerancia térmica	°C	10,1 - 32,6	León <i>et al.</i> , 2017
Condición de apetito	°C	16 - 30	León <i>et al.</i> , 2017
pH		7,94 ± 0,04	Cota, 2016
Oxígeno disuelto	mg/L	6,77 ± 0,14	Cota, 2016
Saturación del oxígeno	%	> 80	León <i>et al.</i> , 2017
Amonio (NH ₃)	mg/L	0 -2	Dionicio <i>et al.</i> , 2017
Salinidad	u.p.s.	15	Woo & Kelly, 1995

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar y duración del experimento

La investigación se realizó en las instalaciones del Laboratorio del Sub proyecto PNIPA “Adaptación al cultivo marino en jaulas flotantes de *Anisotremus scapularis* chita (Tschudi, 1846): Formulación de alimento y análisis de crecimiento hacia un producto con trazabilidad”, con código PNIPA-ACU-SIADE-PP-000070. Ubicado en el Distrito de La Punta, Provincia Constitucional del Callao, Lima, Perú. La elaboración del alimento balanceado se realizó en la Planta de Alimentos Balanceados del Programa de Investigación y Proyección Social en Alimentos y los análisis proximales en el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA), pertenecientes a la Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional Agraria La Molina. El periodo de evaluación fue de 56 días y se realizó entre febrero y abril del 2020.

3.2. Características de las instalaciones

Se implementó un sistema de recirculación (RAS), diseñado para el crecimiento de juveniles de chita *Anisotremus scapularis*. El RAS fue diseñado tomando como punto de partida los existentes en la UNALM.

El laboratorio conto con un tanque hexagonal de adaptación (700 L de capacidad) y 12 acuarios para pruebas de crecimiento (50 L de capacidad, 40 cm de alto, 45 cm de ancho y 60 cm de profundidad). El sistema conto con un sedimentador compuesto por perlones, 2 Kg de carbón activado y filtro de manga de 1um; seguido de un skimmer Red Devil y finalmente un biofiltro compuesto por tubo corrugado y rulos como sustratos de las bacterias nitrificantes, terminando el ciclado del nitrógeno. El RAS permitió controlar los parámetros de calidad de agua y manejo de los peces, así como la alimentación. Antes de colocar los peces, el sistema fue ciclado durante un mes para desarrollar la mayor densidad poblacional de bacterias nitrificantes, las cuales convierten el nitrógeno amoniacal total (NAT) excretado por los peces hasta nitrato, compuesto poco toxico para los peces.

3.3. Animales experimentales

Se utilizaron 72 juveniles de chita (*Anisotremus scapularis*), extraídos del medio natural procedentes de la Playa Arica, Lurín, Lima, con coordenadas UTM de 12°18'19.7" S y 76°50'57.3" W. El peso vivo promedio inicial de los peces fue de $19,95 \pm 4,09$ gr y una longitud promedio inicial de $10,31 \pm 0,63$ cm, los cuales fueron distribuidos al azar de manera homogénea en 12 acuarios (unidades experimentales) de 6 juveniles por acuario.

3.4. Tratamientos

Los tratamientos fueron definidos considerando tres niveles de proteína en la dieta de juveniles de chita *A. scapularis*, los cuales están dentro del rango de los sugeridos en la especie entre 40 a 55 por ciento de proteína (Boonyaratpalin, 1997; Gao *et al.*, 2005; De la Parra *et al.*, 2010; Martínez, 2002), teniendo como T4 el alimento comercial NICOVITA CLASSIC COBIA 20, el cual ha tenido el mejor rendimiento productivo como alimento comercial, reportado hasta la fecha, para la especie (Cota *et al.*, 2017). Se ha considerado tres repeticiones por tratamiento, en el cual se especifica a continuación, en la Tabla 8.

Tabla 8: Tratamientos y sus características en el diseño experimental

TRATAMIENTO	Porcentaje de proteína dietaria	N° repeticiones
T1 ^a	45%	3 tanques
T2 ^b	50%	3 tanques
T3 ^c	55%	3 tanques
T4 ^d (Alimento comercial)	50%	3 tanques

^aT1 o T45, ^bT2 o T50, ^cT3 o T55, ^dT4 o TC

3.5. Formulación y elaboración de las dietas experimentales

Se formularon y elaboraron tres dietas experimentales para chitas juveniles mediante Solver, que es una herramienta de complemento de Microsoft Excel. La elaboración de las dietas experimentales se realizó en la Planta de Alimentos Balanceados de la UNALM, mientras que el alimento comercial (Nicovita Classic Cobia 20) fue donado por la empresa VITAPRO, en un volumen suficiente para lograr el presente estudio. Se integraron los ingredientes previamente mezclados a la extrusora, en donde los parámetros de manufactura fueron de 126 °C y 300 mL/min. Terminado este proceso en el que se obtuvieron pellets de 4mm de diámetro, se procedió a añadir el aceite de pescado restante, enzimas y prebióticos, proceso llamado “post extrusión”.

El contenido nutricional de los insumos de las dietas se muestra en el Anexo 1. Las dietas formuladas fueron isocalóricas (3488 Kcal EM/Kg), isofosfóricas (2 por ciento P total) e isocálcicas (3 por ciento). Los requerimientos nutricionales fueron estimados en base a estudios preliminares para especies marinas carnívoras o especies filogenéticamente relacionadas a la chita (Boonyaratpalin, 1997; Angulo, 2018; Choi *et al.*, 2020; Manríquez, 2011).

El alimento comercial tuvo como característica ser alimento extruido balanceado para Cobia (*Rachycentron canadum*) con calibre de 4mm de diámetro suministrados comercialmente para peces desde 20g hasta 100g de peso vivo. Además, estuvo compuesto por harinas de origen marino, gluten de trigo, aceite de pescado y/o aceite de soya, trigo y sus subproductos, gluten de maíz, lecitina de soya, aminoácidos sintéticos (metionina, lisina) premezcla de vitaminas y minerales, preservante autorizado (ácido propiónico), cloruro de sodio, fosfato de calcio y/o potasio.

En la Tabla 9, se muestra las fórmulas de las dietas experimentales con su valor nutritivo calculado, diseñadas para tener porcentajes de proteína de 45 por ciento (T1), 50 por ciento (T2) y 55 por ciento (T3). La dieta comercial (alimento balanceado Nicovita Classic Cobia 20) tuvo un porcentaje de proteína mínimo según el fabricante de 50 por ciento.

Tabla 9: Formulación y composición nutricional calculada de las dietas experimentales

Formulación (%) Ingredientes	Dietas experimentales			
	T1 (45%)	T2 (50%)	T3 (55%)	T4 (Alimento comercial)
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	0.35	0.35	0.35	-
Prebiótico Bio-mos	0.15	0.15	0.15	-
Enzimas Allzyme	0.1	0.1	0.1	-
Antibiótico Oxitetraciclina	0.1	0.1	0.1	-
Antioxidante	0.05	0.05	0.05	-
Antox plus polvo				
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	-
Fosforo total	2	2	2	-
Sodio total	0.65	0.65	0.65	-
Energía Metabolizable estimada (Kcal/Kg)	3492	3489	3483	-

3.6. Análisis proximal de las dietas experimentales

Los análisis químicos proximales de las dietas experimentales fueron realizados en el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA) del Departamento de Nutrición de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina, los cuales se detallan en la Tabla 10. Los resultados muestran que el contenido nutricional de las dietas es similar al estimado en la formulación, indicando que tanto la precisión en la formulación, como el proceso de elaboración de las dietas experimentales fueron adecuados; sin embargo, el nivel de proteína de la dieta comercial resulto más alto que el determinado

según el fabricante (50%), siendo aún más elevado respecto a la dieta T3 con 55 por ciento de proteína calculada.

Tabla 10: Resultados del análisis químico proximal de las dietas experimentales

Análisis	Dietas experimentales			
	T1 (45% Pt)	T2 (50% Pt)	T3 (55% Pt)	T4 (Alimento comercial)
Humedad (%)	6.13	4.54	3.6	9.8
Proteína total (%)	44.38	49.68	53.57	57.41
Extracto etéreo (%)	9.86	8.63	12.6	12.57
Fibra cruda (%)	0.77	0.79	1.12	1.26
Ceniza (%)	11.36	12.1	12.6	10.51
Nifex (%)	27.5	24.26	16.51	8.45

FUENTE: Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA), UNALM

3.7. Evaluación de la calidad de agua

El agua que se utilizó para el sistema de recirculación (RAS), fue agua de mar filtrada (filtrado entre 20 y 40 micras) comprada del Instituto del Mar del Perú. Los parámetros de calidad del agua se midieron en la salida del tanque sumidero, es decir, en el punto donde acababa el ciclo de nitrificación e iniciaba el bombeo para recircular el agua a los doce acuarios experimentales.

El oxígeno disuelto, porcentaje de saturación, temperatura ambiental, temperatura del sistema, humedad relativa ambiental, pH y salinidad se midieron diariamente, a horas del mediodía; mientras que el nitrógeno amoniacal total, nitrito y alcalinidad se midieron una vez a la semana, los viernes a horas de la mañana, antes del mediodía. Se hizo la limpieza de los acuarios y los filtros, una vez cada dos semanas. Se adiciono diariamente al sistema, cinco litros de agua dulce para compensar el agua perdida por evaporación y 25 gramos de bicarbonato de sodio en solución en la misma, para compensar la alcalinidad disminuida diariamente en el sistema para mantener el pH alcalino. Los parámetros de calidad de agua analizados se mantuvieron dentro del rango adecuado para el desarrollo de las chitas.

En la medición de los parámetros de calidad de agua se utilizaron los siguientes equipos:

- Temperatura y pH: Se utilizó un pH-metro portátil, marca OAKTON, modelo pHTestr 30, exactitud de $\pm 0,01$ pH y despliegue simultaneo de temperatura.
- Oxígeno disuelto y porcentaje de saturación: Se utilizó un el oxímetro digital, portátil, modelo YSI DO200A-4, equipo ideal para uso en campo, ya sea para mediciones remotas en agua de mar, ríos y/o efluentes.
- Temperatura ambiental y humedad relativa: Se utilizó el equipo Temp. & Humidity Meter, HTC – 2, con precisión de $\pm 1^{\circ}\text{C}$ y $\pm 5\% \text{HR}$.
- Salinidad: Se utilizó un refractómetro portátil ATC – Salinometro, con precisión de $\pm 0,1$ u.p.s.
- Nitrógeno amoniacal total, nitrito y alcalinidad: Se utilizó un Fotómetro modelo YSI 9500, equipo para la medición de más de 50 parámetros de calidad de agua.

En la Tabla 11 y Anexo 2, se muestran los resultados promedios de la evaluación de calidad de agua durante la etapa experimental.

Tabla 11: Parámetros de calidad de agua: promedios semanales

Semana	Temperatura del Sistema ($^{\circ}\text{C}$)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Porcentaje de Saturación (%)	pH	Salinidad (u.p.s.)
1	26.0 ± 0.26	6.22 ± 0.22	93.4 ± 3.44	7.67 ± 0.12	35.2 ± 0.17
2	25.6 ± 0.15	6.25 ± 0.14	93.3 ± 1.41	8.00 ± 0.04	35.6 ± 0.42
3	25.6 ± 0.14	6.28 ± 0.17	93.7 ± 3.00	7.86 ± 0.10	35.4 ± 0.21
4	25.7 ± 0.30	6.15 ± 0.11	92.3 ± 1.23	7.66 ± 0.25	35.7 ± 0.53
5	25.6 ± 0.21	6.09 ± 0.07	91.0 ± 1.14	7.73 ± 0.16	35.6 ± 0.41
6	25.2 ± 0.29	5.90 ± 0.26	86.9 ± 3.53	7.84 ± 0.13	34.9 ± 0.46
7	24.5 ± 0.17	6.05 ± 0.12	88.4 ± 1.62	7.98 ± 0.13	34.8 ± 0.23
8	24.4 ± 0.15	5.99 ± 0.21	87.1 ± 2.85	7.60 ± 0.24	34.5 ± 0.35

3.8. Desarrollo del experimento

El protocolo de manejo empezó con la recepción de los juveniles de chita trasladados de su medio natural, que fueron colocados en un estanque octogonal, donde se controló diariamente los parámetros de calidad de agua óptimos para facilitar la adaptación de los peces al confinamiento. De la misma forma, se adaptaron al cambio de alimento, pasando de alimentarlos con alimento vivo, en este caso chorito (*Semimytilus algosus*), a alimento inerte no procesado, en este caso musculo negro de bonito (*Sarda sarda*), hasta llegar finalmente

a alimento balanceado, adaptándolos gradualmente para evitar estresar a los peces. Finalmente, después de adaptarlos durante dos semanas, se trasladaron al sistema RAS y fueron colocados aleatoriamente a sus unidades experimentales respectivas.

En la biometría inicial, se uniformizó la biomasa distribuyendo al azar los juveniles en 12 acuarios (unidades experimentales) correspondiendo 6 chitas juveniles por acuario. Luego, la biometría fue realizada cada catorce días (dos semanas) hasta completar los 56 días (ocho semanas) de la etapa experimental. Durante la biometría, los peces de cada acuario fueron colocados en un recipiente con agua de mar con aireación, posteriormente fueron pesados en una balanza de precisión digital marca Henkel, modelo BQ2001CS, con capacidad máxima de 2 Kg \pm 0,01 g, luego se midió la longitud total (desde la boca hasta el extremo de la aleta caudal) de cada pez con un ictiómetro, elaborado con una regla graduada de acero inoxidable de 30 cm y melamina. Finalmente retornaban por grupo a su respectiva unidad experimental, procediendo a continuar con la siguiente y así sucesivamente hasta completar la biometría de las 12 unidades experimentales.

Los peces fueron alimentados a nivel de saciedad, con una frecuencia de tres veces al día (8:00, 12:00 y 16:00 horas), los siete días de la semana, mediante distribución manual a cada unidad experimental, pesando inicialmente una ración alimentaria del 3 por ciento respecto al promedio de biomasa, para luego restar el alimento sobrante en cada unidad experimental y por diferencia se obtuvo la cantidad de alimento consumido. Las raciones de alimento fueron pesadas en un vaso de plástico rotulado por unidad experimental. Conforme la biomasa aumentó, se incrementó la cantidad de alimento entregada durante el tiempo que duró la etapa experimental. En los días de biometría solo se suministró una sola ración al día.

3.9. Variables evaluadas

Las evaluaciones biométricas se realizaron cada 14 días al 100 por ciento de los peces por acuario, teniendo especial cuidado en la manipulación de los animales para evitar laceraciones y reducir el estrés; así como también se controló el suministro, cálculo del residuo de alimento diario y finalmente el consumo total por unidad experimental.

a. Peso unitario, biomasa y talla

Al inicio del experimento y cada 14 días hasta llegar a los 56 días se registraron el peso unitario, la talla (LT, longitud total) de los peces y la biomasa de cada acuario.

b. Ganancia de peso (G)

La ganancia de peso fue hallada por la diferencia entre el peso final (W_t) y el peso inicial (W_0).

$$G \text{ (g)} = W_t - W_0$$

c. Incremento de talla (ΔL)

El incremento de longitud fue hallado por diferencia entre la longitud final (L_t) y la longitud inicial (L_0).

$$\Delta L \text{ (cm)} = L_t - L_0$$

d. Consumo de alimento

La ración correspondiente a cada unidad experimental fue pesada en envases debidamente rotulados. El alimento de cada envase fue suministrado a los juveniles de chita, tres veces al día. Luego de cada turno de alimentación, el alimento sobrante fue pesado y por diferencia con el peso inicial, se obtuvo el alimento consumido por cada ración y sumadas las tres raciones se halló el total de alimento consumido por día por acuario.

e. Conversión alimenticia (CA)

La conversión alimenticia se halló dividiendo el alimento consumido entre la ganancia de peso.

$$CA = \frac{\text{Alimento consumido}}{\text{Ganancia de peso}}$$

f. Tasa específica de crecimiento (SGR)

La tasa específica de crecimiento (Specific Growth Rate), es una medida del aumento de peso corporal porcentual por día. Lo que hace es estimar la pendiente de una curva de crecimiento (Peso vs Tiempo), linealizando sus variables y llevándolas a porcentaje.

$$\text{SGR (\%)} = \frac{\ln (W_t) - \ln (W_0) \times 100}{t} \text{ (Talbot, 1993)}$$

Donde:

SGR: Tasa específica de crecimiento (por su sigla en inglés)

ln: logaritmo natural

W_t: Peso final

W₀: Peso inicial

t: tiempo expresado en días

Según Talbot (1993), el SGR disminuye conforme crece el pez, lo que se ve claramente en una gráfica de crecimiento (Peso vs Tiempo), ya que la pendiente de la curva va disminuyendo. Esta herramienta es ampliamente usada por los cultivadores de peces, ya que permite proyectar el crecimiento de estos en un tiempo dado.

g. Sobrevivencia (S)

La sobrevivencia se determinó mediante porcentaje, expresando el número de peces sobrevivientes (N_f) al final de la etapa experimental, con respecto al número de peces al inicio del experimento (N₀).

$$S (\%) = \frac{N_f}{N_0} \times 100$$

h. Costo del alimento por kilogramo de ganancia de peso (C)

El costo del alimento por Kg de peso ganado se obtuvo mediante la conversión alimenticia, representada por el consumo total del alimento y el incremento de peso durante toda la etapa experimental, la cual fue multiplicada con el precio calculado total (S/.) de cada dieta experimental, según la fórmula siguiente:

$$C (\text{S/. /Kg}) = CA \times P$$

Donde:

C: Costo del alimento por kilogramo de ganancia de peso

CA: Conversión alimenticia

P: Precio del alimento por kilogramo expresado en nuevos soles

3.10. Análisis estadístico

Se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA), con cuatro tratamientos (niveles de proteína) y tres repeticiones cada uno, aplicando en el análisis de varianza el procedimiento ANOVA. Para la comparación de promedios se usó la prueba de Tukey ($p < 0,05$). Para el análisis estadístico se utilizó el Complemento de Microsoft Office Professional Plus Excel 2016, denominado RealStats-2007.

El modelo aditivo lineal general aplicado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta que se obtiene del i -ésimo tratamiento y la j -ésima repetición

μ = Efecto de la media general

T_i = Efecto del tratamiento i , siendo i = las diferentes dietas

ε_{ij} = Error experimental en la repetición j -ésima asociada al i -ésimo tratamiento, $N(0, \sigma^2)$

Este análisis estadístico fue utilizado para las variables peso, ganancia de peso, biomasa, talla, incremento de talla, consumo de alimento, conversión alimenticia, tasa específica de crecimiento y costo del alimento por Kg de peso ganado.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Peso, biomasa e incremento de peso y biomasa

Los pesos unitarios promedios obtenidos al inicio y al final de la evaluación, así como también la ganancia de peso unitario, se muestran en la Tabla 12 y Anexo 3.

El análisis de varianza indica que no existen diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos con respecto al peso promedio inicial. Para el peso promedio final y la ganancia de peso, el análisis de varianza indica que existen diferencias altamente significativas ($P < 0.01$).

El peso promedio final aumento con el incremento del nivel de proteína en la dieta, de 45 hasta 55 por ciento, resultando menor el resultado del peso promedio final de la dieta comercial respecto a la dieta con 55 por ciento de proteína (Figura 2). De la misma forma para la ganancia de peso, la cual aumento con el incremento del nivel de proteína en la dieta (Figura 3), resultados que indican que la variación porcentual proteica influye directamente sobre el peso promedio final y la ganancia de peso.

Los resultados obtenidos fueron similares a los reportados por Dionicio *et al.* (2017), comparando dietas comerciales con diferentes niveles de proteína en juveniles de chita *A. scapularis*, en donde registraron mayor peso promedio final y ganancia de peso con una inclusión proporcionalmente mayor de proteína en la dieta, teniendo como nivel de proteína máximo en esta comparación de 50 por ciento. Por otro lado, Cota *et al.* (2017), comparando las dietas comerciales evaluadas en el estudio anterior, evaluaron la dieta comercial que tendría mejor rendimiento para juveniles de *A. scapularis*, concluyendo que el alimento comercial Nicovita Classic Cobia 20 con 50 por ciento de proteína (usado en este estudio), obtuvo la mayor ganancia de peso y peso final en los peces comparado a las otras dietas comerciales (Otohime EP4 con 48 por ciento de proteína y Truchina Nutripec 42 con 42 por ciento de proteína).

Tabla 12: Efecto de los niveles de proteína bruta sobre el peso (g), biomasa (g) y talla (cm) en juveniles de chita *Anisotremus scapularis*

Parámetros	Dietas experimentales (niveles de proteína total)			
	T45	T50	T55	TC
Peso unitario (g)				
Inicial	19.88 ^a	19.99 ^a	19.88 ^a	20.03 ^a
Final	35.95 ^c	37.97 ^{bc}	44.10 ^a	41.38 ^{ab}
Ganancia de peso	16.07 ^c	17.98 ^{bc}	24.22 ^a	21.35 ^{ab}
Biomasa (g)				
Inicial	119.28 ^a	119.95 ^a	119.26 ^a	120.19 ^a
Final	215.70 ^c	227.81 ^{bc}	264.58 ^a	248.29 ^{ab}
Incremento de biomasa	96.42 ^c	107.85 ^{bc}	145.32 ^a	128.10 ^{ab}
Talla unitaria (cm)				
Inicial	10.27 ^a	10.25 ^a	10.38 ^a	10.34 ^a
Final	12.11 ^b	12.17 ^b	12.70 ^a	12.44 ^{ab}
Incremento de talla	1.84 ^a	1.92 ^a	2.32 ^a	2.10 ^a

a, b, c en la misma fila expresan diferencias significativas ($\alpha = 0.05$)

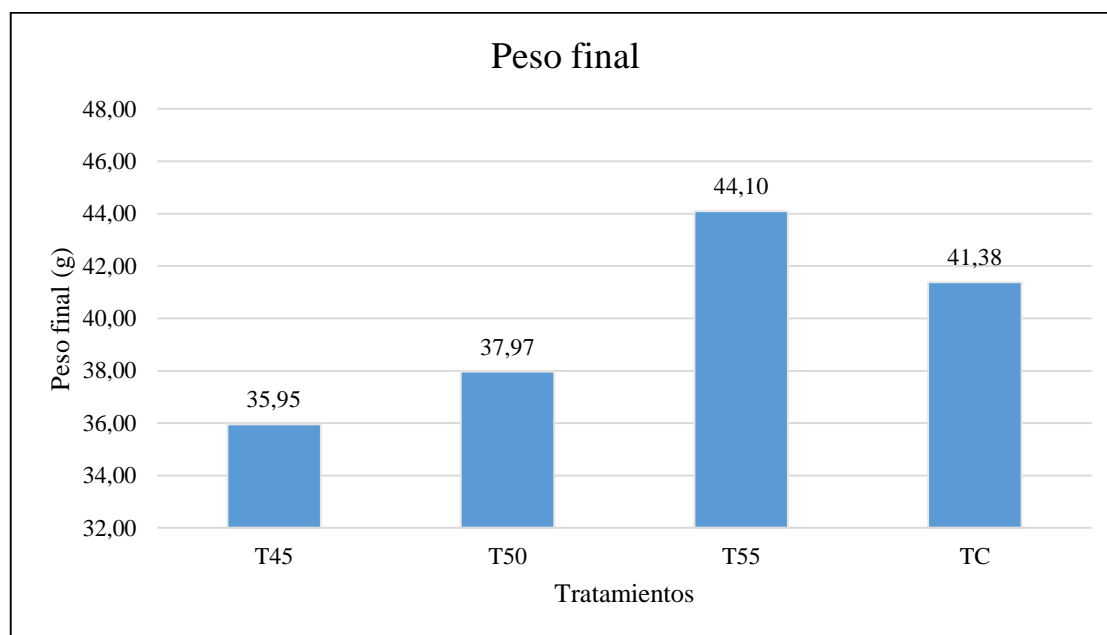


Figura 2: Comparación del peso unitario promedio final por tratamiento (g)

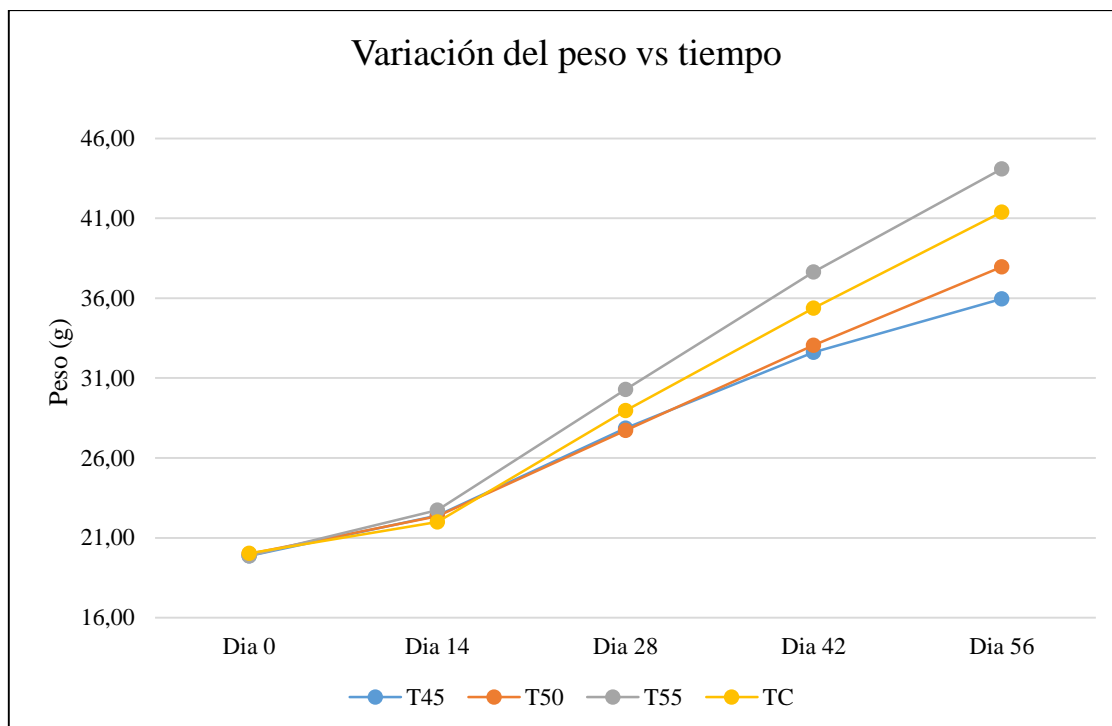


Figura 3: Variación del peso en función del tiempo, según tratamientos (g)

Del mismo modo, Boonyaratpalin (1997) reportó mayor crecimiento con una inclusión de 52 por ciento de proteína dietaria al evaluar cuatro dietas con diferentes niveles de proteína en lubina (*Lates calcarifer*), el cual es un valor similar al encontrado en el presente estudio (55 por ciento de proteína dietaria). Del mismo modo, Anguas (2001) reportó mayor peso promedio final y ganancia de peso con el incremento del nivel de proteína dietaria en juveniles de cabrilla arenera (*Paralabrax maculatofasciatus*) al evaluar siete niveles de proteína dietaria, indicando tener mejor rendimiento en 55 por ciento de proteína, valor similar al reportado en el presente estudio.

Gracia *et al.* (2003), evaluó cuatro niveles de proteína (65.75, 53.36, 40.44 y 28.75 por ciento) en dietas isocalóricas en juveniles de robalo blanco (*Centropomus undecimalis*), reportando mayor peso promedio final y por lo tanto ganancia de peso con una inclusión proteica dietaria de 53.36 por ciento. Este resultado es similar al reportado en el presente estudio, en el cual se logró el mayor peso promedio final y ganancia de peso con un nivel de proteína de 55 por ciento. Por otro lado, Piaget *et al.* (2011), evaluó cuatro niveles de proteína (48, 54, 57 y 60 por ciento) en juveniles de lenguado (*Paralichthys adspersus*), reportando mayor peso promedio final con una inclusión de 60 por ciento de proteína dietaria, sin

embargo, no presentó diferencias estadísticas significativas ($P>0.05$) respecto a las dietas con 54 y 57 por ciento de proteína.

Así mismo, Angulo (2018) evaluó tres dietas comerciales con diferentes niveles de proteína en juveniles de pargo lunarejo (*Lujtanus guttatus*), reportando diferencias altamente significativas en los resultados, con un mayor incremento de peso diario suministrando el alimento comercial con 50 por ciento de proteína bruta (Nicovita Classic Cobia 20), respecto a los alimentos comerciales con 40 por ciento (Truchina 40) y 45 por ciento (Truchina 45) de proteína bruta. Cabe mencionar que la dieta comercial usada en el estudio que obtuvo el mejor rendimiento (Nicovita Classic Cobia 20) se incluyó como tratamiento para su evaluación productiva en el presente estudio como dieta comercial.

En tanto, Choi *et al.* (2020) evaluó los efectos del nivel proteico en la dieta de juveniles de abadejo de Alaska (*Gadus chalcogrammus*), reportando un mayor peso final y ganancia de peso conforme aumentó el nivel de proteína en la dieta hasta en 50 por ciento, y posteriormente disminuyó conforme aumento el nivel de proteína dietaría. El nivel óptimo para la ganancia de peso se reportó en 48.2 por ciento, valor proteico alto y similar al reportado en la presente investigación, tratándose ambos estudios de especies marinas carnívoras.

Los resultados de las biomásas obtenidas al inicio y al final de la evaluación, así como también la ganancia de biomasa, se muestran en la Tabla 12 y Anexo 4.

El análisis de varianza indica que no existen diferencias significativas ($P>0.05$) entre los tratamientos con respecto a la biomasa promedio inicial. Para la biomasa promedio final e incremento de biomasa, el análisis de varianza indica que existen diferencias altamente significativas ($P<0.01$).

La biomasa promedio final aumentó con el aumento del nivel de proteína en la dieta, de 45 hasta 55 por ciento de proteína dietaría, con la dieta comercial en el rango de biomasa promedio final entre los tratamientos con 50 a 55 por ciento de proteína. De igual manera, el incremento de biomasa, el cual aumento con el nivel de proteína dietaría (Figura 4). Estos

resultados demuestran que la inclusión del nivel de proteína en la dieta influye directamente sobre la biomasa final e incremento de biomasa.

Por su parte, Angulo (2018) evaluó tres dietas comerciales con diferentes niveles de proteína en juveniles de pargo lunarejo (*Lujtanus guttatus*), reportando mayor aumento de la biomasa final e incremento de biomasa en la dieta comercial Nicovita Classic Cobia 20 (50 por ciento de proteína), en un amplio margen superior respecto a las dietas comerciales Truchina 40 (40 por ciento de proteína) y Truchina 45 (45 por ciento de proteína). Cabe mencionar que la dieta comercial Nicovita Classic Cobia 20, reportado como el alimento con mayor eficiencia de ganancia de biomasa en el estudio anterior, se utilizó en el presente estudio como tratamiento para compararlo con las dietas formuladas con 45, 50 y 55 por ciento de proteína, por ser la dieta comercial con mayor rendimiento en crecimiento y utilización de alimento para la especie chita *Anisotremus scapularis*, a pesar de ser un alimento propiamente diseñado y formulado para la alimentación de la especie marina carnívora Cobia (*Rachycentron canadum*).

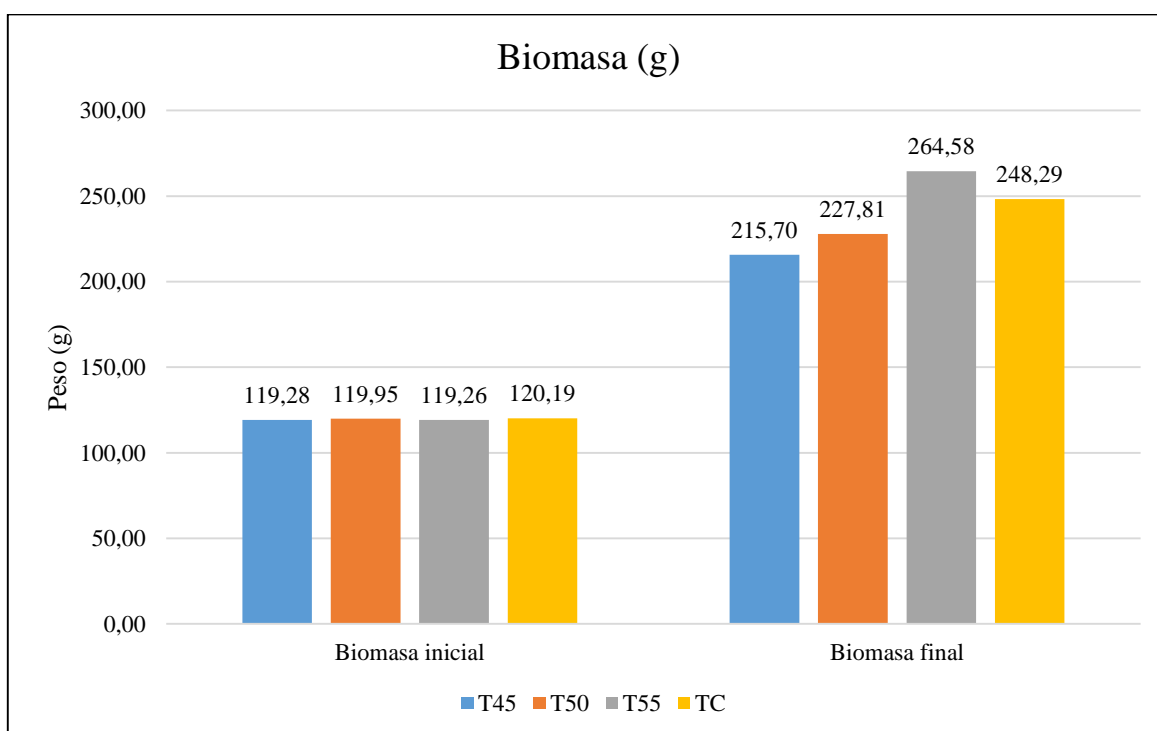


Figura 4: Comparación de la biomasa inicial y final por tratamiento (g)

4.2. Talla e incremento de talla individual de la especie

Las tallas unitarias promedio obtenidos al inicio y al final de la evaluación, así como también el incremento de talla unitaria, se muestran en la Tabla 12 y Anexo 5.

El análisis de varianza indica que no existen diferencias significativas ($P>0.05$) entre los tratamientos con respecto a la talla promedio inicial y el incremento de talla. Para la talla promedio final, el análisis de varianza indica que existen diferencias significativas ($P<0.05$). La talla promedio final aumentó con el incremento del nivel de proteína en la dieta, de 45 hasta 55 por ciento, con la dieta comercial (57.41 por ciento de proteína bruta según análisis proximal) en el rango resultante de talla final entre el resultante de las dietas con 50 y 55 por ciento de proteína (Figura 5). De la misma forma el incremento de talla, el cual aumento con el incremento del nivel de proteína en la dieta (Figura 6). Estos resultados muestran que el nivel de proteína que se incluye en la dieta influye directamente sobre la talla final e incremento de talla en esta especie.

Estos resultados son similares al reportado por Dionicio *et al.* (2017), quienes comparan dietas comerciales con diferentes niveles de proteína en juveniles de chita *Anisotremus scapularis*, indicando que a mayor concentración de proteína dietaría, el pez obtiene una mayor talla final e incremento de talla al comparar dietas hasta con 50 por ciento de proteína. Por otro lado, Cota *et al.* (2017), evaluando dietas comerciales en juveniles de chita *A. scapularis*, reportaron la misma talla final e incremento de talla con la dieta comercial Nicovita Classic Cobia 20 (50 por ciento de proteína) y la dieta comercial Otohime EP4 (48 por ciento de proteína), pero ambas dietas tuvieron mayor incremento de talla que la dieta Truchina Nutripec 42 (42 por ciento de proteína).

De la misma forma, Piaget *et al.* (2011), evaluó cuatro niveles de proteína (48, 54, 57 y 60 por ciento) en la dieta de juveniles de lenguado (*Paralichthys adspersus*), reportando mayor talla promedio final con una inclusión de 60 por ciento de proteína, sin presentar diferencias estadísticas significativas ($P>0.05$) respecto a las dietas con 54 y 57 por ciento de proteína. Por otro lado, Angulo (2018) evaluó la talla promedio final e incremento de talla en juveniles de pargo lunarejo (*Lujtanus guttatus*) alimentados con tres dietas comerciales con diferentes niveles de proteína, reportando que la dieta comercial Nicovita Classic Cobia 20 (50 por ciento de proteína) tuvo el mejor rendimiento respecto a las dietas Truchina 40 (40 por ciento

de proteína) y Truchina 45 (45 por ciento de proteína).

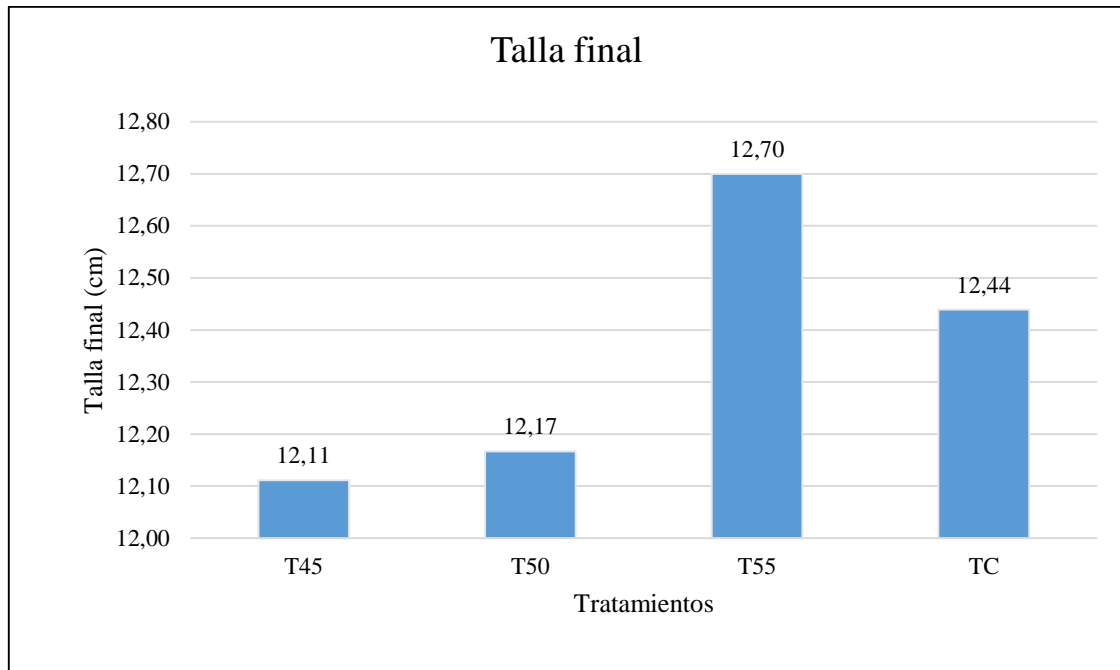


Figura 5: Comparación de la talla unitaria promedio final por tratamiento (cm)

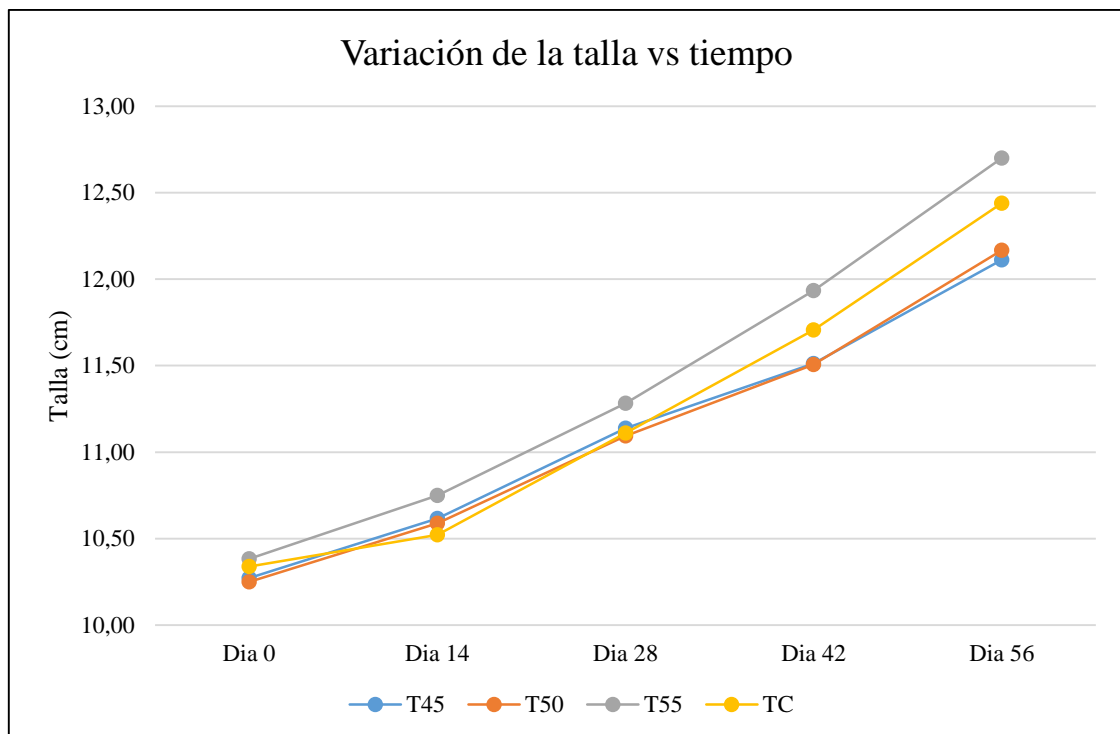


Figura 6: Variación de la talla en función del tiempo, según tratamientos (cm)

4.3. Consumo de alimento

Los resultados obtenidos del consumo de alimento se muestran en la Tabla 13 y Anexo 6. El análisis de varianza indica que existen diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre los tratamientos con respecto al consumo promedio de alimento.

El consumo promedio de alimento aumento con el incremento de proteína en la dieta, de 45 hasta 55 por ciento de proteína dietaría (Figura 7). Estos resultados muestran que el nivel de proteína que se incluye en la dieta influye directamente sobre el consumo de alimento.

Gao *et al.* (2005) evaluando niveles de proteína en la dieta en juveniles de lenguado limpio (*Paralichthys lethostigma*), encontró la mayor tasa de consumo de alimento en la dieta con menor porcentaje de proteína (39.91 por ciento), aunque el resultado no tuvo diferencias significativas respecto a las otras dietas evaluadas, este resultado difiere con el presente estudio en donde el aumento de proteína bruta en la dieta indujo al aumento del consumo de alimento. Esta diferencia se puede explicar dado que el nivel de energía bruta de la dieta con menor porcentaje de proteína es menor respecto a las otras dietas experimentales, por lo que el pez tiende a consumir una mayor ración de alimento para satisfacer sus requerimientos de energía; comparadas al presente estudio en donde se evaluó dietas isocalóricas con diferentes niveles proteicos. Del mismo modo, Anguas (2001), reportó menor consumo de alimento al aumentar los niveles de proteína en la dieta de juveniles de cabrilla arenera (*Paralabrax maculatofasciatus*), resultado que difiere con lo reportado en el presente estudio, explicándose porque el autor incluyó mayor nivel de proteína en la dieta sin controlar el nivel de energía de la misma, tomando en cuenta que el consumo de alimento se reduce con el aumento de energía en la dieta, disminuyendo así el consumo de alimento conforme aumento el nivel de proteína.

Por otro lado, Choi *et al.* (2020) evaluó cuatro niveles de proteína en dietas isocalóricas de juveniles de abadejo de Alaska (*Gadus chalcogrammus*), reportando mayor ingesta de alimento en los peces alimentados con la dieta más baja en proteína (40 por ciento) comparada a dietas con niveles superiores en proteína (45, 50 y 55 por ciento). Este resultado difiere respecto al reportado en el presente estudio a pesar de que ambos hayan sido realizados en condiciones nutricionales isocalóricas, probablemente debido al mayor factor de flotabilidad en las dietas con mayor contenido de harina de trigo, disminuyendo el

consumo de alimento por la falta de adaptación de los peces a consumir el alimento en la superficie del agua.

Tabla 13: Efecto de los niveles de proteína bruta sobre el consumo de alimento (g), conversión alimenticia y tasa específica de crecimiento (%PC/ día) en juveniles de chita *Anisotremus scapularis*

Parámetros	Dietas experimentales (niveles de proteína total)			
	T45	T50	T55	TC
Consumo de alimento/pez (g)	39.55 ^b	47.30 ^a	53.90 ^a	48.72 ^a
Conversión alimenticia	2.46 ^{ab}	2.64 ^a	2.24 ^b	2.29 ^{ab}
Tasa específica de crecimiento (%PC/día)	1.06 ^a	1.15 ^a	1.42 ^a	1.30 ^a

a, b, c en la misma fila expresan diferencias significativas ($\alpha = 0.05$)

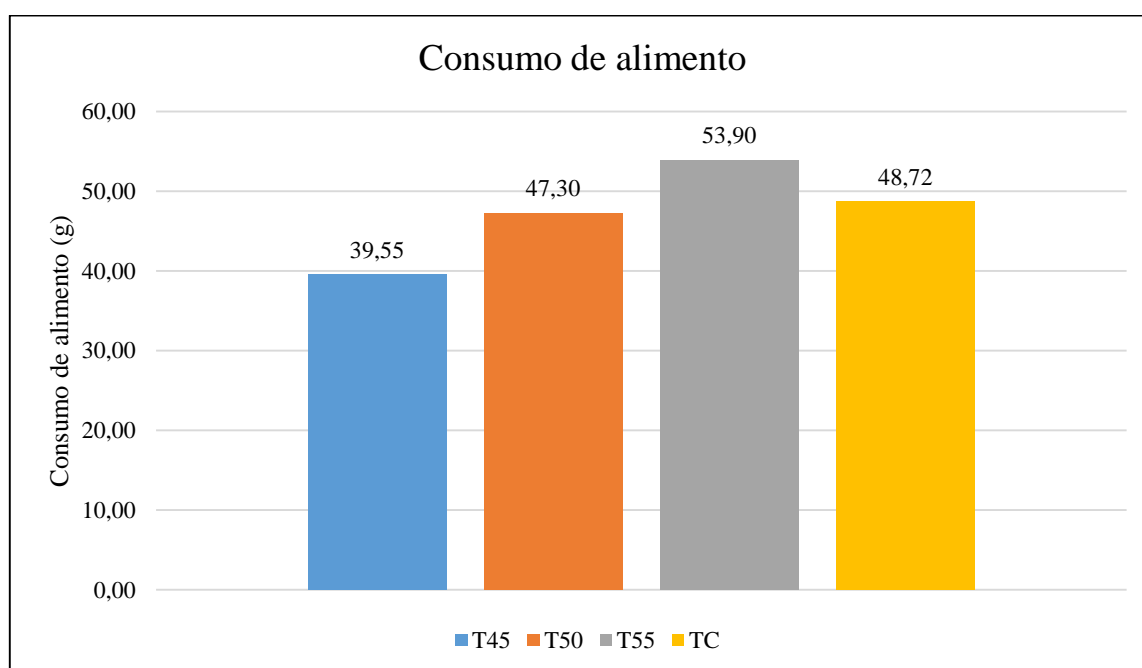


Figura 7: Comparación del consumo total unitario promedio de alimento por tratamiento (g total/ pez)

4.4. Conversión alimenticia de juveniles de Chita

Los resultados obtenidos de conversión alimenticia se muestran en la Tabla 13 y Anexo 7. El análisis de varianza indica que existen diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos para la conversión alimenticia.

Los resultados obtenidos demuestran que el incremento en el nivel de proteína bruta en la dieta disminuye la conversión alimenticia, al resultar la dieta con 55 por ciento de proteína la que tuvo mejor resultado comparada a las otras dietas (Figura 8). El mayor resultado de la dieta con 50 por ciento de proteína comparada con la dieta con 45 por ciento de proteína, fue porque a pesar que la primera tuvo un mayor resultado de ganancia de peso que la segunda, también tuvo un margen mucho mayor de diferencia del consumo de alimento, a diferencia de la dieta con 45 por ciento de proteína dietaría que tuvo un menor promedio del consumo de alimento comparada a las demás dietas experimentales, lo que resulto a tener una menor conversión alimenticia respecto a la dieta con 50 por ciento de proteína.

Estos resultados difieren numéricamente con los reportados por Dionicio *et al.* (2017), quienes obtuvieron un factor de conversión alimenticia de 1.32 al suministrar una dieta con 50 por ciento de proteína, comparado al factor de conversión alimenticia en el presente estudio (2.64). Este último valor es el doble que el primero y pudo deberse a diferentes factores como el contenido de aminoácidos limitantes presentes en la dieta experimental, tema aún no estudiado para la especie, la diferencia de edad de los peces entre ambos estudios, el nivel de alimentación, la densidad de siembra o valores sub óptimos de los parámetros de calidad de agua. De la misma manera, Cota *et al.* (2017) al evaluar diferentes dietas comerciales para juveniles de *A. scapularis*, obtuvieron mejor factor de conversión alimenticia con las dietas Nicovita Classic Cobia 20 (50 por ciento de proteína) y Otohime EP4 (48 por ciento de proteína), de 1.42 y 1.51 respectivamente, respecto a la dieta experimental con similar nivel de proteína en el presente estudio, de 2.64. Cabe mencionar que en dicho estudio se utilizó la misma dieta comercial utilizada también en el presente estudio como tratamiento (Nicovita Classic Cobia 20), reportando menor conversión alimenticia (1.42) que el resultante en el presente estudio (2.29). Estas diferencias podrían ser por la mejora genética de los peces en el mencionado estudio para tener un mejor aprovechamiento del alimento consumido y generar mayor ganancia de peso, además de estar completamente adaptados al alimento inerte, a diferencia de los peces del presente estudio que fueron extraídos directamente del medio natural, por lo que no estaban totalmente adaptados a recibir alimento inerte.

Los resultados del presente estudio son similares con los reportados por Gao *et al.* (2005), evaluando niveles de proteína en la dieta en juveniles de lenguado limpio (*Paralichthys*

lethostigma), indicando menor factor de conversión alimenticia al aumentar los niveles de proteína. Mientras que Boonyaratpalin (1997), reporto en lubina (*Lates calcarifer*) evaluando dietas con diferentes niveles de proteína, menor factor de conversión alimenticia con la dieta que contenía 50 por ciento de proteína y 15 por ciento de lípidos, con respecto a dietas con 45 y 55 por ciento de proteína. Por otro lado, Anguas (2001), evaluó diferentes niveles de proteína en la dieta de juveniles de cabrilla arenosa (*Paralabrax maculatofasciatus*), reportando menor factor de conversión alimenticia proporcionalmente en cuanto aumentaba el nivel de proteína dietaria, llegando a ser el 55 por ciento de proteína (1.5) el nivel óptimo.

Gracia *et al.* (2003) evaluó cuatro niveles de proteína en dietas isocalóricas en juveniles de robalo blanco (*Centropomus undecimalis*), reportando menor factor de conversión alimenticia (1.6) en la dieta con 53.36 por ciento de proteína. De la misma manera, Choi *et al.* (2020), reporto menor factor de conversión alimenticia en los juveniles de abadejo de Alaska (*Gadus chalcogrammus*) alimentados con dietas con 50 y 55 por ciento de proteína en comparación con los alimentados con dietas con 40 por ciento de proteína. Estos resultados son similares al reportado en el presente estudio (55 por ciento de proteína), evidenciando que los requerimientos proteicos son similares entre los peces marinos carnívoros. En contraste, Piaget *et al.* (2011) reporto mayor conversión alimenticia en proporción al aumento del nivel de proteína dietaria en juveniles de lenguado (*Paralichthys adspersus*), no existiendo diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) respecto a dietas con 48, 54, 57 y 60 por ciento de proteína, resultando el factor de conversión alimenticia en 1.84, 2.51, 2.62 y 2.47 respectivamente.

Por otro lado, Angulo (2018) evaluó tres dietas comerciales con diferentes niveles de proteína en la dieta de juveniles de pargo lunarejo (*Lujtanus guttatus*), reportando menor índice de conversión alimenticia (2.9) en la dieta Nicovita Classic Cobia 20 con 50 por ciento de proteína, respecto a las dietas comerciales Truchina 40 (9.53) con 40 por ciento de proteína y la dieta Truchina 45 (6.96) con 45 por ciento de proteína. Cabe resaltar que en el estudio anterior se utilizó la dieta comercial Nicovita Classic Cobia 20, la misma que se incluyó como tratamiento en la presente investigación, logrando mejor resultado respecto al índice de conversión alimenticia (2.29). Este resultado puede deberse a varios factores como son, diferencias en la utilización de alimento entre ambas especies, en este caso la conversión

alimenticia entre pargo lunarejo (*Lujtanus guttatus*) y Chita (*Anisotremus scapularis*), el desperdicio de alimento controlado en la presente investigación o las diferencias entre los parámetros de calidad de agua entre ambos sistemas de recirculación.

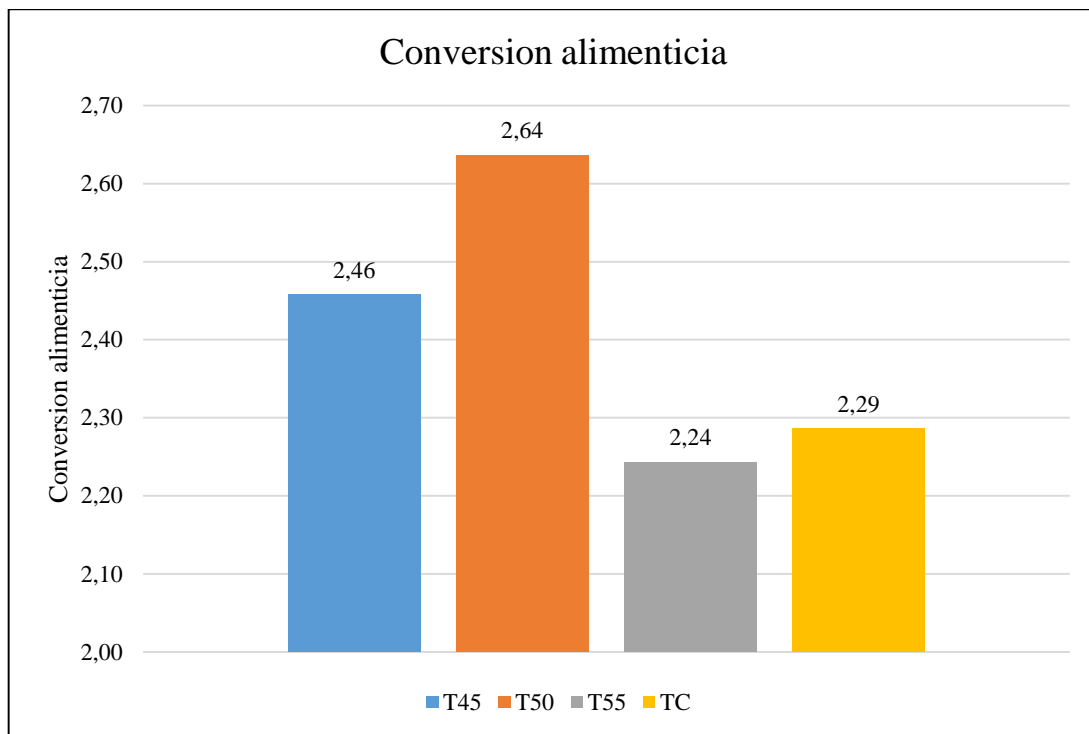


Figura 8: Comparación de la conversión alimenticia por tratamiento correspondiente a diferentes niveles de proteína en la dieta

4.5. Tasa específica de crecimiento

Los resultados obtenidos de la tasa específica de crecimiento (SGR), se muestran en la Tabla 13 y Anexo 8. El análisis de varianza indica que no existen diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos para la tasa específica de crecimiento.

Al comparar numéricamente los resultados, se demuestra que se obtiene una mayor tasa específica de crecimiento al aumentar el porcentaje de proteína dietaria de 45 hasta 55 por ciento (Figura 9). Estos resultados indican que el nivel de proteína que se incluye en la dieta influye directamente, aunque no significativamente, sobre la tasa específica de crecimiento.

Estos resultados son similares a lo reportado por Cota *et al.* (2017) al evaluar diferentes dietas comerciales en juveniles de chita *A. scapularis*, quienes obtuvieron aumento en la tasa

específica de crecimiento proporcionalmente al aumento del nivel de proteína en la dieta de 42 por ciento a 50 por ciento. Sin embargo, en el mismo estudio se evaluó el mismo alimento comercial que el presente estudio para la dieta comercial (Nicovita Classic Cobia 20), resultando ser superior en el parámetro SGR reportado por los autores (1.52) comparado al presente estudio (1.30). Esta diferencia podría explicarse con la misma razón anteriormente mencionada, dado que los peces en el referido estudio son especímenes genéticamente adaptados y mejorados para condiciones de laboratorio, lo cual llevo a acelerar su crecimiento en comparación con los peces extraídos del medio natural del presente estudio.

En especies marinas carnívoras, Gao *et al.* (2005) reportaron, al evaluar diferentes niveles de proteína en juveniles de lenguado limpio (*Paralichthys lethostigma*), mejor resultado para tasa específica de crecimiento al aumentar el nivel de proteína en la dieta, con un nivel óptimo de 51.25 por ciento de proteína dietaria (2.1 %/día), decreciendo el valor de este parámetro con la inclusión o disminución del nivel de proteína respecto al óptimo reportado. Del mismo modo, Gracia *et al.* (2003), reporto mayor tasa específica de crecimiento (1.23 %/día) con un nivel de proteína dietaria de 53.36 por ciento, comparando dietas con niveles proteicos de 65.75, 40.44 y 28.75 por ciento en juveniles de robalo blanco (*Centropomus undecimalis*). En ese sentido, existe una similitud del nivel óptimo reportado por los estudios anteriores, con el resultante en la presente investigación siendo la dieta con 55 por ciento de proteína con mayor tasa específica de crecimiento (1.42 %/día), comparada a la dieta comercial (1.3 %/día) con mayor porcentaje de proteína (57.41 por ciento), lo que evidencia el estrecho vínculo de los requerimientos nutricionales de los peces marinos carnívoros. Anguas (2001) evaluó diferentes niveles de proteína en el alimento de juveniles de cabrilla arenosa (*Paralabrax maculatofasciatus*) reportando mayor tasa específica de crecimiento al aumentar el nivel de proteína dietaria, siendo el nivel óptimo de 55 por ciento (4.6 %/día), nivel similar reportado en el presente estudio.

Por otro lado, Piaget *et al.* (2011) evaluaron diferentes niveles de proteína dietaria (48, 54, 57 y 60 por ciento) en juveniles de lenguado (*Paralichthys adspersus*), reportando mayor tasa específica de crecimiento (0.26 %/día) con una inclusión de 60 por ciento de proteína dietaria, no presentando diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) respecto a las dietas con 54 (0.23 %/día) y 57 (0.22 %/día) por ciento de proteína. Así mismo, Angulo (2018) evaluó tres dietas comerciales con diferentes niveles de proteína en juveniles de pargo

lunarejo (*Lujtanus guttatus*), reportando la mayor tasa específica de crecimiento (1.29 %/día) con la administración de la dieta comercial Nicovita Classic Cobia 20 (50 por ciento de proteína), comparada a las dietas comerciales Truchina 40 (40 por ciento de proteína) y Truchina 45 (45 por ciento de proteína) con la tasa específica de crecimiento de 0.79 y 0.81 %/día, respectivamente.

Entre tanto, Choi *et al.* (2020) evaluaron cuatro dietas con diferentes contenidos de proteína (40, 45, 50 y 55 de proteína dietaria) en juveniles de abadejo de Alaska (*Gadus chalcogrammus*), reportando mayor tasa específica de crecimiento (3.43%/día) con la inclusión de la dieta con 45 por ciento de proteína, aunque no habiendo diferencias estadísticas significativas ($P>0.05$) respecto a la dieta con 50 por ciento de proteína (3.37%/día). Estas fueron superiores a las dietas con 40 por ciento de proteína (3.15%/día) y 55 por ciento de proteína (3.27%/día). Estos resultados del SGR son superiores respecto al reportado en el presente estudio, además de presentar un menor requerimiento proteico para maximizar la tasa específica de crecimiento, pudiendo ser debido a factores genéticos propiamente de la especie, mejor utilización del alimento o tener condiciones óptimas de calidad de agua en todo el estudio.

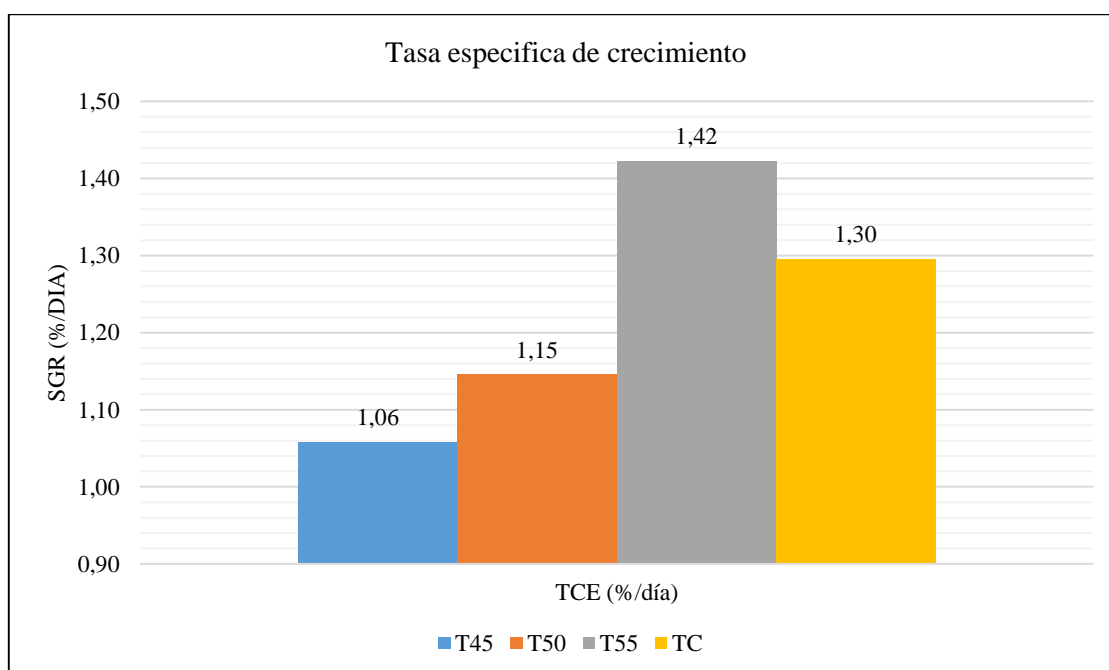


Figura 9: Comparación de la tasa específica de crecimiento por tratamiento en juveniles de chita (%/ día)

4.6. Costo del alimento por kilogramo de ganancia de peso

Los precios de las dietas (S/.) y el costo de alimento por kilogramo de peso ganado de cada dieta experimental se muestran en la Tabla 14 y Anexo 9. El análisis de varianza indica que existen diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos para el costo de alimento por Kg de peso ganado.

Se observa que la dieta con 50 por ciento de proteína obtuvo el mayor costo de alimento por Kg de peso ganado (S/. 24.51), mientras que la dieta con 55 por ciento de proteína obtuvo el menor costo (S/. 20.63). Por otro lado, la dieta comercial obtuvo mayor costo de alimento por Kg de peso ganado (S/. 23.77) en comparación de la dieta con menor contenido de proteína (45 por ciento), la cual obtuvo un mejor resultado (S/. 22.69) en términos de costo de alimento por Kg de peso ganado (Figura 10). En el primer caso los resultados se justifican dado que la dieta con menor retribución económica (50 por ciento de proteína) presentó ampliamente la mayor conversión alimenticia respecto a las demás dietas, además de tener el mayor costo por Kg entre las dietas formuladas, lo cual repercutió en que sea la dieta con menor retribución económica. En el segundo caso la dieta con menor contenido de proteína dietaria (45 por ciento) obtuvo una mejor retribución económica debido a que tuvo un menor costo por Kg de dieta formulada (S/. 9.23), comparado con la dieta comercial con nivel de proteína de 57.41 por ciento (S/. 10.4), a pesar que la primera tuvo una menor eficiencia en conversión alimenticia.

Tabla 14: Efecto de los niveles de proteína bruta sobre el costo del alimento por kilogramo de peso ganado en juveniles de chita *Anisotremus scapularis*

Parámetros	Dietas experimentales (niveles de proteína total)			
	T45	T50	T55	TC
Costo del alimento S/. /Kg	9.23	9.3	9.2	10.4
Costo de alimento por Kg de peso ganado	22.69 ^{ab}	24.51 ^a	20.63 ^b	23.77 ^{ab}
Variación porcentual de costos con respecto al T55	109.99	118.81	100	115.22

^{a, b, c} en la misma fila expresan diferencias significativas ($\alpha = 0.05$)

Al respecto, Cota *et al.* (2017) evaluó diferentes dietas comerciales y su efecto sobre el crecimiento de juveniles de chita *A. scapularis*, reportando el mayor crecimiento con la dieta

comercial Nicovita Classic Cobia (\$/. 4/Kg) respecto a la dieta Truchina Nutripec 42 (\$/. 2/Kg), resultando el doble la diferencia del crecimiento de los peces entre ambas dietas; además la primera tuvo mayor crecimiento, aunque no significativo, que la dieta Otohime EP4 (\$/. 25/Kg) usada comúnmente en el cultivo de chita en condiciones de laboratorio, concluyendo así para dicho estudio el mayor rendimiento económico con la dieta Nicovita Classic Cobia 20 para juveniles de chita; sin embargo, en el presente estudio se obtuvo mayor rendimiento económico con la dieta experimental con 55 por ciento de proteína, respecto a la dieta comercial Nicovita Classic Cobia 20, usada como tratamiento.

Por su parte, Boonyaratpalin (1997) menciona que si bien es cierto el nivel de proteína estimado para el máximo aumento de peso para el mero (*Epinephelus* sp.) es 50 por ciento, similar al nivel de proteína con mayor rendimiento en el presente estudio, el autor sugiere que con el 40 por ciento de proteína dietaría se alcanza el máximo rendimiento económico basado en la formulación, y la razón sería porque hay mayor inclusión de ingredientes no proteicos en la formulación, por lo que disminuye el costo de la dieta final.

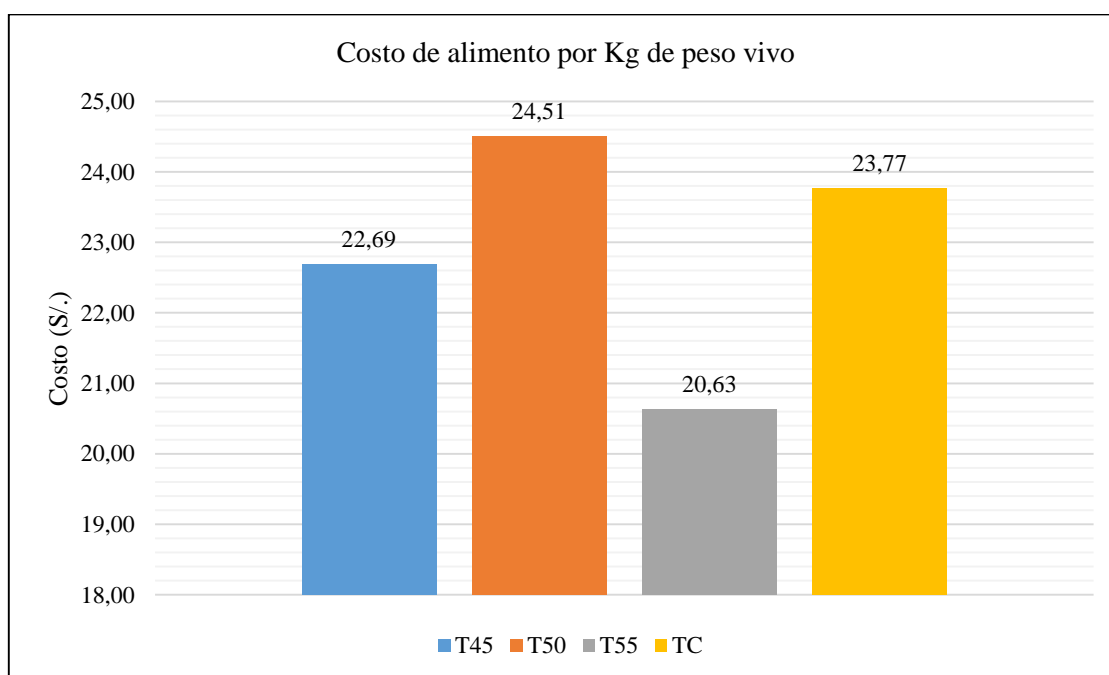


Figura 10: Comparación del costo de alimento (\$/.) por Kg de ganancia de peso promedio por tratamiento

V. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se realizó el presente estudio y en base a los resultados obtenidos, se concluye que:

1. Las chitas juveniles alimentadas con 55 por ciento de proteína bruta en la dieta, tuvieron mayor peso promedio final, incremento de peso, biomasa final, incremento de biomasa y talla final que las alimentadas con 45 y 50 por ciento de proteína bruta.
2. Las chitas juveniles alimentadas con 55 por ciento de proteína bruta en la dieta, tuvieron mejores rendimientos productivos con respecto a las alimentadas con la dieta comercial (57.41 por ciento de proteína bruta), aunque estadísticamente esta diferencia no ha sido significativa.
3. La dieta con 55 por ciento de proteína bruta generó menor costo por kilogramo de ganancia de peso con respecto a las otras dietas. Un ahorro porcentual de 9.99 con respecto a la dieta T1 (45 por ciento de proteína), 18.81 con relación a la dieta T2 (50 por ciento de proteína) y 15.22 con respecto a la dieta T4 (alimento comercial).

VI. RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos y bajo las condiciones del experimento, se tiene las siguientes recomendaciones:

1. Para la etapa juvenil de chita *Anisotremus scapularis*, se recomienda usar dietas con el nivel de proteína bruta de 55 por ciento debido a que presenta mejores parámetros productivos en peso final, biomasa final, incremento de peso y biomasa, talla final y menor costo de alimento por kilogramo de ganancia de peso respecto a dietas con otros niveles de proteína bruta.
2. Evaluar el requerimiento de aminoácidos esenciales para juveniles de chita *Anisotremus scapularis*.
3. Se recomienda realizar más estudios sobre los requerimientos nutricionales de lípidos totales, ácidos grasos poli insaturados y energía digestible en juveniles de chita *A. scapularis*, con el objetivo de continuar mejorando la precisión de la formulación.
4. Evaluar niveles de proteína bruta dietaría en alevines y adultos de chita *A. scapularis*.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Abbas, G.; Waryani, B.; Ghaffar, A.; Rahim, A.; Hafeez-ur-Rehman, M. & Aslam, M. (2015). Effect of Ration Size and Feeding Frequency on Growth, Feed Utilization, Body Composition and Some Haematological Characteristics of Juvenile Snapper, *Lutjanus johnii* (Baloch, 1792). *Pakistan J. Zool.*, vol. 47 (3), pp. 719 – 730.
- Alvarez-Lajoncherel, L. y Fernández, J. (2013). La piscicultura marina como mejor alternativa para incrementar la producción pesquera. El caso de Cuba. *La Piscicultura Marina*. México, 9(2), pp. 10-21
- Al Zahrani, A.; Mohamed, A.; Serrano, A. & Traifalgar, R. (2013). Effects of Feeding rate and Frequency on Growth and feed utilization efficiency in the camouflage grouper (*Epinephelus polyphekadion*) fingerlings fed a commercial diet. *European Journal of Experimental Biology*, 3 (1): 596-601
- Anguas, B. (2001). Estudio sobre los requerimientos en proteína y energía de juveniles de la cabrilla arenosa, *Paralabrax maculatofasciatus* (Stein., 1868) (Osteichthyes: Serranidae). Centro de investigaciones biológicas del noroeste, S.C. La Paz, México.
- Angulo, J. (2018). Efecto de tres piensos comerciales con diferentes niveles de proteína en el crecimiento y sobrevivencia del pargo lunarejo *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869). Programa de Maestría en Acuicultura y Ecología Acuática Tropical. Facultad de Ingeniería. Universidad del Magdalena. Bahía Málaga, Colombia.

- Bazán, L. (2002). Utilización del aceite acidulado de pescado en reemplazo del aceite compuesto para la alimentación de truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). Universidad Nacional Agraria La Molina. Escuela de Postgrado, Especialidad en Nutrición. Lima, Perú.
- Benetti, D.; Benetti, G.; Rivera, J.; Sardenberg, B. y O'Hanlon, B. (2010). Site selection criteria for open ocean aquaculture. *Marine Technology Society Journal*. 44: 22-35.
- Biswas, G.; Thirunavukkarasu, A.; Sundaray, K. & Kailasam, M. (2010). Optimization of feeding frequency of Asian seabass (*Lates calcarifer*) fry reared in net cages under brackishwater environment. *Aquaculture* 305, 26 -31.
- Boonyaratpalin, M. (1997). Nutrient requirements of marine food fish cultured in Southeast Asia. *Aquaculture* 151: 283-313
- Calderón, K. (2019). Determinación del requerimiento de proteína bruta de alevinos de sábalo cola roja (*Brycon erythropterum*). Facultad de Zootécnica. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú.
- Carrera, L.; Cota, N.; Linares, J.; Castro, A.; Orihuela, L.; Silva, E. y Montes, M. (2018). Manual para acondicionamiento y reproducción de chita *Anisotremus scapularis*. *Inf Inst Mar Perú*. 45(2): 263-276.
- Chamberlain, G. & Rosenthal, H. (1995). Aquaculture in the next century. *World Aquaculture* 26 (1): 21-25.
- Chen, B.; Qin, J.; Kumar, M.; Hutchinson, W. and Clarke, S. (2006). Ontogenetic development of digestive enzymes in yellowtail kingfish *Seriola lalandi* larvae. *Aquaculture*, 260, 264-271.

- Choi, J.; Byun, S.; Lim, H. & Kim, H. (2020). Determination of optimum dietary level for juvenile walleye Pollock, *Gadus chalcogrammus* (Pallas, 1811). *Aquaculture Reports* 17: 100291
- Corral, L.; Grizel, H.; Montes, J. y Polanco, E. (2000). *La acuicultura: biología, regulación, fomento, nuevas tendencias y estrategia comercial*. Tomo 1. Análisis del desarrollo de los cultivos: medio, agua y especies. Fundación Alfonso Martín Escudero. Madrid, España.
- Cota, N. (2016). Ontogenia del sistema digestivo y caracterización de la actividad enzimática de las larvas de chita *Anisotremus scapularis*. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. Baja California, México.
- Cota, N.; Castro, A.; Carrera, L.; Montes, M.; Medina, M.; Flores, L. y 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. Instituto del Mar del Perú (IMARPE). Callao, Perú.
- Craig, S. & Helfrich, L. (2017). *Understanding Fish Nutrition, Feeds, and Feeding*. Virginia Cooperative Extension. Virginia Tech. Virginia State University. Publication 420-256
- 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. Oceanogr.*, 45 (3): 433-439.
- 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 (2): 410-420.

- Dionicio, J.; Rosado, M.; Galecio, F. y Aguirre, A. (2018). Crecimiento y tasas fisiológicas de chita *Anisotremus scapularis* (Tschudi, 1846): Bases técnicas para cultivo. Bol Inst Mar Perú /Vol. 33 / N°1 / Enero-junio. Callao, Perú.
- Espinoza, A. (2017). Digestibilidad de nutrientes y energía digestible de torta de soya (*Glycine max*) en juveniles de sábalo cola roja (*Brycon erythropterum*). Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Zootecnia, Departamento Académico de Nutrición. Lima, Perú.
- Gálvez, T. (2014). Determinación de la energía Metabolizable aparente corregida por nitrógeno (EMAn) para aves de la harina de pescado Prime mediante dos métodos. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Zootecnia, Departamento Académico de Nutrición. Lima, Perú.
- 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.
- García, A.; Muy, D.; Puello, A.; Villa, Y.; Escalante, M. y Preciado, K. (2010). Uso de ingredientes de origen vegetal como fuentes de proteína y lípidos en alimentos balanceados para peces marinos carnívoros. Avances en Nutrición Acuícola X – Memorias del Decimo Simposio Internacional de Nutrición Acuícola. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, México. pp. 321- 340.
- Gatlin III, D. (2000). Nutrición de reproductores y juveniles de peces marinos. Avances en Nutrición Acuícola IV. Memorias del IV Simposio Internacional de Nutrición Acuícola. La Paz, México. pp. 73-82
- 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 (4B): 585-594.

- Guroy, D.; Deveciler, E.; Kut, B. & Tekinay, A. (2006). Influence of Feeding Frequency on Feed Intake, Growth Performance and Nutrient Utilization in European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) Fed Pelleted or Extruded Diets. *Turk J. Vet. Anim. Sci.* 30: 171-177
- León, C. (2016). Efecto de la temperatura de aclimatación en las respuestas térmicas de juveniles de *Anisotremus scapularis* “chita” (Tschudi, 1846). Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.
- León, C.; Flores, J.; Dionicio, J.; Rosado, M.; Flye-Sainte, J. & Aguirre, A. (2017). Preferencia y tolerancia térmica de juveniles de chita *Anisotremus scapularis* (Pisces: Haemulidae). *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. Vol. 52, N°3: 581-589.
- 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 (1): 53-59.
- Lisboa, V.; Barcarolli, I.; Sampaio, L. & Bianchini, A. (2015). Effect of salinity on survival, growth and biochemical parameters in juvenile Lebranch mullet *Mugil liza* (Perciformes: Mugilidae). *Neotropical Ichthyology*, 13 (2): 447 – 452.
- Luchini, L. & Wicki, G. (2007). Consideraciones sobre insumos utilizados en los alimentos para organismos acuáticos bajo cultivo. Información básica. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Buenos Aires, Argentina. 10 pp.
- Manríquez, J. (2011). La digestibilidad como criterio de evaluación de alimentos – su aplicación en peces y en la conservación del medio ambiente. Fundación Chile. FAO 2011

- 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. Universidad Politécnica de Cataluña, Departamento de Ingeniería Hidráulica, Marítima y Ambiental. Barcelona, España.
- Medina, M.; Araya, M. & Vega, C. (2004). Alimentación y relaciones tróficas de peces costeros de la zona norte de Chile. *Invest. Mar.*, 32(1): 33-47.
- Ministerio de la Producción. (2013). Programa nacional de ciencia, desarrollo tecnológico e innovación en acuicultura 2013-2021. Lima, Perú. 46 pp.
- NRC (National Research Council). (1994). Nutrient Requirements of Poultry. The National Academy Press. Washington, DC.
- NRC (National Research Council). (2011). Nutrient Requirements of Fish and Shrimp. The National Academy Press. Washington, DC.
- Oliva-Teles, A. (2000). Recent advances in European sea bass and gilthead sea bream nutrition. *Aquaculture International* 8: 477-492.
- Pérez, L. (1998). Enriquecimiento de pan, por sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum vulgare*) por torta de soya (*Glycine max*). Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Industrias Alimentarias. Lima, Perú.
- Piaget, N.; Toledo, P.; Silva, A. & Vega, A. (2011). Nivel óptimo de proteína dietaria para juveniles de lenguado *Paralichthys adspersus* (Pisces: Pleuronectiformes). *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. Vol. 46(1): 9-16.
- Quijano, W. (2005). Determinación de energía Metabolizable del subproducto de cochinilla “*Dactylopius coccus costa* (1835)” y su evaluación productiva en reemplazo de harina de pescado en dietas para pollos de carne. Universidad Nacional Agraria La Molina.

Escuela de Postgrado, Especialidad de Nutrición. Lima, Perú.

Rosado, M.; Dionicio, J. y Aguirre-Velarde, A. (2016). Evaluación de diferentes concentraciones de Tricaína (MS-222) en el transporte de chitas (*Anisotremus scapularis*) juveniles. *Rev. Inv. Vet. Perú* 2016; 27 (4): 687-697

Seminario, R. (1971). Estudio comparativo del aceite de pescado hidrogenado con el sebo de vacuno, aceite de soya y aceite de pescado como fuentes de energía en raciones para aves. Universidad Nacional Agraria La Molina. Programa Académico de Zootecnia. Lima, Perú.

Talbot, C. (1993). Some aspects of the biology of feeding and growth in fish. *Proceedings of the nutrition society*, 52, 403 – 416.

Vargas, M.; Fuentes, P.; Hernáez, P.; Olivares, A. y Rojas, P. (1999). Relaciones tróficas de cinco peces comunes en el área submareal del norte de Chile. *Rev. Biol. Trop.*, 47(3): 601-604.

Woo, N. & Kelly, S. (1995). Effects of salinity and nutritional status on growth and metabolism of *Sparus sarba* in a closed seawater system. *Aquaculture* 135, 229 – 238.

Yallico, C. (2014). Efecto del carbonato de calcio proveniente de valvas de conchas de abanico y navaja, sobre el comportamiento productivo en pollo de carne. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Zootecnia, Departamento Académico de Nutrición. Lima, Perú.

Zambonino-Infante, J. and Cahu, C. (2001). Ontogeny of the gastrointestinal tract of marine fish larvae. *Comparative Biochemistry and Physiology. Toxicology & Pharmacology*, 130, 477-487.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Contenido nutricional de los insumos de las dietas formuladas

Insumos	Fibra Bruta %	Extracto Etéreo %	Proteína Bruta %	Energía Metabolizable estimada Kcal/Kg ^a	Calcio total %	Fósforo total %	Sodio total %	Materia seca %	Fuente
Harina de trigo	3	1.4	12.08	3147	0.03	0.36	0	86.8	Pérez, 1998
Torta de soya - 48%PB	4	1.9	47.7	3059	0.26	0.64	0.01	89.6	Espinoza, 2017
Harina de pescado prime- 67%PB	1	10	67	3104	3.95	2.6	0.87	90	Gálvez, 2014 y Quijano, 2005
Aceite crudo de pescado	0	99.79	0	8793	0	0	0	99.87	Seminario, 1979 y Bazán, 2002
Carbonato de calcio	0	0	0	0	38	0	0	99	Yallico, 2014
Fosfato dicálcico - Phosbic	0	0	0	0	26	18.5	0	99	Según fabricante
Sal común	0	0	0	0	0	0	39	97	Según composición química
Premix acuicultura	0	0	0	0	0	0	0	97	
Dresbond-aglutinante	0	0	0	0	0	0	0	98	
Biomos-prebiotico	0	0	30	0	0	0	0	97	Según fabricante
Allzyme-enzimas	0	0	0	0	0	0	0	96	
Oxitetraciclina-antibiótico	0	0	0	0	0	0	0	96	
Antox polvo-antioxidante	0	0	0	0	0	0	0	97	

^a Determinada a partir de la ecuación propuesta por Janssen (1989), reportado por NRC (1994) para estimar la Energía Metabolizable en los insumos. La ecuación empleada es la siguiente: **EM = 35.87 × MS – 34.08 × Ceniza + 42.09 × EE**; Donde MS (% de materia seca) y EE (% de extracto etéreo).

Anexo 2: Registro de los parámetros de calidad de agua promedio por semana

Semana	Temp. Ambiental (°C)	H.R. (%)	Temp. Sistema (°C)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Porcentaje de Saturación (%)	pH	Salinidad (u.p.s.)	N.A.T. (mg/L)	Nitrito (mg/L)	Alcalinidad (mg/L)
1	26.8 ±0.35	80 ±2.36	26.0 ±0.26	6.22 ±0.22	93.4 ±3.44	7.67 ±0.12	35.2 ±0.17	0.7	3.50	122
2	27.2 ±0.53	76 ±2.54	25.6 ±0.15	6.25 ±0.14	93.3 ±1.41	8.00 ±0.04	35.6 ±0.42	0.1	0.79	40
3	27.2 ±0.24	75 ±2.75	25.6 ±0.14	6.28 ±0.17	93.7 ±3.00	7.86 ±0.10	35.4 ±0.21	0.4	1.58	111
4	27.1 ±0.31	79 ±2.51	25.7 ±0.30	6.15 ±0.11	92.3 ±1.23	7.66 ±0.25	35.7 ±0.53	0.1	0.39	40
5	26.5 ±0.29	77 ±1.70	25.6 ±0.21	6.09 ±0.07	91.0 ±1.14	7.73 ±0.16	35.6 ±0.41	0.1	1.40	47
6	25.9 ±0.38	77 ±1.95	25.2 ±0.29	5.90 ±0.26	86.9 ±3.53	7.84 ±0.13	34.9 ±0.46	0.3	1.10	47
7	25.2 ±0.36	77 ±2.71	24.5 ±0.17	6.05 ±0.12	88.4 ±1.62	7.98 ±0.13	34.8 ±0.23	0.1	1.30	171
8	25.1 ±0.11	79 ±2.54	24.4 ±0.15	5.99 ±0.21	87.1 ±2.85	7.60 ±0.24	34.5 ±0.35	0.1	1.09	82

Anexo 3: Peso vivo promedio unitario y ganancia de peso unitario (g)

Tratamiento	Repetición	Días					Ganancia de peso (g)
		Inicio	Día 14	Día 28	Día 42	Día 56	
T45	1	19.93 ± 4.24	22.20 ± 3.33	28.73 ± 4.22	33.13 ± 4.59	37.25 ± 5.44	17.32
	2	19.97 ± 4.37	21.83 ± 7.05	26.79 ± 6.18	31.87 ± 5.31	34.16 ± 5.42	14.19
	3	19.74 ± 6.29	23.17 ± 4.51	28.07 ± 4.19	32.85 ± 4.79	36.44 ± 6.26	16.70
	Promedio	19.88 ± 4.75	22.40 ± 4.92	27.86 ± 4.73	32.62 ± 4.64	35.95 ± 5.54	16.07
T50	1	20.07 ± 4.02	22.12 ± 5.19	27.36 ± 5.62	32.77 ± 7.05	37.00 ± 8.59	16.92
	2	20.02 ± 3.97	23.03 ± 3.22	29.22 ± 4.03	34.06 ± 3.50	39.05 ± 5.06	19.04
	3	19.89 ± 4.30	21.92 ± 5.92	26.62 ± 6.18	32.34 ± 6.19	37.86 ± 6.86	17.97
	Promedio	19.99 ± 3.85	22.35 ± 4.64	27.73 ± 5.15	33.06 ± 5.48	37.97 ± 6.62	17.98
T55	1	20.03 ± 2.31	23.77 ± 4.75	31.37 ± 4.90	37.63 ± 5.72	42.81 ± 6.53	22.78
	2	19.88 ± 2.61	21.76 ± 4.29	29.53 ± 6.58	38.94 ± 9.13	47.37 ± 12.74	27.49
	3	19.72 ± 4.74	22.70 ± 6.03	29.94 ± 5.26	36.33 ± 4.70	42.11 ± 4.91	22.40
	Promedio	19.88 ± 3.19	22.74 ± 4.84	30.28 ± 5.35	37.64 ± 6.47	44.10 ± 8.55	24.22
TC	1	19.96 ± 4.30	22.51 ± 4.23	28.75 ± 3.62	35.51 ± 2.80	43.24 ± 3.78	23.28
	2	20.07 ± 5.48	22.45 ± 6.81	28.66 ± 7.12	35.10 ± 8.80	40.41 ± 10.64	20.34
	3	20.08 ± 5.19	21.01 ± 6.07	29.52 ± 4.22	35.52 ± 5.50	40.50 ± 7.21	20.42
	Promedio	20.03 ± 4.71	21.99 ± 5.50	28.97 ± 4.92	35.38 ± 5.83	41.38 ± 7.39	21.35

Anexo 4: Biomasa inicial, final e incremento de biomasa por tratamiento (g)

Tratamiento	Repetición	Biomasa inicial	Biomasa final	Incremento de biomasa
T45	1	119.6	223.52	103.92
	2	119.8	204.96	85.16
	3	118.43	218.61	100.18
	Promedio	119.28 ± 0.74	215.70 ± 9.62	96.42 ± 9.93
T50	1	120.44	221.97	101.53
	2	120.09	234.31	114.22
	3	119.33	227.14	107.81
	Promedio	119.95 ± 0.57	227.81 ± 6.20	107.85 ± 6.35
T55	1	120.18	256.85	136.67
	2	119.3	284.23	164.93
	3	118.29	252.66	134.37
	Promedio	119.26 ± 0.95	264.58 ± 17.15	145.32 ± 17.02
TC	1	119.73	259.43	139.7
	2	120.4	242.46	122.06
	3	120.45	242.99	122.54
	Promedio	120.19 ± 0.40	248.29 ± 9.65	128.10 ± 10.05

Anexo 5: Talla promedio unitaria e incremento de talla unitaria (cm)

Tratamiento	Repetición	Días					Incremento de talla (cm)
		Inicio	Día 14	Día 28	Día 42	Día 56	
T45	1	10.25 ± 0.48	10.60 ± 0.46	11.25 ± 0.56	11.63 ± 0.66	12.37 ± 0.71	2.12
	2	10.43 ± 0.72	10.50 ± 0.68	11.00 ± 0.76	11.38 ± 0.71	11.90 ± 0.62	1.47
	3	10.13 ± 0.84	10.75 ± 0.71	11.17 ± 0.55	11.52 ± 0.57	12.07 ± 0.62	1.93
	Promedio	10.27 ± 0.66	10.62 ± 0.60	11.14 ± 0.60	11.51 ± 0.62	12.11 ± 0.64	1.84
T50	1	10.12 ± 0.42	10.57 ± 0.55	10.92 ± 0.59	11.52 ± 0.76	12.10 ± 0.82	1.98
	2	10.33 ± 0.85	10.62 ± 0.80	11.35 ± 0.61	11.53 ± 0.58	12.23 ± 0.54	1.90
	3	10.30 ± 0.75	10.58 ± 0.72	11.02 ± 0.52	11.47 ± 0.49	12.17 ± 0.50	1.87
	Promedio	10.25 ± 0.66	10.59 ± 0.66	11.09 ± 0.57	11.51 ± 0.58	12.17 ± 0.60	1.92
T55	1	10.42 ± 0.50	10.95 ± 0.45	11.32 ± 0.57	11.88 ± 0.56	12.53 ± 0.58	2.12
	2	10.47 ± 0.56	10.60 ± 0.54	11.20 ± 0.46	12.07 ± 0.48	13.00 ± 0.70	2.53
	3	10.27 ± 0.33	10.70 ± 0.61	11.33 ± 0.45	11.85 ± 0.41	12.57 ± 0.35	2.30
	Promedio	10.38 ± 0.45	10.75 ± 0.53	11.28 ± 0.47	11.93 ± 0.47	12.70 ± 0.57	2.32
TC	1	10.45 ± 0.59	10.62 ± 0.35	11.13 ± 0.27	11.75 ± 0.35	12.63 ± 0.23	2.18
	2	10.40 ± 1.04	10.57 ± 0.99	11.17 ± 0.89	11.72 ± 0.95	12.37 ± 1.06	1.97
	3	10.17 ± 0.71	10.38 ± 0.63	11.03 ± 0.65	11.65 ± 0.72	12.32 ± 0.59	2.15
	Promedio	10.34 ± 0.76	10.52 ± 0.67	11.11 ± 0.62	11.71 ± 0.68	12.44 ± 0.69	2.10

Anexo 6: Consumo de alimento bisemanal y acumulado por tratamiento (g)

Tratamiento	Repetición	Días				Consumo de alimento acumulado (g)
		Día 14	Día 28	Día 42	Día 56	
T45	1	42.45	66.93	79.09	69.11	257.58
	2	36.37	53.05	68.39	45.9	203.71
	3	41.89	64.04	77.17	67.59	250.69
	Promedio	40.24 ± 3.36	61.34 ± 7.32	74.88 ± 5.70	60.87 ± 12.98	237.33 ± 29.32
T50	1	37.81	65.14	92.36	89.99	285.3
	2	43.32	64.75	88.29	94.98	291.34
	3	26.78	60.09	92.02	95.78	274.67
	Promedio	35.97 ± 8.42	63.33 ± 2.81	90.89 ± 2.26	93.58 ± 3.14	283.77 ± 8.44
T55	1	43.81	68.03	99.36	105.95	317.15
	2	38.96	67.41	101.24	119.21	326.82
	3	41.38	66.91	99.75	118.1	326.14
	Promedio	41.38 ± 2.43	67.45 ± 0.56	100.12 ± 0.99	114.42 ± 7.36	323.37 ± 5.40
TC	1	38.88	64.76	92.13	112.18	307.95
	2	33.97	68.19	94.06	94.66	290.88
	3	40.7	67.93	90.47	79.05	278.15
	Promedio	37.85 ± 3.48	66.96 ± 1.91	92.22 ± 1.80	95.30 ± 16.57	292.33 ± 14.95

Anexo 7: Conversión alimenticia por tratamiento

Tratamiento	Repetición	Consumo unitario de alimento (g)	Ganancia unitaria de peso (g)	Conversión alimenticia
T45	1	42.93	17.32	2.48
	2	33.95	14.19	2.39
	3	41.78	16.70	2.50
	Promedio	39.55 ± 4.89	16.07 ± 1.65	2.46 ± 0.06
T50	1	47.55	16.92	2.81
	2	48.56	19.04	2.55
	3	45.78	17.97	2.55
	Promedio	47.30 ± 1.41	17.98 ± 1.06	2.64 ± 0.15
T55	1	52.86	22.78	2.32
	2	54.47	27.49	1.98
	3	54.36	22.40	2.43
	Promedio	53.90 ± 0.90	24.22 ± 2.84	2.24 ± 0.23
TC	1	51.33	23.28	2.20
	2	48.48	20.34	2.38
	3	46.36	20.42	2.27
	Promedio	48.72 ± 2.49	21.35 ± 1.67	2.29 ± 0.09

Anexo 8: Tasa específica de crecimiento por tratamiento (%PC/día)

Tratamiento	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Tasa específica de crecimiento (%/día)
T45	19.88 ± 4.75	35.95 ± 5.54	1.06
T50	19.99 ± 3.85	37.97 ± 6.62	1.15
T55	19.88 ± 3.19	44.10 ± 8.55	1.42
TC	20.03 ± 4.71	41.38 ± 7.39	1.30

Anexo 9: Evaluación del costo del alimento por Kg de peso vivo

Tratamiento	Repetición	Conversión alimenticia	Costo de las dietas (Soles/Kg)	Costo por Kg de peso ganado (S/.)
T45	1	2.48	9.23	22.88
	2	2.39		22.08
	3	2.50		23.10
	Promedio	2.46 ± 0.06		22.69 ± 0.54
T50	1	2.81	9.3	26.13
	2	2.55		23.72
	3	2.55		23.69
	Promedio	2.64 0.15		24.51 ± 1.40
T55	1	2.32	9.2	21.34
	2	1.98		18.23
	3	2.43		22.32
	Promedio	2.24 ± 0.23		20.63 ± 2.14
TC	1	2.20	10.4	22.93
	2	2.38		24.78
	3	2.27		23.61
	Promedio	2.29 ± 0.09		23.77 ± 0.94

Anexo 10: Análisis de varianza del peso inicial por tratamiento

<i>Sources</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P value</i>	<i>F crit</i>	<i>NS</i>
Between Groups	0.05664259	3	0.01888086	1.41184888	0.30879413	4.06618055	ns
Within Groups	0.10698519	8	0.01337315				
Total	0.16362778	11	0.01487525				

S = 0.114237 R² = 36.06%

ns: no significativo

Anexo 11: Análisis de varianza del peso final por tratamiento

<i>Sources</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P value</i>	<i>F crit</i>	<i>NS</i>
Between Groups	117.416919	3	39.1389731	10.8812482	0.00339002	4.06618055	**
Within Groups	28.7753556	8	3.59691944				
Total	146.192275	11	13.2902068				

S = 1.89557 R² = 80.33%

** : altamente significativo

Anexo 12: Análisis de varianza de la ganancia de peso por tratamiento

<i>Sources</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P value</i>	<i>F crit</i>	<i>NS</i>
Between Groups	117.426066	3	39.1420218	10.6455762	0.00363048	4.06618055	**
Within Groups	29.4146759	8	3.67683449				
Total	146.840741	11	13.3491583				

S = 1.91800 R² = 79.96%

**: altamente significativo

Anexo 13: Análisis de varianza de biomasa inicial por tratamiento

<i>Sources</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P value</i>	<i>F crit</i>	<i>NS</i>
Between Groups	2.03913333	3	0.67971111	1.41184888	0.30879413	4.06618055	ns
Within Groups	3.85146667	8	0.48143333				
Total	5.8906	11	0.53550909				

S = 0.693854 R² = 34.62%

ns: no significativo

Anexo 14: Análisis de varianza de biomasa final por tratamiento

<i>Sources</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P value</i>	<i>F crit</i>	<i>NS</i>
Between Groups	4227.00909	3	1409.00303	10.8812482	0.00339002	4.06618055	**
Within Groups	1035.9128	8	129.4891				
Total	5262.92189	11	478.447445				

S = 11.3793 R² = 80.32%

** : altamente significativo

Anexo 15: Análisis de varianza del incremento de biomasa por tratamiento

<i>Sources</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P value</i>	<i>F crit</i>	<i>NS</i>
Between Groups	4227.33836	3	1409.11279	10.6455762	0.00363048	4.06618055	**
Within Groups	1058.92833	8	132.366042				
Total	5286.26669	11	480.569699				

S = 11.5050 R² = 79.97%

** : altamente significativo

Anexo 16: Análisis de varianza de la talla inicial por tratamiento

<i>Sources</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P value</i>	<i>F crit</i>	<i>NS</i>
Between Groups	0.0337037	3	0.01123457	0.64028144	0.61016171	4.06618055	ns
Within Groups	0.14037037	8	0.0175463				
Total	0.17407407	11	0.01582492				

S = 0.131181 R² = 20.68%

ns: no significativo

Anexo 17: Análisis de varianza de la talla final por tratamiento

<i>Sources</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P value</i>	<i>F crit</i>	<i>NS</i>
Between Groups	0.66303241	3	0.2210108	5.6262031	0.02266287	4.06618055	*
Within Groups	0.31425926	8	0.03928241				
Total	0.97729167	11	0.0888447				

S = 0.197779 R² = 67.85%

*: significativo

Anexo 18: Análisis de varianza del incremento de talla por tratamiento

<i>Sources</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P value</i>	<i>F crit</i>	<i>NS</i>
Between Groups	0.40729167	3	0.13576389	3.13636364	0.08711961	4.06618055	ns
Within Groups	0.3462963	8	0.04328704				
Total	0.75358796	11	0.068508				

S = 0.206196 R² = 54.41%

ns: no significativo

Anexo 19: Análisis de varianza del consumo de alimento por tratamiento

<i>Sources</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P value</i>	<i>F crit</i>	<i>NS</i>
Between Groups	316.468823	3	105.489608	12.8366728	0.00200019	4.06618055	**
Within Groups	65.7426481	8	8.21783102				
Total	382.211471	11	34.7464974				

S = 2.86738 R² = 82.80%

** : altamente significativo

Anexo 20: Análisis de varianza de la conversión alimenticia por tratamiento

<i>Sources</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P value</i>	<i>F crit</i>	<i>NS</i>
Between Groups	0.28988403	3	0.09662801	4.37419911	0.0422356	4.06618055	*
Within Groups	0.17672357	8	0.02209045				
Total	0.46660761	11	0.04241887				

S = 0.149360 R² = 62.05%

*: significativo

Anexo 21: Análisis de varianza de la tasa específica de crecimiento por tratamiento

<i>Sources</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P value</i>	<i>F crit</i>	<i>NS</i>
Between Groups	0.31327123	3	0.10442374	0.53389106	0.66773082	3.49029482	ns
Within Groups	2.3470798	12	0.19558998				
Total	2.66035103	15	0.17735674				

S = 0.442580 R² = 11.80%

ns: no significativo

Anexo 22: Análisis de varianza del costo de alimentación por tratamiento

<i>Sources</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P value</i>	<i>F crit</i>	<i>NS</i>
Between Groups	25.6698182	3	8.55660605	4.43762746	0.0408273	4.06618055	*
Within Groups	15.4255509	8	1.92819387				
Total	41.0953691	11	3.73594264				

S = 1.38603 R² = 62.57%

*: significativo

Anexo 23: Panel fotográfico del trabajo experimental



Figura 11: Sistema de recirculación experimental de la tesis



Figura 12: Laboratorio del Sub proyecto PNIPA-ACU-SIADE-PP-000070, La Punta, Callao



Figura 13: Evaluación del peso vivo de los juveniles de chita *Anisotremus scapularis*



Figura 14: Evaluación de la talla de los juveniles de chita *Anisotremus scapularis*



Figura 15: Dietas experimentales en sus envases rotulados por repetición

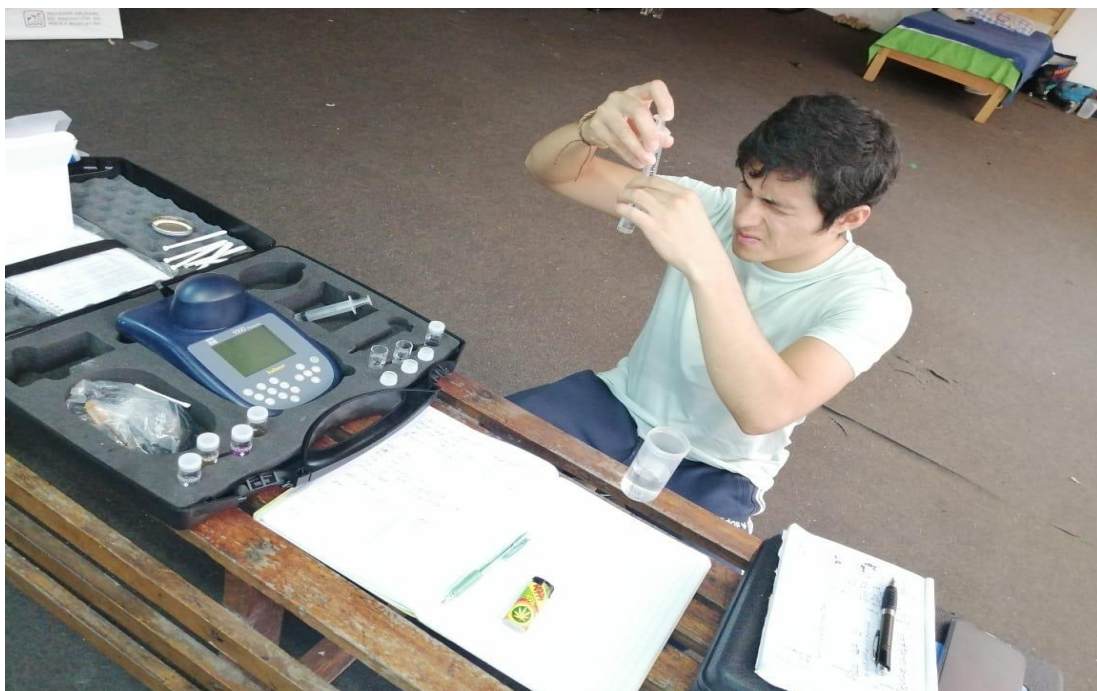


Figura 16: Medición de los parámetros de calidad de agua (fotómetro)