

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE ZOOTECNIA**

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE NUTRICIÓN**



**“REEMPLAZO DEL ACEITE CRUDO DE SOYA POR ACEITE  
ACIDULADO EN DIETAS COMERCIALES PARA ALEVINES DE  
TRUCHA (*Oncorhynchus mykiss*) EN PACHACAYO, JUNÍN”**

**Presentado por:  
MARIO ANDRÉS ELGUERA VEGA**

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

**LIMA – PERÚ**

**2016**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

**FACULTAD DE ZOOTECNIA**

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE NUTRICIÓN**

**“REEMPLAZO DEL ACEITE CRUDO DE SOYA POR ACEITE ACIDULADO  
EN DIETAS COMERCIALES PARA ALEVINES DE TRUCHA (*Oncorhynchus  
mykiss*) EN PACHACAYO, JUNÍN”**

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

**Presentado por:  
MARIO ANDRÉS ELGUERA VEGA**

**Sustentado y aprobado ante el siguiente Jurado:**

**Dr. Carlos Vilchez Perales  
PRESIDENTE**

**Ing. Víctor Vergara Rubín  
PATROCINADOR**

**Ing. Jessie Vargas Cárdenas  
MIEMBRO**

**Dr. Víctor Guevara Carrasco  
MIEMBRO**

*A mis padres Rhony y Nélida por  
estar a mi lado apoyándome y  
aconsejándome siempre, y por hacer  
de mí una mejor persona a través de  
sus consejos, enseñanzas y amor.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

A INNÓVATE PERÚ, que a través del Contrato N° 169-FINCyT-FIDECOM-PIPEI-2013, del Proyecto “Mejoramiento del proceso de obtención de los subproductos de refinación del aceite de soya para su uso como fuente energética en el alimento balanceado en trucha arco iris”, financió la ejecución de la presente investigación.

A la Universidad Nacional Agraria La Molina por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

Al Ing. Mg Sc. Víctor Vergara Rubín, asesor de la presente tesis, mi más profundo agradecimiento, por su relevante orientación y aporte durante el desarrollo del presente trabajo, así como su indispensable apoyo en la culminación del mismo.

A mi tío el Dr. Jaime Vega Vilca por las primeras correcciones de este ejemplar, su constante motivación y sus acertadas orientaciones y sugerencias.

Al Programa de Investigación y Proyección Social en Alimentos (PIPSA) por su apoyo en la parte inicial de la investigación.

A la SAIS Túpac Amaru Ltda. N°1 por su apoyo en la parte experimental de esta investigación.

A los Ing. Percy Bustamante y al Ing. Roberto Camacho por su orientación y ayuda durante la elaboración de esta investigación.

A mi hermano Miguel por su apoyo para la culminación de esta investigación.

A toda mi familia por darme todo su apoyo y por quererme por sobre todas las cosas.

A mi abuelita Mami Candy por tenerme siempre presente en sus oraciones.

A mis amigos por los gratos recuerdos compartidos y por su apoyo incondicional.

# INDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

ABSTRACT

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
2.1	Aceite acidulado de soya.....	2
2.1.1	Valor nutricional.....	2
2.1.2	Aceite acidulado de soya en la alimentación animal.....	4
2.2	Aceite crudo de soya.....	6
2.2.1	Características generales.....	6
2.2.2	Valor nutricional.....	8
2.3	Lípidos como fuente de energía en peces.....	9
2.3.1	Estructura química.....	9
2.3.2	Digestión y absorción.....	10
2.3.3	Metabolismo.....	12
2.4	Trucha arco iris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ).....	13
2.4.1	Aspectos generales.....	13
2.4.2	Requerimientos nutricionales.....	13
2.4.2.1	Proteínas.....	16
2.4.2.2	Energía.....	16
2.4.2.3	Carbohidratos.....	17
2.4.2.4	Lípidos.....	17
2.4.2.5	Fibra.....	17
2.4.2.6	Vitaminas.....	18
2.4.3	Aceites en la alimentación de truchas.....	18
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
3.1	Lugar y periodo de duración.....	20
3.2	Instalaciones y equipos.....	20
3.3	Peces experimentales.....	20

3.4	Producto evaluado.....	21
3.5	Tratamientos.....	21
3.6	Dietas experimentales.....	21
3.7	Sistema de alimentación.....	24
3.8	Evaluación físico-química del agua.....	24
3.8.1	Temperatura.....	24
3.8.2	Oxígeno disuelto.....	24
3.8.3	pH.....	25
3.8.4	Nitrato.....	25
3.8.5	Nitrógeno amoniacal total.....	25
3.9	Evaluaciones biométricas.....	25
3.9.1	Peso y longitud.....	25
3.9.2	Ganancia de peso e incremento de longitud.....	26
3.9.3	Consumo de alimento.....	26
3.9.4	Conversión alimenticia.....	26
3.9.5	Tasa de crecimiento.....	26
3.9.6	Sobrevivencia.....	26
3.9.7	Retención de eficiencia proteica (PER).....	27
3.10	Evaluaciones económicas.....	27
3.11	Evaluaciones de las dietas suministradas.....	27
3.12	Diseño estadístico.....	28
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	29
4.1	Parámetros de calidad del agua.....	29
4.2	Peso y ganancia de peso.....	29
4.3	Talla e incremento de talla.....	35
4.4	Consumo de alimento.....	35
4.5	Conversión alimenticia.....	36
4.6	Tasa de crecimiento.....	36
4.7	Retención de eficiencia proteica.....	37
4.8	Sobrevivencia.....	37
4.9	Costo de alimento por kilogramo de peso ganado.....	37
V.	CONCLUSIONES.....	38
VI.	RECOMENDACIONES.....	39
VII.	BIBLIOGRAFÍA.....	40
VIII.	ANEXOS.....	52

## INDICE DE CUADROS

<b><u>Cuadro</u></b>		<b><u>Página</u></b>
1	Composición de ácidos grasos de aceite acidulado de soya (%) dada por diferentes autores	5
2	Requerimientos de calidad de agua para truchas	14
3	Requerimientos nutricionales en alevines de trucha arco iris	15
4	Formula de las dietas utilizadas y su valor nutritivo calculado	22
5	Fórmula de la Premezcla para acuicultura	23
6	Registro de temperaturas promedio del agua por tratamiento	32
7	Análisis químico del agua	33
8	Efecto de los diferentes niveles de aceite acidulado de soya en el desarrollo productivo de alevines de Trucha Arcoíris.	34

## INDICE DE FIGURAS

<b><u>Figura</u></b>		<b><u>Página</u></b>
1	Flujo del proceso de obtención del aceite acidulado.	3
2	Comportamiento quincenal de las temperaturas para el tratamiento 1	30
3	Comportamiento quincenal de las temperaturas para el tratamiento 2	30
4	Comportamiento quincenal de las temperaturas para el tratamiento 3	31

## INDICE DE ANEXOS

<u>Anexo</u>		<u>Página</u>
I	Análisis físico-químicos del agua (oxígeno, pH, nitrógeno amoniacal, temperatura y nitritos)	50
II	Resultados del análisis proximal (%)	55
III	Distribución de unidades experimentales	56
IV	Peso vivo e incremento de peso (g)	56
V	Biomasa y ganancia de biomasa (g)	57
VI	Tasa de crecimiento	57
VII	Consumo de alimento	58
VIII	Incremento de longitud (cm)	58
IX	Conversión alimenticia	59
X	Retención de eficiencia proteica	59
XI	Evaluación del costo del alimento por kilogramo de peso	60
XII	Análisis de varianza del peso	60
XIII	Análisis de varianza del número de peces	62
XIV	Análisis de varianza de la biomasa	63
XV	Análisis de varianza del incremento de biomasa	65
XVI	Análisis de varianza del consumo de alimento	66
XVII	Análisis de varianza de la conversión alimenticia	68
XVIII	Análisis de varianza del incremento de longitud	69
XIX	Análisis de varianza de la sobrevivencia	71
XX	Análisis de varianza de la tasa de crecimiento	72
XXI	Análisis de varianza de la retención de eficiencia proteica	72
XXII	Análisis de varianza de los costos de alimentación	73

## RESUMEN

Debido al crecimiento de la industria acuícola y a la necesidad de ingredientes que puedan aportar una mayor cantidad de energía a la dieta y que permitan reducir los costos de alimentación, obligan a buscar nuevos ingredientes, ante esta situación los residuos de la refinación del aceite de soya (Aceite Acidulado de Soya o AAS) podrían ser una nueva alternativa para la alimentación acuícola. Así se evaluó el aceite acidulado de soya como posible fuente energética en reemplazo peso a peso del aceite crudo de soya, como alternativa para la alimentación de truchas. El objetivo fue evaluar tres dietas, con niveles de inclusión de 0, 2.5 y 5% de AAS, en la alimentación de alevines de Trucha Arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). El experimento se realizó en los estanques del Centro de Producción Piscícola de Vinchos, situado en el distrito de Canchayllo, perteneciente a la SAIS “Túpac Amaru” Ltda. N°1. La elaboración del alimento balanceado se realizó en la Planta de Alimentos Balanceados de la Universidad Agraria Molina. La evaluación se realizó durante 60 días, para lo cual se utilizaron 40500 alevines de Trucha Arco iris. Estos peces experimentales fueron distribuidos en tres tratamientos que contenían diferentes proporciones de AAS, T1 (0% AAS), T2 (2.5% AAS) y T3 (5% AAS), con tres repeticiones de 4500 peces cada uno. Los parámetros de evaluación fueron el peso final, la ganancia de peso, el consumo de alimento, la conversión alimentaria, el incremento de longitud, la sobrevivencia, tasa de crecimiento, retención de eficiencia proteica y el costo de alimentación. Los datos obtenidos fueron analizados mediante un diseño completamente al azar, se utilizó la prueba de Tukey para evaluar las diferencias entre los promedios de los tratamientos. No se presentaron diferencias estadísticas para ninguno de los parámetros ( $P > 0.05$ ), sin embargo se observan mejores rendimientos de los parámetros productivos con el tratamiento control seguido por la dieta con inclusión de 2.5% de AAS. El costo de alimentación indica que no hubo diferencias en los beneficios económicos en los tres tratamientos, pero se observó un ahorro al utilizar AAS. En conclusión los resultados obtenidos nos dan un indicativo que los AAS pueden reemplazar parcial o totalmente al aceite crudo de soya, en dietas para alevines de trucha Arcoíris.

Palabras Clave: Aceite acidulado, Aceite crudo, Soya, Trucha, Pachacayo.

## ABSTRACT

Due to the growth of the aquaculture industry and the need for ingredients that can provide a greater amount of energy to the diet and reduce feed costs, forced to seek new ingredients, to this situation residues of refined soybean oil (Acidulated Soybean Oil or ASO) may be an alternative for the aquaculture feed. Thus was evaluated the acidulated soybean oil as a possible energy source to replace weight to weight crude soybean oil as an alternative to feeding trout. The objective was evaluate three diets with inclusion levels of 0, 2.5 and 5% AAS in fry feeding rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). The experiment was conducted in ponds of Vinchos' Fish Production Center, located in the district of Canchayllo, belonging to the SAIS "Tupac Amaru" Ltda. No. 1. The development of feed was conducted in the National Agrarian University's Factory Food. The evaluation was conducted for 60 days, for which were used 40500 Fry Rainbow trout. These experimental fish were distributed in three treatments containing different ratios of ASO, T1 (0% ASO), T2 (2.5% ASO) and T3 (5% ASO), with three repetitions of 4500 fish by repetition. The evaluation parameters were the final weight, weight gain, feed intake, feed conversion, length increased, survival, growth rate, protein retention efficiency and feeding costs. The data obtained were analyzed using a completely randomized design, the Tukey test was used to assess differences between the averages of the treatments. No statistical differences was found for any of the parameters ( $P>0.05$ ), however were observed higher yields for the production parameters in the control treatment followed by diet with 2.5% of ASO. The feeding costs indicates that there was no difference in economic benefits in the three treatments, but savings are observed when ASO was used. In conclusion the results obtained give us an indication that ASO can replace partially or fully crude soybean oil in diets for fry rainbow trout.

Keywords: acidulated Oil, Crude Oil, Soya, Trout, Pachacayo.

## I. INTRODUCCIÓN

El recurso pesquero es una fuente de alimentos muy importante en el mundo. La producción de este recurso ha venido desarrollándose e incrementándose en los últimos años (FAO, 2001), además el continuo incremento de la población exige un aumento en las fuentes de alimentación. En nuestro país, pese al continuo crecimiento en producción y exportación de productos acuícolas, aún existen deficiencias para satisfacer los requerimientos de un mercado que se encuentra siempre en crecimiento. El desarrollo de la acuicultura en nuestro país es aún insipiente y que está principalmente orientada a la producción de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). Con una producción de 32 TM anuales, representa aproximadamente un 7.6% de la producción mundial, ubicándonos en el vigésimo segundo lugar de producción en el mundo y terceros a nivel de América Latina.

El alimento para peces representa entre el 70 a 80 por ciento de los costos de producción, ya que en dietas para peces la energía es un componente importante, por lo que se debería tener en consideración la inclusión de nuevos ingredientes energéticos.

Los aceites aportan más energía y ácidos grasos por unidad de peso que los cereales, siendo necesaria la búsqueda de fuentes económicas de energía, otro factor a tener en cuenta es que la industria de refinación genera 3 a 4 por ciento de residuos “borras”, que podrán ser aprovechados como un ingrediente energético en las dietas para acuicultura ya que están altamente disponibles y presentan un bajo costo. Este es el caso del aceite acidulado de soya que ha sido evaluado en reemplazo peso a peso del aceite crudo de soya en laboratorio. Siendo necesarios previamente ser evaluados bajo condiciones de campo, utilizando dietas comerciales para garantizar su uso.

Por lo tanto, la presente investigación tiene por objetivo evaluar el reemplazo peso a peso del aceite crudo de soya por aceite acidulado de soya en dietas comerciales de inicio para alevines de Trucha Arco iris, medido por los parámetros productivos de peso, talla consumo de alimento, conversión alimenticia, tasa de crecimiento, retención de eficiencia proteica, sobrevivencia y retribución económica.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Aceite acidulado de soya

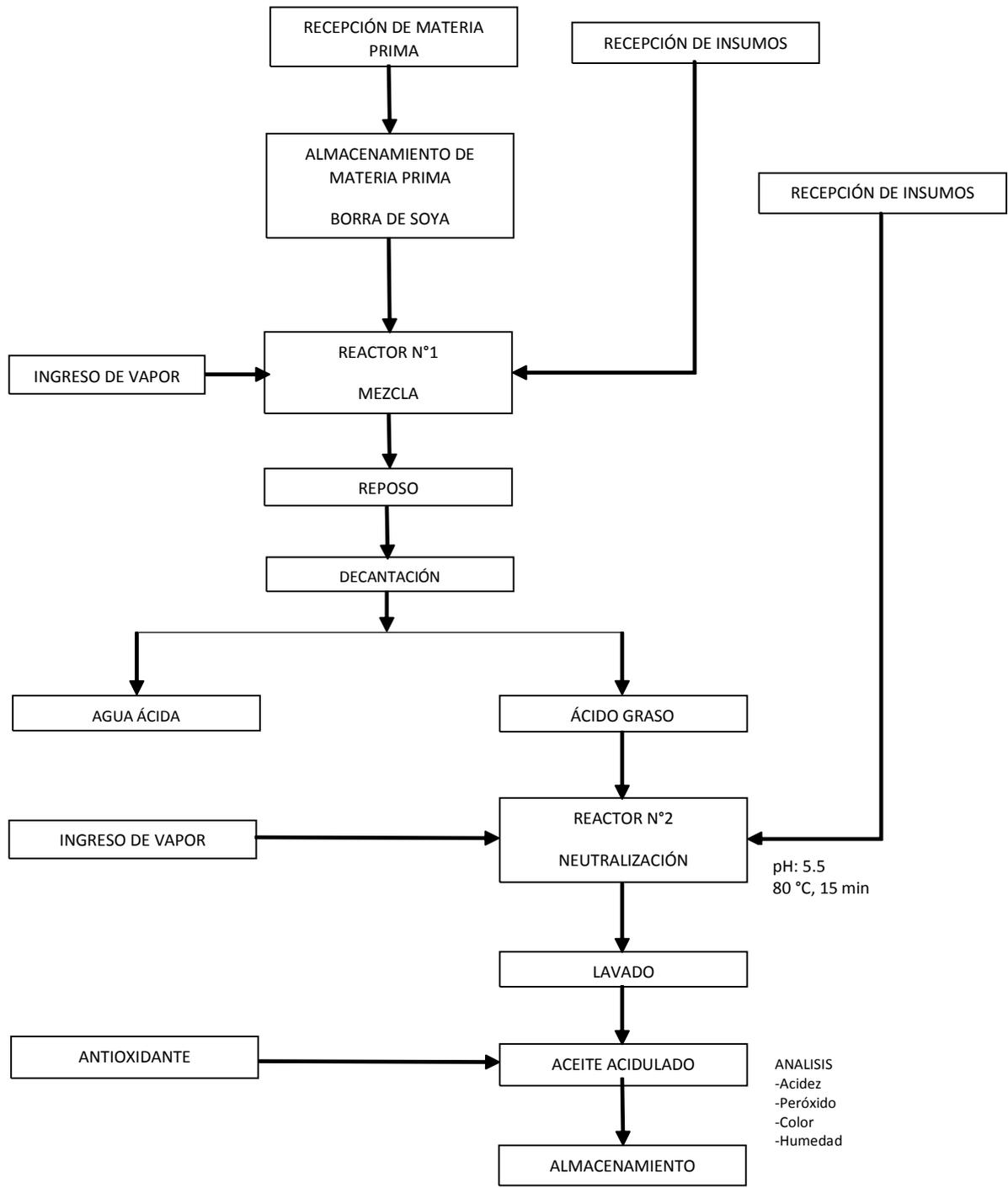
Los aceites de pescado, aceites vegetales, mantecas y grasas animales se diferencian por la composición de sus ácidos grasos. Tanto los aceites de origen vegetal, marino o animal así como las respectivas materias grasas se clasifican en dos grupos: grasas crudas y grasas refinadas o semirefinadas (Corpesca, 1993).

En la actualidad la elaboración de piensos para trucha incluyen aceites compuestos, sin embargo, existe la posibilidad de utilizar otros tipos de aceite como el acidulado, el cual se describirá a continuación.

Los aceites acidulados, son un producto del proceso de refinación del aceite vegetal (Wong, 1983; Leeson y Summers, 2005), la cantidad y composición de estos aceites depende del tipo y calidad del aceite crudo así como de las condiciones del proceso de refinación (Woerfel, 1983), los procesos convencionales para su obtención están basados en procesos físicos y químicos. En la Figura 1 se muestra el proceso de elaboración

#### 2.1.1 Valor nutricional

El valor nutricional de estos aceites depende fundamentalmente de las condiciones del proceso de refinado del aceite original y de la limpieza posterior del producto para limitar la acidez mineral y el contenido de agua (Mateos *et al.*, 2012). Este producto mantiene gran parte de las ventajas nutricionales de los aceites de los cuales proceden, con altos niveles de ácidos grasos libre (58.6%), por lo que es necesario adicionar un antioxidante (Leeson y Summers, 2005), una cantidad de ácido linoléico de 48,7 por ciento, un EMAn de 7.851 kcal/kg. (Mateos *et al.*, 2012) también contienen fosfolípidos (12.6%) (Waliszewski, 1987), material no saponificable, humedad e impurezas 4 por ciento, un índice de peróxidos de 2.9 meq O<sub>2</sub>/kg (Mateos *et al.*, 2012), altas cantidades de pigmentos amarillos (Blanch *et al.*, 1996) carotenoides y xantofilas (910 ± 106 mg/kg) según Pardo *et al.*, 2001, contienen menos triglicéridos, por lo tanto su valor energético es menor (Mateos *et al.*, 1996).



Fuente: SIOL S.A.C. (2014)

**Figura 1.** Flujo del proceso de obtención del aceite acidulado

Los aceites utilizados en la alimentación son obtenidos a partir de aceites crudos o productos de la refinación. Estos productos presentan valores altos de acidez libre, pero no se modifica el perfil de ácidos grasos (Lobos, 1995). En el Cuadro 1 se muestra la composición de los ácidos grasos del aceite acidulado de soya dada por diferentes autores.

### **2.1.2 Aceite acidulado de soya en la alimentación animal**

Bazán (2002) utilizó en la alimentación de truchas para la etapa de crecimiento una dieta de 4.6% de aceite compuesto para el primer tratamiento y dietas conteniendo 4.6% de aceite acidulado de pescado para el segundo tratamiento. En el cual demostró que el aceite acidulado de pescado en reemplazo peso a peso del aceite compuesto no altera el rendimiento productivo, ni la calidad sensorial, logrando además un menor costo del alimento por kilogramo de ganancia de peso.

Aguilar *et al.* (2012) evaluó tres niveles de inclusión de ácidos grasos neutralizados (0, 2.5 y 5%) en reemplazo del aceite crudo soya en dietas para alevines de tilapia. Los resultados obtenidos indicaron que la dieta control obtuvo mejores rendimientos productivos seguida por la dieta con 5% de AGN, tampoco se observó una diferencia significativa en los costos de alimentación.

Bedoya (2003), evaluó dos niveles de inclusión de aceite acidulado de soya (3%) y aceite semirefinado de pescado (3%) en pollos de carne. El resultado obtenido fue que la dieta con aceite acidulado de soya a un 3% produjo mayor ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia en la evaluación en comparación a la dieta control de aceite semirefinado de pescado a un 3%.

**Cuadro 1.** Composición de ácidos grasos del aceite acidulado de soya (%) dada por diferentes autores

Ácidos grasos	1	2	3	4	5
Palmitoleico	0.1	0.1	ND	0.85	ND
Esteárico	8.5	6.3	3.9	5.83	4.4
Oleico	37.2	23.3	27.27	18.47	15.7
Linoleico	17.3	37.8	42.92	18.29	55.6
Linolénico	2.0	3.8	4.77	1.51	7.1
Palmítico	29.5	28.2	20.76	10.06	17.2

1. Sibbald y Kramer (1977). 2. Waliszewski (1986). 3. Blanch *et al* (1995). 4. Narciso (2002). 5. Haas (2005).

FUENTE: PEREZ, J. (2011)

Pérez (2011), evaluó dos aceites acidulados de soya con el fin de formular dietas más económicas en pollos de engorde. Las pruebas consistieron en evaluar la energía metabolizable de un aceite crudo de soya y dos aceites acidulados de soya, además de los pesos de las pollas, consumo de alimento y conversión alimenticia. El aceite crudo y los acidulados de soya se incluyeron en niveles de: 2% y 4% respectivamente. El resultado obtenido fue que no se encontró diferencias significativa para la EM, los valores obtenidos fueron de 8337 Kcal/kg, 8296 Kcal/kg, 8528 Kcal/kg para el aceite crudo y los dos tipos de aceite acidulado respectivamente. Tampoco se obtuvo diferencias significativas en el peso de pollas, consumo de alimento y conversión alimenticia. Sin embargo disminuyó los costos de producción en las etapas de inicio, crecimiento y desarrollo.

Guevara (1996) evaluó niveles de aceite de pescado en el comportamiento productivo de pollos de carne en la etapa de acabado, obteniendo una mejor respuesta con la dieta conteniendo 10% de aceite acidulado y suplemento de vitamina E (100 gr/ TM), no encontrando diferencias en las características organolépticas de la carne.

Ticona (1997) evaluó el comportamiento productivo y el contenido de ácidos grasos  $\omega 3$  en el huevo, para esta prueba utilizó niveles de aceite acidulado de pescado de 5%, 7,5% y 10 % en dietas de gallinas ponedoras en la etapa de producción. Tanto la producción así como el color de la yema no se vio afectada con los niveles de 5% y 7.5%; además se observó que a medida que se incrementaban los niveles de aceite acidulado de la dieta, se obtenían mayores niveles de  $\omega 3$  en el huevo.

## **2.2 Aceite crudo de soya**

### **2.2.1 Características generales**

El aceite crudo de soya es la grasa de origen vegetal de mayor disponibilidad en mercado, siendo en general el que presenta mayor calidad, con un alto contenido de triglicéridos y de ácidos grasos insaturados (Fernandes *et al.*, 2002) así como ácidos grasos libres mono-, di-, y triacilglicéridos, fosfolípidos, pigmentos, esteroides, tocoferoles, glicerol, hidrocarburos, vitaminas, fragmentos de proteínas, glicolípidos, pesticidas, mucílagos entre otros (Dummont y Narine, 2007). Ya que el aceite se utiliza crudo, lleva incorporado

las gomas (colina, fosfolípidos, antioxidantes y vitaminas A, E) lo que ayuda a la conservación durante el almacenaje y mejora la digestibilidad (Wiseman, 1984). Este aceite pertenece al grupo de aceites de ácido linolénico, junto con aceites de lino y el cáñamo. La composición de glicéridos presenta una distribución pareja. Según esto, los triglicéridos contienen cada uno dos ácidos grasos insaturados de acuerdo con la composición de ácidos grasos, De acuerdo a esto cuanto mayor sea la distribución al azar de los ácidos grasos insaturados, mayor será el punto de fusión del aceite de soja (Norman, 1983).

En el aceite de soja también pueden encontrarse contaminantes y otros contribuyentes indeseables, tales como: metales, residuos de pesticidas y disolventes halogenados. Muchos de estos compuestos se reducen a un mínimo o desaparecen durante la refinación (Boskou, 1998). Es así que las fracciones de humedad, impurezas, insaponificables y productos de oxidación, constituyen la fracción no nutritiva de la grasa y su nivel se correlaciona negativamente con el aporte de energía (Lobos, 1995). Es por eso que un criterio muy usado para medir la calidad de las grasas y aceites es el contenido de ácidos grasos libres (Austreng y Gjefsen, 1981). Sin embargo el contenido de estos como un criterio de calidad de grasas y aceites ha sido utilizado sin mucha evidencia experimental (Opsvedt, 1985).

Otro factor a tener en cuenta es la autooxidación de los lípidos, que es el proceso en el cual el oxígeno reacciona con los ácidos grasos insaturados. Inicialmente se forman peróxidos que se descomponen en hidrocarburos, aldehídos, cetonas y cantidades menores de epóxidos y alcoholes (Ziller, 1994). Estos componentes pueden ser tóxicos para el pez o reaccionar con otros componentes dietarios y por tanto reducir su valor nutricional (NRC, 2011).

El resultado de la autooxidación de las grasas y aceites es el desarrollo de sabores y aromas desagradables característicos de esta alteración conocida como “enranciamiento oxidativo”. Algunas grasas resisten esta modificación en un amplio grado, mientras que otras son más susceptibles, dependiendo del grado de insaturación, de la presencia de agentes antioxidantes y de factores externos como la luz (Ziller, 1994).

La resistencia del aceite a la autooxidación está relacionada con los niveles altos de triglicéridos monoinsaturados, y con la presencia de antioxidantes naturales. El  $\alpha$ -tocoferol está considerado como uno de los más importantes antioxidantes de los aceites (Shersvin, 1976 y Bauernfeind, 1980). Los requerimientos de  $\alpha$ -tocoferol están relacionados con el contenido de ácidos grasos en la dieta (Watanabe *et al.*, 1981). Ya que se ha observado que un nivel elevado de linoleato en la dieta aumenta los requerimientos de  $\alpha$ -tocoferol. La ausencia de  $\alpha$ -tocoferol puede inducir una distrofia muscular aparente también llamada enfermedad de Sekoke, que se caracteriza por una notoria pérdida de carne en el dorso (Watanabe *et al.*, 1977).

Los estudios en truchas arco iris han mostrado que las patologías observadas como resultado de la alimentación de ácidos oxidados fueron similares a aquellos con deficiencia de vitamina E. Así mismo se ha demostrado en la trucha arco iris y la carpa común que los efectos tóxicos de alimentar con lípidos oxidados podría ser prevenido al incrementar el suplemento de vitamina E (NRC, 2011).

### **2.2.2 Valor nutricional**

Los lípidos de la soya contienen triglicéridos y fosfolípidos, además de pigmentos tocoferoles, esteroides y derivados de los triglicéridos. Este aceite está constituido en su mayoría por ácidos insaturados (oleicos 25-35%, linoleico 45-55% y linolénico 5-10%) mientras que la fracción saturada está (sobretudo ácido palmítico 10-12% y ácido esteárico 4-5%) representa el 10-15% del total (Venturi y Amaducci, 1986).

El aceite de soya también presenta compuestos secundarios como fosfatidos procedentes de la constitución de los tejidos, en especial la lecitina (O'Brien *et al.*, 2000), estos fosfolípidos pueden encontrarse como fosfatidilcolina, fosfatidiletanolamina y fosfatidilinositol y constituyen el 1.5-5% del extracto crudo de hexano (Norman, 1983).

El aceite de soya no purificado contiene también diversos esteroides que aparecen mayormente libres, pero también se los encuentra esterificados como glucósidos acidulados- La distribución de los esteroides entre sus diferentes clases no varía durante el desarrollo de la semilla hasta la madurez. Los esteroides son solubles en acetona y generalmente se los halla en la fracción fosfolípida cruda del aceite (Norman, 1983).

Otros compuestos importantes que se pueden encontrar en los aceites son los tocoferoles que son capaces de retardar la oxidación de estos, entre ellos se encuentran los  $\Delta$   $\gamma$  y  $\alpha$ -tocoferol. El aceite de soya tiene un contenido medio de 1.76 mg de tocoferol por gramo de aceite (O'Brien *et al.*, 2000), en la fracción de la lecitina puede encontrarse aproximadamente 0.1% de tocoferoles, y el destilado de aceite comestible contiene 2.5-3.0% (Norman, 1983). También es posible encontrar compuestos menores como hidrocarburos en cantidades de entre 7-17 mg por 100 gramos de aceite, y pequeñísimas cantidades de ceras, alcoholes, cetonas, etc. (O'Brien *et al.*, 2000).

## **2.3 Lípidos como fuente de energía en peces**

### **2.3.1 Estructura química**

Los lípidos se encuentran en productos alimenticios y depósitos de grasa de la mayoría de los animales, generalmente como triglicéridos, los cuales son éteres de ácidos grasos y glicerol (Tacon, 1987). Estos actúan como portadores de electrones, transportadores de sustratos en las reacciones enzimáticas, componentes de membrana biológicas y como fuente de reserva de energía (McDonald, 2002).

La mayoría de los lípidos tiene algún tipo de carácter no polar, es decir, poseen una gran parte apolar o hidrofóbico ("que le teme al agua" o "rechaza el agua"), lo que significa que no interactúa bien con solventes polares como el agua, pero sí con la gasolina, el éter o el cloroformo. Otra parte de su estructura es polar o hidrofílica ("que tiene afinidad por el agua") y tenderá a asociarse con solventes polares como el agua; cuando una molécula tiene una región hidrófoba y otra hidrófila se dice que tiene carácter de anfipático (Donatelle, 2005). La región hidrófoba de los lípidos es la que presenta solo átomos de carbono unidos a átomos de hidrógeno, como la larga "cola" alifática de los ácidos grasos o los anillos de esterano del colesterol; la región hidrófila es la que posee grupos polares o con cargas eléctricas, como el hidroxilo ( $-\text{OH}$ ) del colesterol, el carboxilo ( $-\text{COOH}$ ) de los ácidos grasos, el fosfato ( $-\text{PO}_4$ ) de los fosfolípidos (Mozaffarian *et al.*, 2006).

Durante la transformación industrial de grasas fluidas a grasas duras mediante hidrogenación, las dobles ligaduras antes de ser hidrogenadas, se transforman parcialmente en una forma Trans. Los ácidos grasos Trans se parecen a los ácidos grasos

saturados, y también tienen un punto de fusión alto. La tendencia mundial es disminuir los Trans que se forman en el proceso de industrialización de las grasas (Sermukslis, 1996). Así pues los aceites de soya, que son la grasa de origen vegetal de mayor disponibilidad en el mercado, presenta un alto contenido de triglicéridos y ácidos grasos insaturados (Fernandes *et al.*, 2002).

### **2.3.2 Digestión y absorción**

La digestión representa los procesos físicos y químicos que ocurren en el tubo gastrointestinal, donde las moléculas grandes y complejas se transforman en pequeñas moléculas que pueden ser absorbidas y usadas por el animal (Scott *et al.*, 1982). La temperatura del agua también juega un papel fundamental respecto a la digestibilidad de grasas y de ácidos grasos en truchas arcoíris (Austreng *et al.*, 1980).

En el caso de los salmónidos que son peces carnívoros, estos presentan un aparato digestivo con disposición y estructura para estas funciones. Las truchas pueden ingerir bien las grasas (85-99%) dependiendo de su origen, y absorben mejor los ácidos grasos insaturados que los de carácter saturado, siendo la digestibilidad mayor cuanto menor sea el punto de fusión de la grasa en cuestión (aceites) (Blanco, 1995). Para que los lípidos procedentes de la dieta puedan ser incorporados como nutrientes al organismo, se lleva a cabo una cadena de procesos desde la ingestión de los mismos que son: lipólisis, solubilización, absorción hacia el interior del eritrocito, re-esterificación y transporte hacia la linfa (Sargent *et al.*, 2002).

Los lípidos dietarios bajo la forma de triglicéridos, son hidrolizados por enzimas digestivas a una mezcla de ácidos grasos libres y monoglicéridos (NRC, 2011). Esta rotura es llevada a cabo en el lumen intestinal o en los ciegos pilóricos, en el caso de tenerlos, por enzimas lipasas de origen pancreático (Fange y Grove, 1979; Smith, 1989; Olsen y Ringo, 1997), tanto estas lipasas como esterasas suelen ser específicas en su actividad y es muy común encontrarlas en toda la longitud del intestino (Hepher, 1993). Luego estos compuestos son absorbidos en el tramo posterior del tracto intestinal (Koven *et al.*, 1997).

Los ácidos grasos libres y los monoglicéridos forman micelas con la ayuda de la bilis, que está compuesta de ácidos biliares (Hepher, 1993), colesterol y fosfolípidos que se orientan con sus regiones hidrofóbicas hacia el interior de la micela y sus grupos polares hacia el exterior, aumentando su solubilidad en el ambiente que lo rodea (Tocher *et al.*, 2002).

Una vez solubilizados o emulsionados los principales productos de la digestión atraviesan la membrana apical del enterocito (Sheridan, 1988), es probable que este proceso pueda ser realizado por acción pasiva (Tocher, 2003). Sin embargo en el eritrocito de truchas la velocidad de absorción depende del tipo de ácido graso (Pérez *et al.*, 1999). El tamaño y la estructura del ácido graso determinan su facilidad de paso a través de las proteínas ligadas a membrana o FABP (fatty acid binding proteins) que tienen afinidad por distintos tipos de ácidos grasos (Halldorsson y Haraldsson, 2004).

Una vez que las micelas pasan al enterocito, específicamente en el retículo endoplasmático, la mayor parte de los ácidos grasos libres son reesterificados con glicerol, acil-glicerol y lisofosfolípidos, para formar de nuevo triglicéridos y fosfolípidos (Sargent *et al.*, 2002). El destino de los ácidos grasos dentro del enterocito parece ser diferente, ya que ácidos grasos tales como el 20:4 $\omega$ -6, 20:5 $\omega$ -3, 22:6-3 y 16:0 se esterifican preferentemente en los fosfolípidos (Minich *et al.*, 1997 y Olsen *et al.*, 1999), mientras que el 18:1 $\omega$ -9 y 18:0 aparecen mayoritariamente en los triglicéridos (Pérez *et al.*, 1999 y Fonseca-Madriral *et al.*, 2005)

Los ácidos grasos libres absorbidos son, en su mayoría, reesterificados en forma de triglicéridos, empaquetados en quilomicrones y secretados hacia la linfa atravesando la membrana basolateral del enterocito (Minich *et al.*, 1997; Tocher *et al.*, 2002) los quilomicrones son lipoproteínas que constituyen un medio de transporte fisiológicamente estable a través del medio acuoso en el que se encuentran y que serán transportados al hígado que es el centro lipogénico, o al resto de los tejidos (Fonseca-Madriral *et al.*, 2005). Los lípidos que son transportados en los quilomicrones y que llegan al hígado son liberados y utilizados de nuevo, para la síntesis de lipoproteínas de baja densidad, que a su vez transportan lípidos a los diferentes tejidos y órganos de reserva (Tocher *et al.*, 2002 y Bell *et al.*, 2001). Asimismo algunos de los ácidos grasos en el enterocito no formaran parte de los quilomicrones, sino que serán  $\beta$ -oxidados o acumulados como reserva

energética del propio enterocito o pasarán a formar parte de las estructuras de membrana, previa transformación o no, en otros ácidos grasos derivados (Minich *et al.*, 1997 y Fonseca-Madrigal *et al.*, 2005).

### **2.3.3 Metabolismo**

En términos generales, el metabolismo de los lípidos, incluyendo la síntesis de *novo* de ácidos grasos (Mathews y Van Holde, 2002), su  $\beta$ -oxidación en las mitocondrias o en los peroxisomas, la esterificación de los ácidos grasos para formar triglicéridos o fosfolípidos, etc., es igual que el descrito para otros vertebrados (Lehninger, 2006). Sin embargo hay que tener en cuenta que mientras los triglicéridos son las grasas mayoritarias en la dieta de peces tales como salmónidos, sardinas y arenques (CAICYT, 1987).

Si hay un exceso de energía en la dieta, esta se depositaría principalmente como grasa, conteniendo mayores cantidades de ácidos grasos altamente insaturados que los vertebrados. Las vías de acumulación de grasa son a partir de grasa exógena y por síntesis de *novo*. Así la principal fuente de ácidos grasos altamente insaturados es exógena. (Hepher, 1993). Dietas con niveles de hasta 25% de ácidos grasos 22:1 pueden causar lipodosis cardiaca en otros animales, mientras que en peces inducía una ruta oxidativa peroxisomal adicional a la  $\beta$ -oxidación mitocondrial. Estos peroxisomas actúan también sobre los ácidos grasos de cadena larga reduciendo su tamaño hasta acil-CoA de bajo peso molecular que son mejores sustratos para la  $\beta$ -oxidación mitocondrial (Henderson y Sargent, 1994, 1995).

En la lipogénesis hepática, la actividad de la glucosa 6 fosfato deshidrogenasa, disminuye al incrementarse el nivel de grasa en la dieta con menor carbohidrato digestible. La actividad del acetil CoA carboxilasa puede ser reducida con dietas altas en grasa y bajas en carbohidratos digestibles sin tener que tomar en cuenta el nivel de proteína. La actividad de la ácido graso sintetasa fue reducida con un incremento en el nivel de la grasa. Así la glucosa 6 fosfato deshidrogenasa y la ácido graso sintetasa son las reguladoras en la utilización de nutrientes (Corraze *et al.*, 1996).

## **2.4 Trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*)**

### **2.4.1 Aspectos generales**

La trucha arcoíris presenta un cuerpo fusiforme con una conformación idéntica a la de los demás salmónidos, en especial los del Pacífico. La banda airisada longitudinal que marca los flancos le ha conferido su nombre. La coloración general varía según el medio de vida, con el dorso verde-gris y el vientre blanco. Unos puntos negros destacan del conjunto del cuerpo así como aletas dorsal, anal y caudal, lo cual constituye la diferencia respecto a otras truchas. Alcanza tamaños importantes, de 50 cm en las formas sedentarias y mayores en las que viven en lagos y ríos (Breton, 2007).

En la producción de truchas es importante conocer la calidad de agua que se está utilizando, las aguas utilizadas por lo general son de origen iótico (ríos) ya que las características físicas y químicas de estas permiten desarrollar el cultivo de truchas en forma sostenible, tal y como se muestran en el Cuadro 2. Las aguas de río y de manantial, proporcionan un ambiente capaz de generar crecimiento y desarrollo en las truchas, permitiéndole así alcanzar tallas comerciales con costos razonables (SAIS Túpac Amaru Ltda. N°1. 2014).

### **2.4.2 Requerimientos nutricionales**

En los peces los lípidos cumplen roles importantes como fuente de energía y de ácidos grasos esenciales, también son importantes transportadores de vitaminas liposolubles y pigmentos carotenoides (Watanabe, 1988). Respecto al valor nutricional del alimento, este no solamente está basado en su composición química, sino también sobre la cantidad de nutrientes o en energía que el pez pueda absorber o usar. Esta biodisponibilidad de los alimentos por el pez, puede estar definida generalmente en términos de digestibilidad, o en el caso de energía, metabolizabilidad (NRC, 2011). En el Cuadro 3 se muestran los requerimientos nutricionales para los alevines de trucha.

**Cuadro 2.** Requerimientos de calidad de agua para truchas

Parámetro de caracterización	Unidades	Valor
Temperatura del agua	°C	11 – 12.2
pH		6.5 - 9
Salinidad	ppt	0 - 35
Oxígeno disuelto	mg/l	>5
Dióxido de carbono	mg/l	<2
Nitritos	mg/l	<0.55
Nitrógeno amoniacal	mg/l	<0.012
Sólidos suspendidos	mg/l	<80
Sólidos disueltos	mg/l	<400
Ac. sulfídrico	mg/l	<0.002

FUENTE: DE LA OLIVA, G. (2011)

**Cuadro 3:** Requerimientos nutricionales en alevines de trucha arco iris

<b>Nutriente</b>	<b>Cantidad</b>
Proteína (%)	40 - 50
Fibra (%)	<6
Lípidos (%)	<13.9
Cenizas (%)	6.2
Energía digestible (MJ/kg)	17
Arginina (%)	1.5
Histidina (%)	0.8
Isoleucina (%)	1.1
Leucina (%)	1.5
Lisina (%)	2.4
Metionina (%)	0.7
Met. + Cis. (%)	1.1
Fenilalanina (%)	0.9
Treonina (%)	1.1
Triptófano (%)	0.3
Valina (%)	1.2
Vit A (mg/kg)	0.75
Vit D (µg/kg)	40
Vit E (mg/kg)	50
Vit C (mg/kg)	20
Sodio (%)	0.6
Fósforo (%)	0.7

FUENTE: NRC (2011)

#### **2.4.2.1 Proteínas**

Las proteínas se componen del 70% del peso de la materia orgánica que se encuentra en el tejido del pez; por lo tanto, el contenido de proteínas es uno de los compuestos de nutrición más importantes de los alimentos balanceados para peces (Mantilla, 2004).

La proteína es utilizada por el organismo con tres fines fundamentales: mantenimiento, crecimiento y formación de estructuras proteicas (Walton, 1987). Los requerimientos de proteína están alrededor del 35% con el aporte del alimento, la alta concentración de proteína es necesaria para una máxima tasa de crecimiento con aportes de 45 y 50% de proteína total para alevines, a 45% para juveniles y 40% para reproductores (Crampton, 1985).

La trucha no tiene una verdadera necesidad de proteína, pero requiere de una combinación balanceada de los 20 aminoácidos esenciales y no esenciales más importantes, que componen las proteínas. El pez utiliza la proteína de la dieta mediante la digestión de ellas, convirtiéndolas en aminoácidos libres, que se absorben en la sangre y se distribuyen a los tejidos, de todo el organismo donde a la vez son reconstituidos en las proteínas específicas de los tejidos de la trucha (Walton, 1987).

#### **2.4.2.2 Energía**

Las truchas presentan una escasa capacidad de aprovechamiento de los carbohidratos y las grasas como fuentes de energía, por lo que la mayoría de energía potencial de la trucha debe ser obtenida a partir de las proteínas. La trucha puede aprovechar solamente un 15% de la proteína vegetal por lo que en la práctica toda la energía metabolizable se obtiene a partir de la proteína de origen animal de la dieta (Drummond, 1988).

Los niveles óptimos de proteína digestible para trucha arco iris son de 33% para una energía digestible de 3,6Kcal/g y peso corporal de 90 g (Cho y Kaushik, 1985) y un 42% de proteína digestible para una energía digestible de 4,10 Kcal/g y un peso de 94g respectivamente (Lock, 1997).

### **2.4.2.3 Carbohidratos**

Ningún requerimiento de carbohidratos en la dieta ha sido demostrado en peces, sin embargo si los carbohidratos no están presentes en la dieta, otros componentes como proteína y lípidos serán catabolizados para proveer energía y para la síntesis de varios componentes biológicos importantes comúnmente provenientes de los carbohidratos (NRC, 2011). La digestibilidad de los carbohidratos depende del tipo de carbohidrato (azúcares simples vs almidones nativos) y del nivel de carbohidratos en la dieta (Heinsbroek, 1990).

### **2.4.2.4 Lípidos**

Toda dieta elaborada para truchas, precisa una pequeña cantidad de grasas digeribles. Las grasas sólidas son mal digeridas por las truchas. Por lo tanto grasas con bajo punto de fusión que son fáciles de digerir pueden producir infiltraciones grasas del riñón y el hígado, que causan deficiencias funcionales que provocan la muerte. El nivel máximo de grasas recomendado es aproximadamente del 8%, niveles más elevados no son perjudiciales si se protegen de la oxidación (Mantilla, 2004).

La deficiencia de ácidos grasos esenciales da como resultado reducción de crecimiento, síntomas de deficiencia incluyen despigmentación, erosión de las aletas, miopática cardíaca e infiltración grasosa del hígado (Bureau y Young, 2000).

### **2.4.2.5 Fibra**

La fibra puede ser digerida por peces carnívoros (Coll, 1991), aun así las dietas con excesivas cantidades de fibra pueden reducir la ingesta del nutriente y aumentar las heces provocando una contaminación en el agua (NRC, 2011). Sin embargo pueden tolerar niveles de hasta 8%, ya que excederse esta cantidad podría ocasionar una supresión del crecimiento (Lock, 1997).

#### **2.4.2.6 Vitaminas**

La trucha no puede sintetizar las vitaminas, siendo necesario su aporte con el alimento. Las 15 vitaminas esenciales incluyen cuatro liposolubles (A, D, E, K) y las otras restantes son hidrosolubles incluyen vitaminas del complejo B y colina, ácido ascórbico e inositol (Vergara, 1998).

#### **2.4.3 Aceites en la alimentación de truchas**

La fabricación de piensos para engorde de peces carnívoros depende de la limitada producción de harinas y aceites de pescado (Turchini *et al.*, 2009), teniendo la importancia de estos, en especial de los  $\omega$ -3 en la nutrición resulta evidente que el uso de los aceites vegetales, de composición tan diferente al aceite de pescado (McKenzie, 2001), puede afectar el balance nutricional y osmótico del pez y a su resistencia a enfermedades (Mourente *et al.*, 2007).

Con respecto al gasto de energía asociada al metabolismo de proteína asimilada, puede ser reducida por el lípido dietario. Así el contenido dietario de proteína en dietas para truchas arcoíris puede ser reducido de 48 a 35% sin reducción en la ganancia de peso, si la concentración de lípido se incrementa de 15 a 20 % (Bamish y Medland, 1986, citado en NRC, 2011). Mientras que el efecto principal del ahorro de proteína, por los lípidos de la dieta, es el de reemplazar una fracción una fracción de proteína que de otra forma habría de ser catabolizada y utilizada tanto como energía, como para sintetizar lípidos (Bromley, 1980).

Una provisión de un óptimo balance de energía en la dieta es causante de un exceso o deficiencia de energía no proteica. El óptimo balance es dificultoso, los niveles de proteína pueden ser reducidos y los niveles de lípidos dietarios incrementados a un punto sin disminuir la conversión alimenticia y la tasa de crecimiento. Sin embargo esto se realiza a expensas de un incremento de grasas en la carcasa. Así los cambios en la composición corporal de los peces podrían tener consecuencias para su comercialización (Cho *et al.*, 1983).

Respecto a la utilización de lípidos, ningún efecto adverso resultó en el parcial reemplazo de aceite de soya o aceite de pescado con grasa animal en dietas suministradas a truchas, cubriendo en la dieta la cantidad requerida de ácidos grasos esenciales. La influencia de los ácidos grasos de los lípidos dietarios respecto al crecimiento parece ser secundario a otros factores como la energía y proteína de los aceites suministrados (Reinitz y Yu, 1981). Ya que si se suministran aceites con diferentes contenidos de ácidos grasos libres (1.8% y 11% de AGL) tampoco se encontraría efecto significativo en el crecimiento, mientras que la mortalidad fue algo superior con la dieta de bajo contenido de ácidos grasos libres. La composición química de la carcasa fue similar en ambos tratamientos, a excepción del contenido de lípidos, el cual fue ligeramente superior en peces alimentados con bajo contenido de AGL (Autreng y Gjefsen, 1981).

También se debe tener en cuenta el efecto de la relación entre proteínas y lípidos en salmónidos como las truchas arcoíris, si se utilizan dietas con diferentes proporciones proteicas (16-48%) y lipídicas (5-20%) se observa que a los niveles lipídicos empleados, la proteína de la dieta podía reducirse desde 48% a 35% sin pérdida del incremento de peso. Para la determinación de la relación óptima, Energía-Proteína, se utilizaron dietas con diferentes concentraciones de lípidos (5-25%) y se mantuvo fija la proporción de proteína (35%), obteniendo como resultado que a medida que aumentaba el contenido lipídico se obtenían valores más elevados de retención de proteína con mejores ganancias de peso y alcanzando el valor máximo cuando la proporción lipídica en la dieta constituía el 18% (Takeuchi *et al.*, 1978).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Lugar y periodo de duración**

La evaluación se realizó en los estanques el Centro de Producción Piscícola de Vinchos, situado en el distrito de Canchayllo, perteneciente a la SAIS “Túpac Amaru” Ltda. N° 1, provincia de Jauja, Departamento de Junín, a 3771 msnm. La temperatura promedio del agua fue de 12°C, con oxígeno disuelto de 7.35 mg/l. La elaboración del alimento balanceado se realizó en la Planta de Alimentos Balanceados del Programa de Investigación y Proyección Social en Alimentos, Facultad de Zootecnia y el análisis químico proximal de las dietas se llevó a cabo en el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA) del departamento de Nutrición Animal de la Facultad de Zootecnia. La evaluación se realizó en los meses de Marzo y Abril del 2015 con una duración total de 60 días.

#### **3.2 Instalaciones y equipos**

Se utilizaron estanques (pilas) en paralelo de concreto con una capacidad efectiva de 2.25 m<sup>3</sup> con un caudal promedio de 1.25 l/s. Los estanques fueron limpiados extrayendo el limo después de un proceso de desecación, luego estos estanques son encalados con cal viva que tiene una acción antiparasitaria.

Los materiales y equipos utilizados fueron los siguientes: Seines, jarras o recipientes de plástico, canastillas, seleccionadores N° 5, carcales, trípode, escobillones, musleras y recipientes plasticos rotulados para la separación de las dietas por unidad experimental. Los equipos utilizados fueron: Balanza tipo reloj, balanza digital, ictiometro, termómetro graduado en grados centígrados, pH-metro digital, kit Sera y oxímetro (mg/l).

#### **3.3 Peces experimentales**

Se utilizaron 40500 alevinos truchas arco iris, con un peso vivo aproximado de 0.126 g. y una longitud de 2.26 cm. Los peces fueron distribuidos al azar en 9 estanques, con un número de 4500 peces y una biomasa de 535.4 g. por estanque.

### **3.4 Producto evaluado**

El ingrediente evaluado fue el aceite acidulado de soya con coeficientes de digestibilidad aparente de  $75.45 \pm 8.32$  por ciento para la materia seca y  $85.96 \pm 3.05$  por ciento para la energía, mientras que el aceite crudo de soya contiene  $82.38 \pm 0.61$  para la materia seca y  $91.43 \pm 5.36$  por ciento para la energía. La energía digestible es 7.980 Mcal/Kg para el aceite acidulado y 8.537 Mcal/Kg para el aceite crudo de soya. (Remício, comunicación personal).

### **3.5 Tratamientos**

Se establecieron los tratamientos en reemplazo de peso a peso del Aceite Crudo de Soya por Aceite Acidulado de Soya:

Tratamiento 1: Dieta: sin reemplazo de aceite acidulado.

Tratamiento 2: Dieta: con 2.5% de aceite acidulado.

Tratamiento 3: Dieta: con 5% de aceite acidulado.

### **3.6 Dietas experimentales**

Se formularon 3 dietas experimentales, establecidas como tratamientos en base a los requerimientos nutricionales para peces recomendados por la National Research Council (2011) para alevines de trucha arco iris utilizando la formulación al mínimo costo, por programación lineal. En el Cuadro 4 se muestra los ingredientes que conforman las dietas utilizada y su valor nutritivo calculado y en el Cuadro 5, se muestra la fórmula de premezcla de vitaminas y minerales. Mientras que los resultados del análisis proximal se muestran en el Anexo 2. En la preparación de los tratamientos se utilizaron ingredientes tales como harina de pescado, harina de trigo, torta de soya, aceite de soya y aditivos tales como carbonato de calcio, premezcla de vitaminas y minerales.

**Cuadro 4:** Fórmula de las dietas utilizadas y su valor nutritivo calculado.

<b>DIETAS EXPERIMENTALES</b>			
	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>Niveles de inclusión de aceite acidulado de soya</b>	<b>0%</b>	<b>2.5%</b>	<b>5%</b>
<b>Niveles de inclusión de aceite crudo de soya</b>	<b>5%</b>	<b>2.5%</b>	<b>0%</b>
<b>INGREDIENTES</b>			
Hna. de pescado prime,66	30.00	30.00	30.00
Harinilla de trigo	23.64	23.64	23.64
Torta de soya, 47	20.00	20.00	20.00
Harina de carne, 60	20.00	20.00	20.00
Aceite crudo de Soya	5.00	2.50	0.00
Aceite Acidulado de Soya	0.00	2.50	5.00
Ligante	0.50	0.50	0.50
Sal	0.43	0.43	0.43
Premezcla Vit. y min.	0.20	0.20	0.20
Cloruro de colina	0.10	0.10	0.10
Aditivos	0.10	0.10	0.10
Antioxidante	0.03	0.03	0.03
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>VALOR NUTRICIONAL ESTIMADO (%)</b>			
Materia seca	91.09	91.09	91.09
Proteína	45	45	45
Fibra	2.65	2.65	2.65
Grasa	11.28	11.28	11.28
Ed. Truchas (Mcal/kg)	3.78	3.78	3.78
Lisina	2.97	2.97	2.97
Metionina	0.9	0.9	0.9
Cistina	0.61	0.61	0.61
Arginina	0.8	0.8	0.8
Histidina	1.16	1.16	1.16
Isoleucina	1.88	1.88	1.88
Treonina	1.84	1.84	1.84
triptofano	0.5	0.5	0.5
Met + cist	1.49	1.49	1.49
Fen + tir	3.42	3.42	3.42
Ac. Gs n-3	2.12	2.12	2.12
Ac. Gs n-6	2.63	2.63	2.63
Fosf. Total	1.28	1.28	1.28
Sodio	0.6	0.6	0.6

**Cuadro 5:** Fórmula de la Premezcla para acuicultura

<b>Nutriente</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Vitamina A	9333.34	UI
Vitamina D3	1333.34	UI
Vitamina E	93.34	UI
Tiamina	12.00	Mg
Riboflavina (B2)	13.34	Mg
Niacina	100.00	Mg
Ácido Pantoténico	33.34	Mg
Piridoxina (B6)	10.00	Mg
Biotina	0.54	Mg
Ácido fólico	2.66	Mg
Ácido ascórbico	400.00	Mg
Vitamina B12	0.02	Mg
Cloruro de colina	400.00	Mg
Manganeso	16.66	Mg
Hierro	13.34	Mg
Zinc	13.34	Mg
Cobre	1.00	Mg
Yodo	1.00	Mg
Selenio	0.20	Mg
Cobalto	1.00	Mg
B.H.T	80.00	Mg
Excipientes c.s.p	2000.00	Mg

\*Composición por 1 Kg de premezcla

FUENTE: DMS Nutritional Products Peru S.A. (2011)

### **3.7 Sistema de alimentación**

La alimentación de los peces fue todos los días, a excepción de los días de muestreo para el control biométrico, mientras que un día antes de este se brindó solo la mitad de la ración correspondiente. La limpieza de los estanques fue diaria, antes de comenzar la alimentación, ya que en este tiempo también se llevó a cabo el control de mortalidad, en el cual se retiraban todos los peces que se encontraban muertos mediante el empleo de un carcal. El sistema de alimentación fue a la saciedad, la tasa de alimentación se expresa en porcentaje de la biomasa, utilizándose como base inicial un 8% de esta.

La alimentación se hizo seis veces al día (8:30, 10:00, 11:30, 13:00, 14:30 y 16:00 horas) los siete días de la semana, con una distribución manual del alimento bajo la modalidad de “al voleo”.

### **3.8 Evaluación físico-química del agua**

En el Anexo 1 se muestra el resultado de la evaluación físico-química del agua, para lo cual se siguió con el protocolo utilizado por Bustamante (2009). El agua que alimentaba la sala de alevinaje provenía del manantial Elena Puquio, el cual estaba ubicado a 190 metros de la sala y contaba con un caudal de 258 l/s.

#### **3.8.1 Temperatura**

Se registró directamente del estanque, utilizando un termómetro de mercurio. El control de temperatura se realizó tres veces al día (8:00, 12:00 y 16:00 horas).

#### **3.8.2 Oxígeno disuelto**

Se evaluaron todos los estanques cada quince días con el medidor de la marca PinPoint II, el cual puede mostrar una lectura digital para el oxígeno disuelto. Su rango de medición es de 0.0 a 20.0 mg/l.

### **3.8.3 pH**

Se utilizó un medidor de pH, marca Oaklon, con rango de medición de 1.0 a 15.0 y con 0.1 de precisión. La medición se realizó semanalmente en cada una de las unidades experimentales.

### **3.8.4 Nitrato**

Fue medido semanalmente mediante el kit colorimétrico de tres reactivos de la marca Sera. El rango de medición es de 0.0 a 400.0 mg/L. La muestra fue tomada directamente de los estanques.

### **3.8.5 Nitrógeno amoniacal total**

Se determinó semanalmente mediante el kit colorimétrico de la marca Sera. El rango de medición para el amonio es de 0.0 A 10.0 mg/L. El amoniaco se halló indirectamente, tomando como referencia el contenido de amonio y el pH, siendo el rango de medición de 0.003 a 3.6 mg/L.

## **3.9 Evaluaciones biométricas**

En estas evaluaciones se tomaron muestras de aproximadamente el 10 % de cada unidad experimental, las cuales eran realizadas cada 15 días.

### **3.9.1 Peso y longitud**

En cada control biométrico se tomó una muestra del 10% de cada unidad experimental, los cuales eran pesados con la ayuda de una balanza de precisión, para el caso del peso, obteniéndose así tanto los pesos unitarios (g) como la biomasa (Kg). Para obtener la longitud también se tomó una muestra del 10% de cada unidad experimental, los cuales fueron medidos con la ayuda de un ictiómetro, obteniéndose así un promedio de longitud total (cm) de cada unidad experimental.

### 3.9.2 Ganancia de peso e incremento de longitud

La ganancia de peso y el incremento de longitud fueron obtenidas mediante las comparaciones entre pesos y longitudes de cada biometría con los datos obtenidos de las biometrías anteriores.

### 3.9.3 Consumo de alimento

La cantidad de alimento ofrecido, fue calculada considerando la biomasa total de peces por acuario, y la tasa de alimentación, iniciando con 8 por ciento de la biomasa. Luego se pesó el alimento restante y por diferencia se obtuvo la cantidad de alimento consumido. La alimentación fue seis veces al día los siete días de la semana.

### 3.9.4 Conversión alimenticia

La conversión alimenticia se determinó dividiendo el alimento consumido en el periodo de alimentación, entre la ganancia de peso en dicho periodo.

### 3.9.5 Tasa de crecimiento Relativa

La tasa de crecimiento, se obtuvo mediante la diferencia del peso final ( $W_t$ ) y el peso inicial ( $W_0$ ), dividido entre el tiempo de evaluación ( $t$ ).

$$T\% = \frac{P_{s\ i\ a\ 0} - P_{s\ i\ i\ a\ 0}}{T\ i}$$

FUENTE: HEINSBROEK (1990)

### 3.9.6 Supervivencia

La supervivencia se determinó mediante porcentaje, expresando el número de peces sobrevivientes al final del periodo de evaluación con respecto al número de peces inicial.

$$S (\%) = \frac{N^{\circ} \text{ peces}}{N^{\circ} \text{ peces inicial}} \times 100$$

### **3.9.7 Retención de eficiencia proteica (PER)**

Es la medida de peso ganado (en peso húmedo) por unidad de proteína ingerida. Es una manera de medir la retención de las proteínas provenientes del alimento.

$$PER = \frac{\text{Incremento en peso Húmedo (g)}}{\text{Proteína cruda (g)}}$$

### **3.10 Evaluaciones económicas**

Costo del alimento por kilogramo de ganancia de peso: se determinó en función al alimento, considerando el consumo total de alimento, el costo del alimento consumido y la ganancia de peso durante el periodo experimental.

### **3.11 Evaluaciones de las dietas suministradas**

Análisis proximal: se realizó a cada una de las dietas experimentales, previo muestreo. Estos análisis fueron realizados en el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA) del departamento de Nutrición Animal de la Facultad de Zootecnia.

Los métodos utilizados fueron:

- a) AOAC (2005), 950.46
- b) AOAC (2005), 984.13
- c) AOAC (2005), 2003.05
- d) AOAC (2005), 962.09
- e) AOAC (2005), 942.05

### 3.12 Diseño estadístico

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con tres tratamientos y tres repeticiones. Para la comparación de promedios se usó la prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ). Para el análisis estadístico se usará el Software Statistical Analysis System (1999). El modelo aditivo lineal es el siguiente:

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

$i = 1, 2, 3$  tratamientos  
 $J = 1, 2, 3$  repeticiones

Donde:

$Y_{ij}$  = variable respuesta que se obtiene de la unidad experimental que recibió el  $i$ -ésimo tratamiento en la  $j$ -ésima repetición.

$\mu$  = constante asociada a todas las observaciones.

$\tau_i$  = efecto del  $i$ -ésimo tratamiento.

$\varepsilon_{ij}$  = error experimental asociado a  $Y_{ij}$

Este análisis estadístico es utilizado para las variables peso y longitud, ganancia de peso e incremento de longitud, consumo de alimento, conversión alimenticia, tasa de crecimiento, sobrevivencia y retención de eficiencia proteica.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1 Parámetros de calidad del agua**

En la Figura 2 se muestra el comportamiento de las temperaturas de las pilas por tratamientos en cada quincena. En el Cuadro 6 se muestra los registros promedios de temperatura del agua durante la fase de experimentación, mientras que en el Cuadro 7 se observan los valores para el análisis químico del agua.

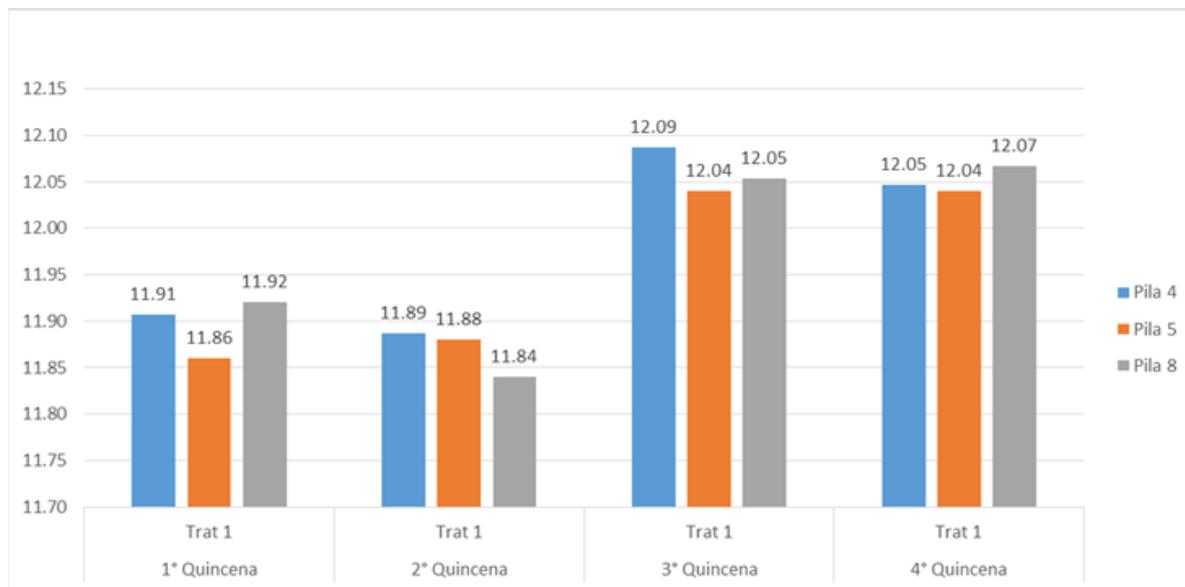
### **4.2 Peso y ganancia de peso**

Los pesos promedios obtenidos al inicio y al final de la evaluación, se muestran en el Cuadro 8 y Anexo IV. El Anexo V, muestra los resultados de la biomasa inicial, la biomasa final y la ganancia de peso por biomasa.

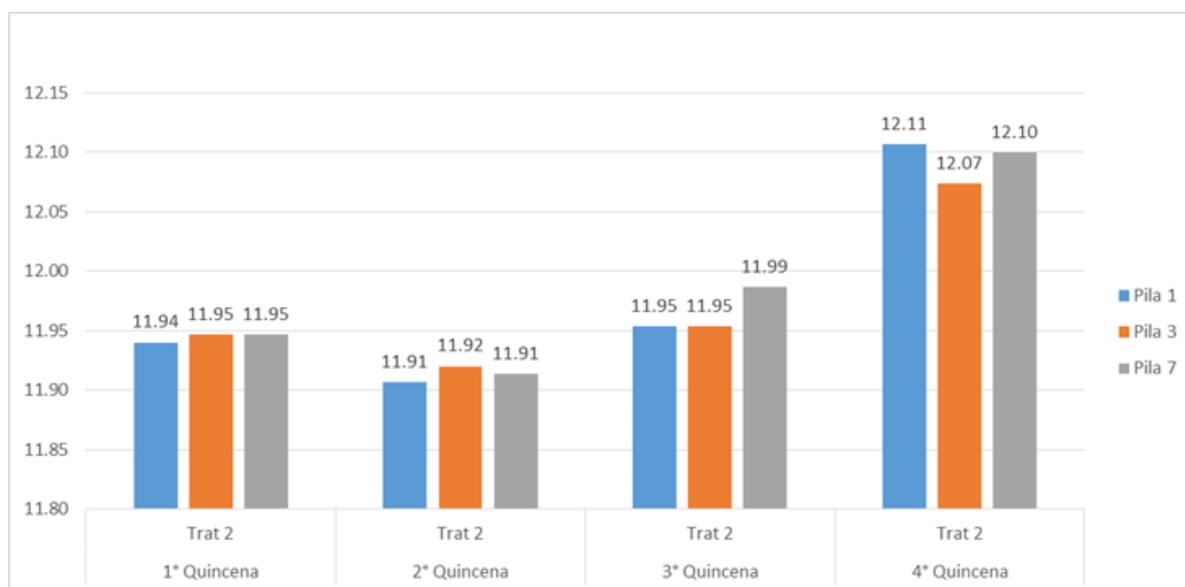
El análisis de variancia indica que no existen diferencias significativas ( $P>0.05$ ) entre los tratamientos para el peso inicial, el peso final, la ganancia de peso, la biomasa inicial, la biomasa final y la ganancia de biomasa (Anexo XII, Anexo XIV y Anexo XV).

Resultados similares fueron obtenidos en laboratorio por Herbas (Comunicación personal) al reemplazar peso a peso el aceite crudo de soya por aceite acidulado de soya en dietas de alevines de trucha. Así mismo Aguilar *et al.*, (2012) obtuvieron resultados similares al reemplazar en 50 y 100 por ciento el aceite crudo de soya por ácidos grasos neutralizados de soya en dietas para alevines de tilapia. Bazán (2002) reemplazó totalmente un aceite compuesto por aceite acidulado de pescado en dietas isoprotéicas e isoenergéticas para truchas de 38g mantenidas por 120 días con una alimentación controlada, sin encontrar diferencias significativas.

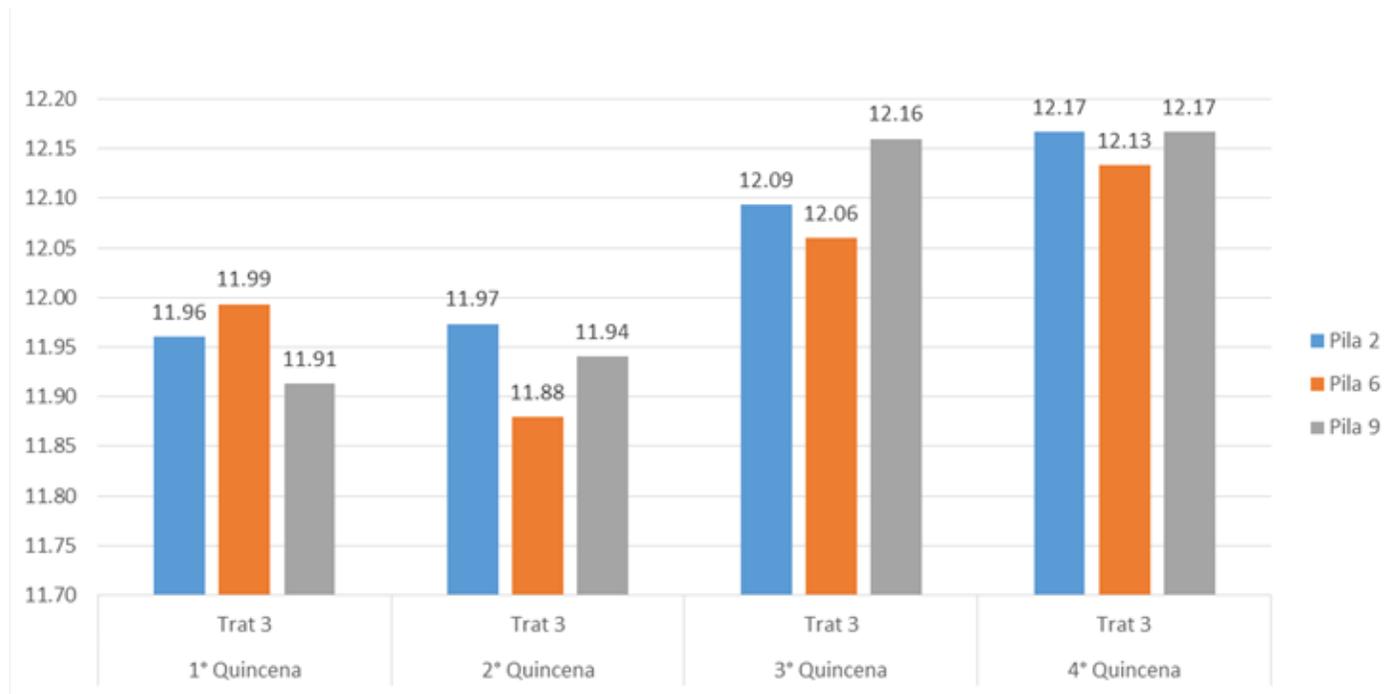
**Figura 2.** Comportamiento quincenal de las temperaturas para el tratamiento 1



**Figura 3.** Comportamiento quincenal de las temperaturas para el tratamiento 2



**Figura 4.** Comportamiento quincenal de las temperaturas para el tratamiento 3



**Cuadro 6.** Registro de temperatura promedio del agua por tratamiento

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>DÍAS</b>	<b>TEMPERATURA (°C)</b>
1		11.90
2	15	11.94
3		11.96
1		11.86
2	30	11.91
3		11.93
1		12.06
2	45	11.97
3		12.10
1		12.05
2	60	12.10
3		12.15

**Cuadro 7.** Análisis químico del agua

<b>PRIMERA QUINCENA</b>			
<b>PARÁMETRO</b>	<b>TRATAMIENTO 1</b>	<b>TRATAMIENTO 2</b>	<b>TRATAMIENTO 3</b>
O.D (mg/l)	7.190	7.219	7.210
pH	7.206	7.195	7.173
NITRATOS (mg/l)	1.097	1.095	1.089
AMONIACO (mg/l)	0.015	0.012	0.013

<b>SEGUNDA QUINCENA</b>			
<b>PARÁMETRO</b>	<b>TRATAMIENTO 1</b>	<b>TRATAMIENTO 2</b>	<b>TRATAMIENTO 3</b>
O.D (mg/l)	7.030	7.101	7.080
pH	6.925	6.912	6.919
NITRATOS (mg/l)	1.110	1.116	1.118
AMONIACO (mg/l)	0.012	0.013	0.012

<b>TERCERA QUINCENA</b>			
<b>PARÁMETRO</b>	<b>TRATAMIENTO 1</b>	<b>TRATAMIENTO 2</b>	<b>TRATAMIENTO 3</b>
O.D (mg/l)	6.360	6.420	6.410
pH	7.005	7.021	7.015
NITRATOS (mg/l)	1.071	1.004	1.008
AMONIACO (mg/l)	0.012	0.012	0.013

<b>CUARTA QUINCENA</b>			
<b>PARÁMETRO</b>	<b>TRATAMIENTO 1</b>	<b>TRATAMIENTO 2</b>	<b>TRATAMIENTO 3</b>
O.D (mg/l)	6.190	6.211	6.219
pH	7.101	7.111	7.110
NITRATOS (mg/l)	1.014	1.099	1.096
AMONIACO (mg/l)	0.012	0.013	0.011

**Cuadro 8.** Efecto de los diferentes niveles de aceite acidulado de soya en el desarrollo productivo de alevines de Trucha Arcoíris.

	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>Nivel de inclusión de AAS</b>	<b>0%</b>	<b>2.5%</b>	<b>5%</b>
<b>Nivel de inclusión de ACS</b>	<b>5%</b>	<b>2.5%</b>	<b>0%</b>
<b>Parámetros</b>			
<b>Peso (g)</b>			
Inicial	0.13	0.12	0.13
Final	1.90	1.89	1.83
Incremento de Peso	1.77a	1.77a	1.70a
<b>Longitud (cm)</b>			
Inicial	2.19	2.19	2.17
Final	5.40	5.36	5.34
Incremento de Talla	3.21a	3.17a	3.17a
<b>Biomasa (Kg)</b>			
Inicial	0.57	0.56	0.57
Final	8.24	8.23	7.98
Ganancia de Biomasa (Kg)	7.68a	7.68a	7.41a
<b>Número de peces</b>			
Inicial	4500	4500	4500
Final	4349	4368	4360
<b>Sobrevivencia (%)</b>	96.64a	97.06a	96.90a
<b>Retención de Eficiencia Proteica</b>	0.649a	0.646a	0.623a
<b>Tasa de Crecimiento (g/día)</b>	0.029a	0.029a	0.028a
<b>Consumo de alimento (Kg)</b>	6.28a	6.28a	6.30a
<b>Conversión alimenticia</b>	0.82a	0.82a	0.85a
<b>Costo de Alimentación</b>			
Costo de Alimento s./ Kg.	3.7	3.66	3.62
Costo de Alimento por Kg de ganancia de peso	3.03a	2.99a	3.08a
Costo Relativo	100	98.68	101.65

(a, letras similares; no difieren estadísticamente)

En otros estudios relacionados se encontraron similares respuestas, Gary y Yu (1981) reemplazaron parcialmente el aceite de soya o aceite de pescado con grasa animal en dietas para truchas de 2.4 g por 182 días con una alimentación controlada, encontrando también similar ganancia de peso y conversión alimenticia. Igualmente Mugrditchian *et al.*, (1981) realizaron un ensayo de 60 semanas en salmones chinoc de 0.1 g, los cuales fueron alimentados a un porcentaje de su peso vivo, las dietas contenían 8 % de lípidos con diferentes combinaciones de aceite de salmón, aceite de linaza y grasa animal, las cuales fueron formuladas de manera que cubran las necesidades de ácidos grasos esenciales, en este estudio no se encontraron diferencias significativas en el peso final

### **4.3 Talla e incremento de talla**

Los resultados obtenidos del incremento de talla se muestran en el Cuadro 8 y en el Anexo VIII. El análisis de variancia indica que no existen diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos para la talla inicial, final e incremento de talla (Anexo XVIII).

Los resultados aportados por Herbas (Comunicación personal) y Bazán (2002) fueron similares a los obtenidos al reemplazar peso a peso el aceite crudo de soya por aceite acidulado de soya en dietas para alevines de trucha.

### **4.4 Consumo de alimento**

Los resultados obtenidos del consumo de alimento se muestran en el Cuadro 8 y el Anexo VII. El análisis de variancia no muestra diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) para el consumo final acumulado de los tratamientos (Anexo XVI).

En la alimentación se tomó como parámetro inicial 8% de la biomasa, pero la alimentación fue al saciar durante todo el ensayo. Conforme se incrementaba la biomasa también se incrementaba el consumo de alimento según avanzaba el estudio.

Así estudios relacionados como el de Gary y Yu (1981) y Bazán (2002) disponen de una alimentación controlada para sus respectivos ensayos obteniendo resultados similares, además Gary y Yu (1981) encontraron que la ganancia de peso fue correlacionada positivamente con el contenido de grasa dietaria.

#### **4.5 Conversión alimenticia**

En el Cuadro 8 y el Anexo IX, se observan los resultados de la conversión alimentaria. El análisis de variancia no muestra diferencias significativas (Anexo XVII) entre los tratamientos ( $P>0.05$ ). Los valores obtenidos estuvieron entre 0.82-0.85, demostrando que los tratamientos tuvieron mejor efecto sobre la relación alimento consumido y ganancia de peso.

Los resultados obtenidos son similares a los de Herbas (Comunicación personal) y Aguilar *et al.*, (2012) a pesar de que los peces estuvieron en laboratorio bajo condiciones ambientales controladas. Por otro lado, Bazán (2002) reemplazó el aceite compuesto por aceite acidulado de pescado para truchas con alimentación controlada, para lo cual no encontró diferencias significativas en la conversión alimenticia, al igual que Gary y Yu (1981) quienes reemplazaron parcialmente el aceite de soya o aceite de pescado con grasa animal en dietas para truchas.

De igual manera, en los trabajos realizados por Gary y Yu (1981) y Bazán (2002) en donde la similitud entre los resultados puede deberse a la alimentación controlada que tuvieron, tampoco se encontró diferencia significativa. Por esta razón Cowey (1993) manifiesta que la conversión alimenticia en una alimentación controlada no debe ser usada como criterio primario en peces y más bien debe afirmarse los resultados en el crecimiento.

#### **4.6 Tasa de crecimiento**

El Cuadro 8 y el Anexo VI muestran la tasa de crecimiento diario. El análisis de variancia no muestra diferencias significativas ( $P>0.05$ ), para los tratamientos durante la evaluación (Anexo XX).

Los resultados encontrados fueron similares a los obtenidos por Herbas (Comunicación personal) y Aguilar *et al.*, (2012) quienes reemplazaron el aceite crudo de soya por aceite acidulado de soya y por ácidos grasos neutralizados respectivamente bajo condiciones controladas de laboratorio.

#### **4.7 Retención de eficiencia proteica**

Los resultados obtenidos de la retención de eficiencia proteica se muestran en el Cuadro 8 y Anexo X. El análisis de variancia no muestra diferencia significativa ( $P>0.05$ ) para las dietas durante la evaluación (Anexo XXI).

Al igual que Herbas (Comunicación personal), los resultados obtenidos al reemplazar peso a peso el aceite crudo de soya por aceite acidulado de soya en dietas para alevines de trucha fueron similares.

#### **4.8 Sobrevivencia**

El Cuadro 8 muestra las mortalidades obtenidas. El análisis de variancia no muestra diferencia significativa ( $P>0.05$ ), para los tratamientos durante la evaluación (Anexo XIX).

Por esta razón es posible que no exista efecto nocivo por parte del aceite acidulado de soya cuando se usa en los niveles estudiados.

#### **4.9 Costo de alimento por kilogramo de peso ganado**

El Cuadro 8 y el Anexo XI muestran la evaluación del costo de alimento por kilogramo de ganancia de peso. El análisis de variancia no muestra diferencias significativas ( $P>0.05$ ), para los tratamientos durante la evaluación (Anexo XXII). Sin embargo, a pesar de que la dieta con 5% de inclusión de aceite acidulado de soya presenta numéricamente hasta un 2.16 % menos de costo del alimento, es el tratamiento con 2.5% de AAS la que presenta una ligera disminución en los costos de alimento por kilogramo de peso ganado, asimismo esta dieta también presenta una disminución en los costos relativos de hasta 1.32%. Estos resultados son diferentes a los determinados por Herbas (2015) que obtiene 3.3% y 5.48% menos en costos relativos para el tratamiento de 2.5% y 5% de aceite acidulado. Estos resultados varían por las diferencias en la cantidad de consumo de alimento y estadio de los peces.

## V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos y bajo las condiciones en que se realizó el presente estudio se llegó a las siguientes conclusiones:

- El aceite acidulado de soya en reemplazo peso a peso del aceite crudo de soya en dietas comerciales de inicio para alevines de trucha (*Oncorhynchus mykiss*), no afecta el peso, talla, consumo de alimento, conversión alimenticia, tasa de crecimiento, sobrevivencia y retención de eficiencia proteica.
- El aceite acidulado de soya en dietas de inicio reduce el costo del alimento en relación al aceite crudo de soya.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda la inclusión de aceite acidulado de soya hasta un nivel de 5 por ciento en dietas de inicio para alevines de trucha.
- Realizar estudios y evaluaciones de alimentación en las etapas de crecimiento, acabado y reproducción en trucha arcoíris.
- Realizar estudios para ver aporte de ácidos grasos linolénico del aceite acidulado de soya en comparación al aceite curdo de soya.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

AGUILAR, J.; CAMACHO, R.; CELIS, H.; CHACÓN, L.; TUPAYACHI, G.; VERGARA, V. 2012. Evaluación de ácidos grasos neutralizados en remplazo de aceite crudo de soya en dietas para alevines de tilapia. Maestría en Nutrición animal. Escuela de Post-Grado Universidad Agraria La Molina.

AUSTRENG, E.; GJEFSSEN, T. 1981. Fish oils with different contents of free fatty acids in diets for rainbow trout fingerlings and salmon parr. *Aquaculture* 25, 173-183.

\_\_\_\_\_; SKREDE, A.; ELDEGARD, A. 1980. Effect of dietary fat source on the digestibility of fat and fatty acids in rainbow trout and minx. *Aquaculture* 19(1), 93-95.

BAUERNFIEND, J.C. 1980. Tocopherol in Foods, edited by L. J. Macchlin, Marcel Dekker Inc. N. Y. 1980, Vol I, pp. 100.

BAZÁN, L.E. 2002. Utilización del aceite acidulado de pescado en reemplazo del aceite compuesto para la alimentación de truchas. Tesis para optar el título de Maestría en Ciencias. Escuela de Post-grado UNALM. Lima.

BEDOYA, G. I. 2003. Determinación de la energía metabolizable del aceite acidulado de soya y su evaluación comparativa en dietas de inicio para pollos de carne. Tesis para otra el título de Ing. Zootecnista. UNALM. Lima.

BELL, J.G.; MC EVOY, J.; TOCHER, D.R.; MC GHEE, F.; CAMPBELL, P.J.; SARGENT, J.R., 2001. Replacement of fish oil with rapeseed oil on diets of Atlantic salmon (*Salmo salar*) effects tissue lipid composition and hepatocyte fatty acid metabolism. *J. Nutr.* 131, 1535-1543.

BLANCH, A.; BARROETA, A.C.; BAUCCELLS, M.D.; SERRANO, X.; PUCHAI, F. 1996. Utilization of different fats and oils by adult chickens as a source of energy, lipids and fatty acids. *Animal Feed Science Technology.* 61, 335-342.

BLANCO, M. 1995. La Trucha Cría Industrial. 2° Ed. Ediciones Mundi-Prensa. Barcelona, ES.

BOSKOU, D. 1998. Química y tecnología del aceite de oliva. 1° Edición. Departamento de Química, Universidad Aristóteles de Salónica. GRE.

BROMLEY, P.J. 1980. Effects of dietary protein, lipid and energy content on the growth of turbot (*Scophthalmus maximus L.*). Aquaculture, 19, 359-369.

BUREAU, P.; YOUNG, C. 2000. An Introduction to Nutrition and Feeding of Fish. Fish Nutrition Research Laboratory, Dept. of Animal and Poultry Science. University of Guelph, Guelph. Ca. 38p.

BUSTAMANTE, P. 2009. Efecto del extracto de levadura en el crecimiento de alevines de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). Tesis para optar el título de Ing. Pesquero Acuicultor. UNFV. Lima.

BOSKOU, D. 1998. Química y tecnología del aceite de oliva. 1° Edición. Departamento de Química, Universidad Aristóteles de Salónica. GRE.

BRETON, B. 2007. El cultivo de la trucha. 1° Edición. Ed. Omega, Barcelona. ES..

CAICYT. 1987. Nutrición en Acuicultura II. Editado por: J. Espinosa de los Monteros y U. Labarta, Madrid. pp. 99-165.

CHO, C.; COWEY, C.; WATANABE, T. 1983. Finfish Nutrition in Asia. International Development Research Centre of Canada.

CHO, C.; KAUSHIK, S. 1985. Effects of protein intake on metabolizable and net energy values of fish diets nutrition and feeding in fish. Academic Press London.

CORRAZE, G.; ALVAREZ, M.; BAUTISTA, J.; KAUSHIK, S. 1996. Hepatic lipogenesis and fat deposition in rainbow trout are affected by dietary protein and energy ratio. INRA PW 15.01. FR.

CORPESCA 1993. Clasificación Técnica de los Aceites de Pescado. Revista Chile Pesquero N° 74, Marzo – Abril.

CRAMPTON, V. 1985. The application of nutritional findings to the formulation of practical diets, nutrition and feeding in fish. Editorial Cowey, C; Mackie – Academic Press London, Pág. (445-446).

COLL, M. 1991. Acuicultura Marina Animal. 3° Edición. Ediciones Mundi-Prensa. ES. 670p.

DE LA OLIVA, G. 2011. Manual de buenas prácticas de producción acuícola en el cultivo de trucha arco iris.

DONATELLE, R. J. 2005. Health, The Basics. 6th ed. San Francisco: Pearson Education, Inc.

DRUMMOND, S. 1988. Manual de Cría de Trucha. Editorial Acribia. S.A., Zaragoza, ES. 180p.

DUMONT, M.J.; NARINE, S.S. 2007. Soapstock and deodorizer distillates from North American vegetable oils: Review on their characterization, extraction and utilization. Food Research International, 40, 957-974.

FANGE, R.; GROVE, D. 1979. Digestion. En Fish Physiology, Vol. VIII. Editado por: HOAR, W.S., RANDALL, D.J. y BRETT, J.R., New York, Academic Press. Pp 161-260.

FAO. 2001. Aquaculture Development. 1. Good Aquaculture Feed Manufacturing Practice. FAO Technical Guide for Responsible Fisheries No. 5, Suppl. 1. 47 pp.  
FAO/WHO. 1996. Draft principles and guidelines for the conduct of microbiological risk assessment. CAC/GL-30 (1999). Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, IT.

FERNANDES, J.L.; FREITAG, A.; ROCHADELLI, R.; BURIN, A.; CORDEIRO, C. 2002. Residuo gorduroso da indústria de óleos vegetais em substituição ao óleo de soja em rações para frangos de corte. Archives of veterinary Science. 7 (2):135-141.

FONSECA-MADRIGAL, J.; KALARAZOS, V.; CAMPBELL, P.J.; TOCHER, D.R. 2005. Influence of dietary palm oil on growth, tissue fatty acid compositions, and fatty acid metabolism in liver and intestine in rainbow trout (*Oncorhynchus mikiss*). Aquac. Nutr. 11, 241-250.

GADEA, T. 1965. Proyecto de planta de recuperación de ácidos grasos de los residuos de refinación de aceites. Tesis de Ing. Químico UNMSM. PE. Lima. pp 12-22.

GARY, L.; YU, T. 1981. Effects of dietary lipids on growth and fatty acid composition on rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Aquaculture, 22(1981) 359-366.

GUEVARA, V. 1996. Efecto de diferentes niveles de aceite acidulado de pescado ENERMAS en el comportamiento productivo de pollos de carne en la etapa de acabado. Mimeografo. Dpto. Técnico Energías Peruanas S.A. Lima.

HEINSBROEK, L. 1990. Growth and Feeding of Fish. Department of Culture and Fisheries, Wageningen Agricultural University. The Netherlands. 93p.

HALLDORSSON, A.; HARALDSSON, G.G. 2004. Fatty acid selectivity of microbial lipase and lipolytic enzymes from salmonid fish intestines toward astaxanthin diesters. J. Am. Oil Chem. Soc. 81 (4), 347-353.

HENDERSON, R.J.; SARGENT, J.R. 1994. Lipid metabolism in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) fed diets containing partially hydrogenated fish oil. Comp. Biochem. Physiol. 78 B, 557-564.

\_\_\_\_\_; SARGENT, J.R. 1995. Fatty acid metabolism in fish, en: Nutrition and Feeding in Fish (Cowey, C. B., Mackie, M. and Bell J. G. editors) Academic Press, New York.

HEPHER, B. 1993. Nutrición en Peces Comerciales en Estanques. Primera Edición, Ed, Limusa. MX.

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ E INSTITUTO TECNOLÓGICO PESQUERO DEL PERÚ. 1996. Compendio Biológico de las principales especies hidrológicas comerciales del Perú. Editorial Stella. Lima Perú.

KOVEN, W.M.; HENDERSON, E.J.; SARGENT, J.R. 1997. Lipid digestion in turbot (*Scophthalmus maximus*). *In vivo* and *in vitro* studies of the lipolytic activity in various segments of the intestine tract. *Aquaculture* 151, 155-17.

LEESON, S.; SUMMERS, J.D. 2005. Comercial Poultry Nutrition. 3<sup>rd</sup> ed. University books- Guelph, Ontario, CA. pp. 124-161.

LEHNINGER. 2006. Principios de Bioquímica, 4<sup>o</sup>. Ed. D. L. Nelson y M. M. Cox. Ediciones Omega S. A.

LOBOS, W. 1995. Aspectos generales a Considerar en el Uso de Materias Grasas para Alimentación Avícola. Dpto. Técnico ENERPRO.

LOCK, M. 1997. Evaluación comparativa de dos dietas balanceadas elaboradas mediante los procesos extruido-peletizado y peletizado en el crecimiento de juveniles de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). Tesis para optar el Título de Ingeniero Pesquero, Universidad Nacional Agraria La Molina, PE. 93p.

MANTILLA, B. 2004. Acuicultura – Cultivo de Truchas, Ediciones Palomino – Puno, PE. 124p.

MATEOS, G.; REBOLLAR, P.; MEDEL, P. 1996. Utilización de grasa y productos lipídicos en alimentación animal: grasas puras y mezclas. Madrid, 7 y 8 de Noviembre. XII Curso de especialización. FEDNA.

MATEOS, G.G.; SALDAÑA, B.; GUZMÁN, P.; FRIKHA, M.; VAHID, M.; BERROCOSO, J.D. 2012. Revisión 3ª edición FEDNA: Utilización de aceites resultantes de procesos industriales en piensos para animales monogástricos: oleínas, aceites reconstituídos y lecitinas. Departamento de Producción Animal. Universidad Politécnica de Madrid. pp. 33-38.

MATHEWS, C.K.; VAN HOLDE, K.E.; AHERN, K.G. 2002. Bioquímica, 3ª Ed., Addison-Wesley.

MCDONALD, P.; EDWARDS, R.; GREENHALGH, J.; MORGAN, C. 2002. Nutrición Animal. 6ta Edición. Editorial Acribia S.A. ES.

MINICH, D.M.; VONK, R.J.; VERKADE, H.J. 1997. Intestinal absorption of essential fatty acids under physiological and essential fatty acid-deficient conditions. *J. Lipids Res.* 38, 1709-1721.

MCKENZIE, D.J. 2001. Effects of dietary fatty acids on the respiratory and cardiovascular physiology of fish. *Comp. Biochem. Physiol.* 128 (A), 605-619.

MOURENTE, G.; GOOD, J.E.; THOMPSON, K.D.; BELL, J.G. 2007. Effects of partial substitution of dietary fish oil with blends of vegetable oils, on blood leukocytes fatty acid compositions, immune function and histology in European sea bass (*Dicentrarchus labrax L.*). *Br. J. Nutr.* 98, 770-779.

MOZAFFARIAN, D.; KATAN, M. B.; ASCHERIO, A.; STAMPFER, M.J.; WILLETT, W.C. 2006. "Trans fatty acids and cardiovascular disease". *New England Journal of Medicine* 354 (15):1601-1613.

MUGRDITCHIAN, J.; HARDY, R.; IOWAKA, W. 1981. Linseed oil and animal fat as alternative lipid sources in dry diets for chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Aquaculture* 25: 161-172.

NORMAN, A.G. 1983. Fisiología, Mejoramiento, Cultivo y Utilización de la Soja. 1ª Ed. Editorial Hemisferio Sur. ARG.

NRC (National Research Council, U. S). 2011. Committee on animal nutrition board on agriculture. Nutrient Requirements of Fish and Shrimp.

O'BRIEN, R.D.; FARR, W.E.; WAN, P.J. 2000. Introduction to Fats and Oils Technology. 2da Edición. Amer Oil Chemists Society.

OLSEN, R.E.; MYKLEBUST, R.; KAINO, T.; RINGO, E. 1999. Lipid digestibility and ultrastructural changes in the enterocytes of Arctic char (*Salvelinus alpinus L.*) fed linseed oil and soybean lecithin. Fish physiol. Biochem. 21, 34-44.

\_\_\_\_\_; RINGO, E. 1997. Lipid digestibility in fish: A review. Recent Res. Devel. Lipids Res. 1, 199-265.

OPSTVEDT, J. 1985. Lípidos de pescado en Nutrición animal. IAFMM, Boletín N° 22.

PARDIO, V.T.; LANDIN, A.; WALISZEWSKI, K.N.; BADILLO, C.; PÉREZ, F.G. 2001. The Effect of Acidified Soapstock on Feed Conversion and Broiler Skin Pigmentation. Poultry Science. 80, 1236-1239.

PÉREZ, M.J.; RODRIGUEZ, C.; HENDERSON, R.J. 1999. The uptake and esterification on radiolabelled fatty acids by enterocytes isolated from rainbow trout (*Ocorhynchus mykiss*). Fish Physiol Biochem. 20, 125-134.

PEREZ, J. 2011. Estimación de la energía metabolizable de dos aceites acidulados de sota y su efecto en la producción de pollas y gallinas Bovans White. Tesis para optar el título de Maestra en Ciencias. Montecillo. Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas.

REINITZ, G.; YU T. 1981. Effects of dietary lipids on growth and fatty acid composition of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Aquaculture, 22, 359-366.

SAIS TÚPAC AMARU LTDA. N°1. 2014. Manual de Buenas Prácticas Acuícolas.

RODRIGUEZ, C.; TOCHER, F.R.; BELL, J.G. 2002. The lipids. En: Fish Nutrition. Third Edition. Editado por J.E Halver y R.W. Hardy. Academic Press, New York. pp. 181-257.

SCOTT, M.L.; NESHEIM, M.; YOUNG, R. 1982. Nutrition of chicken. Third Edition. Ed. M.L. Scott and Associates. Ithaca. New York. pp. 16-99.

SERMUKSLIS, B. 1996. Ácidos grasos en la alimentación humana. Actas de III Simposio Argentino de Vitaminas, Minerales y Micronutrientes en nutrición y Salud. Buenos Aires.

SHERIDAN, M.A. 1988. Lipid dynamics in fish: aspects of absorption, transportation, deposition and mobilization. Comp. Biochem. Physiol. B90, 679-690.

SHESVIN, E.R. 1976. Antioxidants for vegetable oils. J. am. Oil Soc. 53, 430.

SMITH, L.S. 1989. Digestive Functions in Teleost Fishes. Pp 331-421. En Fish Nutrition. 2° Ed. Editado por J.E.Halver, San Diego: Academic Press.

TAKEUCHI, T.; WATABANABE, T.; OGINO, C. 1978. Optimum ratio of protein to lipid in diets of rainbow trout. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 44, 683-688.

TACÓN, A. 1987. Nutrition and Feeding of Farmed Fish and Shrimp – A Training Manual. Food and Agriculture Organization of the United Nations Brazil.

TICONA, J. 1997. Ácidos grasos n-3 en huevos de gallinas alimentadas con aceite acidulado estabilizado de pescado. Tesis Médico Veterinario Universidad San Luis Gonzaga. Ica, PE.

TOCHER, D. R.; FONSECA-MADRIGAL, J.; BELL, J.G.; DICK, J.R.; HENDERSON, R.J.; SARGENT, J.R. 2002. Effects of diets containing linseed oil on fatty acid desaturation and oxidation in hepatocytes and intestinal enterocytes in Atlantic salmon (*Salmo salar*). Fish physiol. Biochem. 26, 157-170.

\_\_\_\_\_; 2003. Metabolism and functions of lipids and fatty acids in teleost fish. Prog. Lipid. Rev. Fish. Sci. 11, 107-184.

TURCHINI, G.N.; TORSTEIN, B.E.; NG, W.K. 2009. Fish oil replacement in finfish nutrition. Reviews in Aquaculture 1, 10-57.

VENTURI, G.; AMADUCCI, M.T. 1986. La soja. 1° Ed. Editorial Mundi-Prensa. ES.  
VERGARA, V. 1998. Avances en nutrición y alimentación de truchas. Curso Producción de Truchas, Huancayo. PE.

WALISZEWSKI, K.N. 1986. Use of Soapstock in feeding Broilers. Nutrition Reports International. 34(3), 429-435.

WALTON, M. 1987. Metabolismo de Proteina y Aminoacidos en Peces, Nutrición en Acuicultura. Volumen I, CAICYT, Madrid, ES. 225-272.

WATANABE, T.; TAKEUCHI, T.; OGINO, C.; KAWABATA, T. 1977. Effects of  $\alpha$ -tocopherol deficiency on carp. VII. The relationship between dietary levels of linoleate and  $\alpha$ -tocopherol requirement. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish 43, 935-946.

\_\_\_\_\_; TAKEUCHI, T.; WADA, M.; UEHARA, R. 1981. The relationship between the dietary lipid levels and  $\alpha$ -tocopherol requirement of rainbow trout. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish 47, 1463-1471.

\_\_\_\_\_. 1988. Fish Nutrition and Mariculture. Kanagawa International Fisheries Training Centre, Japan International Cooperation Agency.

WISEMAN, J. 1984. Assessment of the digestibility and metabolizable energy of fats for non-ruminants. In: Fats in Animal Nutrition. Ed. J. Wiseman. Butterworth's. London. pp. 227-297.

WOERFEL, J.B. 1983. Alternatives for processing of Soapstock. Journal of the American Oil Chemists' Society. 60: 310-313.

WONG, M.H. 1983. Quality of Byproducts from chemical and physical refining of palm oil and other oils. *Journal of the American oil chemists' Society*. 60: 316-321

ZILLER, S.; CAMPBELL, E.; ELDER, W. 1996. *Grasas y Aceites Alimentarios*. 1ra edición. Editorial Acribia. Zaragoza, ES.

## VIII. ANEXOS

### ANEXO I. Análisis físico-químico del agua (oxígeno, pH, nitrógeno amoniacal, temperatura y nitritos)

#### Promedio Diario de las Temperaturas de la Primera Quincena

		Días															
Tratamientos	Promedio por quincenas	Pilas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	11.90	4	12.0	11.9	12.0	12.0	12.0	11.8	11.9	11.8	11.9	11.9	11.8	11.9	12.0	11.7	12.0
		5	11.8	11.7	11.7	12.0	11.9	11.8	12.0	12.0	11.6	11.9	12.0	11.9	11.7	12.1	11.8
		8	11.9	11.8	11.9	11.8	11.9	11.9	12.0	12.0	11.9	11.9	12.0	11.9	12.0	12.0	11.9
2	11.94	1	12.0	12.0	12.0	12.1	11.8	11.9	11.9	11.8	11.9	11.9	11.9	11.9	12.0	12.1	11.9
		3	11.9	12.0	11.9	12.0	11.9	12.1	11.8	12.1	11.8	11.9	12.1	11.7	12.1	12.0	11.9
		7	11.9	11.9	12.1	11.9	12.0	11.8	12.0	12.0	12.0	11.8	12.0	11.9	11.9	12.0	12.0
3	11.96	2	11.9	11.9	11.9	11.9	12.0	12.1	12.0	12.0	12.0	12.0	11.9	12.0	12.0	11.9	11.9
		6	11.9	12.0	12.0	12.1	12.0	12.0	12.1	12.0	12.0	12.0	12.1	11.9	12.0	11.9	11.9
		9	11.9	11.9	11.8	12.1	11.9	12.0	12.0	11.9	12.0	11.9	11.9	11.8	11.8	11.9	11.9

#### Promedio Diario de las Temperaturas de la Segunda Quincena

		Días															
Tratamientos	Promedio por quincenas	Pilas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	11.86	4	11.7	11.8	11.8	11.9	11.8	11.9	11.9	12.1	11.8	11.9	11.8	11.9	11.9	12.0	12.1
		5	12.0	11.9	12.0	12.0	11.9	11.7	11.9	11.7	12.0	11.9	11.9	11.8	11.9	11.8	11.8
		8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.7	12.1	11.7	11.8	11.8	12.0	11.9	11.8	12.1	11.8	11.7
2	11.91	1	12.0	12.0	11.7	12.1	12.0	12.1	11.9	11.9	11.8	11.9	11.9	11.7	11.9	11.8	11.9
		3	11.8	12.0	11.8	12.0	11.9	11.8	12.0	11.9	12.0	11.9	12.0	11.8	12.0	11.9	12.0
		7	12.0	12.0	11.9	11.7	11.9	11.8	11.8	12.0	12.0	11.9	12.0	11.9	11.9	11.8	12.1
3	11.93	2	11.9	11.8	12.0	12.0	12.2	12.0	12.0	12.0	11.9	12.0	12.0	12.0	11.9	12.0	11.9
		6	11.9	11.9	12.0	11.8	11.9	11.9	12.0	11.9	11.8	11.9	11.8	11.8	11.9	11.8	11.9
		9	11.9	12.0	11.9	11.8	12.0	12.0	11.8	11.7	12.2	11.9	12.0	12.0	12.0	11.9	12.0

### Promedio Diario de las Temperaturas de la Tercera Quincena

Tratamientos	Promedio por quincenas	Pilas	Días															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	12.06	4	12.0	12.1	12.0	12.2	12.2	12.0	12.1	12.1	12.2	12.1	12.1	12.3	11.9	12.0	12.0	
		5	12.0	12.1	12.1	12.0	12.1	12.0	12.0	12.0	12.0	12.2	12.0	12.0	12.0	12.1	11.9	12.1
		8	12.0	12.1	12.0	12.0	12.1	11.8	12.2	12.0	12.0	12.3	12.1	12.1	11.9	12.0	12.2	
2	11.97	1	12.0	11.8	12.0	12.0	11.9	11.9	11.9	12.0	11.9	12.1	11.9	11.9	12.0	11.9	12.1	
		3	11.9	12.0	11.9	12.0	11.9	11.9	12.0	11.9	12.0	11.8	11.9	12.0	12.0	12.1	12.0	
		7	11.9	11.9	12.0	12.0	11.9	11.9	11.8	12.0	11.9	12.0	12.0	12.2	12.1	12.1	12.1	
3	12.10	2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.0	12.1	12.1	11.9	12.0	12.0	12.1	12.1	11.9	12.3	12.1	
		6	12.1	12.1	12.2	11.9	12.2	12.0	12.2	12.2	12.0	11.8	11.9	11.9	12.0	12.2	12.2	
		9	12.3	12.1	12.2	12.1	12.1	12.1	12.0	12.2	12.3	12.2	12.0	12.2	12.3	12.1	12.2	

### Promedio Diario de las Temperaturas de la Cuarta Quincena

Tratamientos	Promedio por quincenas	Pilas	Días														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	12.05	4	12.2	12.0	12.0	12.1	11.9	12.0	12.0	12.1	12.2	11.9	11.9	12.1	12.2	12.0	12.1
		5	12.0	12.0	12.1	12.0	12.1	11.9	12.2	12.1	12.2	12.1	11.9	11.9	12.2	11.9	12.0
		8	12.1	12.1	12.1	11.9	11.9	12.2	12.1	12.1	12.2	12.2	12.0	12.0	12.0	12.1	12.0
2	12.10	1	12.1	12.1	12.1	12.3	12.1	12.2	12.1	12.0	12.0	12.1	12.2	12.1	12.0	12.1	12.1
		3	12.1	12.1	12.1	12.2	12.1	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.2	12.3	12.1	11.9
		7	12.1	12.1	12.1	12.0	12.2	12.2	12.2	12.2	12.0	12.2	12.0	12.0	12.1	12.1	12.1
3	12.15	2	12.2	12.3	12.1	12.2	12.2	12.2	12.1	12.1	12.1	12.2	12.2	12.2	12.0	12.2	12.2
		6	12.3	11.9	12.0	12.2	12.0	12.4	12.2	12.2	12.0	12.1	12.2	12.1	12.2	12.0	12.2
		9	12.2	12.1	12.1	12.2	12.1	12.3	12.3	12.0	12.2	12.1	12.3	12.1	12.2	12.2	12.1

**Oxígeno Disuelto (mg/l)**

<b>Primera Quincena</b>						
	<b>PILA</b>	<b>TRATAMIENTO 1</b>	<b>PILA</b>	<b>TRATAMIENTO 2</b>	<b>PILA</b>	<b>TRATAMIENTO 3</b>
	4	7.189	1	7.220	2	7.209
O.D.	5	7.189	3	7.219	6	7.210
	8	7.191	7	7.219	9	7.209
O.D. PROM		7.190		7.219		7.210

<b>Segunda Quincena</b>						
	<b>PILA</b>	<b>TRATAMIENTO 1</b>	<b>PILA</b>	<b>TRATAMIENTO 2</b>	<b>PILA</b>	<b>TRATAMIENTO 3</b>
	4	7.031	1	7.102	2	7.080
O.D.	5	7.030	3	7.099	6	7.080
	8	7.030	7	7.101	9	7.080
O.D. PROM		7.030		7.101		7.080

<b>Tercera Quincena</b>						
	<b>PILA</b>	<b>TRATAMIENTO 1</b>	<b>PILA</b>	<b>TRATAMIENTO 2</b>	<b>PILA</b>	<b>TRATAMIENTO 3</b>
	4	6.360	1	6.420	2	6.409
O.D.	5	6.359	3	6.419	6	6.411
	8	6.360	7	6.420	9	6.409
O.D. PROM		6.360		6.420		6.410

<b>Cuarta Quincena</b>						
	<b>PILA</b>	<b>TRATAMIENTO 1</b>	<b>PILA</b>	<b>TRATAMIENTO 2</b>	<b>PILA</b>	<b>TRATAMIENTO 3</b>
	4	6.191	1	6.213	2	6.22
O.D.	5	6.189	3	6.209	6	6.218
	8	6.19	7	6.211	9	6.22
O.D. PROM		6.190		6.211		6.219

**pH, Nitrato (mg/l) y Amoniac (mg/l)**

<b>Primera Semana</b>						
	<b>PROMEDIO</b>	<b>TRATAMIENTO 1</b>	<b>PROMEDIO</b>	<b>TRATAMIENTO 2</b>	<b>PROMEDIO</b>	<b>TRATAMIENTO 3</b>
ph	7.200	7.201	7.190	7.191	7.170	7.171
		7.199		7.189		7.168
		7.201		7.189		7.171
Nitratos	1.097	1.097	1.100	1.100	1.088	1.088
		1.097		1.099		1.088
		1.098		1.100		1.088
Amoniac	0.014	0.015	0.012	0.012	0.012	0.013
		0.013		0.011		0.012
		0.013		0.012		0.010
<b>Segunda Semana</b>						
	<b>PROMEDIO</b>	<b>TRATAMIENTO 1</b>	<b>PROMEDIO</b>	<b>TRATAMIENTO 2</b>	<b>PROMEDIO</b>	<b>TRATAMIENTO 3</b>
ph	7.211	7.211	7.200	7.201	7.175	7.175
		7.210		7.199		7.175
		7.211		7.200		7.175
Nitratos	1.097	1.098	1.097	1.096	1.090	1.091
		1.097		1.097		1.090
		1.096		1.098		1.090
Amoniac	0.015	0.015	0.011	0.013	0.014	0.013
		0.015		0.010		0.015
		0.014		0.010		0.014
<b>Tercera Semana</b>						
	<b>PROMEDIO</b>	<b>TRATAMIENTO 1</b>	<b>PROMEDIO</b>	<b>TRATAMIENTO 2</b>	<b>PROMEDIO</b>	<b>TRATAMIENTO 3</b>
ph	6.900	6.899	6.911	6.910	6.900	6.899
		6.900		6.912		6.900
		6.899		6.911		6.901
Nitratos	1.108	1.108	1.113	1.112	1.118	1.119
		1.108		1.113		1.117
		1.107		1.112		1.117
Amoniac	0.013	0.012	0.015	0.015	0.012	0.013
		0.012		0.015		0.011
		0.013		0.015		0.012

<b>Cuarta Semana</b>						
	<b>PROMEDIO</b>	<b>TRATAMIENTO 1</b>	<b>PROMEDIO</b>	<b>TRATAMIENTO 2</b>	<b>PROMEDIO</b>	<b>TRATAMIENTO 3</b>
		6.948		6.912		6.939
ph	6.950	6.950	6.912	6.912	9.939	6.940
		6.951		6.911		6.938
		1.111		1.119		1.116
Nitratos	1.111	1.111	1.119	1.120	1.117	1.117
		1.111		1.118		1.117
		0.011		0.010		0.011
Amoniaco	0.011	0.012	0.010	0.009	0.011	0.011
		0.011		0.010		0.011
<b>Quinta Semana</b>						
	<b>PROMEDIO</b>	<b>TRATAMIENTO 1</b>	<b>PROMEDIO</b>	<b>TRATAMIENTO 2</b>	<b>PROMEDIO</b>	<b>TRATAMIENTO 3</b>
		6.998		7.021		7.020
ph	6.999	6.999	7.021	7.020	7.019	7.019
		7.001		7.021		7.020
		1.077		1.002		1.005
Nitratos	1.076	1.076	1.002	1.002	1.005	1.006
		1.076		1.002		1.005
		0.011		0.011		0.014
Amoniaco	0.012	0.012	0.012	0.012	0.013	0.012
		0.013		0.012		0.014
<b>Sexta Semana</b>						
	<b>PROMEDIO</b>	<b>TRATAMIENTO 1</b>	<b>PROMEDIO</b>	<b>TRATAMIENTO 2</b>	<b>PROMEDIO</b>	<b>TRATAMIENTO 3</b>
		7.010		7.021		7.015
ph	7.011	7.011	7.021	7.020	7.015	7.015
		7.011		7.022		7.015
		1.065		1.006		1.010
Nitratos	1.066	1.067	1.005	1.003	1.010	1.009
		1.066		1.006		1.012
		0.011		0.013		0.013
Amoniaco	0.011	0.010	0.012	0.011	0.012	0.013
		0.011		0.011		0.011

Séptima Semana						
	PROMEDIO	TRATAMIENTO 1	PROMEDIO	TRATAMIENTO 2	PROMEDIO	TRATAMIENTO 3
ph	7.100	7.102	7.111	7.111	7.111	7.112
		7.101		7.110		7.111
		7.098		7.111		7.110
Nitratos	1.013	1.014	1.097	1.096	1.096	1.096
		1.013		1.097		1.096
		1.013		1.098		1.097
Amoniaco	0.011	0.011	0.012	0.011	0.010	0.010
		0.010		0.013		0.010
		0.013		0.011		0.011

Octava Semana						
	PROMEDIO	TRATAMIENTO 1	PROMEDIO	TRATAMIENTO 2	PROMEDIO	TRATAMIENTO 3
ph	7.101	7.101	7.111	7.110	7.108	7.110
		7.101		7.111		7.107
		7.100		7.111		7.108
Nitratos	1.015	1.015	1.100	1.100	1.095	1.095
		1.016		1.099		1.095
		1.016		1.100		1.095
Amoniaco	0.012	0.013	0.013	0.012	0.011	0.009
		0.013		0.014		0.012
		0.012		0.013		0.012

## ANEXO II. Resultados del análisis proximal

ANALISIS	T1	T2	T3
HUMEDAD%	8.57	8.26	8.16
PROTEINA TOTAL%	43.13	43.35	43.69
GRASA%	10.19	10.33	10.20
FIBRA CRUDA%	3.62	3.48	3.42
CENIZA%	7.77	7.53	8.01
ELN%	26.72	27.05	26.51

**ANEXO III.** Distribución de unidades experimentales

PILA	1	2	3	4	5	6	7	8	9
TRATAMIENTO	T-2	T-3	T-2	T-1	T-1	T-3	T-2	T-1	T-3
REPETICIÓN	R2	R3	R3	R3	R1	R2	R1	R2	R1
NIVEL DE REEMPLAZO DE ACEITE	2.5%	5%	2.5%	0%	0%	5%	2.5%	0%	5%

**ANEXO IV.** Peso vivo e incremento de peso

Tratamiento	Repetición	Días					Ganancia de Peso (g)
		Inicial	15	30	45	Final	
T-1	R1	0.13	0.37	0.59	1.03	1.96	1.84
	R2	0.13	0.35	0.59	1.02	1.84	1.71
	R3	0.12	0.35	0.57	1.01	1.89	1.76
T-2	R1	0.12	0.36	0.60	1.07	1.93	1.81
	R2	0.13	0.32	0.56	0.96	1.91	1.78
	R3	0.12	0.33	0.57	1.01	1.83	1.70
T-3	R1	0.13	0.37	0.56	1.01	1.81	1.68
	R2	0.13	0.33	0.59	1.04	1.81	1.68
	R3	0.12	0.37	0.56	0.99	1.87	1.75

## ANEXO V. Biomasa y ganancia de biomasa

Tratamiento	Repetición	Biomasa Inicial	Biomasa Final	Ganancia de Biomasa (Kg)
T-1	R1	0.57	8.57	8.01
	R2	0.58	7.93	7.35
	R3	0.56	8.23	7.67
T-2	R1	0.54	8.35	7.81
	R2	0.58	8.35	7.76
	R3	0.56	8.01	7.45
T-3	R1	0.57	7.86	7.29
	R2	0.58	7.89	7.31
	R3	0.56	8.18	7.62

## ANEXO VI. Tasa de crecimiento

Tratamiento	Repetición	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	TC (g/día)	Promedio (g/día)
T-1	R1	0.13	1.96	0.030618	0.0294840
	R2	0.13	1.84	0.028462	
	R3	0.12	1.89	0.029372	
T-2	R1	0.12	1.93	0.030085	0.0293591
	R2	0.13	1.91	0.029638	
	R3	0.12	1.83	0.028354	
T-3	R1	0.13	1.81	0.028014	0.0283801
	R2	0.13	1.81	0.028015	
	R3	0.12	1.87	0.029111	

**ANEXO VII.** Consumo de alimento

Tratamiento	Repetición	Días			Acumulado (g)
		15	30	45	
T-1	R1	0.68	1.64	3.22	6.30
	R2	0.66	1.62	3.20	6.26
	R3	0.69	1.64	3.21	6.28
T-1	R1	0.69	1.65	3.23	6.31
	R2	0.67	1.63	3.21	6.25
	R3	0.67	1.62	3.20	6.29
T-3	R1	0.69	1.66	3.24	6.32
	R2	0.67	1.62	3.20	6.25
	R3	0.69	1.66	3.24	6.33

**ANEXO VIII.** Incremento de longitud (cm)

Tratamiento	Repetición	Días				INCREMENTO DE LONGITUD (cm)
		15	30	45	60	
T-1	R1	2.94	3.60	4.56	5.40	3.12
	R2	2.90	3.48	4.55	5.50	3.34
	R3	2.79	3.48	4.38	5.31	3.18
T-1	R1	2.92	3.75	4.52	5.46	3.16
	R2	2.81	3.52	4.42	5.37	3.21
	R3	2.83	3.36	4.31	5.26	3.12
T-3	R1	2.80	3.87	4.56	5.39	3.17
	R2	2.85	3.70	4.60	5.34	3.19
	R3	2.87	3.59	4.31	5.28	3.15

**ANEXO IX.** Conversión alimenticia

Tratamiento	Repetición	Consumo Total	Ganancia De Peso	C.A.	PROMEDIO
T-1	R1	6.3	8.01	0.787	0.82
	R2	6.26	7.35	0.852	
	R3	6.28	7.67	0.818	
T-1	R1	6.31	7.81	0.807	0.82
	R2	6.25	7.76	0.805	
	R3	6.29	7.45	0.843	
T-3	R1	6.32	7.29	0.867	0.85
	R2	6.25	7.31	0.855	
	R3	6.33	7.62	0.830	

**ANEXO X.** Retención de eficiencia proteica

Tratamiento	Repetición	Incremento de Peso	Consumo de Alimento	Proteína %	PER
T-1	R1	1.84	6.3	43.13	0.649
	R2	1.71	6.26	43.13	
	R3	1.76	6.28	43.13	
T-1	R1	1.81	6.31	43.35	0.646
	R2	1.78	6.25	43.35	
	R3	1.7	6.29	43.35	
T-3	R1	1.68	6.32	43.69	0.623
	R2	1.68	6.25	43.69	
	R3	1.75	6.33	43.69	

**ANEXO XI.** Evaluación del costo del alimento por kilogramo de peso

Tratamiento	Repetición	C.A.	Costo de las Dietas (S/.)	Costo/Kg peso
T-1	R1	0.787	3.7	2.91
	R2	0.852	3.7	3.15
	R3	0.818	3.7	3.03
T-1	R1	0.807	3.66	2.95
	R2	0.805	3.66	2.95
	R3	0.843	3.66	3.09
T-3	R1	0.867	3.62	3.14
	R2	0.855	3.62	3.10
	R3	0.83	3.62	3.00

**ANEXO XII.** Análisis de varianza del peso

**Análisis de Varianza del Peso Unitario Inicial**

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr > F	NS
Modelo	2	0.00001267	0.00000633	0.66	0.5494	ns
Error	6	0.00005733	0.00000956			
Corrección Total	8	0.00007				

C.V.= 2.459846

ns: no significativo, \*: significativo, \*\*: muy significativo

**Análisis de Varianza del Peso Unitario A Los Quince Días**

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr > F	NS
Modelo	2	0.00063756	0.00031878	0.91	0.4521	ns
Error	6	0.00210467	0.00035078			
Corrección Total	8	0.00274222				

C.V.= 5.357964

ns: no significativo, \*: significativo, \*\*: muy significativo

### **Análisis de Varianza del Peso Unitario a los Treinta Días**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F Value</b>	<b>Pr &gt; F</b>	<b>NS</b>
Modelo	2	0.00025622	0.00012811	0.45	0.6549	ns
Error	6	0.00169067	0.00028178			
Corrección Total	8	0.00194689				

C.V.= 2.909787

ns: no significativo, \*: significativo, \*\*: muy significativo

### **Análisis de Varianza del Peso Unitario a los Cuarenta Y Cinco Días**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F Value</b>	<b>Pr &gt; F</b>	<b>NS</b>
Modelo	2	0.00015089	0.00007544	0.06	0.9387	ns
Error	6	0.007084	0.00118067			
Corrección Total	8	0.00723489				

C.V.= 3.381602

ns: no significativo, \*: significativo, \*\*: muy significativo

### **Análisis de Varianza del Peso Unitario Final**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F Value</b>	<b>Pr &gt; F</b>	<b>NS</b>
Modelo	2	0.00751089	0.00375544	1.38	0.3203	ns
Error	6	0.016274	0.00271233			
Corrección Total	8	0.02378489				

C.V.= 2.784865

ns: no significativo, \*: significativo, \*\*: muy significativo

### ANEXO XIII. Análisis de varianza del número de peces

#### Análisis de Varianza del Número de Peces Inicial

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr > F	NS
Modelo	2	0	0	.	.	ns
Error	6	0	0			
Corrección Total	8	0				

C.V.= 0

ns: no significativo, \*: significativo, \*\*: muy significativo

#### Análisis de Varianza del Número de Peces a los Quince Días

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr > F	NS
Modelo	2	32	16	0.05	0.9499	ns
Error	6	1852	308.666667			
Corrección Total	8	1884				

C.V.= 0.396888

ns: no significativo, \*: significativo, \*\*: muy significativo

#### Análisis de Varianza del Número de Peces a los Treinta Días

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr > F	NS
Modelo	2	27.55556	13.777778	0.03	0.9693	ns
Error	6	2635.33333	439.222222			
Corrección Total	8	2662.88889				

C.V.= 0.477189

ns: no significativo, \*: significativo, \*\*: muy significativo

### **Análisis de Varianza del Número de Peces a los Cuarenta y Cinco Días**

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr > F	NS
Modelo	2	88.666667	44.333333	0.11	0.9011	ns
Error	6	2511.33333	418.555556			
Corrección Total	8	2600				

C.V.= 0.467590

ns: no significativo, \*: significativo, \*\*: muy significativo

### **Análisis de Varianza del Número de Peces Final**

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr > F	NS
Modelo	2	530.666667	265.333333	0.51	0.6235	ns
Error	6	3111.33333	518.555556			
Corrección Total	8	3642				

C.V.= 0.522409

ns: no significativo, \*: significativo, \*\*: muy significativo

### **ANEXO XIV. Análisis de varianza de la biomasa**

#### **Análisis de Varianza de la Biomasa Inicial**

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr > F	NS
Modelo	2	0.00026867	0.00013433	0.68	0.5418	ns
Error	6	0.00118533	0.00019756			
Corrección Total	8	0.001454				

C.V.= 2.484758

ns: no significativo, \*: significativo, \*\*: muy significativo

### **Análisis de Varianza de la Biomasa a los Quince Días**

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr > F	NS
Modelo	2	0.01277422	0.00638711	1.04	0.4081	ns
Error	6	0.036694	0.00611567			
Corrección Total	8	0.04946822				

C.V.= 5.053670

ns: no significativo, \*: significativo, \*\*: muy significativo

### **Análisis de Varianza de la Biomasa a los Treinta Días**

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr > F	NS
Modelo	2	0.00515356	0.00257678	0.48	0.6404	ns
Error	6	0.03218067	0.00536344			
Corrección Total	8	0.03733422				

C.V.= 2.890750

ns: no significativo, \*: significativo, \*\*: muy significativo

### **Análisis de Varianza de la Biomasa a los Cuarenta y Cinco Días**

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr > F	NS
Modelo	2	0.00015089	0.00007544	0.06	0.9387	ns
Error	6	0.007084	0.00118067			
Corrección Total	8	0.00723489				

C.V.= 3.381602

ns: no significativo, \*: significativo, \*\*: muy significativo

### **Análisis de Varianza de la Biomasa Final**

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr > F	NS
Modelo	2	0.13741867	0.06870933	1.2	0.3646	ns
Error	6	0.34369533	0.05728256			
Corrección Total	8	0.481114				

C.V.= 2.935939

ns: no significativo, \*: significativo, \*\*: muy significativo

### **ANEXO XV. Análisis de varianza del incremento de biomasa**

#### **Análisis de Varianza del Incremento de Biomasa a los Quince Días**

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr > F	NS
Modelo	2	0.00946956	0.00473478	0.59	0.5827	ns
Error	6	0.04800133	0.00800022			
Corrección Total	8	0.05747089				

C.V.= 9.109377

ns: no significativo, \*: significativo, \*\*: muy significativo

#### **Análisis de Varianza del Incremento de Biomasa a los Treinta Días**

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr > F	NS
Modelo	2	0.00597756	0.00298878	0.48	0.6386	ns
Error	6	0.03707733	0.00617956			
Corrección Total	8	0.04305489				

C.V.= 3.994644

ns: no significativo, \*: significativo, \*\*: muy significativo

### **Análisis de Varianza del Incremento de Biomasa a los Cuarenta y Cinco Días**

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr > F	NS
Modelo	2	0.00317956	0.00158978	0.07	0.9373	ns
Error	6	0.14574067	0.02429011			
Corrección Total	8	0.14892022				

C.V.= 4.016366

ns: no significativo, \*: significativo, \*\*: muy significativo

### **Análisis de Varianza del Incremento de Biomasa Final**

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr > F	NS
Modelo	2	0.14454422	0.07227211	1.2	0.3637	ns
Error	6	0.360482	0.06008033			
Corrección Total	8	0.50502622				

C.V.= 3.230885

ns: no significativo, \*: significativo, \*\*: muy significativo

### **ANEXO XVI. Análisis de varianza del consumo de alimento**

#### **Análisis de Varianza del Consumo de Alimento a los Quince Días**

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr > F	NS
Modelo	2	0.00010289	0.00005144	0.31	0.7465	ns
Error	6	0.00100533	0.00016756			
Corrección Total	8	0.00110822				

C.V.= 1.904822

ns: no significativo, \*: significativo, \*\*: muy significativo

### **Análisis de Varianza del Consumo de Alimento a los Treinta Días**

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr > F	NS
Modelo	2	0.00032067	0.00016033	0.46	0.6526	ns
Error	6	0.00209733	0.00034956			
Corrección Total	8	0.002418				

C.V.= 1.142347

ns: no significativo, \*: significativo, \*\*: muy significativo

### **Análisis de Varianza del Consumo de Alimento a los Cuarenta y Cinco Días**

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr > F	NS
Modelo	2	0.00039467	0.00019733	0.57	0.5959	ns
Error	6	0.00209533	0.00034922			
Corrección Total	8	0.00249				

C.V.= 0.580958

ns: no significativo, \*: significativo, \*\*: muy significativo

### **Análisis de Varianza del Consumo de Alimento Final**

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr > F	NS
Modelo	2	0.00068867	0.00034433	0.35	0.716	ns
Error	6	0.00584733	0.00097456			
Corrección Total	8	0.006536				

C.V.= 0.496599

ns: no significativo, \*: significativo, \*\*: muy significativo

## ANEXO XVII. Análisis de varianza de la conversión alimenticia

### Análisis de Varianza de la Conversión Alimenticia a los Quince Días

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr > F	NS
Modelo	2	0.00499489	0.00249744	0.79	0.4978	ns
Error	6	0.01908333	0.00318056			
Corrección Total	8	0.02407822				

C.V.= 8.097762

ns: no significativo, \*: significativo, \*\*: muy significativo

### Análisis de Varianza de la Conversión Alimenticia a los Treinta Días

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr > F	NS
Modelo	2	0.00178756	0.00089378	0.73	0.519	ns
Error	6	0.007316	0.00121933			
Corrección Total	8	0.00910356				

C.V.= 4.193070

ns: no significativo, \*: significativo, \*\*: muy significativo

### Análisis de Varianza de la Conversión Alimenticia a los Cuarenta y Cinco Días

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr > F	NS
Modelo	2	0.00030956	0.00015478	0.13	0.8765	ns
Error	6	0.00688933	0.00114822			
Corrección Total	8	0.00719889				

C.V.= 4.083128

ns: no significativo, \*: significativo, \*\*: muy significativo

### **Análisis de Varianza de la Conversión Alimenticia Final**

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr > F	NS
Modelo	2	0.00204867	0.00102433	1.64	0.2698	ns
Error	6	0.00374133	0.00062356			
Corrección Total	8	0.00579				

C.V.= 3.010984

ns: no significativo, \*: significativo, \*\*: muy significativo

### **ANEXO XVIII. Análisis de varianza del incremento de longitud**

#### **Análisis de Varianza de la Longitud Inicial**

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr > F	NS
Modelo	2	0.00105	0.000525	0.09	0.9112	ns
Error	6	0.033334	0.00555567			
Corrección Total	8	0.034384				

C.V.= 3.411274

ns: no significativo, \*: significativo, \*\*: muy significativo

#### **Análisis de Varianza de la Longitud a los Quince Días**

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr > F	NS
Modelo	2	0.00228622	0.00114311	0.31	0.7438	ns
Error	6	0.022048	0.00367467			
Corrección Total	8	0.02433422				

C.V.= 2.122185

ns: no significativo, \*: significativo, \*\*: muy significativo

### **Análisis de Varianza de la Longitud a los Treinta Días**

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr > F	NS
Modelo	2	0.07255822	0.03627911	1.7	0.2604	ns
Error	6	0.12821333	0.02136889			
Corrección Total	8	0.20077156				

C.V.= 4.067614

ns: no significativo, \*: significativo, \*\*: muy significativo

### **Análisis de Varianza de la Longitud a los Cuarenta y Cinco Días**

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr > F	NS
Modelo	2	0.01241956	0.00620978	0.41	0.68	ns
Error	6	0.09053867	0.01508978			
Corrección Total	8	0.10295822				

C.V.= 2.749065

ns: no significativo, \*: significativo, \*\*: muy significativo

### **Análisis de Varianza de la Longitud Final**

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr > F	NS
Modelo	2	0.00655289	0.00327644	0.44	0.6623	ns
Error	6	0.044512	0.00741867			
Corrección Total	8	0.05106489				

C.V.= 1.604805

ns: no significativo, \*: significativo, \*\*: muy significativo

## ANEXO XIX. Análisis de varianza de la sobrevivencia

### Análisis de Varianza de la Sobrevivencia a los Quince Días

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr > F	NS
Modelo	2	0.01578289	0.00789144	0.05	0.95	ns
Error	6	0.91479533	0.15246589			
Corrección Total	8	0.93057822				

C.V.= 0.396937

ns: no significativo, \*: significativo, \*\*: muy significativo

### Análisis de Varianza de la Sobrevivencia a los Treinta Días

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr > F	NS
Modelo	2	0.013622	0.006811	0.03	0.9692	ns
Error	6	1.300824	0.216804			
Corrección Total	8	1.314446				

C.V.= 0.477083

ns: no significativo, \*: significativo, \*\*: muy significativo

### Análisis de Varianza de la Sobrevivencia a los Cuarenta y Cinco Días

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr > F	NS
Modelo	2	0.00655289	0.00327644	0.44	0.6623	ns
Error	6	0.044512	0.00741867			
Corrección Total	8	0.05106489				

C.V.= 0.467613

ns: no significativo, \*: significativo, \*\*: muy significativo

### **Análisis de Varianza de la Supervivencia Final**

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr > F	NS
Modelo	2	0.262298	0.131149	0.51	0.6232	ns
Error	6	1.53634	0.25605667			
Corrección Total	8	1.798638				

C.V.= 0.522389

ns: no significativo, \*: significativo, \*\*: muy significativo

### **ANEXO XX. Análisis de varianza de la tasa de crecimiento**

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr > F	NS
Modelo	2	2.19E-06	1.10E-06	1.38	0.3207	ns
Error	6	4.76E-06	7.93E-07			
Corrección Total	8	6.95E-06				

C.V.= 3.062662

ns: no significativo, \*: significativo, \*\*: muy significativo

### **ANEXO XXI. Análisis de varianza de la retención de la eficiencia proteica**

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr > F	NS
Modelo	2	0.00201455	0.00100727	2.97	0.1269	ns
Error	6	0.00203479	0.00033913			
Corrección Total	8	0.00404933				

C.V.= 2.879086

ns: no significativo, \*: significativo, \*\*: muy significativo

**ANEXO XXII.** Análisis de varianza de los costos de alimentación

FV	GL	SC	CM	F Value	Pr > F	NS
Model	2	0.01052627	0.00526314	0.62	0.5690	ns
Error	6	0.05090385	0.00848398			
Corrección Total	8	0.06143012				

C.V.= 3.034700

ns: no significativo, \*: significativo, \*\*: muy significativo