

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS PECUARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA ZOOTECNISTA



TESIS

**EFFECTO DE DOS ALIMENTOS COMERCIALES SOBRE EL DESEMPEÑO
PRODUCTIVO DE LA TRUCHA ARCO IRIS (*ONCORHYNCHUS MYKISS*) EN
ETAPAS DE CRECIMIENTO Y ACABADO EN EL DISTRITO DE CHOTA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO ZOOTECNISTA**

Presentado por la Bachiller:
KELLY NELVA TICLLA FUSTAMANTE

ASESOR:
Dr. Manuel Eber Paredes Arana

CAJAMARCA – PERU

2019

**EFFECTO DE DOS ALIMENTOS COMERCIALES SOBRE EL
DESEMPEÑO PRODUCTIVO DE LA TRUCHA ARCO IRIS
(*ONCORHYNCHUS MYKISS*) EN ETAPAS DE CRECIMIENTO Y
ACABADO EN EL DISTRITO DE CHOTA**

Dedicatoria

A Dios, por haberme prestado la vida y la salud, y por haber estado conmigo directa e indirectamente y así poder lograr concluir con mis estudios.

A mi padre el señor Leoncio Ticlla Quintana, por su apoyo absoluto en lo moral y económico en los buenos y malos momentos de mi vida académica.

A la señora María Cecilia Quintana Bautista, mi querida abuela paterna quien fue una madre para mí desde mi vida infantil y hasta la actualidad.

A la señora Violeta Campos Vásquez y a mis hermanos, por su apoyo y comprensión en cada momento de mi vida.

A mi compañero de vida Nilver Visney Vásquez Tirado, quien siempre estuvo a mi lado, por brindarme su apoyo incondicional durante todo este proceso de aprendizaje.

En general a todas las personas allegadas a mí, quienes estuvieron conmigo brindándome su compañía y sus buenos consejos durante todo el tiempo de mis estudios universitarios.

Agradecimiento

En primer lugar doy gracias a Dios, el ser supremo quien me guio e hizo posible la culminación de mi carrera profesional.

A la Universidad Nacional de Cajamarca, especialmente a la facultad de Ingeniería zootecnista por haberme brindado una formación profesional de calidad.

A mi familia en conjunto por brindarme su apoyo moral y económico durante toda mi vida académica.

A mi asesor el Dr. Manuel Eber Paredes Arana, por su confianza en mí y por brindarme su apoyo absoluto con sus conocimientos e instrucciones durante todo el proceso de este trabajo experimental.

EFFECTO DE DOS ALIMENTOS COMERCIALES SOBRE EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO DE LA TRUCHA ARCO IRIS (*ONCORHYNCHUS MYKISS*) EN ETAPAS DE CRECIMIENTO Y ACABADO EN EL DISTRITO DE CHOTA

Autor: Kelly Nelva Ticlla Fustamante¹

Asesor: Dr. Manuel Eber Paredes Arana²

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el Centro Piscícola “La Loma”, localizado en el Centro Poblado el Campamento, Distrito de Chota, Provincia de Chota y Región de Cajamarca, con el objetivo de evaluar el efecto de dos tipos de alimento comercial con diferentes niveles de grasa, sobre el desempeño productivo de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en etapas de crecimiento y acabado. Se tuvieron dos tratamientos, el T1 (con 12% de Grasa) y el T2 (con 18% de Grasa). El estudio tuvo una duración de 19 semanas. Se utilizaron 1000 truchas hembras en total, cada tratamiento estuvo conformado por 500 truchas, evaluándose los pesos de las truchas considerando 5 repeticiones por cada tratamiento. Se obtuvieron mejores incrementos de peso, menor tiempo en alcanzar el peso de mercado y mejor conversión alimenticia con el tratamiento T2. No se observaron diferencias en el rendimiento de carcasa entre tratamientos; sin embargo se obtuvo un menor costo de alimentación con el tratamiento T2.

Palabras clave: Trucha; nutrición lipídica; crecimiento; carne.

- 1) Bachiller en Ingeniería Zootecnista de la Universidad Nacional de Cajamarca
- 2) Docente Principal de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias - UNC

EFFECT OF TWO COMMERCIAL FOOD ON THE PRODUCTIVE PERFORMANCE OF THE ARCO IRIS TROUT (ONCORHYNCHUS MYKISS) IN GROWTH AND FINISHING STAGES IN THE CHOTA DISTRICT

Author: Kelly Nelva Ticlla Fustamante ¹

Counselor: Dr. Manuel Eber Paredes Arana ²

ABSTRACT

This research work was carried out at the “La Loma” Fish Farming Center, located in el Campamento Village Center, Chota District, Chota Province and Cajamarca Region, with the objective of evaluating the effect of two commercial food, on the productive performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in growth and finishing stages. There were two treatments, T1 (with 12% Fat) and T2 (with 18% Fat).

The study lasted 19 weeks. 1000 female trouts were used in total, each treatment was made up of 500 trouts, the trout weights being evaluated considering 5 repetitions for each treatment. Better weight increases were obtained, less time to reach market weight and better feed conversion with the T2 treatment. No differences in carcass performance were observed between treatments; however, a lower feeding cost was obtained with the T2 treatment.

Keywords: Trout; lipid nutrition; productivity; meat.

- 1) Bachelor in Engineering in Livestock Sciences of the National University of Cajamarca
- 2) Principal Professor of Faculty of Engineering in Livestock Sciences - UNC

ÍNDICE

CAPITULOS	PÁGINAS
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	2
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	2
1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.2. Formulación del problema.....	3
1.3. Justificación e importancia del estudio.....	3
CAPITULO II	4
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	4
2.1. Objetivo general.....	4
2.2. Objetivos específicos.....	4
CAPITULO III	5
REVISIÓN DE LITERATURA	5
3.1. ANTECEDENTES.	5
3.2. BASES TEÓRICAS.....	10
CAPITULO IV	16
MATERIALES Y MÉTODOS	16
4.1. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.	16
4.2. MATERIAL EXPERIMENTAL.	17
4.3. METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTOS.....	19
4.4. PARÁMETROS EVALUADOS.....	24
4.5. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN Y VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN.	26
CAPITULO V	28
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
5.1. TALLA DE LAS TRUCHAS	28
5.2. PESO DE LAS TRUCHAS	29
5.3. INCREMENTO DE PESO DE LAS TRUCHAS	31
5.4. BIOMASA.....	33
5.5. SUMINISTRO DE ALIMENTO.....	34
5.6. MORTALIDAD.....	35

5.7. CONVERSIÓN ALIMENTICIA.....	36
5.8. RENDIMIENTO DE CARCASA.....	37
5.9. COSTO DE ALIMENTACIÓN.....	38
CONCLUSIONES	40
RECOMENDACIONES	41
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	42
ANEXOS	44

INDICE DE CUADROS

Cuadro 01. Características nutricionales de los alimentos a Utilizar en el experimento en fase de crecimiento (%).....	16
Cuadro 02. Características nutricionales de los alimentos a Utilizar en el experimento en fase de acabado (%).....	17
Cuadro 03. Tipo de alimento por cada estadio de la trucha.....	17
Cuadro 04. Recomendaciones de uso del alimento, de acuerdo a los pesos de las truchas.....	18
Cuadro 05. Evaluación de la talla (cm) de las truchas, según tratamiento y evaluación bisemanal.....	24
Cuadro 06. Peso promedio de una trucha (g) evaluada bisemanalmente y según tratamiento.....	25
Cuadro 07. Incremento promedio de peso de una trucha (g) evaluado de manera bisemanal y tasa específica de crecimiento según tratamiento.....	27
Cuadro 08. Biomasa (kg) y densidad (kg/m ³) determinado bisemanalmente y según tratamiento.....	29

Cuadro 09. Suministro de alimento diario absoluto y relativo promedio por tratamiento y de manera bisemanal.....	30
Cuadro 10. Porcentaje de Mortalidad y viabilidad según tratamiento.....	31
Cuadro 11. Conversión alimenticia de las truchas, evaluación bisemanal y según tratamiento.....	32
Cuadro 12. Rendimiento de carcasa, evaluación según tratamiento al final de la experimentación.....	33
Cuadro 13. Costos e ingresos de la producción de truchas, evaluación según etapa y tratamiento.....	34
Cuadro14. Ingresos obtenidos, evaluación según tratamiento y etapa experimental.....	34

INTRODUCCIÓN

La producción de alimentos acuáticos se ha transformado de la pesquería de captura al cultivo de un número cada vez mayor de especies de peces de granja (FAO, 2016). Este éxito se debe a la capacidad de la acuicultura para convertir la harina y el aceite de pescado de bajo valor en alimentos de alto valor para los humanos (Tidwell y Allan, 2001). Por lo tanto, la acuicultura continúa siendo uno de los sectores productores de alimentos de más rápido crecimiento (FAO, 2014), ya que proporciona una cantidad cada vez mayor de fuente de proteínas de alta calidad destinada al consumo humano. Debido al continuo aumento de la producción acuícola, su contribución a la oferta de peces para consumo humano superó la de los peces capturados en la naturaleza por primera vez en 2014 (FAO, 2016). Como se sabe, la harina y el aceite de pescado son las fuentes básicas de proteínas y lípidos en los alimentos acuícolas. Si bien la producción acuícola se ha expandido en un 8-10% anual, la producción mundial de aceite de pescado se ha estancado. Es obvio que los suministros globales de aceite de pescado no pueden satisfacer la creciente demanda de grasa en los alimentos acuícolas, especialmente para los peces carnívoros (NRC, 2011).

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Planteamiento del problema.

La trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) es una especie íctica perteneciente a la familia de los salmónidos, nativa de la vertiente pacífica de América del Norte. A nivel andino existen buenas perspectivas para la producción comercial de truchas (Bastardo, 1994), lo cual se demuestra por el establecimiento de granjas truchícolas, que aún están lejos de satisfacer la demanda nacional. Los costos del alimento concentrado y de la infraestructura piscícola son los problemas que más han limitado la producción de esta especie piscícola (Perdomo y Tesorero, 2010) debido a que representan una inversión considerable para pequeños y medianos truchicultores.

La provincia de Chota, cuenta con una riqueza hídrica suficiente para el aprovechamiento por el hombre, animales y plantas. El Centro Poblado el Campamento cuenta con abundante agua y de buena calidad, la cual es apta para la crianza de trucha Arco Iris. Allí se ubica el centro Piscícola "La Loma" que aporta con un producto (trucha fresca) de buena calidad, y es una excelente alternativa nutricional para este centro poblado, el cual cuenta con altos índices de desnutrición. En el Perú existe una desnutrición crónica en la niñez de 53% y desnutrición en mujeres gestantes en un 27% (ENDES-INEI, 2013). Este centro piscícola aporta mejorando la calidad nutricional y por ende la calidad de vida de la población rural.

Los elevados costos de los alimentos empleados en la piscicultura intensiva han propiciado la formulación y experimentación de nuevas alternativas alimenticias, así como también la aplicación de estrategias de alimentación que reduzcan la inversión económica de este rubro (Sahin et al., 2000). En el Perú existen diferentes empresas e instituciones que trabajan en el rubro de alimentos balanceados, los que proponen una serie de alimentos que varían en su formulación y presentación del alimento, asimismo la variación del precio y la calidad repercuten sobre el desempeño productivo de los peces.

1.1. Formulación del problema.

En base a estos antecedentes, se estableció evaluar el efecto de dos alimentos comerciales sobre el desempeño productivo de truchas en fase de crecimiento y acabado; por lo que el problema de investigación se enuncia de la siguiente manera:

¿Cuál es el efecto de dos alimentos comerciales sobre el desempeño productivo de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en etapas de crecimiento y acabado?

1.2. Justificación e importancia del estudio.

- ✓ En la población rural la producción de trucha es una excelente alternativa para mejorar la nutrición y la economía familiar.
- ✓ Con la realización de este trabajo experimental se evaluó una posible alternativa alimenticia a utilizar en la producción truchícola.
- ✓ Con la aplicación de diferentes niveles de grasa en la dieta sobre la producción de trucha, nos permitió evaluar y analizar los parámetros productivos de la trucha, con un posible uso masivo de este insumo alimenticio en la producción de truchas

CAPITULO II

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Objetivo general.

- ✓ Evaluar el efecto de dos alimentos comerciales, sobre el desempeño productivo de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en etapas de crecimiento y acabado.

2.2. Objetivos específicos.

- ✓ Determinar los indicadores productivos de la trucha como incremento de peso y de talla, eficiencia alimenticia, biomasa íctica y rendimiento de carcasa, de una manera comparativa entre los dos tratamientos.

- ✓ Calcular el costo de alimentación y evaluar la relación beneficio/costo de manera comparativa que se obtiene por el uso de dos tipos de alimento comercial.

CAPITULO III

REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. ANTECEDENTES.

Meng et al. (2019) realizaron un ensayo para evaluar los efectos de los niveles de lípidos en la dieta sobre el rendimiento en crecimiento, la utilización del alimento, la capacidad digestiva, el estado de salud y la expresión de genes relacionados con el crecimiento de la trucha arco iris triploide hembra (*Oncorhynchus mykiss*). Se formularon seis dietas isonitrogenadas, que contenían 46% de proteína con niveles de lípidos graduados de 6.6 (Dieta 1), 12.3 (Dieta 2), 14.8 (Dieta 3), 19.5 (Dieta 4), 22.8 (Dieta 5) y 29.4% (Dieta 6). Cada dieta se suministró a grupos de peces con un peso promedio inicial de 233 g en jaulas durante 80 días. Los resultados mostraron que hubo respuestas lineales y cuadráticas significativas en el rendimiento del crecimiento, la utilización del alimento, la capacidad digestiva y el estado de salud de los peces ($P < 0.05$). El peso final, la tasa de crecimiento específica (TCE), la ingesta de alimento (IA), la actividad de la proteasa estomacal, la actividad de la lipasa en el ciego pilórico, la actividad de la amilasa en el intestino mostró una tendencia general creciente con el aumento del nivel de lípidos en la dieta. No se observaron diferencias significativas en la morfología intestinal en ninguno de los grupos ($P > 0.05$), excepto que el valor más alto para el grosor de la capa muscular y la densidad de las células caliciformes se encontraron en el tratamiento de la dieta 6 ($P < 0.05$). Al examinar el estado de salud, no se encontraron efectos negativos en la capacidad antioxidante del intestino y el hígado ($P > .05$), sin embargo, el valor más bajo del contenido de capacidad antioxidante total en plasma (T-AOC) y el más alto de contenido de malonaldehído en plasma (MDA) se mostró en el tratamiento de la dieta 6 ($p < 0,05$). No hubo diferencias significativas en las enzimas plasmáticas en ninguno de los grupos ($P > .05$) excepto por las actividades de aspartato aminotransferasa (AST) y creatina quinasa (CK), que aumentaron a medida que aumentaron los niveles de lípidos en la dieta ($P < .05$). La expresión de genes relacionados con el crecimiento al principio mejoró significativamente ($P < .05$) y luego se mantuvo consistente ($P > .05$). El análisis de regresión de línea discontinua de conversión alimenticia mostró que el nivel mínimo de lípidos en la dieta de la trucha arco iris triploide fue del 23,3% en el presente estudio. Se concluyó que la

trucha arco iris triploide podría usar o tolerar un alto nivel de lípidos en la dieta (hasta 29.4%) sin ningún efecto negativo sobre el crecimiento de los peces, la utilización de los alimentos, la salud del hígado o el intestino. El nivel mínimo de lípidos en la dieta para la trucha arco iris triploide en crecimiento se estimó en 23.3% basado en la conversión alimenticia.

Trenzado et al. (2018) evaluaron el efecto del nivel de lípidos en la dieta y la densidad de población sobre la función digestiva de la trucha arco iris joven de un año de edad (100 ± 10 g de peso medio inicial) en condiciones de cultivo. Dos niveles de lípidos en la dieta (14 y 33%) y tres densidades de cultivo (15, 30 y 40 kg / m³). Evaluaron los parámetros biométricos, como el índice hepatosomático (HSI) y el índice digestivo somático (DSI) como indicativos de la acumulación de grasa perivisceral, después de un período experimental de 12 semanas los peces alimentados con dietas lipídicas más altas crecieron más y acumularon una mayor cantidad de grasa en el tejido perivisceral, aunque una mayor densidad de población redujo esta tendencia. Una mayor ingesta de lípidos indujo una activación de la actividad de la lipasa que no fue aparente cuando los peces se mantuvieron bajo la mayor densidad de crianza. Por otro lado, los lípidos dietéticos promovieron una significativa inhibición de la actividad proteasa en peces en condiciones de alta densidad. Estos resultados parecen indicar una clara interacción entre ambas variables. En este estudio, se manifestó un efecto general del nivel de lípidos en la dieta y densidad de cultivo en perfil digestivo. Estas interacciones deben tenerse en cuenta al prever la utilización digestiva de un alimento comercial en diferentes condiciones de cultivo para mejorar la producción de peces.

Yildiz et al. (2018) realizaron un estudio con el objetivo de demostrar los efectos de la alimentación con dietas a base de aceite vegetal (FO) y sus mezclas sobre el crecimiento, la alimentación y la grasa y el ácido graso (FA), *Oncorhynchus mykiss*. Los peces se alimentaron de cinco dietas experimentales en las que el aceite dietético de pescado fue reemplazado total o parcialmente por aceite de semilla de algodón (CSO), aceite de canola (CO), MIX1 (50% FO, 25% CSO y 25% CO) y MIX2 (50% CSO y 50% CO) en un período de crecimiento de 12 semanas. Después, todos los peces se cambiaron a una dieta que contenía 100% de FO durante 12 semanas más para determinar la recuperación progresiva del perfil de ácidos grasos (FA) de la trucha arco iris. Los resultados mostraron una sustitución

total y parcial del FO no afectó negativamente el crecimiento. La alimentación de VOs redujo significativamente el contenido corporal de ácido araquidónico (ARA), ácido eicosapentaenoico (EPA) y docosahexaenoico (DHA) en un grado menor que la reducción en la dieta. La re-alimentación con dieta FO durante 12 semanas condujo a mejoras significativas ($P < 0.05$) en el ácido graso polinsaturado (PUFA), con una recuperación completa en los contenidos de ARA de la trucha arco iris. Finalmente, el perfil de FA en todo el cuerpo de peces de alimentación MIX1 tuvo el mayor parecido con el de peces de alimentación FO.

Suarez et al. (2014) evaluaron truchas arco iris (100 g de peso inicial) para determinar el efecto combinado de dos densidades de cultivo (15 y 40 kg / m³; D15 y D40, respectivamente) y dos niveles de lípidos en la dieta (14 y 33%; L14 y L33, respectivamente) durante un período experimental de 75 días. Los resultados mostraron peores valores para los parámetros biométricos en truchas cultivadas a densidades más altas; sin embargo, el mayor contenido de lípidos en la dieta (L33) contrarresta este efecto negativo de las altas densidades (D40). La composición muscular de los ácidos grasos se vio afectada principalmente por el componente lipídico de la dieta y, por lo tanto, las truchas alimentadas con el contenido de lípidos más bajo (L14) mostraron un aumento de los ácidos grasos saturados (SFA), monoinsaturados (MUFA) y poliinsaturados (PUFA) n-3 y reducción de PUFA n-6, que podría atribuirse a las diferencias en la composición de lípidos en la dieta, y una preservación selectiva de ácidos grasos n-3 con fines estructurales. Alimentar con una dieta alta en lípidos redujo la firmeza y la capacidad de retención de agua del músculo de pescado. Las densidades de cultivo más altas causaron un color de piel más oscuro, un pH muscular más bajo y valores de capacidad de retención de agua más altos.

Suarez et al. (2015) evaluaron truchas arco iris (100 g de peso inicial) sometidas al efecto combinado de dos densidades de cultivo (15 y 40 kg m⁻³, D15 y D40, respectivamente) y dos niveles de energía dietética (22 y 27 MJ kg⁻¹ E22 y E27, respectivamente) durante un período experimental de 75 días. Al final del experimento, se estudiaron la tasa de crecimiento, así como el estado metabólico y oxidativo del hígado y el músculo de los peces. Los resultados mostraron que la combinación de densidad de cultivo y nivel de energía de la dieta afectó negativamente el crecimiento, los niveles de colesterol y LDL en plasma y el estrés

oxidativo en el músculo. Una mayor densidad de cultivo afectó negativamente los valores de proteína total, triglicéridos y HDL en plasma, valores de actividad metabólica hepática y muscular piruvato quinasa (PK), citrato sintasa (CS) e hidroxiacil-CoA deshidrogenasa (HOAD); glutamato piruvato transaminasa (GPT) y glutamato oxaloacetato transaminasa (GOT) actividades en plasma, hígado y músculo; actividad de la glucosa 6P deshidrogenasa (G6PDH) en el músculo; y estrés oxidativo en el hígado. La alta ingesta energética, afectó adversamente la actividad hepática de G6PDH, HOAD, GPT y el estrés oxidativo en el músculo. En consecuencia, los resultados indican que una combinación de alta densidad de cultivo y un alto nivel de energía dietética (27 MJ kg^{-1} en la dieta) ejerce un impacto negativo en la fisiología y, en consecuencia, en el bienestar de los peces de granja.

Eya et al. (2013) realizó un estudio factorial de 2×3 para investigar los efectos de los niveles de lípidos en la dieta sobre el crecimiento, la utilización de alimento y las actividades enzimáticas mitocondriales en trucha arco iris juvenil (*Oncorhynchus mykiss*). Las dietas prácticas con un contenido fijo de proteína cruda del 42%, formuladas para contener 10% (42/10), 20% (42/20) y 30% (42/30) de lípidos en la dieta, se alimentaron a saciedad aparente a grupos triplicados de ya sea de baja alimentación eficiente (FE baja, 105.67 ± 3.04 g de masa promedio inicial) o de alta alimentación eficiente (FE alto, 97.86 ± 4.02 g), dos veces por día, durante 108 días. Al final del experimento, el grupo de peces alimentados con las dietas 42/20 y 42/30 mostraron un mayor crecimiento y eficiencia alimenticia (FE), junto con un menor consumo diario de alimento (FC), que los peces alimentados con una dieta 42/10, aunque resultados similares se encontraron con las dietas 42/10 y 42/30 para el crecimiento ($P < 0.05$). Con FC similar, la familia FE alta mostró un crecimiento más rápido. En relación de eficiencia proteica (PER) y valor de producción de proteína (PPV), las dietas con 42/20 y 42/30 tuvieron las mejores PER y PPV ($P < 0.05$). La relación de eficiencia lipídica fue más alta en peces de la dieta alta en FE 42/10 ($P < 0.05$). La dieta con 42/30 mostró la mayor grasa visceral y el índice viscerosomático ($P < 0.05$). En el hígado, la actividad enzimática de la cadena respiratoria se vio significativamente afectada por la dieta y la familia para los complejos I y IV, y por la dieta para los complejos II, III y V ($P < 0.05$). En el intestino, se observaron efectos de interacción familia \times dieta significativos para los complejos III y IV ($P < 0.05$). Hubo efectos significativos tanto en la familia como en la dieta en

los complejos I y II, mientras que el complejo V solo se vio afectado por la familia ($P < 0.05$). En el músculo, se observaron efectos significativos ($P < 0.05$) dieta \times interacción familiar para las actividades de los complejos II y IV; la actividad del complejo III se vio afectada significativamente por la dieta, mientras que la actividad del complejo V se vio afectada tanto por la dieta como por los efectos principales de la familia; la actividad del complejo I no se vio afectada por los tratamientos ($P > 0.05$).

Luo et al. (2013) evaluaron el efecto de los triglicéridos dietéticos de cadena media suministrados por el aceite de coco en los perfiles de metabolitos plasmáticos posprandiales en la trucha arco iris. Los peces (peso corporal inicial de $71,3 \pm 0,3$ g, 17°C) se alimentaron con una de cuatro dietas prácticas que contenían aceite de pescado al 5% (FO bajo en grasa, FL10%), aceite de pescado al 15% (FO alto en grasa, FH 20%), aceite de coco al 5% (CO bajo en grasa, CL10%) o aceite de coco al 15% (CO alto en grasa, CH 20%) durante 3 semanas. Al final del ensayo, se pesaron los peces y se tomaron muestras del plasma para determinar la glucosa, los ácidos grasos no esterificados (NEFA), los triglicéridos (TG), el colesterol, la lipoproteína del colesterol de alta densidad (HDL-colesterol) y la mieloperoxidasa (MPO). a las 3, 6, 9, 12, 15 y 24 h después de la última comida. Los cuerpos cetónicos totales en plasma (KB) se determinaron a las 6, 12 y 24 h después de la comida. También se realizaron pruebas de nitroblue tetrazolium (NBT) en muestras extraídas a las 24 h después de la comida. La glucosa plasmática fue mayor en los peces alimentados con la dieta baja en grasa que en los alimentados con un nivel alto de grasa, y alcanzó su punto máximo en el postprandial de 9 a 12 h. Los peces alimentados con CH mostraron mayor TG plasmático que CL a las 3 h después de la comida, y no hubo diferencias significativas en el TG plasmático en los otros puntos temporales. El pico de TG apareció 12 h después de la comida. No se encontró un patrón claro para el colesterol y el colesterol HDL (HDL-C) en ninguno de los grupos. Sin embargo, los peces alimentados con dieta FH tenían el nivel más alto de HDL-colesterol posprandial en plasma y la relación HDL-C / colesterol. El pico de NEFA se observó a las 12-15 h después de la comida y el NEFA en plasma de los peces alimentados con CH fue el más alto. La KB total en plasma disminuyó con el tiempo posprandial, y los peces de los grupos FH tuvieron una KB más alta que la del grupo CL a las 6 h. Además, la NBT en peces alimentados con HF fue

significativamente más alta que la de CH, pero no hubo diferencias en la MPO entre los grupos. En resumen, los cambios en el curso del tiempo en los perfiles de plasma relacionados con el nivel de grasa en la dieta fueron los esperados, mientras que los relacionados con la fuente de grasa en la dieta fueron relativamente pequeños.

Thanuthong et al. (2011) estudiaron los efectos de las cantidades totales variables de PUFA C18 en la dieta sobre el rendimiento del crecimiento y la composición de ácidos grasos tisulares en la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). El ensayo de alimentación experimental se implementó durante un período de crecimiento completo con un período de finalización posterior hasta el tamaño comercial. El rendimiento general no se vio afectado por los tratamientos dietéticos, mientras que el perfil de los ácidos grasos de filete reflejaba el de la dieta. Los diferentes niveles de PUFA C18 en la dieta tuvieron diferentes efectos sobre el valor productivo de los ácidos grasos en filetes (es decir, las tasas de retención de ácidos grasos) durante los períodos de crecimiento y finalización. Específicamente, durante el período de crecimiento, las dietas ricas en PUFA C18 dieron como resultado un aumento del contenido de LC-PUFA n-3 en los filetes de pescado. Sin embargo, desde un punto de vista restaurador de n-3 LC-PUFA, durante el período de finalización posterior, el alto contenido de PUFA en C18 de los filetes de pescado previamente alimentados con dietas con alto contenido de PUFA en C18 fue perjudicial para el éxito de la estrategia de acabado. Por lo tanto, dependiendo de la estrategia a implementar (bioconversión máxima de ácidos grasos o un período de restauración de aceite de pescado), la inclusión de PUFA C18 en la dieta puede verse desde una perspectiva tanto positiva como negativa.

3.2. BASES TEÓRICAS.

Nutrición lipídica en truchas

La calidad de la nutrición lipídica es muy importante en alimentación de truchas; así los alevines de trucha arco iris son muy susceptibles al estrés oxidativo inducido por los lípidos enranciados de la dieta, posiblemente debido a una respuesta retrasada

o falta de desarrollo completo del sistema de defensa antioxidante endógeno. **(Fontagné-Dicharry et al., 2014)**

Por otro lado, peces en crecimiento y acabado, alimentados con dietas lipídicas más altas (33%) crecen más y acumulan una mayor cantidad de grasa en el tejido perivisceral, lo cual puede ser afectada por una mayor densidad de población, que reduce esta tendencia. De acuerdo con la capacidad digestiva, una mayor ingesta de lípidos induce una activación de la actividad de la lipasa. Por otro lado, los lípidos de la dieta promueven inhibición significativa de la actividad de la proteasa en peces en condiciones de alta densidad. En muchos estudios, se ha comprobado un efecto general del nivel de lípidos en la dieta y la densidad de cultivo sobre el perfil digestivo. Estas interacciones deben tenerse en cuenta al prever la utilización digestiva de un alimento comercial en diferentes condiciones de cultivo para mejorar la producción piscícola **(Trenzado et al., 2018)**.

García et al. (2004), para caracterizar los rendimientos de canal y calidad de carne, utilizaron 99 truchas de diferentes pesos, se realizó una disección completa para determinar los rendimientos de la canal, mientras que la calidad de la carne se midió en el filete, las variables medidas fueron: pH, color, capacidad de retención de agua, conductividad eléctrica, proteína, grasa, cenizas y humedad. Se encontró que la relación entre longitud y peso fue asintótica. Las truchas con un peso menor a 200 g tienen un rendimiento en canal, del 85.49%, mientras que las de más de 300 g tienen rendimientos superiores al 88%, el rendimiento del filete aumentó al incrementarse el peso total, siendo de 53.14 y 55.25 del peso de la canal, respectivamente. El porcentaje de proteína se incrementó al aumentar el peso de la trucha, mientras que el contenido de grasa continuo bajo en todos los pesos, se encontraron diferencias significativas entre las truchas con un peso de 128.79 g y las de 361.00 g en el color, luminosidad (L^*) y tendencia al amarillo (b^*) (L^* 48.41 a 41.21 y b^* 13.58 a 8.96) y conductividad eléctrica (9.18 a 13.3 μ); la capacidad de retención de agua fue mayor a 55% en truchas de más de 250 g. En conclusión, la trucha de 200 g o más, tiene valores más altos de rendimiento en canal y de calidad de carne en comparación con truchas más livianas.

Generalidades sobre la trucha

Edwin O. (2010), manifiesta que, las truchas son animales predadores que subsisten capturando y devorando otros seres vivos. Su aparato digestivo está preparado para el aprovechamiento de proteínas animales, y solo pueden digerir una variedad muy limitada de productos vegetales.

La dieta básica puede formularse desde un punto de vista práctico, pudiéndose afirmar que el mejor pienso para truchas es aquel que contiene mayor cantidad de proteína y grasa de origen animal.

Alimentación

Piensos comerciales

Se pueden obtener piensos secos comerciales para la cría de trucha arco iris.

- **Piensos de iniciación y piensos para alevines.** Un pienso de alevinos razonablemente bueno, debe presentar un contenido proteico de un 50%, el cual el 75% como mínimo debe ser proteína de origen animal. Se utilizan hasta que las truchas alcanzan unos 5 cm. de longitud (aproximadamente 670 peces por kg).
- **Piensos para crecimiento.** El contenido proteico debe ser de un 45% aproximadamente, siendo el 70% del mismo, proteína animal. Se utilizan para la alimentación de truchas de 5 – 15 cm. de longitud (670 – 25 peces por kg).
- **Piensos para acabado.** El contenido proteico total debe estar entre 40 a 45 %, con un 60% de proteína de origen animal. Se utiliza para engordar a las truchas hasta el tamaño de sacrificio.

Luz A. (2013), nos indica que, la ración diaria oscila entre el 1% y el 4% del peso vivo en función del tamaño, la temperatura y el oxígeno. En épocas estivales, si se está recirculando el agua, conviene tener en cuenta otros parámetros como los compuestos nitrogenados o el CO₂ que se generarán a la hora de calcular la ración.

Cuadro de suministro de alimento según peso del pez y temperatura del agua

Tamaño pez (g.)			Temperatura del agua (°C)									
De	Hasta	Tamaño Grano (mm)	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
0	0,5	0,3 a 1,0		2,3	2,8	3,3	3,9	4,5	5,2	6,0	4,3	
0,5	1,5	0,5 a 1,1	0,80	1,80	2,10	2,80	3,40	4,00	4,50	5,20	3,60	3,19
1,5	5	1,1	1,10	1,50	2,00	2,30	2,80	3,30	3,80	4,30	3,40	2,65
5	15	1,5 a 1,9	1,50	1,02	1,40	1,90	2,30	2,50	2,70	3,00	2,50	2,23
15	50	1,9	1,90	1,03	1,22	1,42	1,64	1,86	2,07	2,24	2,32	2,23
50	100	2,5 a 3	0,79	0,92	1,00	1,28	1,46	1,80	1,75	2,15	1,80	1,45
100	200	4 a 6	0,72	0,82	1,00	1,15	1,31	1,47	1,80	1,90	1,60	1,31
200	300	4,5	0,66	0,80	1,00	1,15	1,31	1,47	1,58	1,64	1,57	1,42
300	500	4,5	0,60	0,78	0,83	0,96	1,10	1,22	1,32	1,36	1,35	1,30
500	1000	6,5	0,52	0,70	0,82	0,95	1,10	1,10	1,25	1,35	1,28	1,10
1000	1500	6,5	0,45	0,53	0,63	0,73	1,06	0,93	1,00	1,03	0,99	0,83
1000	1400	8	0,45	0,29	0,58	0,67	0,76	0,84	0,9	0,91	0,85	0,67
1400	2000	8 a 9	0,4	0,54	0,63	0,73	0,83	0,93	1,00	1,03	0,99	0,83
2000	3000	8 a 9	0,34	0,40	0,48	0,55	0,62	0,69	0,75	0,78	0,75	0,62
3000	4000	8		0,23	0,46	0,63	0,60	0,66	0,71	0,72	0,67	0,52

Reproducción.

L Arregui (2013), indica que la trucha arco iris Busca lugares de puesta poco profundos, con fondo de grava y corriente rápida Cuando se acerca la puesta las hembras tienen el vientre más abultado, con un ano prominente y enrojecido. Los machos oscurecen y adelgazan, el maxilar inferior se encorva en los más viejos y se vuelven agresivos. Cada macho produce unos 25 millones de espermatozoides. La hembra excava un hoyo y libera unos 2000 óvulos por kg peso. Los huevos son relativamente grandes, de 3 a 6 mm de diámetro. Esta medida está relacionada con la talla de las hembras y no con su edad. El macho los fecunda inmediatamente, la hembra tapa el hoyo y los abandona. Los huevos eclosionan tras un mes aproximadamente.

Etapas de desarrollo de la trucha

Cedep. 2009, nos da a conocer en su manual de crianza lo siguiente:

- **Ova.** son los huevos fecundados que después de un promedio aproximado de 30 días de incubación, eclosionan para convertirse en larva.
- **Larva.** Esta etapa es breve se da luego de la eclosión de los huevos y termina con la eliminación del saco vitelino.
- **Alevino.** Son peces pequeños que miden de 3 cm. a 10 cm. con un peso que oscila entre 1.5gr. a 20 gr.
- **Juvenil.** Son peces que miden de 10 cm. a 15 cm. cuyo peso es generalmente de 20 gr. A 100 gr.
- **Comercial.** Es la etapa especial, donde los peces han recibido el proceso de engorde para ser comercializados.

Sistemas de crianza

- **Extensiva.** Siembra o resiembra en un cuerpo de agua, cuya alimentación de sustenta en la productividad natural del ambiente.
- **Semi intensiva.** Cultivo en ambientes naturales o artificiales, se utiliza alimentación suplementaria además de la alimentación natural, existiendo un mayor nivel de manejo y acondicionamiento del medio.
- **Intensiva.** Se utiliza avanzada tecnología y un mayor nivel de manejo y control que permita obtener elevado rendimiento por unidad de área, empleando además como alimentación principal dietas balanceadas.

Manejo del agua

FAO 2014, nos indica lo siguiente:

- **Calidad y cantidad.** Un aspecto importante para un proyecto de truchas es el agua, pues esta tiene que tener ciertas condiciones de calidad y cantidad. En relación con la calidad, es muy importante buscar una fuente de agua limpia, sin contaminación y con poco sedimento. La Tabla 1 resume las principales características de la calidad del agua para el cultivo de trucha.

Tabla 1. Calidad del agua.

Parámetro	Rango	Óptimo
Oxígeno (ppm)	7,5 a 12	8,5
Temperatura (°C)	13 a 18	15
pH	6,5 a 8,5	7

Dentro de estos parámetros, la temperatura del agua es muy importante porque regula el crecimiento de los peces, ya que estos no tienen capacidad propia para regular su temperatura corporal. Si la temperatura es muy baja el crecimiento es lento, a temperaturas más altas el desarrollo es más rápido. Otro parámetro que es afectado por la temperatura es el oxígeno disuelto en el agua, pues a temperaturas altas, el oxígeno disuelto es menor que a temperaturas bajas.

CAPITULO IV MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el Centro recreativo la trucha de “La Loma”, localizado en Centro Poblado el campamento, distrito de Chota, provincia de Chota y Región de Cajamarca. La duración de este trabajo experimental fue de 19 semanas, donde se dio inicio el día 10 de agosto del año 2018 y se finalizó el día 05 de enero del año 2019. Sus características geográficas y climatológicas del Centro poblado el Campamento Túnel Conchano son las siguientes:

Región	: Cajamarca
Provincia	: Chota
Distrito	: Chota
Superficie territorial	: 184,0 km ² aprox.
Población	: 8622 habitantes aprox.
Ubicación	: 20 min. De la Ciudad de Chota
Altitud	: 2321 m.s.n.m
Clima	: Templado
Temperatura máxima	: 21 °C
Temperatura mínima	: 9 °C
Humedad relativa	: 68 %
Precipitación promedio	: 750 mm/año

Límites del Distrito de Chota.

- **Este** : Con el distrito de Chalamarca
- **Oeste** : Con el distrito de Lajas
- **Norte** : Con los distritos Chiguirip y Conchán
- **Sur** : Bambamarca Distrito y Capital de Hualgayoc

Fuente: SENAMHI-CHOTA.2018

4.2. MATERIAL EXPERIMENTAL.

4.2.1. Material Biológico:

✓ **Etapas de juveniles o crecimiento**

El presente trabajo experimental se inició en esta etapa, con un total de 1000 truchas hembras pertenecientes al género *Oncorhynchus Mykiss*, las cuales fueron distribuidas al azar en dos estanques 500 peces para cada tratamiento. El tiempo de evaluación para esta etapa fue de 10 semanas.

✓ **Etapas de engorde o acabado**

Luego de las 10 semanas de experimentación en etapa de crecimiento, trasladamos a las truchas de manera cuidadosa a los dos estanques para etapa de engorde, donde se siguió con el experimento 9 semanas más, hasta donde se llegó al peso de comercialización. Donde la toma de peso y longitud fue de manera bisemanal, evaluándose el 10% de cada tratamiento todo el periodo de experimentación.

4.2.2. Instalaciones y equipos de manejo.

✓ **Instalaciones.**

Este trabajo se llevó a cabo bajo el sistema de crianza intensivo, en estanques rectangulares de concreto, con la entrada del agua al lado opuesto de la salida. Las medidas de los estanques son las siguientes:

• **Medidas de los estanques para etapa de crecimiento**

- Largo	5.70 m
- Ancho	1.68 m
- Altura	1.12 m
- Altura del agua	89 cm
- Área	9.58 m ²
- Volumen	8.52 m ³
- Densidad/m ²	6.33 kg
- Densidad/m ³	7.12 kg

- **Medida de los estanques para etapa de acabado**

- Largo	5.7 m
- Ancho	2.40 m
- Altura	1.24 m
- Altura del agua	1.10 m
- Área	13.68 m ²
- Volumen	15 m ³
- Densidad/ m ²	7.62 kg
- Densidad/ m ³	6.95 kg

- ✓ **Equipos y herramientas**

- Balanza
- Cámara fotográfica
- Termómetros
- Coladores
- Jarras graduadas
- Redes pequeñas y grandes
- Cuchillos
- Tablas
- Cintas de pH
- Cordel
- Wincha.

- ✓ **Herramientas e insumos de limpieza y desinfección**

- Espátulas
- Palanas
- Escobas
- Recogedores
- Guantes
- Tinajas
- Baldes
- Detergentes
- Cal

- Sal

✓ **Materiales de escritorio**

- Registros de control
- Calculadora
- Cuaderno de campo
- Papel bond
- Lápices, Lapiceros y borrador
- Correctores

4.3. METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTOS.

4.3.1. Preparación, limpieza y desinfección de estanques

Una semana antes de iniciar el trabajo experimental se procedió a verificar el estado óptimo de los materiales y equipos, de esta manera obtener una buena información durante el periodo de este trabajo experimental. Seguidamente se hizo la limpieza y desinfección de los estanques para la etapa de juveniles o crecimiento, la cual se realizó de la siguiente manera:

- **Limpieza y desinfección.** Se procedió a sacar a los peces de los estanques para etapa de crecimiento a otro estanque, el cual es utilizado solo cuando se hace la limpieza. Luego se procedió a sacar el agua de los estanques a ser limpiados, seguidamente se le retiro todo el lodo acumulado en el fondo y en las paredes del estanque, producto de las heces de los peces y de la arena y tierra traída por el agua, esto se realizó utilizando una palana, una espátula y una escoba.
- Después de dejar limpios a los estanques se procedió a desinfectar a los mismos rociando al fondo y a las paredes de los estanques de una manera homogénea con cal viva por un tiempo promedio de unas 24 horas.
- luego se lavó nuevamente a los estanques hasta dejarlos sin rastros de cal, seguidamente se procedió a llenar el estanque. Este trabajo de limpieza y desinfección se realizó cada quince días todo el periodo de experimentación.

4.3.2. Características del agua.

- **Tipo de agua.** Este trabajo experimental se llevó a cabo en época de verano, donde el estado del tiempo fue favorable ya que el agua se mantuvo transparente, aunque entre los meses de octubre y noviembre hubo un cambio brusco del estado del tiempo presentándose lluvias en gran cantidad, lo cual dificultó el trabajo y afectó el rendimiento productivo de las truchas, ya que el agua se volvió turbia debido al lodo acarreado por el agua (agua entubada), dificultando de esta manera el consumo de alimento por parte de los peces, provocando la muerte de algunos peces.
- **Temperatura del agua.** La temperatura del agua se mantuvo en un promedio de 13 °C, los horarios que se evaluó la temperatura fue 07 am, 12 m y 05 pm, manteniéndose en un rango de 12 – 14 °C.
- **PH del agua.** Se mantuvo entre 6.8 y 7.4, considerándose un estado excelente para el cultivo de este tipo de peces.
- **Caudal del agua.** 4.5 litros por segundo en promedio.
- Estos resultados obtenidos en el cuerpo hídrico de dicho experimento están dentro de los rangos adecuados para la producción.

4.3.3. Tratamientos

Al inicio de la etapa experimental se procedió a seleccionar a los peces pesando y midiendo la longitud lo más homogéneo posible que se pudiera para iniciar la evaluación en la etapa de crecimiento.

Luego de la selección, los peces fueron distribuidos al azar a los dos estanques para etapa de crecimiento, donde se colocaron 500 truchas en cada estanque, luego de finalizada la etapa de crecimiento se trasladó a los peces a los estanques de acabado, Considerando dos tratamientos en estudio, donde a un tratamiento se le administro diariamente alimento comercial peletizado con 12% de grasa y al otro tratamiento se lo administro alimento comercial peletizado con 18% de grasa. De esta manera se pueda comprobar si existen diferentes rendimientos productivos entre ambos tratamientos.

4.3.4. Alimentación

- El alimento comercial utilizado para este trabajo experimental fue adquirido de la empresa Purina y Nicovita, las características de estos alimentos comerciales se indican en las siguientes tablas:

Cuadro 01. Características nutricionales de los alimentos a Utilizar en el experimento en fase de crecimiento (%)

NUTRIENTES	Alimento comercial 01	Alimento comercial 02
Proteína	44	46
Grasa	12	18
Fibra	3	1.5
Humedad	14	11
Cenizas	12	11

Cuadro 02. Características nutricionales de los alimentos a Utilizar en el experimento en fase de acabado (%)

NUTRIENTES	Alimento comercial 01	Alimento comercial 02
Proteína	42	42
Grasa	12	18
Fibra	3	2.5
Humedad	14	11
Cenizas	12	11

Fuente: empresa Purina y Nicovita

Cuadro 03. Tipo de alimento por cada estadio de la trucha

Tipo de alimento balanceado	Estadio de la trucha	Presentación pellets	Tamaño de pellets
Pre inicio	Alevín	Granulo	0.5 mm/ 1mm
Inicio	Alevín	Granulo	0.8 a 1.5 mm
Crecimiento	Juvenil	Pellets	1.6 a 4.0 mm
Acabado	Adulto /joven	Pellets	5.0 a 8.0 mm
Reproductores	reproductor	pellets	Mayor a 8 mm

Fuente: empresa purina.

Cuadro 04. Recomendaciones de uso del alimento, de acuerdo a los Pesos de las truchas.

Etapa	Peso pez (g)	Alimento (% peso corporal / día)
A temperaturas de 13⁰C		
Alevinos	5 – 25	2.0 – 4
Juveniles I	25 – 60	2.0 – 3.0
Juveniles II	60 – 150	1.3 – 2.0
Acabado	150 – 500	1 – 1.5

Fuente empresa de alimentos balanceados Nicovita

- El suministro o consumo del alimento que es lo mismo en peces, se realizó diariamente de manera manual al voleo, a lo largo de todo el estanque con el fin de que la mayoría o la totalidad de los pellets sean consumidos.

El alimento se suministró 3 veces diarias para etapa de crecimiento, y en etapa de acabado el suministro del alimento se redujo a dos veces diarias.

- **En etapa de crecimiento:** Se le suministro según la temperatura del agua (13 °C) el 1.3 %(según tabla 04) del peso vivo, tomando como promedio de peso 90 g/trucha iniciando el trabajo en etapa de crecimiento lo que resulto 1.17 gramos de alimento/trucha/día, y 0.585 kg de alimento/estanque/día, teniendo en cuenta que se dio inició el estudio con 500 truchas/estanque, esta cantidad se lo dividió en tres partes dando como resultado 195 gramos de alimento por vez /estanque.

La ración de alimento para etapa de crecimiento/día se suministró en los siguientes horarios:

- 07 am: 195 gramos
- 01 pm: 195 gramos
- 05 pm: 195 gramos

Donde esta cantidad de alimento se fue incrementando quincenalmente de acuerdo al incremento de biomasa por estanque.

- **Para etapa de acabado:** El alimento se le suministro el 1% (según tabla 04), del promedio de peso vivo por trucha, donde se dio inicio la etapa de acabado con el peso promedio de 168 gramos/unidad animal, lo que resulto 1.68 gramos de alimento/trucha/día, y 0.825 kg de alimento/estanque/día, tomando en cuenta que son menos truchas que al inicio del experimento, por la mortalidad registrada hasta esta etapa. esta cantidad de alimento se lo dividió en dos partes, dando como resultado 413 gramos de alimento por vez/estanque.

La ración de alimento para etapa de crecimiento/día se suministró en los siguientes horarios:

- 07 am: 413 gramos
- 05 pm: 413 gramos

Donde esta cantidad de alimento se fue incrementando quincenalmente de acuerdo al incremento de biomasa por estanque.

- El alimento que se utilizó para este trabajo experimental fue el pellets con un calibre de 4 mm y 6 mm (según tabla 03) para truchas en etapa de crecimiento y acabado respectivamente. Procedentes de las empresas Purina y Nicovita.
- Los precios del alimentos comercial utilizado fueron de s/. 120 y 125 por saco (25 kg) para etapa de crecimiento y s/.110 y 115 para etapa de acabado, para el T1 y T2 respectivamente.

4.3.5. Sanidad.

En este trabajo experimental se practicó la bioseguridad de acuerdo con el reglamento de los manuales de sanidad para truchas, lo más importante fue la higiene con el lavado y desinfectado de estanques de manera mensual como máximo y la prevención de la enfermedad micotica que es la más frecuente causada por el agente saprolegniasis, la cual se previno con la mezcla de agua y cloruro de sodio al 10% durante 50 segundos como máximo, cada 30 días.

4.4. PARÁMETROS EVALUADOS.

Al final de este trabajo experimental con los resultados obtenidos, se determinó la longitud, peso corporal, incremento de peso, biomasa íctica, consumo de alimento, conversión alimenticia, mortalidad, rendimiento de carcasa y análisis económico.

- ✓ **Longitud:** Para determinar la longitud de las truchas se mandó confeccionar una caja de madera graduada 40 cm, se realizó de la siguiente manera:
Primero se sacó con la ayuda de una malla la muestra del estanque a una tina grande, haciendo caer chorros de agua cada 5 minutos para la oxigenación, luego con la madera graduada se procedió a medir a la trucha dentro de la tina de agua, desde la boca hasta la abertura de la cola.
- ✓ **Peso corporal:** Se determinó utilizando una balanza electrónica, donde se taro a cero un envase con agua, luego se colocó la trucha a ser pesada, anotando los datos obtenidos en el registro correspondiente.

- ✓ **Incremento de peso (IP):** Se determinó de manera bisemanal utilizando la siguiente formula

IP = peso vivo de la presente semana – peso vivo de la semana anterior

TASA ESPECÍFICA DE CRECIMIENTO (TEC)

TEC = [(ln peso final – ln peso inicial)/días de crecimiento] x 100

- **ln: logaritmo natural**

- ✓ **Biomasa:** Cantidad total de trucha en kilogramos del estanque. Para ello se determinó el total de truchas en unidades del estanque y el peso promedio unitario. Se determinó mediante la siguiente formula:

Biomasa (kg) = $\frac{\text{Total de truchas del estanque} \times \text{peso promedio unitario gr}}{1000}$

- **Consumo de alimento (C): El consumo de alimento es igual al suministro del alimento en truchas.** Se determinó de la siguiente manera, tomando en cuenta la temperatura promedio de la Piscigranja donde se realizó el trabajo (13⁰C), donde el consumo del alimento es del 1.3% y 1% de la biomasa para crecimiento y acabado respectivamente:

C/día = 1.3% de la biomasa en etapa de crecimiento

C/día = 1% de la biomasa en etapa de acabado

- ✓ **Mortalidad(M):** Se evaluó todo el periodo experimental, se determinó utilizando la siguiente formula:

$$M = \frac{\text{Nro de animales muertos}}{\text{Nro de animales vivos}} \times 100$$

- ✓ **Conversión alimenticia (C.A):** Se determinó mediante la siguiente formula:

$$C.A = \frac{\text{Alimento suministrado/bisemanal (kg)}}{\text{Kg de trucha obtenido/bisemanal}}$$

- ✓ **Rendimiento de carcasa (R.C):** El cálculo de este parámetro se realizó al final de la fase experimental.
- Peso vivo antes del beneficio.
 - Beneficio
 - Eviscerado.
 - Inmediatamente se pesó a la carcasa obtenida.
 - Luego se tomaron los datos obtenidos y se calculó el rendimiento de carcasa a través de la siguiente formula:

$$R.C (\%) = \frac{\text{Peso de la carcasa kg}}{\text{Peso vivo final kg}} \times 100$$

- ✓ **Costo de alimentación:** Se determinó la cantidad económica invertida en la alimentación de las truchas en etapas de crecimiento y acabado.
- ✓ **Relación I/C:** Se determinó al dividir el valor de los ingresos obtenidos por la venta del producto final, entre el valor de los costos de alimentación en toda la fase experimental.

$$I/C = \frac{\text{Ingreso por la venta de truchas}}{\text{Costos de alimentacion}}$$

4.5. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN Y VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN.

4.5.1. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN.

Los dos tipos de alimento comercial afectan el rendimiento productivo de la trucha en etapas de crecimiento y acabado.

4.5.2. HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS.

H₀: Los dos tipos de alimento comercial, en la trucha generan similar rendimiento productivo en etapas de crecimiento y acabado.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

H_a: Los dos tipos de alimento comercial, en la trucha generan diferente rendimiento productivo en etapas de crecimiento y acabado.

$$H_a: \mu_1 \neq \mu_2$$

4.5.3. Variables.

➤ **Variable independiente:**

- Tipos de alimento balanceado.

➤ **Variable dependiente:**

- Rendimiento productivo de la trucha.
- Indicadores económicos.

4.6. Tipo de estudio.

Experimental y comparativo.

4.7. Análisis de datos.

Para el análisis de los parámetros evaluados se realizó la prueba de hipótesis t de student. Evaluándose los datos obtenidos de ambos tratamientos, cada tratamiento con 5 repeticiones y cada repetición de 10 truchas

CAPITULO V RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. LONGITUD DE LAS TRUCHAS

La longitud promedio de las truchas, según tratamientos y evaluada bisemanalmente se presenta en el cuadro 05. No se observan diferencias estadísticas ($p > 0.05$) entre tratamientos, excepto en la semana 13 ($p < 0.05$) y en la semana 17 ($p < 0.01$), precisamente que representa la longitud final para el tratamiento T2. En ambas semanas la mayor longitud correspondió a las truchas alimentadas con 18% de grasa. En los anexos del 1 al 9 se pueden observar las pruebas de t Student realizadas a los datos de longitud de las truchas en experimentación. Cabe indicar que las truchas del tratamiento T1, con 12% de grasa alcanzaron la longitud de mercado luego de dos semanas, respecto de las truchas T2.

Cuadro 05. Evaluación de la longitud (cm) de las truchas, según tratamiento y evaluación bisemanal

Fase Experimental (semanas)	Fase de crecimiento y engorde (Semanas)	T1	T2	Significancia
0	1	19.78	19.76	$p > 0.05$
2	3	21.23	21.08	$p > 0.05$
4	5	22.38	22.28	$p > 0.05$
6	7	23.46	23.45	$p > 0.05$
8	9	24.17	24.16	$p > 0.05$
10	11	24.68	24.88	$p > 0.05$
12	13	25.23	25.99	$p < 0.05$
14	15	26.27	27.02	$p > 0.05$
16	17	27.10	28.32	$p < 0.01$
	19	27.97	-	

El efecto del alimento sobre el indicador longitud, que guarda íntima relación con el peso de las truchas a las 17 semanas de evaluación es superior en el T2 en 0.82 cm respecto del estándar de crecimiento que establece la FAO (2014), cuya longitud es de 27.5 cm. Sin embargo, a esa misma edad las truchas del T1 tuvieron una longitud en 0.40 cm por debajo del estándar. La longitud de la trucha promedio durante todo el experimento no tuvo diferencias estadísticas ($p > 0.05$) por efecto del nivel lipídico dietario, lo cual puede deberse a la baja densidad de cultivo en la que se desarrolló el

experimento (Suárez et al., 2014); que también guarda relación con el índice corporal y la sobrevivencia.

5.2. PESO DE LAS TRUCHAS

El peso promedio de las truchas, según tratamientos y evaluadas bisemanalmente se presenta en el cuadro 06. No se observan diferencias estadísticas ($p > 0.05$) entre tratamientos, desde la semana inicial hasta la semana 6. Se presentó diferencia de pesos ($p < 0.05$) en la semana 8; de allí en adelante las diferencias ($p < 0.001$) fueron marcadas a favor del tratamiento con mayor contenido lipídico. En los anexos del 10 al 18 se pueden observar las pruebas de t Student realizadas a los datos de peso de las truchas en experimentación. Cabe indicar que las truchas del tratamiento T1, con 12% de grasa alcanzaron el peso de mercado luego de dos semanas, respecto de las truchas del tratamiento T2.

Cuadro 06. Peso promedio de una trucha (g) evaluada bisemanalmente y según tratamiento

Fase Experimental (semanas)	Fase de crecimiento y engorde (Semanas)	T1	T2	Significancia
0	1	90.06	90.08	$p > 0.05$
2	3	102.56	104.26	$p > 0.05$
4	5	118.90	120.3	$p > 0.05$
6	7	136.12	139.06	$p > 0.05$
8	9	152.60	157.88	$p < 0.05$
10	11	168.32	178.56	$p < 0.001$
12	13	186.18	201.44	$p < 0.001$
14	15	201.20	226.12	$p < 0.001$
16	17	224.56	251.14	$p < 0.001$
	19	248.14	-	

Las truchas que consumieron alimento con 18% de grasa tuvieron un incremento de peso de 278.8% respecto del peso inicial y las que consumieron alimento con 12% incrementaron 249.3%; cuando comparamos estos pesos corporales resultan inferiores a los encontrados por Eya *et al.* (2013) quienes lograron incrementos de 393.1, 487.5 y 452.1% en truchas alimentadas con 10, 20 y 30% de lípidos en la dieta, respectivamente; pudiéndose atribuir las diferencias a las variadas condiciones

de crianza, familias genéticas que existieron entre los peces de ambos estudios y al peso inicial, siendo el de nuestros peces de 90.07 g y el de Eya de 101.8 g, aun cuando los periodos experimentales duraron 112 y 108 días para el nuestro y para el realizado en los Estados Unidos. Se coincide en ambos trabajos, en que los mejores pesos corporales se alcanzaron con niveles de lípidos en la dieta de 18 y 20%, respecto de los niveles lipídicos bajos con 12 y 10%.

Comparando, también los pesos relativos de las truchas criadas en la provincia de Chota, Cajamarca, estos son mayores a los pesos de las truchas criadas en Turquía por Yildiz *et al.* (2018) quienes lograron en fase de acabado pesos finales en relación a sus pesos iniciales de 148.6, 155.6 y 174%, incrementos que correspondieron a truchas alimentadas con dietas conteniendo 16% de lípidos pero con ingredientes lipídicos diferentes, como lo fue el aceite de pescado, aceite de semilla de algodón y aceite de canola, respectivamente; a diferencia que el alimento que consumieron nuestras truchas tuvo por única fuente de lípidos al aceite de pescado; asimismo se indica que el periodo evaluado por los investigadores turcos fue de solamente 12 semanas (84 días), 75% del tiempo respecto de la duración de nuestro experimento.

En otro experimento realizado por Suárez *et al.* (2014) en Granada, España, truchas arco iris lograron pesos finales de 336.6 y 313.2 g luego de una fase de acabado de 90 días y a partir de pesos iniciales de 100 g. Dichos pesos finales son superiores a los encontrados en nuestro estudio, diferenciándose ampliamente por el contenido lipídico de la dieta, por cuanto los investigadores españoles consideraron 33% de lípidos; pero cuando utilizaron un alimento con 14% de lípidos y sobrecargaron la densidad de truchas en el estanque, a razón de 40 kg/m³ los pesos finales fueron inferiores a los encontrados en la trucha criada en la provincia de Chota, siendo de 206.7 g. Por lo que la densidad de crianza es un aspecto que debe tenerse en cuenta y que influye directamente en el incremento de peso, para lo cual se debe considerar niveles dietarios mayores de lípidos a medida que se incrementa la densidad, por tanto, estas interacciones deben tenerse en cuenta al prever la utilización de un alimento comercial en diferentes condiciones de cultivo para mejorar la producción piscícola (Trenzado *et al.*, 2018). Por otro lado, se debería considerar la calidad de la nutrición lipídica en alimentación de peces, por ser la trucha arco iris susceptible al estrés oxidativo inducido por los lípidos enranciados de la dieta (Fontagné-Dicharry *et al.*, 2014).

También se determinó que el nivel creciente en el contenido de lípidos dietarios de 12 a 18% favoreció el buen desempeño de la trucha arcoíris en crecimiento, lo cual coincide con lo reportado en la trucha arcoíris triploide, que mostró mejores pesos finales, con niveles de lípidos en la dieta de hasta 22.8%. Este efecto benéfico de los niveles crecientes de lípidos en la dieta está fundamentado en el mayor desarrollo orgánico de la trucha en cuanto a actividad de la proteasa estomacal, actividad de la lipasa y amilasa en el intestino (Meng *et al.*, 2019), que favorecen una mayor digestibilidad de los nutrientes y mayores incrementos de peso.

5.3. INCREMENTO DE PESO DE LAS TRUCHAS

El incremento promedio de peso de una trucha (g) evaluado cada dos semanas y la tasa específica de crecimiento promedio de las truchas de ambos tratamientos se indican en el cuadro 7. Asimismo, en el gráfico 1 también se puede apreciar la diferencia existente entre los incrementos de peso periódicamente medidos según tratamientos.

Cuadro 07. Incremento promedio de peso de una trucha (g) evaluado de manera bisemanal y tasa específica de crecimiento según tratamiento

Fase Experimental (semanas)	Fase de crecimiento y engorde (Semanas)	T1	T2
0	1	-	-
2	3	12.50	14.18
4	5	16.34	16.04
6	7	17.22	18.76
8	9	16.48	18.82
10	11	15.72	20.68
12	13	17.86	22.88
14	15	15.02	24.68
16	17	23.36	25.02
	19	23.58	-
Total		158.08	161.06
TASA ESPECIFICA DE CRECIMIENTO	%	0.80	0.81

Se encontraron mejores incrementos de peso durante todos los periodos de control experimental a favor de la trucha que consumió alimento con 18% de lípidos, excepto en la semana 4. En la semana 14 inclusive se observó una diferencia de pesos en el

incremento bisemanal de hasta 9.66 g a favor de T2 (18% de grasa). En la fase de crecimiento se observa hasta la semana 8 una diferencia de 5.26 g adicionales de peso por trucha cuando esta consumió un alimento con 18% de grasa, lo cual indica la influencia de los mayores niveles de grasa en las dietas sobre mejores incrementos de peso, lo cual puede corroborarse por los diferentes trabajos realizados; así Luo *et al.* (2013) encontró diferencias en el incremento de peso en truchas arco iris en fase de crecimiento de hasta 11.28 g cuando se incrementó el nivel de grasa del alimento de 10 a 20%.

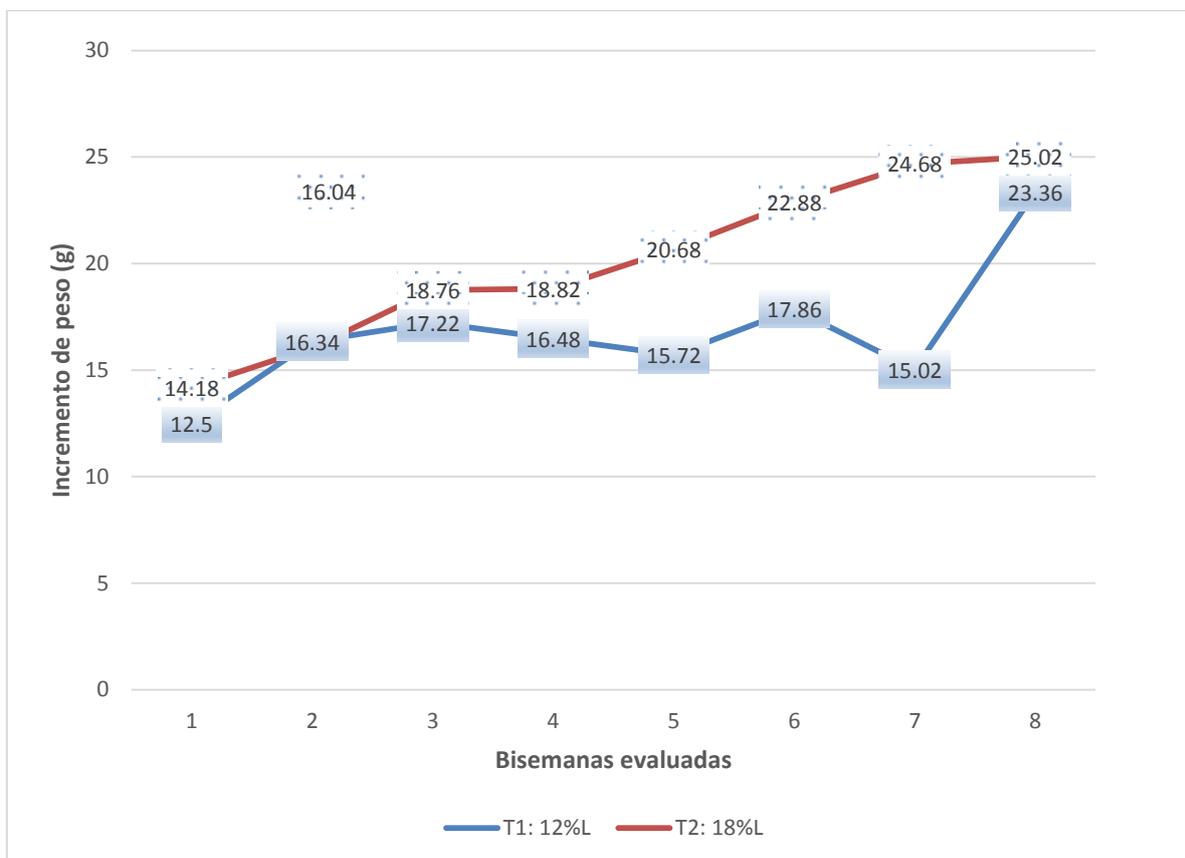


Grafico 1. Tasa de incrementos de peso (g) bisemanal promedio por trucha según tratamiento.

En cuanto a la tasa específica de crecimiento (TEC), esta fue de 0.80%/día en las truchas del tratamiento T1-12% de grasa, lo que significa que el incremento de peso durante todo el experimento fue obtenido a razón de 0.80% diariamente en promedio; por lo que el tratamiento T2-18% de grasa alcanzó el mejor TEC con 0.81%. Al comparar nuestros resultados con los obtenidos por otros investigadores, estos son

inferiores, así Yildiz et al (2018) en fase de crecimiento obtuvo un TEC de 2.4% y en fase de engorde un TEC de 1.08%. Thanuthong et al (2011) en fase de crecimiento obtuvo un TEC de 2.2%/día y en la fase de acabado hasta alcanzar un peso de trucha aproximado de 500 g, el TEC fue de 0.5%. Estos resultados de TEC nos indican que a medida que avanza la edad y el peso de la trucha es mayor este indicador va disminuyendo, por lo que el TEC obtenido en nuestro trabajo es un indicador de ganancia de peso durante los periodos de crecimiento y engorde.

5.4. BIOMASA

En el cuadro 8 se indica la biomasa obtenida bisemanalmente según tratamientos, observándose desde el primer control, que esta siempre fue mayor en el estanque de truchas alimentadas con concentrado con 18% de grasa, notándose una diferencia de peso de 12.24 kg en relación a la biomasa de truchas alimentadas con el concentrado con 12% de grasa.

Cuadro 08. Biomasa y densidad determinado bisemanalmente y según tratamiento

Fase Experimental (semanas)	Fase de crecimiento y engorde (semanas)	T1		T2	
		Biomasa kg	Densidad kg/m ³	Biomasa kg	Densidad kg/ m ³
0	1	45.03	5.29	45.04	5.29
2	3	51.28	6.02	52.03	6.11
4	5	59.33	6.96	60.03	7.05
6	7	67.92	7.97	69.39	8.14
8	9	74.93	8.79	76.89	9.02
10	11	82.65	5.51	86.96	5.80
12	13	91.41	6.09	97.90	6.53
14	15	98.39	6.56	109.89	7.33
16	17	109.81	7.32	122.05	8.14
	19	121.34	8.09	-	

Del mismo modo en el cuadro 08 se observa la densidad de crianza producida como consecuencia del incremento de la biomasa. Este dato de biomasa representa la

producción por estanque, lo cual depende del número de truchas, el volumen del estanque y la densidad a la que se usen dichas instalaciones. En el presente estudio solamente se varió el tipo de alimento, bajo las mismas condiciones de población, variando muy ligeramente la densidad, que como ya se indicó varía por efecto de la misma biomasa; sin embargo es necesario aclarar que la densidad de producción puede afectar el rendimiento y también demanda del suministro de alimentos diferentes, así Suarez et al. (2015) encontró que la trucha arco iris en dos grupos de engorde alimentada con piensos conteniendo 6.46 ó 5.26 Mcal/kg de energía tuvo similar tasa de crecimiento mientras se la mantuvo bajo una densidad de 15 kg/m³; sin embargo cuando la densidad fue de 40 kg/m³ la tasa de ganancia de peso fue diferente con ambos alimentos.

5.5. SUMINISTRO DE ALIMENTO

El suministro de alimento a las truchas en evaluación, según tratamientos se indica en el cuadro 9. La cantidad de alimento suministrado se calculó en base al peso vivo, considerándose un porcentaje del peso vivo. En crecimiento se consideró 1.3% y en la fase de finalización 1%.

Cuadro 09. Suministro de alimento diario absoluto y relativo promedio por tratamiento y de manera bisemanal

Fase Experimental (semanas)	Fase de crecimiento y engorde (semanas)	T1		T2	
		kg	%	kg	%
0	1	0.585	1.3	0.586	1.3
2	3	0.667	1.3	0.676	1.3
4	5	0.771	1.3	0.780	1.3
6	7	0.883	1.3	0.902	1.3
8	9	0.974	1.3	1.000	1.3
10	11	0.826	1.0	0.870	1.0
12	13	0.914	1.0	0.979	1.0
14	15	0.984	1.0	1.099	1.0
16	17	1.098	1.0	1.221	1.0
	19	1.213	1.0	-	-

Los consumos de alimento y sobre todo el cálculo de la cantidad de alimento a suministrar fueron calculados de acuerdo a las indicaciones y factores de ajuste de acuerdo a temperatura del agua que indican los fabricantes del alimento, los que coinciden con consumos de alimento para truchas arcoíris, considerados en otros trabajos, así Eya et al. (2013) alimentó truchas en crecimiento y finalización considerando 1.17-1.35% del peso de la trucha; Luo et al. (2014) consideró 2% del peso vivo de truchas en la fase inicial, luego en fase de crecimiento se disminuyó la proporción.

5.6. MORTALIDAD

La mortalidad y viabilidad de las truchas del estudio se muestran en el cuadro 10. No existen diferencias marcadas en los resultados debido al tipo de alimento; sin embargo, se puede notar diferencias en la mortalidad de las truchas según etapas, debido también al cambio brusco del estado del tiempo. Siendo mayor la mortalidad en la fase de crecimiento y casi nula en la fase acabado, lo cual se enmarca dentro de las leyes biológicas que rigen la crianza de la trucha arcoíris.

Cuadro 10. Porcentaje de Mortalidad y viabilidad según tratamiento

Semana	T1	T2
1	500	500
3	500	499
5	499	499
7	499	499
9	491	487
11	491	487
13	491	486
15	489	486
17	489	486
19	489	-
Truchas muertas	11	14
Mortalidad %	2.25	2.88
Viabilidad %	97.75	97.12

Se puede inferir que ambos niveles de grasa en la dieta no afectan la viabilidad de la trucha arcoíris, lo cual coincide con resultados obtenidos en la crianza de la trucha, cuando no es afectada por condiciones adversas de temperatura, oxigenación y

calidad de agua en general. Estos resultados coinciden con los reportados por Yildiz et al. (2018), quienes obtuvieron una viabilidad de 96% en fase de crecimiento y 100% en fase de acabado.

5.7. CONVERSIÓN ALIMENTICIA

La conversión alimenticia de las truchas evaluadas según tratamientos, bisemanalmente y acumulada durante todo el periodo de experimentación se muestra en el cuadro 11. Los datos de eficiencia alimenticia no se rigen por un patrón matemático convencional, debido a que cada dos semanas varía la secuencia creciente que debería darse, observándose periódicamente bajadas y subidas en el indicador de conversión alimenticia; sin embargo, se observa una mejor conversión alimenticia en las truchas del tratamiento con 18% de grasa en la dieta.

Cuadro 11. Conversión alimenticia de las truchas, evaluación bisemanal y según tratamiento

Semana	T1	T2
1	-	-
3	1.31	1.17
5	1.16	1.18
7	1.26	1.17
9	1.77	1.68
11	1.77	1.39
13	1.32	1.11
15	1.84	1.14
17	1.21	1.27
19	1.33	-
Acumulada	1.41	1.25

En el presente estudio la conversión alimenticia resultó mejor con una dieta con mayor nivel de grasa, lo cual no coincide con lo encontrado por Eya et al. (2013)

quienes encontraron mejor conversión con el nivel intermedio de grasa (20%) y no necesariamente con el nivel mas alto, que posiblemente haya sido muy elevado (30%), por lo que se podría sugerir, de acuerdo a lo encontrado en nuestro trabajo y lo reportado por Eya, que el nivel de grasa en la dieta de truchas en crecimiento y engorde está en niveles de 18 a 20%. Otras conversiones similares fueron las encontradas por Luo et al. (2014) quienes obtuvieron conversiones de 1.20 para niveles de 21% de grasa en la dieta.

5.8. RENDIMIENTO DE CARCASA

El rendimiento de carcasa de la trucha según tratamientos se observa en el cuadro 12. Los datos encontrados para este parámetro son bastante similares, no existiendo mayores diferencias por efecto del contenido graso en la dieta.

Cuadro 12. Rendimiento de carcasa, evaluación según tratamiento al final de la experimentación

Numero de truchas beneficiadas	T1		T2	
	peso final	carcasa	peso final	carcasa
1	258	224	259	223
2	257	228	293	265
3	262	223	283	253
4	258	227	260	226
5	259	226	273	236
promedio	258.8	225.6	273.6	240.6
R.C %	87.17		87.94	

Los rendimientos de carcasa encontrados en nuestro estudio se sitúan dentro de lo reportado por García et al. (2004), en el que las truchas con un peso menor a 200 g tuvieron un rendimiento en canal, del 85.49%, mientras que las de más de 300 g tuvieron rendimientos superiores al 88%. El peso de estructuras digestivas de la trucha arcoíris pudo verse afectada por niveles altos de lípidos dietarios que pueden variar la morfología intestinal engrosando la capa muscular y la densidad de las

células caliciformes (Meng et al., 2019); sin embargo, en nuestro trabajo no se encontró influencia del incremento del nivel lipídico en la dieta sobre peso de estructuras digestivas, reflejado en el rendimiento de carcasa. El peso del hígado, al parecer mantuvo su tamaño, por cuanto desarrolla actividades metabólicas básicas; así cuando truchas fueron criadas bajo condiciones extremas de niveles bajos de energía dietaria y densidades altas de crianza, la actividad enzimática de las deshidrogenasas y transaminasas incrementó, para mantener buenas tasas de crecimiento y sobrevivencia (Suárez et al., 2014).

5.9. COSTO DE ALIMENTACIÓN

Los costos de alimentación se observan en el cuadro 13. Se reporta un menor costo para el lote de truchas alimentadas con un alimento conteniendo 18% de grasa. En el cuadro 14 se reportan los ingresos económicos de cada lote de truchas, según biomasa obtenida, el cual es ligeramente superior en el tratamiento 2.

Cuadro 13. Costos e ingresos de la producción de truchas, evaluación según etapa y tratamiento

Alimento suministrado	T1	T2
Crecimiento kg	40.69	41.22
Acabado kg	67.15	55.26
Costos (s./kg)		
Crecimiento s./kg	4.8	5
Acabado s./kg	4.4	4.6
Costo del alimento		
Crecimiento s/.	195.31	206.10
Acabado s/.	295.46	254.20
Costo total del alimento		
Periodo experimental s/.	490.77	460.30

Cuadro14. Ingresos obtenidos, evaluación según tratamiento y etapa experimental

	T1	T2
Inicio del experimento kg	45.03	45.04
Final del experimento kg	121.34	122.05
Biomasa obtenida kg	76.31	77.01
Ingresos por venta s/.	1144.65	1155.15
Relación I/C	2.33	2.51

CONCLUSIONES

- El alimento comercial para truchas en crecimiento y acabado conteniendo 18% de grasa, generó mejores resultados en cuanto a Talla, resaltando que las truchas del tratamiento con 12% de grasa alcanzaron la talla de mercado después de dos semanas de haber llegado las del tratamiento con 18% de grasa.
- El alimento comercial para truchas en crecimiento y acabado conteniendo 18% de grasa, generó mejores resultados en cuanto a incrementos de peso, esta diferencia se notó mayormente en la etapa de acabado llegando al peso de comercialización dos semanas antes que el tratamiento con 12% de grasa.
- Con respecto a la biomasa obtenida cada dos semanas según tratamientos se observó desde el primer control que esta fue mayor en el estanque de truchas alimentadas con alimento balanceado conteniendo 18% de grasa.
- En cuanto a la mortalidad no se mostraron diferencias en los resultados de ambos tipos de alimento, sin embargo se pudo notar una mayor mortalidad en etapas de crecimiento siendo casi nula en etapa de acabado, coincidiendo con las leyes biológicas que rigen la crianza de trucha arcoíris.
- Con respecto a la conversión alimenticia, se observó una mejor conversión en las truchas alimentadas con alimento balanceado conteniendo un 18% de grasa en la dieta.
- En cuanto a rendimiento de carcasa de la trucha según tratamientos se observaron datos similares, no existiendo mayores diferencias por efecto de la cantidad de grasa en la dieta.
- En cuanto a los costos de alimentación, se observó un menor costo para el lote de truchas alimentadas con un alimento conteniendo un 18% de grasa.
- En los ingresos económicos de la producción de trucha, según biomasa obtenida fue ligeramente superior en el T2.

RECOMENDACIONES

Con los resultados y conclusiones obtenidas en este trabajo experimental, se recomienda lo siguiente:

- Se recomienda utilizar alimentos balanceados conteniendo un 18 a 20 % de grasa en la dieta para trucha arcoíris, principalmente en la etapa de acabado o comercialización con la finalidad de aumentar la ganancia de talla y peso en el menor tiempo posible.
- Seguir evaluando estrategias alimenticias en la producción de trucha arcoíris tendientes a mejorar la conversión alimenticia y el costo de la alimentación.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Bastardo, H. 1994. Sobrevivencia de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en condiciones de cultivo, en Mérida Venezuela. R. Zoot. Trop. 12(1):77-97.
2. Cedep. 2009. Manual de crianza trucha (*oncorhynchus mykiss*).Ragash. Perú. Pp. 3 – 5.
3. Edwin O. 2010. Manual de alimento balanceado para truchas. Puno. Perú. 8. Pp.
4. ENDES INEI. 2013. Crecimiento de anemia y mortalidad infantil. (disponible en <https://inversionenlainfancia.net/?blog/entrada/noticia/2249>). Acceso. 20 de julio del 2018.
5. Eya J, Yossa R, Ashame MF, Pomeroy CF, Gannam AL. 2013. Effects of dietary lipid levels on growth, feed utilization and mitochondrial function in low- and high-feed efficient families of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). J. Aquaculture 416–417: 119-128. doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.12.030
6. FAO. 2014. Directrices Voluntarias para la Actuación del Estado del Pabellón En: Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO. Roma. 13. Pp.
7. FAO. 2014. Manual práctico para el cultivo de la trucha arcoíris. Guatemala. 6. Pp.
8. FAO. 2016. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos. Roma. 224 pp
9. Fontagné-Dicharry S, Lataillade E, Surget A, Larroquet L, Cluzeaud M, Kaushik S. 2014. Antioxidant defense system is altered by dietary oxidized lipid in first-feeding rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). J. Aquaculture 424–425: 220-227. doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.12.030
10. García JA, Núñez FA, Chacón O, Alfaro RH, Espinosa MR. 2004. Calidad de canal y carne de trucha arco iris, *Oncorhynchus mykiss*, producida en el noroeste del Estado de Chihuahua. R. Hidrobiológica 14 (1): 19-26.
11. Luo L, Xue M, Vachot C, Geurden I, Kaushik S. 2013. Dietary medium chain fatty acids from coconut oil have little effects on postprandial plasma metabolite profiles in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). J. Aquaculture 420–421: 24-31. doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.10.024.

12. Luz A. 2013. El cultivo de la trucha arco iris (*oncorhynchus mykiss*). Madrid. España. Pp. 9 - 15.
13. Meng, Y., Qian, K., Ma, R., Liu, X., Han, B., Wu, J., Zhang, L., Zhan, T., Hu, X., Tian, H., Li, C. 2019. Effects of dietary lipid levels on sub-adult triploid rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): 1. Growth performance, digestive ability, health status and expression of growth-related genes. *J. Aquaculture* 513, 734394.
14. National Research Council. 2011. Nutrient Requirements of Fish and Shrimp. The National Academies Press, Washintong DC.
15. Perdomo DA, Tesorero, M. 2010. Cultivo de la trucha arco iris en Venezuela: una reseña histórica. *INIA Divulga.* 15:21-25.
16. Sahín T, Akbulut B, Aksungur M. 2000. Compensatory growth in sea bass (*Dicentrarchus labrax*), sea bream (*Sparus aurata*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Turk. J. Zool.* 24: 81-86.
17. Suárez MD, García-Gallego M, Trenzado CE, Guil-Guerrero JM, Furné M, Domezain A, Alba I, Sanz A. 2014. Influence of dietary lipids and culture density on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) flesh composition and quality parameter. *J. Aquaculture* 63: 16-24. doi.org/10.1016/j.aquaeng.2014.09.001.
18. Suárez MD, Trenzado CE, García-Gallego M, Furné M, García-Mesa S, Domezain A, Alba I, Sanz A. 2005. Interaction of dietary energy levels and culture density on growth performance and metabolic and oxidative status of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *J. Aquacultural Engineering* 67: 59-66. doi.org/10.1016/j.aquaeng.2015.06.001
19. Thanuthong T, Francis DS, Senadheera SD, Jones PL, Turchini GM. 2011. Fish oil replacement in rainbow trout diets and total dietary PUFA content: I) Effects on feed efficiency, fat deposition and the efficiency of a finishing strategy. *J. Aquaculture* 320, 1-2: 82-90. doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.08.007.
20. Tidwell JH, Allan GL. 2001. Fish as food: aquaculture's contribution. *Ecological and economic impacts and contributions of fish farming and capture fisheries EMBO. Rep.* 21, 958-963
21. Trenzado CE, Carmona R, Merino R, García-Gallego M, Furné M, Domezain A, Sanz A. 2018. Effect of dietary lipid content and stocking density on digestive enzymes profile and intestinal histology of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *J. Aquaculture* 497: 10-16. doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.07.031
22. Yildiz M, Eroldoğanb T, Ofori-Mensah S, Engin K, Baltacı M. 2018. Effects of fish oil replacement by vegetable oils on growth performance and fatty acid profile of rainbow trout: Re-feeding with fish oil finishing diet improved the fatty acid composition. *J. Aquaculture* 488: 123-133. doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.01.009

ANEXOS

Imagen 01 (Centro recreativo la trucha de la Loma)



Imagen 02 (Limpieza de los estanques)



Imagen 03 (Desinfección de estanques)



Imagen 04 (Estanques en estudio)



Imagen 05 (Desinfección de truchas en agua y sal)



Imagen 06 (Tallado de truchas)



Imagen 07 (Toma de pesos de truchas)



Imagen 08 (Alimentación de las truchas)



Imagen 08 (alimento con 12% grasa)



Imagen 09 (alimento con 18% de grasa)



ANEXO 1. PRUEBA T STUDENT-LONGITUD-PRIMERA SEMANA

	REPETICION	12G	18G
	1	19.95	19.75
	2	20.1	19.39
	3	19.52	19.27
	4	19.74	20.41
	5	19.57	20
	PROM.	19.776	19.764
	D.S.	0.25	0.46
s	0.35507435	0.4	
t	0.59588115	0.63245553	0.37686833
v	0.03184136		
	8		
T 0.05	2.306		
T 0.01	3.355		
T 0.005	3.833		
T 0.001	5.041		

ANEXO 2. PRUEBA T STUDENT- LONGITUD -TERCERA SEMANA

	REPETICION	12G	18G
	1	22.27	21.67
	2	21.1	20.75
	3	21.21	20.64
	4	21.06	21.27
	5	20.49	21.07
	PROM.	21.226	21.08
	D.S.	0.65	0.41
s	0.53076888	0.4	
t	0.72853886	0.63245553	0.46076843
v	0.31686198		
	8		
T 0.05	2.306		
T 0.01	3.355		
T 0.005	3.833		
T 0.001	5.041		

ANEXO 3. PRUEBA T STUDENT- LONGITUD -QUINTA SEMANA

	REPETICION	12G	18G
	1	21.82	22.22
	2	22.67	21.59
	3	22	22.42
	4	22.58	22.83
	5	22.84	22.34
	PROM.	22.382	22.28
	D.S.	0.45	0.45
s	0.447082	0.4	
t	0.66864191	0.63245553	0.42288627
v	0.2411996		
	8		
T 0.05	2.306		
T 0.01	3.355		
T 0.005	3.833		
T 0.001	5.041		

ANEXO 4. PRUEBA T STUDENT- LONGITUD -SEPTIMA SEMANA

	REPETICION	12G	18G
	1	23.36	23.15
	2	23.32	22.98
	3	23.59	24.2
	4	23.72	23.41
	5	23.43	23.5
	PROM.	23.484	23.448
	D.S.	0.17	0.47
s	0.31789557	0.4	
t	0.56382228	0.63245553	0.35659252
v	0.10095557		
	8		
T 0.05	2.306		
T 0.01	3.355		
T 0.005	3.833		
T 0.001	5.041		

ANEXO 5. PRUEBA T STUDENT- LONGITUD -NOVENA SEMANA

	REPETICION	12G	18G
	1	24.1	24.56
	2	24.01	24.48
	3	24.43	24.11
	4	23.99	23.48
	5	24.32	24.18
	PROM.	24.17	24.162
	D.S.	0.20	0.43
s	0.31104844	0.4	
t	0.55771717	0.63245553	0.35273131
v	0.02268015		
	8		
T 0.05	2.306		
T 0.01	3.355		
T 0.005	3.833		
T 0.001	5.041		

ANEXO 6. PRUEBA T STUDENT- LONGITUD - DECIMA PRIMERA SEMANA

	REPETICION	12G	18G
	1	24.09	25.12
	2	25.09	25.07
	3	24.55	25.17
	4	24.87	24.47
	5	24.81	24.58
	PROM.	24.682	24.882
	D.S.	0.38	0.33
s	0.35644268	0.4	
t	0.5970282	0.63245553	0.37759379
v	-0.52966973		
	8		
T 0.05	2.306		
T 0.01	3.355		
T 0.005	3.833		
T 0.001	5.041		

ANEXO 7. PRUEBA T STUDENT- LONGITUD -DECIMA TERCERA SEMANA

	REPETICION	12G	18G
	1	24.89	25.65
	2	25.18	26.21
	3	25.55	26.16
	4	25.26	26.08
	5	25.29	25.86
	PROM.	25.234	25.992
	D.S.	0.24	0.23
s	0.23525837	0.4	
t	0.4850344	0.63245553	0.30676269
v	-2.47096541		
	8		
T 0.05	2.306		
T 0.01	3.355		
T 0.005	3.833		
T 0.001	5.041		

ANEXO 8. PRUEBA T STUDENT- LONGITUD -DECIMA QUINTA SEMANA

	REPETICION	12G	18G
	1	26.31	27.14
	2	26.32	27.31
	3	25.99	26.82
	4	26.8	26.98
	5	25.92	26.84
	PROM.	26.268	27.018
	D.S.	0.35	0.21
s	0.27808951	0.4	
t	0.52734193	0.63245553	0.33352032
v	-2.24873854		
	8		
T 0.05	2.306		
T 0.01	3.355		
T 0.005	3.833		
T 0.001	5.041		

ANEXO 9. PRUEBA T STUDENT- LONGITUD - DECIMA SEPTIMA SEMANA

	REPETICION	12G	18G
	1	26.87	28.37
	2	27.19	28.33
	3	27.47	27.74
	4	27.19	28.8
	5	26.78	28.35
	PROM.	27.1	28.318
	D.S.	0.28	0.38
s	0.32762665	0.4	
t	0.5723868	0.63245553	0.3620092
v	-3.3645554		
	8		
T 0.05	2.306		
T 0.01	3.355		
T 0.005	3.833		
T 0.001	5.041		

ANEXO 10. PRUEBA T STUDENT-PESOS-PRIMERA SEMANA

	REPETICION	12G	18G
	1	90.6	96.4
	2	96.1	87.8
	3	81.7	81.5
	4	92.1	93.1
	5	89.8	91.6
	PROM.	90.06	90.08
	D.S.	5.27	5.70
s	5.48513067	0.4	
t	2.34203558	0.63245553	1.48123336
v	-0.013502		
ttab	8		
	2.306		

ANEXO 11. PRUEBA T STUDENT-PESOS-TERCERA SEMANA

	REPETICION	12G	18G
	1	111.1	108.7
	2	98.9	97.4
	3	100.7	101.5
	4	100.5	104.7
	5	101.6	109
	PROM.	102.56	104.26
	D.S.	4.87	4.93
s	4.89895726	0.4	1.39985103
t	2.21335882	0.63245553	
v	-1.21441494		
ttab	8		
	2.306		

ANEXO 12. PRUEBA T STUDENT-PESOS QUINTA SEMANA

	REPETICION	12G	18G
	1	114.2	119.5
	2	118	119.1
	3	112.8	123
	4	121.1	117.3
	5	128.4	122.6
	PROM.	118.9	120.3
	D.S.	6.23	2.43
s	4.33052095	0.4	1.31613388
t	2.08099038	0.63245553	
v	-1.06372158		
ttab	8		
	2.306		

ANEXO 13. PRUEBA T STUDENT-PESOS SEPTIMA SEMANA

	REPETICION	12G	18G
	1	129	137.1
	2	135.8	131.4
	3	143.6	145.8
	4	141.7	138.5
	5	130.5	142.5
	PROM.	136.12	139.06
	D.S.	6.51	5.48
s	5.99415928	0.4	1.54843912
t	2.44829722	0.63245553	
v	-1.89868621		
ttab	8		
	2.306		

ANEXO 14. PRUEBA T STUDENT-PESOS NOVENA SEMANA

	REPETICION	12G	18G
	1	155.9	164.7
	2	151.7	164.1
	3	158.3	158.9
	4	151	144.4
	5	146.1	157.3
	PROM.	152.6	157.88
	D.S.	4.72	8.19
s	6.45337013	0.4	1.60665742
t	2.54034843	0.63245553	
v	-3.28632598		
ttab	8		
	2.306		

ANEXO 15. PRUEBA T STUDENT-PESOS DECIMA PRIMERA SEMANA

	REPETICION	12G	18G
	1	164.1	179.3
	2	173	182.7
	3	169.3	183.2
	4	161.8	175.7
	5	169.4	171.9
	PROM.	167.52	178.56
	D.S.	4.50	4.79
s	4.64673622	0.4	1.36333946
t	2.15562896	0.63245553	
v	-8.09776311		
	8		
T0.05	2.306		
T0.01	3.355		

ANEXO 16. PRUEBA T STUDENT-PESOS DECIMA TERCERA SEMANA

	REPETICION	12G	18G
	1	186.3	197.7
	2	189.9	203.5
	3	185	201.1
	4	189.2	203.2
	5	180.5	201.7
	PROM.	186.18	201.44
	D.S.	3.76	2.32
s	3.04081522	0.4	1.10287175
t	1.74379334	0.63245553	
v	-13.8366044		
	8		
T 0.05	2.306		
T 0.01	3.355		
T 0.005	3.833		
T 0.001	5.041		

ANEXO 17. PRUEBA T STUDENT-PESOS DECIMA QUINTA SEMANA

	REPETICION	12G	18G
	1	208	230.7
	2	211.5	228.5
	3	191	224.6
	4	209.1	221.6
	5	186.4	225.2
	PROM.	201.2	226.12
	D.S.	11.60	3.54
s	7.5695295	0.4	
t	2.75127779	0.63245553	1.74006086
v	-14.3213382		
	8		
T 0.05	2.306		
T 0.01	3.355		
T 0.005	3.833		
T 0.001	5.041		

ANEXO 18. PRUEBA T STUDENT-PESOS DECIMA SEPTIMA SEMANA

	REPETICION	12G	18G
	1	219	244.6
	2	221	257.7
	3	218.4	253.7
	4	229	253.8
	5	224.4	245.7
	PROM.	222.36	251.1
	D.S.	4.39	5.68
s	5.03444078	0.4	
t	2.24375595	0.63245553	1.41907587
v	-20.252617		
	8		
T 0.05	2.306		
T 0.01	3.355		
T 0.005	3.833		
T 0.001	5.041		