



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

ESCUELA DE POSGRADO MAESTRÍA EN ECOLOGÍA



TESIS

EFFECTO DE LA ALIMENTACIÓN DE TRUCHAS COMERCIALES *Oncorhynchus mykiss Walb* CON DIETAS DE ENSILADOS BIOLÓGICOS PRODUCIDOS A PARTIR DE VÍSCERAS DE TRUCHA

PRESENTADA POR:

MIGUEL ÁNGEL YUCRA QUISPE

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:
MAGISTER SCIENTIAE EN ACUICULTURA

PUNO, PERÚ

2021



DEDICATORIA

A mi Amada Familia; Esposa Maynhe Soledad, Hijos Arlene Brenda, Christian Ronaldo y Carmen Mayerly por compartir su generoso tiempo, amor, respeto y necesario aliento para la culminación del presente trabajo.

Con la mayor distinción de agradecimiento hacia mis hermanas Lourdes Amanda, Martha Ruth, Nelly Marianela, Marleny Valentina, Carolina Balvina y Yeny Rosarella; hermanos Miguel Angel, Walter Antonio, Julio Ronald y Henry por su siempre preocupación para con mi bienestar personal y profesional.

A todas las personas ausentes físicamente (+), Papa Lucho, Mama Nicanora, Hermanos Hugo Mario y Yolanda Doris, guías perpetuos durante mi formación; y demás familiares quienes siempre están

presentes en mi corazón y mente.



AGRADECIMIENTOS

- Doy Infinitas Gracias a DIOS nuestro creador por guiar el camino recorrido para lograr una meta más.
- A nuestra Virgen de la Candelaria Patrona de la Ciudad de Puno, por su Generosa gracia de bendecirme con amor y sabiduría.
- A la Universidad Nacional del Altiplano y a la Escuela de Posgrado, Alcurnia del saber del Altiplano Peruano.
- A mis mentores docentes de la Facultad de Ciencias Biológicas, especialmente al Ph. Dr. Sabino Atencio Limachi por su invaluable apoyo personal y profesional.
- A los excelentes profesionales provenientes de la EPG de Ecología Mención en Acuicultura, quienes confiaron y fortalecieron mis ideales dentro de esta actividad productiva.
- A la Asociación de Pesqueros Artesanales en Jaulas Flotantes del Lago Titicaca - APEJAFLO, por brindar sus instalaciones Planta de Proceso de Alimento Balanceado para truchas.
- Al Consorcio Trucha Andina Aquaservis, por compartir sus instalaciones piscícolas en jaulas en el Lago Titicaca, para el logro de este trabajo.
- A los miembros del Honorable Jurado de Tesis Dr. Marcelino Jorge Aranibar Aranibar, Ph. Dr. Sabino Atencio Limachi, M. Sc. Ing. Pesquero Félix Rodolfo Meza Romualdo; por sus sabias observaciones y por el apoyo brindado para la ejecución y termino de este trabajo de investigación.
- Al Asesor del Presente Trabajo M. Sc. Ing. Pesquero Edwin Orna Rivas por su continuo apoyo profesional



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE ANEXOS	ix
ACRÓNIMOS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 Marco Teórico	3
1.1.1 La Acuicultura en el Mundo, en Latinoamérica y en el Perú	3
1.1.2 Aporte de Proteínas de Pescado y Macronutrientes a la Humanidad.	5
1.1.3 La Seguridad Alimentaria	6
1.1.4 Desarrollo de la Acuicultura en Puno	7
1.1.5 Evolución y Análisis de la Truchicultura en la Región de Puno	8
1.1.6 El Lago Titicaca	11
1.1.7 Contaminación Ambiental	11
1.1.8 Trucha Arco iris	15
1.1.9 Parámetros de Calidad de Agua para Cultivo de Truchas	19
1.1.10 Alimentación de Truchas	20
1.1.11 Alimento Balanceado para Peces	27
1.1.12 Ensilaje de Vísceras de Pescado	29
	iii



1. 2 Antecedentes	34
1.2.1 Contenido Químico Proximal de Ensilado Biológico de Vísceras de Peces	34
1.2.2 Efectos de la Alimentación de Peces con Ensilaje de Pescado	35
1.2.3 Efectos de la Alimentación de Peces Reemplazando la Harina de Pescado con otros Insumos Proteínicos.	38
1.2.4 Efectos de Contaminación Producto de los Residuos Viscerales de Peces.	39

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Identificación del problema	40
2.2 Enunciados del problema	41
2.2.1 Problema general	41
2.2.2 Problemas específicos	41
2.3 Justificación	42
2.4 Objetivos	42
2.4.1 Objetivo general	42
2.4.2 Objetivos específicos	43
2.5 Hipótesis	43
2.5.1 Hipótesis general	43
2.5.2 Hipótesis específicas	43

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de estudio	44
3.2 Población	45
3.3 Muestra	45
3.4 Método de investigación	48
3.5 Descripción detallada de método por objetivos específicos	48
3.5.1 Proceso de Ensilado Biológico Producido a Partir de Vísceras de Truchas.	52
3.5.2 Diseño Experimental	58
3.5.3 Análisis de Datos	58
3.5.4 Métodos Utilizados para Determinar los Factores Productivos en el Cultivo de Truchas.	59



3.5.5 Elaboración de Dietas Formuladas por el Software AEZO Utilizando Ensilado Biológico Producido a Partir de Vísceras de Truchas para Truchas Comerciales.	61
3.5.6 Proceso de Elaboración de Dietas Formuladas por el Software AEZO Utilizando Ensilado Biológico Producido a Partir de Vísceras de Truchas para trucha comerciales.	64
3.5.7 Formulación de la Dieta para Truchas Comerciales	65
3.5.8 Proceso de Fabricación de Piensos para Truchas Comerciales Utilizando como Insumo el Ensilado Biológico de Truchas	67
3.5.9 Formulación de Alimento Balanceado para Truchas Comerciales utilizando el Ensilado Biológico de Vísceras de Truchas como Insumo Sustitutorio de Harina y Aceite de Pescado	68

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Contenido de Humedad, Proteína Cruda, Lípidos, y Ceniza en Ensilado Biológico Producido a partir de Vísceras de Truchas	73
4.1.1 Análisis sensorial	76
4.2 Efecto de los Índices biométricos de longitud estándar individual (LSI), peso vivo individual (PVI), ganancia de peso individual (GPI) y el índice de conversión del alimento (ICA) en truchas comerciales <i>Oncorhynchus mykiss</i> alimentados con dietas formuladas de ensilado biológico producido a partir de vísceras de trucha	77
4.2.1 Longitud Estándar Individual (LSI).	79
4.2.2 Peso Vivo Individual (PVI)	82
4.2.3 Ganancia de Peso Individual) GPI)	86
4.2.4 Índice de Conversión Alimenticia (ICA)	90
CONCLUSIONES	95
RECOMENDACIONES	96
BIBLIOGRAFÍA	97
ANEXOS	110

Puno, 26 de marzo de 2021.

ÁREA: Acuicultura

TEMA: Efecto de la alimentación de truchas comerciales *O. mykiss* walb con dietas de ensilados biológicos

LÍNEA: Conservación y aprovechamiento de recursos naturales.

v



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
1. Concesiones para Acuicultura en la Región Puno	9
2. Áreas Concesionadas para Producción de Trucha en la Región Puno	9
3. Producción de Truchas & Producción de Vísceras de Trucha Región Puno	10
4. Contenido Nutricional de Trucha - Ración de 100 gr	17
5. Calidad de Agua para Truchicultura	20
6. Requerimiento de Nutrientes para Truchicultura.	21
7. Porcentaje de proteína, según estado de crecimiento de truchas	21
8. Peso del Pez en Relación del Diámetro del Alimento	22
9. Requerimiento de Proteína en Truchas por Etapas para su Alimentación	24
10. Requerimiento de Aminoácidos para Alimentación de Truchas	24
11. Requerimiento de Lípidos para Alimentación de Truchas	25
12. Cantidades Mínimas Esenciales de vitaminas por cada Kg de peso vivo	26
13. Tasa de Ingestión de Truchas	27
14. Coordenadas Geográficas Trucha Andina Aquaservis - Lago Titicaca	44
15. Presentación Producto Alimento Balanceado para Truchas AQUATECH	47
16. Características Nutricionales de Alimento balanceado	47
17. Composición Química de la Melaza	54
18. Contenido porcentual de insumos para proceso ensilado biológico de vísceras de truchas	57
19. Contenido en Peso de Insumos para Proceso Ensilado Biológico de Vísceras de Truchas para 50 Kg	57
20. Requerimiento Nutricional de Truchas Comerciales Adultos	66
21. Insumos para Formular Pienso Extruido para Truchas Fase comercial utilizando como complemento el Ensilado Biológico de Vísceras de Trucha como Insumo Sustitutorio de Harina y Aceite de Pescado	70
22. Composición Proximal del Ensilado Biológico de Vísceras de Trucha (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) del Estudio	74



23. Composición Química Proximal de los Residuos de Trucha (incluye huesos, cabeza, cola vísceras)	75
24. Composición proximal de las materias primas para obtención de aceite	75
25. Evaluación Física de la Calidad del Ensilado de Vísceras de Truchas del estudio	76
26. Evaluación Sensorial de la Calidad del Ensilado Biológico Elaborado con Desechos Viscerales de Trucha arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) del Estudio	76
27. Evaluación de Olor en el Proceso de Fermentación del Ensilado de Vísceras de Trucha del Estudio	77
28. Composición Química Proximal de la dieta formulada para truchas comercial procesado con ensilado biológico de trucha	78
29. LSI T1	80
30. LSI T2	80
31. Evaluación Estadística Prueba T de LSI. (Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales)	81
32. PVI T1	83
33. PVI T2	83
34. Evaluación Estadística Prueba T de PVI (Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales)	84
35. GPI T1	87
36. GPI T2	87
37. Evaluación Estadística Prueba T de GPI. (Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales)	88
38. ICA T1	90
39. ICA T2	91
40. Evaluación Estadística Prueba T de ICA (prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales)	91



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Evolución de la Pesca y Acuicultura al año 2030	4
2. Evolución del Consumo Per Cápita de Pescado	4
3. Producción Acuícola Continental Perú	5
4. Situación y Grado de Explotación de Peces en la Región Puno	8
5. Evolución de la Truchicultura en la Región Puno	8
6. Evolución Producción de Vísceras de Truchas – Puno	11
7. Distribución de la Trucha en el Mundo	15
8. <i>Oncorhynchus mykiss</i> . In Cultured aquatic species fact sheets. Text by Cowx, I. G. Edited and compiled by Valerio Crespi and Michael New	16
9. Características Taxonómicas de la Trucha	16
10. Secuencias de Efectos de Sobre Alimentación de Truchas	23
11. Flujo de Elaboración de Ensilado Biológico de Vísceras de Truchas	56
12. Flujo de Proceso de formulación de dieta para truchas	65
13. Cálculo de Ingredientes para Alimento Balanceado (Pienso) para Truchas Fase comercial utilizando como complemento el Ensilado Biológico de Vísceras de Trucha como Insumo Sustitutorio de Harina y Aceite de Pescado – Programa AEZO (AEZO, 2010)	69
14. Esquema Experimental del Estudio	72
15. Resultados del efecto comparativo de los dos tratamientos Alimento Balanceado comercial Versus Alimento Balanceados con dietas con Ensilado biológico	79
16. Proceso ensilado biológico de vísceras de truchas	123
17. Proceso Biométrico de truchas comerciales	124
18. Relación longitud peso trucha arcoíris <i>Oncorhynchus mykiss</i>	125



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
1. Protocolo técnico de registro sanitario de piensos de uso en acuicultura.	111
2. Informe de ensayo	112
3. Registro de Evaluación Biométrica Primera Semana	113
4. Registro de Evaluación Biométrica Segunda Semana	114
5. Registro de Evaluación Biométrica Tercera Semana	115
6. Registro de Evaluación Biométrica Cuarta Semana	116
7. Registro de Evaluación Biométrica Quinta Semana	117
8. Registro de Evaluación Biométrica Sexta Semana	118
9. Registro de Evaluación Biométrica Séptima Semana	119
10. Registro Monitoreo de la Alimentación	120
11. LSI T 1 & T2	121
12. PVI T 1 & T2	121
13. Relación GPI PVI	121
14. Curva GPI	122
15. Curva de crecimiento para ICA	122
16. Comparación Estadística Prueba T de LSI	122
17. Panel fotográfico	123



ACRÓNIMOS

Sigla	Denominación
LSI	Longitud Estándar Individual
PVI	Peso Vivo Individual
GPI	Ganancia de Peso Individual
ICA	Índice de Conversión Alimenticia
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
PRODUCE	Ministerio de la Producción
AECID	Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo
DAI	Dirección de Acuicultura e Investigación
DIREPRO	Dirección Regional de la Producción Puno
APEJAFLO	Asociación de Pescadores en Jaulas Flotantes
NRC	Contenido Nutricional de Trucha
TCA	Tasa de Conversión del Alimento

RESUMEN

El estudio demostró que es posible recuperar proteínas, grasas y cenizas de los desperdicios viscerales de truchas; revelando efectos positivos sobre los factores biométricos productivos en truchas comerciales *Oncorhynchus mykiss Walb*, alimentados con dietas formuladas con ensilado biológico de vísceras de truchas; producto de la mezcla de vísceras 70%, maíz 20%, papaya 2.5%, melaza 7.5 %; fermentadas anaeróbicamente por 30 días a 25°C temperatura ambiente; cuyo análisis químico proximal determinó: proteína cruda 12.6 %, humedad 67.20 %, grasas crudas 26.66%, ceniza 1.7 %. Los piensos extruidos de 6mm*6mm se procesaron en planta APEJAFLO utilizando Software AEZO, con la incorporación porcentual de: harina de pescado 31 %, ensilado biológico de vísceras de trucha 12%, maíz molido 20 %, trigo molido 18%, soya molida 19%; el análisis químico proximal de la dieta determinó proteína (Fc= 6.25) 26.56 %, humedad, 8.32 %, grasa 1.9 %, cenizas 9.4 %, carbohidratos 41.82 %, energía 398.62 %, fibra cruda 2.01%. La comparación del efecto alimenticio en los factores productivos se llevó en el criadero Aquaservis - Lago Titicaca; usando 2 jaulas de 75m³; (5*5*3.5 m), con abertura de malla de 1"; utilizando 300 truchas/jaula con un peso i 346.6 g y talla i de 31.4 cm, comparando 2 tratamientos: T1 alimento comercial y T2 Alimento procesado con ensilado biológico de truchas. El registro de pesos y tallas se hizo cada 7 días, con 35 peces, y 18.3 ° C temperatura del agua; por 6 semanas desde el 11 de enero al 22 de febrero del año 2020. Los resultados estadísticos aplicando la Prueba T para comparación de 2 muestras; corroboran que truchas comerciales alimentados en el mismo tiempo, en iguales condiciones de manejo y factores ecológicos del medio; respecto a: LSI no existe ≠ significativa 0,96 > 0.05 con un rango de 0.95%; en PVI, no existe ≠ significativa 0,99 > 0.05 con un rango de 0.95%; en GPI igual no existe ≠ significativa 0,87 > 0.05 con un rango de 0.95%; y en el ICA, indica que no existe ≠ significativa 0,98 > 0.05 con un rango de 0.95%. Concluyendo que el ensilado biológico de vísceras de trucha, aporta proteínas, grasas y cenizas de bajo costo sustituyendo hasta el 27.9%, en dietas para piensos de truchas comerciales provocando efectos productivos LSI, PVI, GPI, ICA similares a la dieta comercial. Sub producto biodegradable de alto valor nutritivo cuyo procesamiento mejora el rendimiento económico y mitiga la contaminación ambiental del Lago Titicaca.

Palabras clave: Adultos, Comerciales, Ensilados, *Oncorhynchus mykiss*, Vísceras

ABSTRACT

The study showed that it is possible to recover protein, fat and ash from trout visceral waste; revealing positive effects on the productive biometric factors in commercial trout *Oncorhynchus mykiss* Walb, fed with diets formulated with biological silage of trout viscera product mixing viscera 70%, ground corn 20%, papaya 2.5%, molasses 7.5%; anaerobically fermented for 30 days at 25 ° C room temperature; whose proximal chemical analysis determined: crude protein 12.6%, humidity 67.20%, crude fat 26.66%, ash 1.7%. The 6mm * 6mm extruded feeds were processed in the APEJAFLO plant using the AEZO Software, with the percentage incorporation of: 31% fish meal, biological silage of trout viscera 12%, 20% ground corn, 18% ground wheat, ground soy. 19%; the proximal chemical analysis of the diet determined protein (Fc = 6.25) 26.56%, moisture, 8.32%, fat 1.9%, ash 9.4%. Carbohydrates 41.82%, Energy 398.62%, Crude fiber 2.01%. The comparison of the nutritional effect on the productive factors was carried out in the Aquaservis hatchery; using 2 cages of 75m³; (5 * 5 * 3.5 m), with 1" mesh opening; using 300 trout / cage with a weight i 346.6 g and a size i of 31.4 cm, comparing 2 treatments: T1 commercial feed and T2 Feed processed with biological trout silage. The record of weights and sizes was made every 7 days, with 35 fish, and 18.3 ° C of water temperature; for 6 weeks from January 11 to February 22, 2020. Statistical results applying the T-Test for comparison of 2 samples; they corroborate that commercial trout fed at the same time, under the same management conditions and environmental factors; regarding: LSI there is no significant $\neq 0.96 > 0.05$ with a range of 0.95%; in IVP, there is no significant $\neq 0.99 > 0.05$ with a range of 0.95%; in the same GPI there is no significant $0.87 > 0.05$ with a range of 0.95%; and in the ICA, it indicates that there is no significant $\neq 0.98 > 0.05$ with a range of 0.95%. Concluding that the biological silage of trout viscera provides low-cost proteins, fats and ashes, substituting up to 27.9% in diets for commercial trout feed, causing productive effects LSI, PVI, GPI, ICA very similar to the commercial diet. Biodegradable by-product of high nutritional value whose processing improves economic performance and mitigates the environmental pollution of Lake Titicaca.

Keywords: Adults, Commercial, Ensilage, *Oncorhynchus mykiss*, Viscera

INTRODUCCIÓN

La acuicultura, representa una de las actividades más importantes para la humanidad; de mayor dinamismo y crecimiento evolutivo tendiente a fortalecer la seguridad alimentaria, por su alto valor nutritivo, (representa al menos 50 % del pescado destinado a la alimentación mundial); ello, implica una intervención humana directa sobre toda la cadena de valor, especialmente requiere alternativas de aporte de proteínas de menor costo en la formulación del alimento balanceado, uso de Buenas Practicas en Acuicultura, durante los procesos de producción, procesamiento y comercialización hasta el cliente final; hoy podemos asegurar además que los mercados son más exigentes en el cumplimiento de los requisitos de certificación sanitaria, a la vez que contribuya al cuidado y sostenibilidad del ambiente y el bienestar de los trabajadores donde se realice esta actividad productiva (FAO, 2014).

La Región de Puno en el Perú; a la fecha es considerado como el primer productor acuícola de la especie trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss walb*, sobre todo por las inmensas bondades naturales que ofrece el Lago Titicaca y otros más de 500 recursos lenticos y loticos de la región, actividad que alberga a más de 600 unidades formales de producción y donde se encuentra instalado la principal empresa de exportación de esta especie a nivel país. (Piscis, 2019).

La alimentación representa el mayor costo operativo de una explotación intensiva de engorde de peces (Huguenin, 1978), especialmente en la alimentación de truchas comerciales requiere la inclusión de proteínas de origen animal entre el 40% al 50% siendo la harina de pescado el principal aportante, la cual tiene limitantes de uso en cuanto a su costo, y que puede ser reemplazada por sub productos de pesca como el ensilaje de pescado (Torres, 2015).

El impacto ambiental en el caso particular de la comercialización de truchas ocasiona la generación de residuos viscerales biodegradables; desperdicios de alto valor nutritivo que son arrojadas directamente sobre el ambiente natural afectando, sobre todo, a la calidad de suelos, cuerpos de agua y aire que aún es poco abordada por la ciencia, producto de procesos primarios (eviscerado, fileteado, deshuesado, etc.).

Estas actividades adversas no planificadas en el libre desecho de residuos viscerales de trucha inciden de manera paulatina al deterioro ambiental y podrían poner en serio peligro la salud humana, si no se toman las medidas de prevención de las principales ciudades ubicadas en el contorno del lago Titicaca, y otros recursos.

Por lo manifestado, el estudio realizó la evaluación químico proximal del ensilado biológico de vísceras de truchas, a fin de determinar su contenido en proteína bruta, humedad, cenizas y lípidos, disponibles para servir como insumo en dietas formuladas para truchas comerciales; a fin de corroborar dicha hipótesis se evaluó el efecto sobre los factores productivos LSI Longitud Estándar Individual, PVI Peso Vivo Individual, GPI Ganancia de Peso Individual, ICA Índice de Conversión Alimenticia en truchas comerciales en un mismo tiempo y bajo iguales condiciones ecológicas con truchas nutridos con alimento balanceado procesado reemplazando la harina de pescado con el insumo sustitutorio, ensilado biológico de vísceras de trucha hasta un 27.9 %, comparando con un alimento comercial en esta etapa de crecimiento, trabajo desarrollado en jaulas de cultivo del Consorcio Trucha Andina Aquaservis ubicada en el Lago Titicaca sector Wirajochinca Bahía de Puno.

En suma, se evaluó el posible uso de los residuos viscerales de las truchas sub producto de desperdicio recuperando las proteínas grasas y cenizas, mediante la técnica del ensilado biológico, de esa manera proponiendo una rebaja del alimento balanceado, y mitigando la conservación del lago Titicaca.

El presente Trabajo de Investigación se encuentra dentro de los objetivos de la Escuela de Posgrado de Ecología con Mención en Acuicultura, considerada como una unidad académica de investigación científica, encargada de formar especialistas en el área de acuicultura que estudian temas de nutrición y alimentación de peces con insumos alimenticios adecuados y alternos, gestionando la conservación de los recursos naturales para el desarrollo productivo sostenible.



CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 Marco Teórico

1.1.1 La Acuicultura en el Mundo, en Latinoamérica y en el Perú

La acuicultura en el contexto global es una de las actividades socio económicas de mayor importancia, por ser la principal suministradora de alimentos; y principalmente los omegas 3, 6 y 9. La producción pesquera mundial alcanzó 171 millones de toneladas en 2016, de las cuales la acuicultura representó un 47% del total (FAO, 2016). La pesca principal proveedor de alimentos proteínicos viene sufriendo bajas en sus niveles de captura; déficit alimentario que viene soportando la acuicultura; la FAO según estudios para el año 2,030 tiene contemplado un requerimiento de 180 millones de toneladas y para ese periodo existiría un déficit de 80 millones de toneladas que deberán ser provistos por la acuicultura, conforme gráfico. (Banco Mundial, 2016).

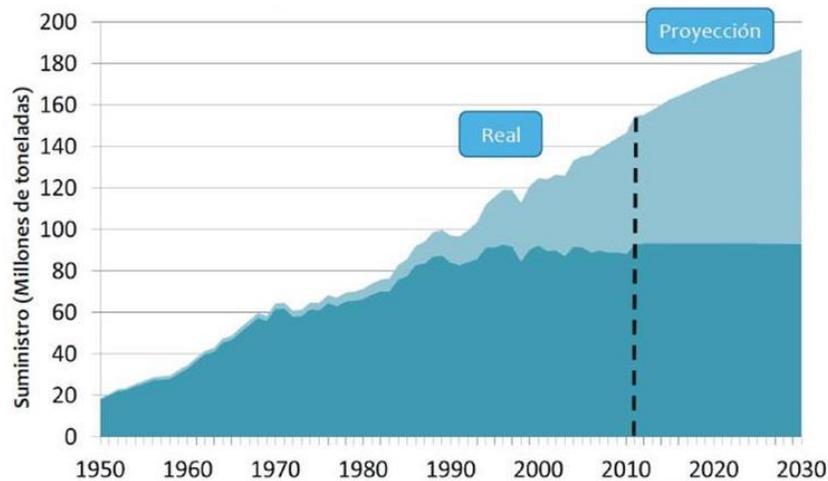


Figura 1. Evolución de la Pesca y Acuicultura al año 2030

Fuente: Banco Mundial (2016).

Demanda que se sustenta en el análisis del consumo per cápita actual de pescado 16.5 kg/p/año, y proyectado de 30.0 kg/p/año, señalado en la Figura N° 2.

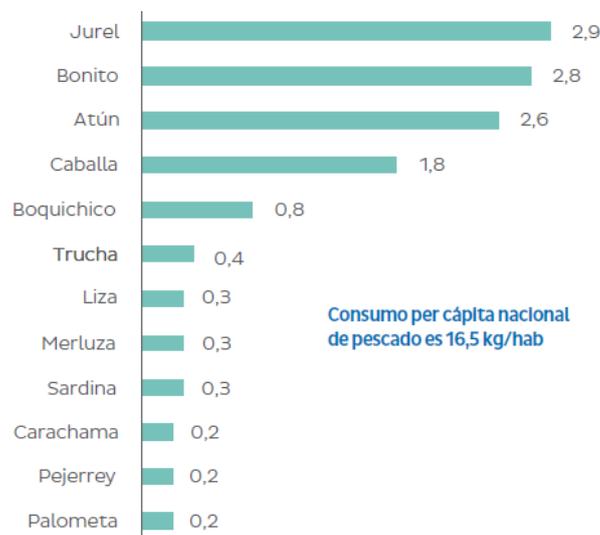


Figura 2. Evolución del Consumo Per Cápita de Pescado

Fuente: Anuario de Pesca y Acuicultura (2018).

1.1.1.1 La Acuicultura en Sudamérica, día a día gana mayor terreno prácticamente todos los países que poseen espacios marinos y/o continentales apropiados para estos cultivos, como Brasil, Ecuador, Argentina, Perú, Uruguay, Paraguay, Colombia y Venezuela, la están desarrollando, aunque aún bastante por debajo de la producción

Chilena, que lidera la actividad con cosechas por más de 1,100 millones de toneladas (t) anuales y que ocupa el octavo lugar entre los principales países acuícolas del mundo, según datos de (FAO, 2014).

1.1.1.2 En el Perú

la Truchicultura ha llegado a crecer en 402.2% en los últimos 10 años; los principales recursos cultivados a nivel continental son la trucha, con 64.372 t; paco 2.184, tilapia, con 2.154 t; gamitana, con 952; y paiche, con 295 t. También se produce en volúmenes menores especies como el camarón gigante de Malasia, boquichico, carachama, carpa, sábalo y pacotana. (PRODUCE, 2018).

Ámbito / Especie	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Total	44 317	89 021	92 201	72 293	125 693	115 269	90 976	100 191	100 455	134 355
Continental	14 837	17 320	23 609	29 564	40 068	38 683	45 758	58 771	61 028	70 164
Boquichico	27	36	15	35	56	6	9	31	58	29
Camarón Gigante de Malasia	11	15	13	11	20	78	21	34	26	29
Carachama	1	22	6	7	10	5	4	9	6	3
Carpa	15	19	8	19	6	2	4	4	5	4
Gamitana	564	680	522	453	531	504	299	1 863	1 047	952
Paco	75	101	130	299	443	453	825	1 390	1 624	2 184
Pacotana	12	3	12	17	15	9	219	11	35	14
Paiche	3	48	422	637	94	55	135	142	218	295
Tilapia	1 261	2 013	2 423	3 174	3 840	4 610	3 250	2 950	3 042	2 164
Trucha	12 817	14 250	19 962	24 762	34 992	32 923	40 946	52 245	54 878	64 372
Sábalo	49	114	95	46	58	37	33	87	84	113
Otros	2	19	0	102	3	1	12	4	6	4

Figura 3. Producción Acuícola Continental Perú.

Fuente: Anuario de Pesca y Acuicultura (2018).

1.1.2 Aporte de Proteínas de Pescado y Macronutrientes a la Humanidad.

1.1.2.1 Proteínas; son importantes para el crecimiento, desarrollo, mantenimiento y reparación de tejidos desgastados. El pescado contiene alrededor del 18% al 20% de proteínas y ocho aminoácidos esenciales, incluidos la lisina, la metionina y la cisteína que contienen azufre (Sobharani, 1985)

1.1.2.2 Vitaminas; particularmente A y D, así como tiamina, riboflavina y niacina (vitaminas B1, B2 y B3). La vitamina A necesaria para la visión

normal y el crecimiento óseo. La vitamina D presente en el hígado y los aceites de pescado crucial para el crecimiento óseo y la absorción y el metabolismo del calcio, vitamina C, importante para la curación adecuada de las heridas, la salud normal de los tejidos corporales y la absorción de hierro en el cuerpo humano. (Halver, 1985).

1.1.2.3 Minerales; hierro, calcio, zinc, yodo, fósforo, selenio y flúor son altamente "biodisponibles". El hierro importante en la síntesis de hemoglobina en los glóbulos rojos para transportar oxígeno a todas las partes del cuerpo; su deficiencia se asocia con anemia y deterioro de la función cerebral, el calcio es necesario para tener huesos fuertes (formación y mineralización) y para el funcionamiento normal de los músculos y el sistema nervioso. La deficiencia de zinc se asocia con un crecimiento deficiente, problemas de la piel y pérdida de cabello, entre otros problemas. (Halver, 1985).

1.1.2.4 Beneficios para la Salud de los Aceites de Pescado

El pescado tiene menos grasa que la carne roja (Acosta, 2008). El contenido de grasa varía de 0.2% a 25%. Sin embargo, las grasas de las especies de pescado contienen ácidos grasos poliinsaturados (AGPI), a saber, EPA (ácido eicosapentaenoico) y DHA (ácido docosahexaenoico, ácidos grasos omega 3), que son esenciales para un crecimiento adecuado de niños y no se asocian con la aparición de enfermedades cardiovasculares como la enfermedad coronaria. En mujeres embarazadas, la presencia de PUFA en sus dietas se ha asociado con el desarrollo cerebral adecuado entre los bebés no nacidos. En otros estudios, los ácidos grasos omega 3 también se han asociado con un menor riesgo de parto prematuro y bajo peso al nacer. La grasa también contribuye al suministro de energía y ayuda a la absorción adecuada de vitaminas liposolubles, a saber, A, D, E y K.

1.1.3 La Seguridad Alimentaria

FAO (2014) define como el acceso seguro a suficientes alimentos en todo momento para todos; una persona necesita una salud adecuada, un buen ambiente y alimentos

para su supervivencia, por lo tanto, está estrechamente relacionada con la salud económica y social de una nación, sociedad e individuo, a nivel comunitario es un asunto esencial para el crecimiento económico de la nación.

1.1.3.1 Seguridad Alimentaria en la Región de Puno

Uno de los objetivos del GORE PUNO es impulsar la crianza de truchas en jaulas flotantes, en especial en el lago Titicaca y lagunas alto andinas, a fin de resolver el problema multidimensional de disponibilidad de alimentos que limitan el acceso de la población local al pescado como fundamental para el problema de la seguridad alimentaria de las comunidades ribereñas, como alimento que ofrece una solución al déficit de proteínas que afectan a los niños en el área del lago también es una fuente de ingresos para quienes se dedican a la producción, procesamiento y comercialización del pescado (GORE, 2019).

El Sector Acuícola competitivo impulsara la economía, incrementara la seguridad alimentaria, mejorara la nutrición y reducirá la pobreza del país (CMV, 2016).

1.1.4 Desarrollo de la Acuicultura en Puno

El lago Titicaca es un ecosistema acuático con variados componentes biológicos, las cuales se constituyen en valiosos recursos susceptibles de aprovechamiento socio – económico (AECI, 2010).

De todos los recursos que provee el Lago Titicaca, los peces constituyen una fuente alimentaria básica para las poblaciones circunlacustres. En la actualidad (Imarpe, 2015) pone en conocimiento situación de explotación los peces del lago.

Grado de explotación de las poblaciones de peces del lago Titicaca

Nombre Común	Nombre Científico	Grado Explotación
Carachi Amarillo	<i>Orestias luteus</i>	Sobre explotado
Carachi Gris	<i>Orestias agassii</i>	Sobre explotado
Ispi	<i>Orestias ispi</i>	Plena explotación
Mauri	<i>Trichomycterus dispar</i>	Vulnerable
Suche	<i>Trichomycterus rivulatus</i>	Vulnerable
Boga	<i>Orestias pentlandii</i>	Vulnerable
Pejerrey	<i>Odontesthes bonariensis</i>	Sobre explotado
Trucha	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Sobre explotado

Fuente: MARPE

Figura 4. Situación y Grado de Explotación de Peces en la Región Puno

Fuente: Imarpe (2015)

1.1.5 Evolución y Análisis de la Truchicultura en la Región de Puno

En Puno se viene desarrollando casi exclusivamente la acuicultura de trucha arco iris y en los últimos años ha presentado un crecimiento vertiginoso, y moderno constituyendo más del 79.09% de la producción nacional, posicionándose como el primer productor del Perú que ha permitido mejorar la calidad de vida de la población circundante al lago, seguida de Huancavelica 6.38 %, Junín 4.66 %, Pasco 4.34 %, Cusco 1.26%, Ayacucho 1.21 %, Lima 1.05%, y otros. (PRODUCE, 2018).

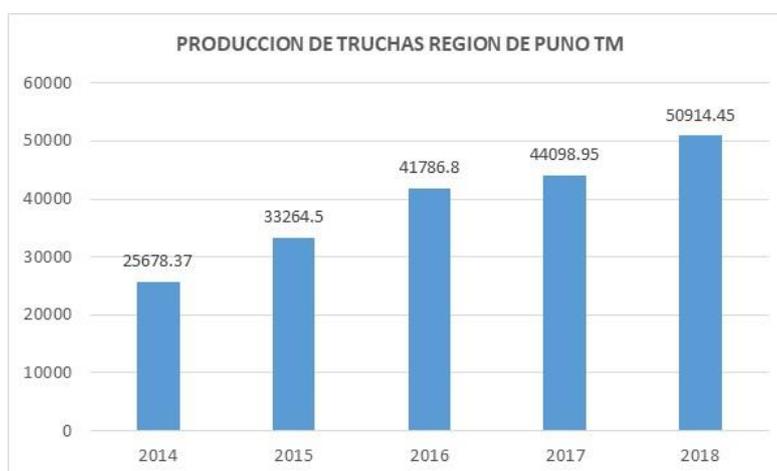


Figura 5. Evolución de la Truchicultura en la Región Puno

Fuente: DAI (2018).

Tabla 1

Concesiones para Acuicultura en la Región Puno

	Concesión	
	Derechos	Área (ha)
AMYGE	2	26.37
AMYPE	496	546.02
AREL	2	1.05
TOTAL	500	573.44

Fuente: Direpro Puno (2018).

La Región Puno, tiene 500 unidades de producción (formalizadas ante la DIREPRO PUNO), utilizando diferentes sistemas de producción; jaulas flotantes, jaulas; industriales, semi industriales y artesanales; de forma rectangular, cuadradas, circulares, etc; con diferentes niveles de producción (AMYGE, AMYPE, AREL); y en diferentes recursos hídricos en lagos y lagunas: conforme tablas N° 1 y N° 2.

Tabla 2

Áreas Concesionadas para Producción de Trucha en la Región Puno

Recurso hídrico	Concesión
	%
LAGO TITICACA	59.3%
LAGUNA LAGUNILLAS	12.8%
LAGUNA INIQUILLA	5.5 %
LAGUNA SAGUANANI	4.2 %
LAGO ARAPA	2.1
OTROS	13.8%
TOTAL	100

Fuente: Direpro Puno (2018).

La exportación de trucha del año 2018 alcanzó los US FOB de 35'405,057; 9'728,181 más con respecto al año 2017 que llegó a 25'676,876, (PRODUCE, 2018).

Desde hace más de una década se viene aplicando prácticas de eviscerado de las truchas por las exigencias sanitarias de mercado, en un inicio los residuos contemplaban las aletas, el espinazo, cola, piel y vísceras, pero hoy existe un mercado respecto a esos productos residuales en los mercados locales de la región, excepto las vísceras como desperdicio animal.

Tabla 3

Producción de Truchas & Producción de Vísceras de Trucha Región Puno

Años	Producción trucha	Producción vísceras de trucha
	Tn	Tn
2011	15110.3	656.2
2012	17739.5	706.8
2013	29090.6	726.3
2014	25678.4	827.6
2015	33264.5	1444.5
2016	41786.8	2047.5
2017	44098.5	2160.8
2018	50914.4	2494.8
TOTAL	257,683	11064.5

Fuente: Direpro Puno (2018).

La producción está relacionada con la presencia de desperdicio en este caso las vísceras de trucha, se consideró 4.9%.

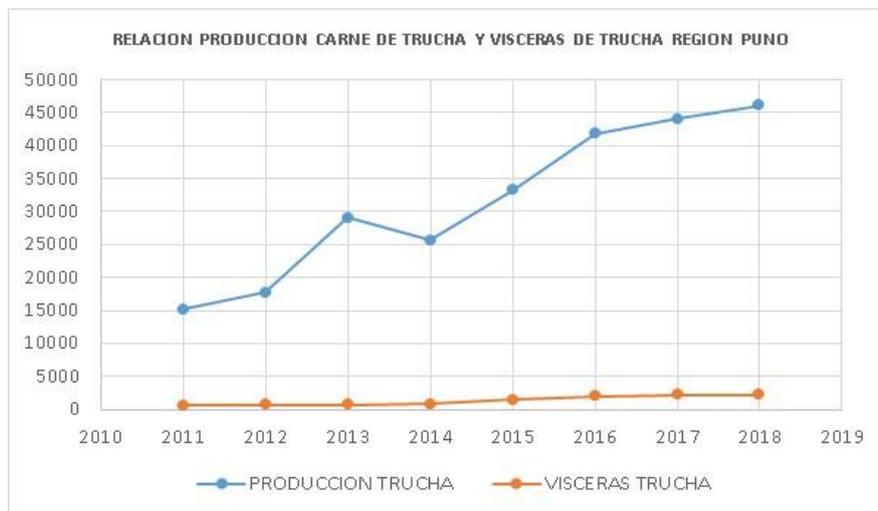


Figura 6. Evolución Producción de Vísceras de Truchas – Puno

Fuente: Direpro (2018)

1.1.6 El Lago Titicaca

Reconocido por la Convención RAMSAR como Humedal de Importancia Internacional desde el 20 de enero de 1997. En un estudio realizado en 7 sectores priorizados (Moho, Conima, Capachica, Juli, Pomata, Chucuito, y Taquile), se identificaron las amenazas a la conservación de los recursos de flora y fauna silvestre; en el sector pesca, se determinó como especies amenazadas: 15 especies de peces, de las cuales 13 especies son nativas, 11 especies del género *Orestias*, y 2 especies del género *Trichomycterus*; siendo amenazas también la evacuación de las aguas residuales y el inadecuado manejo de los residuos sólidos, la actividad minera en las partes altas de la cuenca, las concesiones petroleras, el crecimiento de la actividad acuícola, y la sobre pesca (Agricultura, 1996).

1.1.7 Contaminación Ambiental

Según Miller (1994), citado en (Quispe, 2011), nos da la siguiente definición: “Por contaminación ambiental se entiende todo cambio indeseable en las características del aire, agua, suelo y los alimentos que afecten masivamente la salud, la sobrevivencia o las actividades de otros organismos vivos”.

La contaminación es la alteración nociva de las condiciones normales de cualquier medio por la presencia de agentes físicos, químicos o biológicos ajenos al mismo. La liberación artificial en el medio, suelo, agua, aire de sustancias con energía que pueden causar efectos adversos diversos o indirectos sobre el ser humano y/o sobre el medio ambiente. (Fonseca, 2010). La contaminación es un cambio perjudicial en las características físicas, químicas o biológicas del aire, la tierra o el agua, que puede afectar nocivamente la vida humana o la de especies beneficiosas (Atilio, 2013).

El desarrollo industrial y tecnológico característico de las sociedades actuales ha creado de manera alarmante una enorme cantidad de desecho que la naturaleza es incapaz de reintegrar la misma velocidad con que generan esto ha provocado una serie de trastornos que origina en deterioro de nuestra calidad de vida a causa del fenómeno llamado contaminación (Ministerio, 2016).

1.1.7.1 Origen de la Contaminación Ambiental

Puede ser natural o debido a la actividad humana, puede afectar tanto al aire, al agua o al suelo; en el aire se da por episodios generados por la propia naturaleza como las erupciones volcánicas, en el agua se presenta al inicio de la época de lluvias. Por la acción del hombre la contaminación se produce como resultado de las actividades productivas, la mayoría de estas implica procesos de transformación de recursos o de materiales, con la subsecuente generación de residuos o desechos lanzados al ambiente (Ambiente, 2012).

1.1.7.2 Clases de Contaminación

a. Contaminación del Aire

Las fuentes de emisión de los gases al aire es fundamentalmente por la falta de gestión de los residuos industriales, municipales y agrícolas y son fuente de contaminación atmosférica (Ministerio, 2016).

b. Contaminación de Suelos

Antes de la década de los setenta se consideraba al suelo con una capacidad de autodepuración casi infinita esta cambio a partir de la declaración de la “Carta Europea de Suelos” desarrollada por la Comunidad Europea en 1972, la cual

define el suelo como uno de los más preciados activos de la humanidad sobre el que viven hombres, animales y plantas, lo califica como un recurso limitado fácilmente destructible y manifiesta que debe ser protegido contra la contaminación, el daño que puede causar el desarrollo urbano, y las prácticas agrícolas y selvícolas, los seres vivos deben impulsar medidas para planificar y administrar los recursos del suelo (Calvo, 1999).

c. Contaminación del Agua

La industrialización de las fábricas ocasionó que se busquen lugares propicios para su funcionamiento siendo estos lugares cercanos a cursos de agua, que los convirtió en receptores de los desperdicios de las actividades industriales y humanas. Las plantas de tratamiento, aún las más avanzadas técnicamente, son incapaces de remover, transformar o destruir los compuestos orgánicos sintéticos que son el resultado de los procesos industriales. Todo esto complica el proceso de purificación de las plantas de tratamiento de aguas (Romero, 2010). La contaminación del agua pone en peligro la salud pública, interfiere con el desarrollo de enfermedades, además puede causar serios problemas en el abastecimiento de agua pura a las industrias, perjudica también la actividad pesquera y anula el valor estético de los cursos superficiales (Ministerio, 2016).

1.1.7.3 Tipos de Contaminantes

Se puede dividir a los contaminantes en biodegradables y no biodegradables;

- Los biodegradables u orgánicos son aquellos materiales que pueden ser descompuestos por la acción de organismos vivos, como lombrices, hongos y bacterias principalmente. Este fenómeno permite que los elementos que forman tales residuos queden disponibles para su nueva incorporación a la naturaleza de manera útil.

- Los no biodegradables son aquellas que no pueden desintegrarse naturalmente o bien, si esto es posible, sufren una descomposición demasiado lenta, este factor los hace más peligrosos que los anteriores, su acumulación en la naturaleza es progresiva (Ambiente, 2012).

1.1.7.4 Fuentes de Contaminantes Orgánicos

a. Actividad Agropecuaria

Esta actividad, genera gran variedad de residuos de origen vegetal y animal, están integrados por restos de cosechas y cultivos procedentes de diversas especies. Entre los residuos animales, se incluyen excrementos sólidos y semisólidos (estiércoles) y líquidos purines, desechos de faena, cadáveres, sobrantes de suero y leche, etc. Los estiércoles y purines son los residuos que presentan mayor interés por la concentración espacial que alcanzan en producciones como la lechera, avicultura, entre otros y por el impacto ambiental negativo que producen en la mayoría de los casos (Quivera, 2010).

b. Sub Productos de Origen Animal.

Son residuos productos de la explotación de cualquier animal que no se utilizan en la elaboración de productos primarios, y que pueden tener algún otro aprovechamiento; las ventajas de la utilización de subproductos animales pueden ser económicas, con su recuperación permiten obtener una remuneración que no hubiera sido posible desperdiciándolos, Son higiénicas pues se reduce el riesgo de atraer plagas, que vuelven el lugar insalubre, creando peligro de epidemias y aumento de la contaminación (Silva, 2009).

c. Actividad Agroindustrial

Las características cuantitativas y cualitativas de los residuos dependen de numerosos factores, muchos son reutilizados a través de alternativas que se aplican, con menor o mayor grado de eficacia. Para otros residuos agroindustriales aún no existen alternativas de transformación en insumos útiles dentro de un marco económico viable (Sztern, 1996).

d. Industria de la Pesca

La parte aprovechable que se obtiene del pescado en alimentación está en 50 a 80% aproximado de su peso, no se utilizan las cabezas, esqueletos, vísceras, escamas y aletas. Toda esa masa de pescado sigue siendo, en gran parte desaprovechada. La FAO, 2014, tiene entre sus objetivos reducir los descartes de la pesca al máximo a través de una actividad más responsable, también quiere hallar salidas comerciales a esos residuos como fuente de proteínas (Maroto, 2010). La importancia de la industria de los subproductos de pescado es extraordinaria, tanto desde el punto de

vista económico como de los elementos que se obtienen de ella útiles al hombre, como son las harinas, aceites, productos farmacéuticos y abonos (Sztern, 1996).

1.1.8 Trucha Arco iris

1.1.8.1 Generalidades

La trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss*, es nativa de las cuencas que drenan al Pacífico en Norte América, abarcando desde Alaska a México. Desde 1874 ha sido introducida en las aguas de todos los continentes excepto la Antártica, con propósitos recreacionales para pesca deportiva y para acuicultura. La producción se expandió grandemente en los 1950 con el desarrollo de los alimentos pelletizados. Las pesquerías de trucha son mantenidas, o su cultivo es practicado, en las cuencas altiplánicas de muchos países tropicales y subtropicales de Asia, este de África y Sudamérica.



Figura 7. Distribución de la Trucha en el Mundo

Fuente: FAO (2006).

La introducción de esta especie en el Perú tuvo lugar en 1928. Desde los EEUU. En 1941 fueron transportados 25,000 huevos de trucha desde la estación piscícola “El Ingenio” a la “Estación Piscícola de Chucuito” a partir de esa fecha se han ido poblando paulatinamente ríos y lagunas de Puno. Durante la década del 1970 se comenzó a instalar el primer centro de cultivo en jaulas flotantes en el Lago Titicaca en Huaquina Juli, en la década de 1990 en la Región Puno se instalaron jaulas industriales con pasarelas metálicas de mayor volumen productivo y desde la década

del 2000 se cuenta con la distribución de alimento balanceado de tipo pelletizado extruido, actualmente la truchicultura se viene constituyendo en una industria biotecnológica alternante para la producción masiva de pescado fresco y brindar seguridad alimentaria así como para la generación de puestos de trabajo de manera directa e indirecta (Ragash, 2009).

1.1.8.1.1 Identidad Biológica



Figura 8. *Oncorhynchus mykiss*. In Cultured aquatic species fact sheets. Text by Cowx, I. G. Edited and compiled by Valerio Crespi and Michael New.

Fuente: FAO (2009).

Características Taxonómicas	
<u>Categoría</u>	<u>Taxa</u>
Reino	Animal
Phylum	Chordata
Sub Phylum	Vertebrata
Super clase	Pisces
Clase	Osteichthyes
Sub clase	Actinopterygii
Orden	Salmoniforme
Familia	Salmonidae
Genero	Oncorhynchus
Especie	mykiss
Nombre científico	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
Nombre vulgar	Trucha arco iris

Figura 9. Características Taxonómicas de la Trucha

Fuente: (Camacho, 2000)

1.1.8.1.2 Valor Nutritivo

La tabla presenta la información nutricional de la trucha arco iris para una ración de 100 gr.

Tabla 4

Contenido Nutricional de Trucha - Ración de 100 gr

Información Nutricional	Ración Gr
Valor energético	125 Kcal
Grasa total	5 gr
Ácidos grasos omega 3, w6, w9	1.6 gr
Carbohidratos totales	0.0 gr
Fibra	0.0 gr
Azúcar	0.0 gr
Sodio	51 mg
Minerales	1.74 gr
Proteínas	21 gr
Vit. A	260 ug
Vit. complejo B	320 ug
Calcio	88 mg
Vit. C	10.2 gr
Hierro	4.8 m

Fuente: NRC (1993).

1.1.8.1.3 Rasgos Biológicos de la Trucha

Cuerpo de forma alargada, fusiforme con 60-66 vértebras, 3-4 espinas dorsales, 10-12 rayos dorsales blandos, 3-4 espinas anales, 8-12 rayos anales blandos, 19 rayos caudales, aleta adiposa presente, usualmente con borde negro, sin tubérculos nupciales, pero ocurren cambios menores en la cabeza, boca y color de los machos desovantes.

Coloración azul a verde oliva sobre una banda rosada a lo largo de la línea lateral y plateada por debajo de ella.

Lomo, costados, cabeza y aletas cubiertas con pequeños puntos negros, la coloración varía con el hábitat, tamaño, y condición sexual.

Tendencia de los residentes en corrientes y de los desovantes a ser más oscuros con color más intenso, mientras que los residentes de lagos son más brillantes y más plateados (Tropica, 2010).

1.1.8.1.4 Etapas de Desarrollo de la Trucha

El desarrollo biológico de la trucha comprende 4 etapas:

- a. **Ovas.** - Son huevos fecundados que después de un promedio aproximado de 30 días de incubación, eclosiona y se convierte en larva.
- b. **Alevinos.** - Son peces pequeños que miden de 3 cm a 10 cm con un peso que oscila entre 1.5 a 20 gr.
- c. **Juveniles.** - Son peces que miden de 10 a 15 cm cuyo peso generalmente es de 20 a 100 gr.
- d. **Comerciales.** - Es la etapa especial donde los peces han recibido el proceso de engorde para ser comercializado, estos miden de 15 cm a 22 cm con un peso de 100 a 200 gr.

1.1.8.1.5 Aspectos Ecológicos

- **Hábitat.** - En recursos loticos y lenticos de aguas frías limpias y cristalinas, típicas de alta montaña, prefiere corrientes moderadas y ocupa los tramos medios de fondo pedregoso y moderada vegetación; son peces de aguas frías, aunque tolera temperaturas de 25 °C durante varios días y límites cercanos a la congelación.

- **Distribución.** - En el Perú se distribuye en casi todos los ambientes dulce acuícolas de la sierra, su distribución en los ríos se halla continuamente alterada por su gran movilidad, pues migra de una zona a otra dependiendo de la estación del año, estado biológico, de las horas del día, del tipo de alimento, épocas de reproducción, etc.



- **Predadores.** - En sus primeros estadios (ovas larvas alevinos) tienen como predadores a otros peces de mayor tamaño, las aves, al estado adulto es capturada por el hombre.

- **Alimentación.** - La trucha es un pez de hábito carnívoro y se alimenta en la naturaleza de presas vivas, como insectos en estado larvario moluscos crustáceos renacuajos y peces pequeños.

- **Competidores.**- En los ambientes naturales a nivel de alevinos sus principales competidores son los peces nativos, ya que es muy voraz y predador territorial, a medida que va adquiriendo mayor tamaño tiene mayor agresividad y trata de expandir su territorio obligando a los pequeños a migrar o colonizar otras partes del río (Mendoza, 2009).

1.1.9 Parámetros de Calidad de Agua para Cultivo de Truchas

El recurso debe poseer características adecuadas en cuanto a la cantidad, calidad física y química; la calidad del agua desde el punto de vista biológico está condicionada por la presencia o ausencia de organismos vivos en el ecosistema acuático, así como a la mayor o menor presencia de agentes patógenos (Ragash, 2009).

Tabla 5

Calidad de Agua para Truchicultura

Parámetros	Rango optimo
O ₂	Near saturation
CO ₂	<2.0 ppm
Temperatura	12 – 21 °C
pH	6.5-8.5
Alcalinidad (como CaCO ₂)	10 – 400 mg/litre
Manganeso	< 0.01 mg/litre
Hierro	<1.0 mg/litre
Zinc	<0.05 mg/litre
Cobre	< 0.006 mg/l agua blanda o <0.3 mg/l agua dura

Fuente: Trópica (2010).

1.1.10 Alimentación de Truchas

Las truchas son carnívoras, agresivas y codiciosas en la alimentación (Hoitsy, 2002). El suministro de dietas se ha modificado en el tiempo y el proceso de cocción extrusión de piensos; ahora se tiene dietas compactas y nutritivas para todas las etapas del ciclo de vida.

Los alimentadores mecánicos, impulsados por electricidad o energía solar, se pueden usar para entregar cantidades establecidas de alimento a intervalos de tiempo, la temperatura y estación.

En casos de distribución de alimento a mano, se considera que las pérdidas oscilan entre el 1 y el 5% del total suministrado y que es necesario considerar a la hora de calcular el índice de conversión real (Downey, 1978), (Diaz, 1996).

El alimento debe cubrir las necesidades de las truchas tanto en lo que a energía se refiere como a los diferentes tipos de aminoácidos y nutrientes que son requeridos para su desarrollo y crecimiento; en Truchicultura se utiliza alimento artificial

balanceado puesto que es una especie carnívora y como nutrientes necesarios se puede citar proteínas hidratos de carbono grasa minerales fibras y vitaminas (Ragash, 2009).

Tabla 6

Requerimiento de Nutrientes para Truchicultura.

Proteínas	Carbohidra tos	Grasa	Vitamina s	Minerales
Importantes para la formación de distintos órganos del cuerpo y para la trucha debe ser mayormente de origen animal (carne, hígado o sangre).	Necesarios como fuente de energía. Los cereales como el trigo, maíz, cebada, la soya, son muy utilizados como fuente	Son vitales como fuente de energía.	Son importantes para un buen crecimiento de la trucha y que no se enfermen	Son importantes en la formación de los huesos, dientes y la sangre. El requerimiento de los minerales es reducido y son asimilados del agua y del alimento.

Fuente: FAO - MBP Cultivo Truchas (2014).

El nivel de proteína de estos alimentos cambia dependiendo de la etapa de desarrollo del pez.

Tabla 7

Porcentaje de proteína, según estado de crecimiento de truchas

Características	Trucha		
Peso en gramos	0,5 a 50	50,1 a100	101 a 500
Porcentaje de proteína	44 – 50	42 – 45	38 – 40

Fuente FAO - MBP Cultivo Truchas (2014).

Lovell (2002) indica que las compañías de alimentos balanceados fabrican sus productos con distintas granulometrías. El tamaño de las partículas de alimento debe incrementarse a medida que el animal crece y cada compañía aconseja una determinada granulometría.

Tabla 8

Peso del Pez en Relación del Diámetro del Alimento

Peso del Pez	Diámetro de la Partícula (mm)
<0.5	< 0.6 (starter)
0.5 – 2	0.6 - 0.85 (crumble)
2 – 5	0.85 – 1.2 (crumble)
5 – 10	1.2 – 2 (crumble)
10 – 20	2 – 3.2 (pellet)
20 – 100	3.2 (pellet)
100 – 500	4.8 (pellet)
>500	6.5 (pellet)

Fuente: Lovell (2002).

Una sobrealimentación tiene efectos negativos, tanto para el pez como para el medio, especialmente en aquellos de reutilización masiva del agua (Guerrero, 2010). La sobre alimentación de las truchas, da origen a secuencias o sucesos en el conjunto de la explotación, basada todas ellas en el aumento de la actividad metabólica.

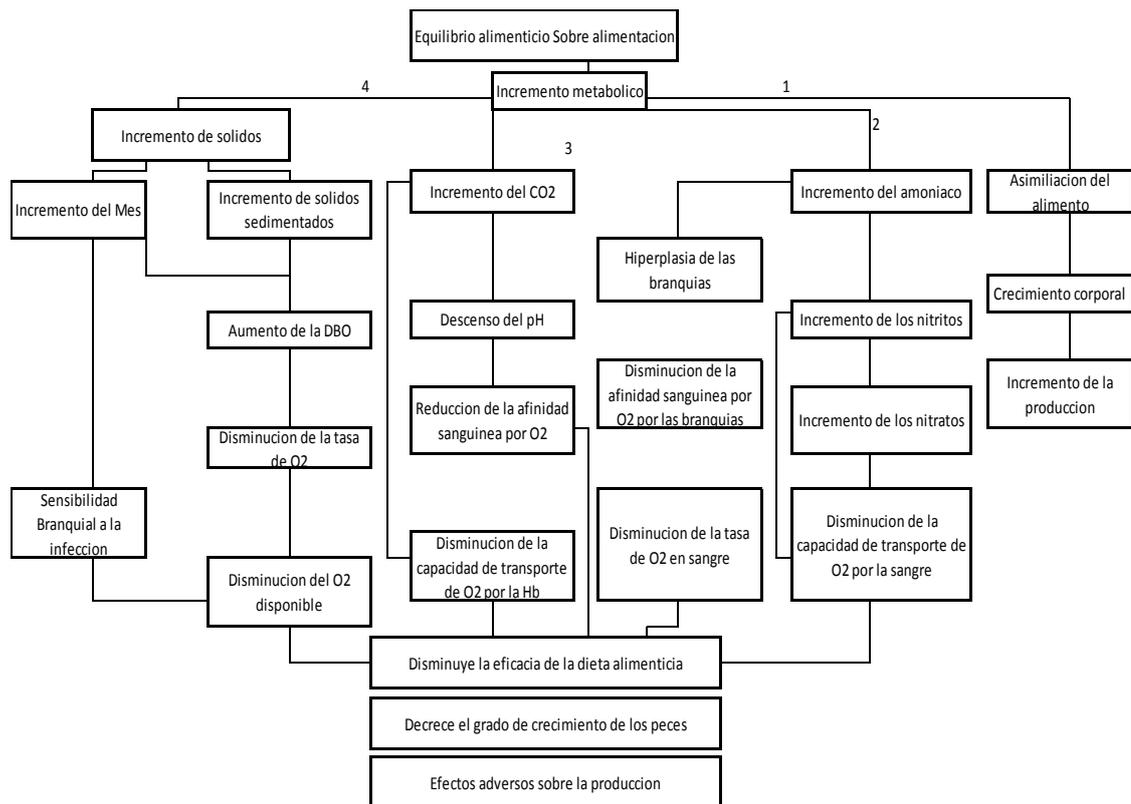


Figura 10. Secuencias de Efectos de Sobre Alimentación de Truchas

Fuente: Guerrero (2010).

1.1.10.1. Requerimiento Nutricional.

- a. **Proteínas.** – Para truchas comerciales se considera óptima 40% cuando se utiliza harina de pescado (de mar), es suficiente 36 % en la dieta siempre y cuando el aporte energético sea elevado. Si es la grasa el principal constituyente de fuente de energía, solo se requiere de un 30 – 35% de proteína para obtener un crecimiento máximo. Sin embargo para lograr la producción de carne con mayores beneficios se debe tener en cuenta la cantidad y calidad de proteína en la dieta, pues es uno de los principales determinantes del crecimiento de los peces (Cordova, 2001).

Tabla 9

Requerimiento de Proteína en Truchas por Etapas para su Alimentación

Edad	% Proteína
Alevinos	45 – 50 %
Juveniles	40 %
Peces mayores de 1 año	35 %

Fuente: Tacón (1989).

Tabla 10

Requerimiento de Aminoácidos para Alimentación de Truchas

Aminoácido	% En la dieta
Arginina	2.5
Histidina	0.7
Lisina	2.1
Metionina	0.5
Cisteína	1.0
Triptófano	2.0
Treonina	0.8
Valina	1.5
Leucina	1.0
Isoleucina	1.5

Fuente: (Orna, 2010).

- b. Lípidos.** - Los aceites incluidos en los alimentos para truchas desarrollan su máximo efecto cuando están en proporción hasta un 24 %. Como óptimo se puede considerar por lo regular una proporción de grasa en el alimento concentrado del 15 – 20% (Noel, 2003)

Tabla 11

Requerimiento de Lípidos para Alimentación de Truchas

Edad	% Grasa
Alevinos	15 %
Juveniles	12 %
Peces mayores de 1 año	9 %

Fuente: (Tacon, 1989).

Desde el punto de vista de la manufactura industrial de raciones no pueden utilizarse altos niveles de grasas en la formulas porque pueden causar problemas durante en procesos de pelletizacion o también desarrollar enranciamiento cuando las raciones son almacenadas por mucho tiempo (Vásquez, 2004) citado en (Echevarria, 2014). Otros efectos negativos de cantidades excesivas en dietas son; disminución del consumo de alimento afectando directamente el crecimiento del pez (Shiau, 1996).

c. Carbohidratos. - Son una importante fuente de energía y hacen parte de un gran número de metabolitos intermediarios en el organismo de los peces tales como la glucosa sanguínea, nucleótido glucoproteínas, etc. No son considerados nutrientes esenciales (Lovell, 2002); la proporción aceptable es de 10 a 20% para carnívoros, por la utilización de los carbohidratos en la cavidad intestinal por la amilasa responsable por la hidrolisis de los almidones, como pasa en la trucha (Furuichi, 1988).

d. Vitaminas. - Los trabajos de investigación llevados a cabo en USA y Europa han permitido sugerir las necesidades vitamínicas diarias mínimas conforme tabla N° 12.

Tabla 12

Cantidades Mínimas Esenciales de vitaminas por cada Kg de peso vivo

Vitamina	Cantidad
Tiamina (B1)	0.150 – 0.2 mg
Roboflavina (B2)	0.50 -1.0 mg
Piridoxina (B6)	0.25 -0.50 mg
Biotina (H)	0.04 -0.08 mg
Acido nicotínico	4.0 – 7.0 mg
Ácido pantoténico	1.0 -2.0 mg
Ácido fólico	0.10 – 0.15 mg
Inositol	18 – 20 mg
Colina	50 – 60 mg
Cianobalamina (B12)	0.0002 -0.0003 mg

Fuente: (Orna, 2010).

La mayoría de vitaminas no son sintetizadas por el pez por lo tanto deben ser suplidas en una dieta balanceada. Las vitaminas son importantes dentro de los factores de crecimiento ya que cataliza todas las reacciones metabólicas (Mendoza, 2009).

e. Minerales. - Las truchas necesitan pequeñas cantidades. El organismo de un pez está constituido por un 70 – 75 % de agua y el agua es un nutriente esencial, si un análisis del agua de una piscifactoría que trabaja con agua dulce revela una escasez natural de elementos minerales se puede añadir al pienso hasta un 2 % de minerales (Orna, 2010). Los minerales son importantes ya que afectan los procesos de osmoregulacion (intercambio de sales) a nivel de células también influyen en la formación de huesos escamas y dientes (Mendoza, 2004).

1.1.10.2. Tasa de Alimentación. - Es la cantidad de alimento a suministrar en un sistema y esta expresado en porcentaje de la biomasa o peso total existente en la unidad de crianza. La cantidad de alimento que se debe proporcionar a las truchas

debe estar en relación directa a la temperatura del agua y a la talla promedio de los peces en cultivo (Mendoza, 2004).

1.1.10.3. Tasa de Ingestión. - El crecimiento de los peces está determinado fundamentalmente por la cantidad de alimento ingerido (energía y nutrientes) y por la temperatura del agua. Los peces, como animales poiquiloterms son incapaces de regular su temperatura corporal, por lo que su metabolismo únicamente funciona de forma óptima dentro de un rango de temperatura adecuada, dentro del cual la ingestión y el crecimiento son máximos, pero disminuyen cuando la temperatura está por encima o por debajo del rango óptimo, por lo que la tasa de alimentación óptima debe venir determinada por la eficiencia económica, considerando tanto el costo del alimento como el valor de la biomasa de los peces.

Tabla 13

Tasa de Ingestión de Truchas

Cantidad de Alimento	115%	100%	85%	70%
Tasa de Crecimiento (% día)	2.60	2.60	2.56	2.43
Índice de Conversión	1.11	0.87	0.83	0.71

Fuente: FAO (2009).

1.1.11 Alimento Balanceado para Peces

Es la mezcla de ingredientes diseñadas para cubrir el requerimiento nutricional de un animal en función de su etapa metabólica, edad, peso y reproducción, que es sometido a procesos que facilita la disponibilidad de los nutrientes necesario (INATEC, 2016). A partir de la mezcla de insumos de origen animal (harina de pescado aceite de pesado, etc.) y de origen vegetal (harina de maíz, harina de soya sub productos de trigo, etc.) las cantidades determinadas y formuladas en relación a los requerimientos nutricionales de la trucha (Orna, 2010).

1.1.11.1. Formulación de Alimento Balanceado

La elaboración de raciones balanceadas, es calcular a partir de materia prima o insumos alimenticios una combinación o mezcla que cubra los requerimientos

nutricionales de la especie a la cual va dirigido dicho alimento y al más bajo costo. Con la finalidad de que la crianza a realizar sea más rentable (Noel, 2003).

Las formulaciones de alimentos para trucha arco iris usan harina de pescado, aceite de pescado, granos y otros ingredientes, pero la cantidad de harina de pescado se ha reducido a menos que 50 por ciento en años recientes por el uso de fuentes alternativas de proteína tales como harina de soya. Estas dietas de alta energía, son convertidas eficientemente por la trucha arco iris, a menudo a tasas de conversión del alimento (TCAs) cercanas a 1:1.

1.1.11.2. Método de Formulación de Raciones

Para formular la ración existen varios métodos desde los más simples hasta los más complejos y tecnificados entre ellos tenemos:

- a. Prueba y error.
- b. Ecuaciones simultáneas.
- c. Cuadrado de Pearson.
- d. Programación lineal.

El método más sencillo para el cálculo de raciones balanceadas es la prueba error, siendo el de programación lineal el utilizado en la formulación científica de alimentos. En la medida que el número de ingredientes y requerimientos sea mayor, hará más compleja la formulación por lo cual se deberá recurrir a programas en computadora (Noel, 2003).

1.1.11.3. Alimento Balanceado Extruido

El proceso de extrusión es procesar insumos con alta temperatura en poco tiempo y es hecho por operación combinada de humedad, calor, energía mecánica y presión (Watanabe, potential of soybena meal as protein source extruded pellet for raibow trout, 1993) La comida que se expone más tiempo al calor inducirá que su calidad disminuya; porque algunos aminoácidos como lisina, triptófano, cisteína, histidina, y otros son muy sensibles al calor especialmente calor seco. La pérdida de estos aminoácidos puede reducir la calidad de los alimentos (FINUT, 2017). Otro beneficio

es sobre el almidón de los alimentos que está completamente gelatinizado, entonces su digestión será acelerada y 90% mejorado, además es un alimento esterilizado por la eliminación de microorganismos nocivos (Pourjafar, 2007).

La cocción es por aplicación de altas temperaturas (hasta 250 °C) y presión por un breve periodo de tiempo (1 a 1.5 minutos) o bien bajo la acción de intensa fricción y contacto de la mezcla con camisas térmicas (Botting, 1991). Los pellets hechos de esta manera absorben altas cantidades de aceite de pescado adicional y permiten la producción de dietas de alta energía, con sobre 16 por ciento de grasa. Los niveles dietéticos de proteína en los alimentos han aumentado a 35-45 por ciento y los niveles dietéticos de grasa ahora exceden 22 por ciento en dietas de alta energía.

1.1.11.4. Conversión Alimenticia

Se define como la cantidad de alimento suministrado (en kg) para obtener 1 Kg de carne de pez en el cultivo de truchas arco iris es posible obtener conversiones de 1: 1 a 1: 1.2 dependiendo del tipo de alimentación suministro siendo recomendable utilizar alimento extruido (Mendoza, 2004).

Hepher (1993), citado en (Chanamé, 2012), dice que la relación entre el peso del alimento consumido y la ganancia de peso del pez a menudo es útil como una medida de la eficiencia de la dieta. Mientras más adecuada es la dieta para el crecimiento, menor cantidad de alimento es necesaria para producir una unidad de ganancia de peso; es decir, menor conversión alimenticia. Igualmente, (Harper, 1981) citado en (Chanamé, 2012) menciona que el crecimiento de los peces depende de diversos factores, entre los cuáles el tamaño de la ración y el peso corporal son de especial importancia, y cuando el alimento es insuficiente tanto para el mantenimiento como para el crecimiento éste último inhibe o cesa por completo.

1.1.12 Ensilaje de Vísceras de Pescado

Las vísceras de pescado se pueden tratar mediante procesos biológicos o una combinación de procesos físico, químicos y biológicos (Álvarez, 2010).

El ensilado es un proceso de conservación de forrajes u otros alimentos con elevado contenido en humedad (65 a 70%), en ausencia de aire (anaerobiosis), de luz y de la humedad exterior, mediante acidificación, que impide la continuidad de la vida vegetal y de la actividad microbiana indeseable como (*Clostridia*, *listeria*, coliformes, hongos y levaduras (Rodríguez y Díaz, 2005), (De la Roza, 2005), (León, 2003) citado en (Churacutipa, 2016). Esta acidificación, medible en forma de pH, más acidez, se consigue mediante fermentaciones que tienen lugar en el ensilado dando como resultado la producción de ácidos orgánicos, principalmente ácido láctico y cantidades menores de otros ácidos como acético y propionico. El objetivo principal de producir ensilajes es preservar al máximo posible el valor nutricional del forraje original (León, 2003).

La conversión de desperdicio de pescado a ensilaje, tiene la ventaja de ser un suplemento barato en la alimentación animal, mientras se reduce el desperdicio y la contaminación ambiental (Zynudheen, 2008).

1.1.12.1 Proceso de Ensilaje

El principio básico de la fermentación anaeróbica es la preservación de nutrientes del material fresco (residuo orgánico). La producción de ensilaje mediante la formulación anaeróbica requiere de la presencia de microorganismos productores de ácido láctico y de una fuente de carbohidratos solubles en agua. Durante la degradación de los carbohidratos por parte de los microorganismos se producen ácidos orgánicos (acético y láctico) que generan una disminución en el pH. La acidez proviene de la proliferación de microorganismos indeseables (coliformes, hongos, levaduras) y la putrefacción de deterioro del subproducto.

1.1.12.2 Ensilado de pescado

Es un producto semi-líquido o pastoso, que aprovecha los residuos de desechos de la industria pesquera, pescado entero no apto para consumo humano, tales como cabeza, colas, huesos, piel, escamas y vísceras (Toledo, 2006). Es un sub producto que posee gran digestibilidad, cualidad que le proporciona un gran beneficio en alimentación

animal, sin dejar de mencionar que las proteínas que lo constituyen son de un elevado valor biológico (Balsinde, 2003).

Es necesario utilizar tecnologías simples y de baja inversión que permitan el aprovechamiento de esa proteína de origen animal y de esta forma minimizar los efectos de la contaminación ambiental (Toledo, 2006). De no tratarse adecuadamente los residuos de pescados, ocurre en los residuos una proteólisis indeseable, resultando en la producción de Nitrógeno-amoniaco, y las aminas cadaverina y putresina, que emiten un olor desagradable (Díaz, 1996).

Actualmente, algunos de estos residuos de acuicultura se utilizan para la elaboración de productos alimenticios, como aceites, harinas, alimentos líquidos y semilíquidos, y ensilajes para el uso en la industria pecuaria (Díaz, 2004).

1.1.12.3 Ensilado Biológico

En el ensilado biológico se le agrega al pescado una fuente de carbono y un microorganismo, capaz de utilizar el sustrato y producir ácido láctico. Se han estudiado diferentes fuentes de carbono tales como harinas de maíz, harina de avena, cebada, malteada, arroz, yuca, azúcar, melaza, etc. y distintos organismos productores de ácido láctico, entre otros, bacterias lácticas del yogur y fermentos biológicos preparados con variedades de frutas y hortalizas como repollo, papaya, banana, piña, camote, yuca (Bello, 1992).

En estudios se ha establecido el *Lactobacillus plantarum* y la melaza como los agentes más eficientes y recomendables, (Tattersson, 1973), el ensilado requiere que las enzimas presentes en las vísceras sean esparcidas a través de la masa del pescado molido o mezclado. Así mismo, (Córdova, 1986), definen que el ensilado biológico es un producto, líquido elaborado a partir de la masa de pescado entero o residuos triturados, previa adición de carbohidratos y la mezcla es fermentada por la adición de bacterias ácido lácticas, bajo condiciones controladas

1.1.12.4 Procesos de Acidificación y de Hidrolisis.

Dicho proceso se puede dividir en dos fases distintas complementarias: una correspondiente a la hidrólisis o licuefacción, la cual está gobernada por las enzimas proteolíticas, y la otra correspondiente a la acidificación y reducción del pH, la cual está gobernada por la acción de los microorganismos ácido lácticos. Es posible acelerar uno de los dos fenómenos, sin alterar drásticamente el otro.

El pH es el índice de mayor importancia que debe ser controlado durante todo el proceso y almacenamiento del ensilado biológico de pescado, ya que refleja el desarrollo del proceso, la calidad del ensilado y manifiesta cualquier cambio que pueda afectar el producto. Adicionalmente el pH se puede medir muy fácil y rápidamente, inclusive fuera del establecimiento de producción (Van Wik & Heydenrich, 1985).

Es importante que la cantidad de melaza añadida sea suficiente como para permitir a las bacterias lácticas producir suficiente ácido en el momento que sea necesario, además, la melaza presenta capacidad ligante, y mejora la estabilidad y características sensoriales del ensilado y los alimentos en los cuales es incluido (Fagbenro, 1996).

Según (Bello, 1992), el pH refleja el desarrollo del proceso, la calidad del ensilado y manifiesta cualquier cambio que pueda afectar el producto. Anteriormente, (Fagbenro, 1996) citaron que la estabilidad de los ensilados biológicos de pescado se obtiene con valores de pH menores que 4.5. Dicho valor muestra la fase o fenómeno de acidificación por parte de microorganismos. También hay antecedentes que demuestran la utilización de jugo de frutas para acelerar la fermentación (Córdova *et al.*, 1990), también expresan que varios investigadores han utilizado las enzimas bromelina, extraída de jugo de piña (*Ananas comosus*) y la papaína de la papaya (*Carica papaya*) para digerir pescado (Cordova, 2001).

1.1.12.5 Ventajas del Ensilado Biológico

Son: ahorro económico, fácil mantenimiento y reproducción del cultivo iniciador, fácil secado; el proceso de fermentación ayuda a estabilizar la calidad del aceite en el producto, lo cual resulta más atractivo para los animales (Dapkeviciu, 2007). Su manipulación es sencilla, sin los peligros y riesgos, su reducido costo de producción,

la posibilidad para la región a un costo razonable, el tiempo de proceso reducido y un producto, incluyendo sabor y olor, más atractivo y apetecible (Bello, 1992).

La utilización de diferentes técnicas y materias primas utilizadas en la elaboración de los ensilados biológicos, muestran mucha divergencia en su composición (Padilla, 2000). Por esta razón existen controversias entre autores sobre la eficiencia alimenticia; ya que hay quienes aseguran que la digestibilidad del ensilado es cerca del 100 % y la de la harina de pescado fluctúa entre 75 y 80% (Padilla, 2000).

1.1.12.6 Comparación de Ensilado y Harina de Pescado

La producción de ensilado industrial compite favorablemente con harina de pescado, principalmente como resultado de una menor inversión de capital. Esto es porque el precio de una planta de ensilado biológico con equipo separador de aceite es aproximadamente la mitad del correspondiente a una planta de harina de pescado con la misma capacidad (Parin, 1994). Obtuvieron en su trabajo un ensilado biológico con humedad de 70% y con proteína de 16.9% señalando que “tiene las características bromatológicas adecuadas para ser utilizado en la sustitución de la harina de pescado, en la elaboración de raciones de alimentos concentrados, o directamente como un complemento en la alimentación animal. (Parin, 1994), mencionan que el ensilado se usa del mismo modo que la harina de pescado en los alimentos para animales. Meire *et al.*(2002) citado en (Churacutipa, 2016), es factible de utilizar en la acuicultura y una adecuada fuente de proteínas en alimentos para peces. (Nwana, 2003), concluye; basado en estimaciones del beneficio económico e índice de utilización de nutrientes; la harina producida de ensilado biológico puede reemplazar efectivamente a la harina de pescado. (Berenz, 1990); señala que es factible de ser utilizado en formulaciones de alimentos para animales y es que se sabe que en muchos países donde no se procesa harina de pescado, los ensilados han sido empleados como un sustituto de la misma, obteniendo buenos resultados.

El ensilado biológico al utilizarse en fresco en la elaboración de las dietas aporta agua, proporciona aceite de alta calidad por su contenido de lípidos y carbohidratos (Balsinde, 2003); sin embargo, (Parin, 1994), mencionan que se requiere

aproximadamente cuatro veces más ensilado para la misma entrada de proteína de la harina de pescado. Cifras más optimistas reportan que la relación de reemplazo del ensilado biológico (elaborado con residuos) por la harina de pescado en dietas de animales es de 3 a 1 (3 kg de ensilado por kg de harina), pero que si se tratara de un ensilado integral (usando todo el pescado como resulta en el proceso de harina de pescado), la relación es de 2 a 2.5 unidades de ensilado por unidad de harina (Balsinde, 2003). En el ensilado deshidratado; con humedad menor al 10%; su porcentaje de proteína bruta aumenta significativamente a rangos de 35 a 45% (Toyes, 2016).

1.1.12.7 Uso de Ensilado

Los ensilados elaborados como subproductos de la industria pesquera son importantes ingredientes en la nutrición animal. Son usados para alimentar toda la clase de especies animales tales como rumiantes, cerdos, pollos, animales de pieles, peces y mascotas. La razón por el gran interés en los productos pesqueros para la alimentación animal es por su alto y valioso contenido proteína y grasa (aceite). La composición química del ensilado húmedo indica elevados tenores de agua (60-80%) y variables porcentajes de proteína bruta (12-19%) de elevado valor nutricional en ensilado biológico. Se considera que en los ensilados la grasa es un poco más estable a la oxidación que en los ensilados químicos. Entre los factores más importantes en la producción animal se destaca la alimentación, que representa entre el 50 y 80% de los costos variables de producción (Berenz, 1990) El alto costo se debe en gran medida a que la mayoría de las fuentes proteicas son costosas (Diaz, 2004).

1. 2 Antecedentes

1.2.1 Contenido Químico Proximal de Ensilado Biológico de Vísceras de Peces

Sztern *et al.* (1996); estudio que las vísceras de pescado de agua dulce constituyen entre el 5 y 11% del peso corporal. Su composición química promedio es 76,6% agua, 20,4% proteína, y 3% minerales.

Churacutipa (2016) Señala en resultados de su experimento que el análisis químico proximal del ensilado biológico de restos viscerales de truchas (huesos, cabeza colas), contienen Proteína cruda 12.60 %; Humedad 67.20%; Grasa cruda 17.90%; y contenido de cenizas 2.4 %.

Matos *et al.* (2003) Señala que la composición química del pescado entero, contiene proteínas en un 15.9%, grasas 4.6%, cenizas 5.6% y humedad 73.9%, por otro lado, los residuos como las vísceras y cabeza de pescado, poseen proteínas en un 15.9%, grasas 5.5%, cenizas 7.6% y humedad 71%.

1.2.2 Efectos de la Alimentación de Peces con Ensilaje de Pescado

Huguenin *et al.* (1978) indica que la alimentación generalmente representa el mayor costo operativo de una explotación intensiva de engorde de peces; pueden constituir aproximadamente el 55% de los costos de producción anuales totales de los criaderos comerciales. Los elevados costos de producción asociados a la alimentación frecuentemente se relacionan a una pobre eficiencia en la conversión alimentaria, lo que resulta además en una importante descarga de nutrientes al medio acuático Coello (2002).

Reemplazando la harina de pescado por completo por los productos en las dietas experimentales, que se alimentaron a la trucha arco iris (*Salmo gairdneri*) durante 32 semanas Hardy *et al.* (1984), encontraron que los mejores valores de crecimiento y conversión alimenticia se obtuvieron en dietas en que la harina de pescado se reemplazó con pescado licuado o ensilaje de pescado, además no se encontraron diferencias significativas en los pesos finales.

Gulllu *et al.* (2014) Sustituyendo la harina de pescado por ensilaje de subproductos del procesamiento de pescado en las dietas para la trucha arco iris, *Oncorhynchus mykiss*; el estudio evaluó los efectos del ensilaje dietético de pescado, utilizado como sustituto de la harina de pescado, sobre rendimiento de crecimiento; los resultados mostraron que el ensilaje de subproductos del procesamiento de pescado tiene el potencial de reemplazar la harina de pescado hasta en un 20% en las dietas de trucha

arco iris sin efectos adversos sobre el crecimiento, la composición de ácidos grasos y las variables bioquímicas del suero.

Crispulo *et al.* (2011) determino la digestibilidad aparente y parámetros zootécnicos en tilapia roja de engorde, sin tener resultados diferenciales en los parámetros de digestibilidad, pero si en los parámetros zootécnicos, observando que, a mayor inclusión de ensilaje de pescado, se genera mayor talla, peso y conversión alimenticia.

Dietas de ensilaje de pescado como reemplazo de la harina de pescado, en el desarrollo del crecimiento, composición de ácidos grasos y valores séricos de *Oncorhynchus mykiss*, han permitido reemplazarla hasta en un 20% sin efectos adversos sobre el desarrollo del crecimiento, composición de ácidos grasos y variables bioquímicas séricas, lo reporta Kenan *et al.* (2014).

Perea *et al.* (2011), evaluaron tres niveles de inclusión de 10% (T1), 20% (T2), 30% (T3), más una dieta testigo 0% (T0) sin ensilaje. Para ello, se determinó digestibilidad aparente (total, materia seca, proteína cruda, extracto etéreo y cenizas) mediante la adición de óxido crómico como marcador inerte y los parámetros zootécnicos (ganancia de peso, incremento en talla y conversión alimenticia). Los parámetros de digestibilidad no presentaron diferencias significación ($P > 0.05$), indicando que el ensilaje biológico de residuos de pescado al ser incluido en las raciones para tilapia, no afectan la ingestión de los componentes alimenticios. Los parámetros zootécnicos presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$), observándose que a mayor inclusión de ensilaje se presenta un mejor comportamiento de talla, peso y conversión alimenticia.

Perea *et al.* (2011) En la evaluación del efecto de 2 dietas con ensilajes de residuos del fileteado de tilapias en la alimentación de tilapias rojas (*Oreochromis niloticus* x *O. mossambicus*). El bioensayo de crecimiento se realizó durante 60 días, con 270 alevines revertidos (todos machos) de 6.0 ± 0.01 g de peso como promedio inicial. Se encontraron satisfactorias pérdidas de materia seca (11.4 y 10.9 %) y lixiviación de la proteína (16.4 y 15.9 %) en las raciones experimentales, las que difirieron del control

(5.1 y 4.7 %). La menor digestibilidad de la proteína se presentó en la dieta con ensilaje biológico (86.8 %), la que difirió ($P < 0.01$) del químico (89.4 %) y el control (88.7 %)

Churata *et al.* (2017), reporta que la sustitución de la harina de pescado por ensilado de vísceras de trucha en la elaboración de alimento extruido para pejerrey (*Odontesthes bonariensis*)” en la etapa juvenil, en el análisis proximal del alimento extruido para el pejerrey en 3 dietas diferentes y una de testigo se dio a conocer que con la Dieta 2 (50 % de ensilado de vísceras de trucha) fueron: incrementó de valores en el contenido de proteína en 0.86 %, grasa 0.11 % y humedad en 0.16 %; incremento de peso en 0.94 % y tamaño en 0.50 % del pejerrey en el periodo experimental y un incremento en la composición corporal del pejerrey proteína en 0.15 % y grasa en 0.04 % comparación a los peces alimentados con la dieta testigo Por lo tanto, la sustitución del 50 % de harina de pescado por ensilado de vísceras de trucha afecta significativamente en la alimentación del pejerrey.

Valencia *et al.* (2015); En la sustitución de la harina de pescado por el ensilado biológico de vísceras de pescado en raciones para alevinos de banda negra, *Myleus schomburgkii*, se trabajaron con los tratamientos 1, 2, 3, O alcanzaron pesos promedios final de 72.6, 84.4, 75.9, 61.4 g respectivamente, mostrando diferencias significativas en los cuatro tratamientos, indicando que el tratamiento 2 en la cual la ración se sustituyó el 20% de la harina de pescado por el ensilado de vísceras de pescado presentó un mejor desarrollo. La prueba de comparación de los promedios (Prueba de Bonferroni) mostró al final de la investigación la siguiente tendencia $T2 > T3 > T1 > T0$. Los valores promedio de los parámetros físico-químicos del agua registrados mensualmente se encontraron dentro de los límites normales para la crianza de esta especie.

Pacheco *et al.* (2015); El efecto de dietas con ensilado biológico de residuos de *Argopecten purpuratus* en la alimentación de alevines de *Colossoma macropomum*, los resultados mostraron que el mejor CDAP se encontró en la dieta del 25% con 85.54% de CDAP, sin presentar diferencias significativas con el control ($p > 0.05$), y la dieta con 35 y 45% obtuvieron el menos CDAP con 68.43 y 64.24% respectivamente.

Por lo que se concluye que la dieta sustituyendo al 25% de ensilado biológico de residuos de partes blandas de *A. purpuratus* es una excelente alternativa para la alimentación de “gamitana”

1.2.3 Efectos de la Alimentación de Peces Reemplazando la Harina de Pescado con otros Insumos Proteínicos.

Echevarría *et al.* (2014), concluyo que la formulación más adecuada para truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en su etapa de adulto es 41% de harina de pescado, 25.5 % de soya, 15.5 % de afrecho de trigo, 14.48 % de maíz y 3% de aceite de soya, que permite obtener un buen desarrollo del pescado con un ICA de 1.16.

Ramos *et al.* (2019) concluyeron que la harina de plumas hidrolizada es un buen sustituto de la harina de pescado en la alimentación de trucha arcoíris. Con un nivel de 20% de sustitución de harina de pescado por harina de plumas hidrolizada se concluye que: Los animales lograron un mejor crecimiento en talla, Se obtuvo un mejor incremento de peso, La ganancia de biomasa fue mejor, El índice de conversión alimentaria tuvo resultados muy buenos, Se logró mejor mérito económico en comparación de las otras dos dietas.

Homero *et al.* (2011) en su estudio “Efecto de la Harina de Calamar gigante (*Dosidicus gigas orbigny*.) en reemplazo de la harina de pescado en dietas para trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss walbaum*), Concluye que los parámetros químicos del agua del cultivo de trucha arco iris durante el desarrollo de la investigación se mantuvo constante para todos los tratamientos, descartándose su influencia posible en la respuesta productiva de las truchas; Las Truchas alimentadas con dietas formuladas en base al uso total y parcial de harina de calamar gigante tuvieron un mejor rendimiento en la performance productivo al ser comparados con aquellos alimentados con dietas formuladas en base a solo harina de pescado; La inclusión de Harina de calamar gigante en sustitución total de la Harina de pescado en el tratamiento tuvo un mejor rendimiento económico expresado en un menor costo de alimento.

Las sustancias presentes en los residuos, como las proteínas y grasas son potencialmente fuentes de contaminación en el recurso hídrico, ya que puede aumentar la carga orgánica y la disminución de oxígeno en este Martínez *et al.* (2003). El ensilaje de pescado a base de subproductos de la pesca contiene nutrientes de alta calidad como: Proteínas ácidos grasos, vitaminas, minerales y pigmentos, el cual puede ser utilizado en la alimentación animal, como: En el Ganado bovino, ovino y porcícola, piscicultura Gbogouri *et al.* (2004) y avicultura Dale (2015).

La harina de pescado, la cual tiene limitantes de uso en cuanto a su costo, puede ser reemplazada de 20% hasta un 100% por el ensilaje de pescado sin alterar significativamente los parámetros de alimentación y zootécnicos en diversas especies animales. Su uso permitirá que entre el 40 al 70% de los subproductos generados de la pesca y acuicultura sean usados en alimentación animal y conserve el ambiente de estas especies. Torres *et al.* (2015).

Arvanitoyannis *et al.* (2008), FAO (2014) reportan que la producción de ensilaje biológico de pescado puede ser una alternativa viable del aprovechamiento de los subproductos de la acuicultura y pesca continental, de tal forma que mejore los ingresos de los productores y pescadores, paralelamente a la disminución de impacto ambiental que esta actividad pueda generar al ambiente.

1.2.4 Efectos de Contaminación Producto de los Residuos Viscerales de Peces.

Arvanitoyannis *et al.* (2008) refieren una concentración de nutrientes en los residuos de la acuicultura de 58 % de proteína y minerales en materia seca, 19 % de lípidos y 22 % de cenizas. Debido a la concentración de ácidos grasos, estos lo convierten en un importante sustrato para el metabolismo anaerobio, ya que se genera un mayor rendimiento de metano Cirne *et al.* (2007), evidenciando el beneficio que traería en la alimentación de los rumiantes. El valor nutricional de los residuos de la pesca lo convierte en una importante opción para la alimentación animal (Ornelas *et al.*, 2011).

Los residuos de la Acuicultura pueden generar problemas medio ambientales al ser dispuesto en el ecosistema. Bhaskar *et al.* (2008). Al ser vertidos en las aguas produce disminución en la biomasa, bentos, plancton y alteración de las redes tróficas naturales. Otras alteraciones son el aumento de dioxinas, metales pesados, propagación de parásitos internos como Anisakis citado por Blanco (1995). El contenido proteico y lipídico de los residuos de la Acuicultura.

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Identificación del problema

En la Región Puno, el desarrollo de la industria del cultivo controlado de truchas; alimento con alta calidad nutritiva viene alcanzando fuertes niveles de importancia regional y nacional, manteniendo un crecimiento productivo dinámico sostenido y expansivo en estos últimos años. Habiendo alcanzado un volumen de producción de más de 50,914.45 toneladas al año 2018 (PRODUCE, Anuario estadístico de pesca y acuicultura 2018).

En la producción de truchas la alimentación con dietas balanceadas generalmente representa el mayor costo operativo de una explotación intensiva de engorde de peces (55%), (Huguenin, 1978), dieta compuesta por nutrientes proteínas grasas, cenizas, etc. de alto costo, el que es aportado por la harina de pescado principalmente.

La actividad productiva del cultivo de truchas dentro del comercio genera una gran cantidad de residuos de sub productos de origen animal por pérdidas durante el procesamiento primario; se ha estimado que estos residuos generados por la comercialización de la trucha fresca eviscerada han alcanzado al año 2018 un volumen de 2,256.5 toneladas de residuos viscerales (4.9% de la producción).

Por semana en planta de procesamiento de la empresa (Piscis, 2019), Piscifactorías de Los Andes S.A., ubicada en el Parque Industrial Salcedo Puno, genera 490 kg residuos viscerales que es transportada y dejada en el botadero del Municipio Provincial de Puno, sin la aplicación de ningún tratamiento sanitario post arrojado, lo cual ocasiona el desperdicio

de proteínas de alto valor nutritivo y repercute en un aumento de problemas de contaminación, principalmente sobre suelos, cuerpos de agua y aire.

Por tanto con un manejo técnico de proceso adecuado mediante la técnica del ensilado biológico se presenta como una alternativa innovadora y biotecnológica sustentable posible para utilizar esta materia prima como fuente de provisión de proteínas grasas y cenizas principalmente para alimentación de peces; el ensilado se basa en la fermentación anaeróbica ácido láctica, obteniéndose al final del proceso un producto líquido pastoso acidificado estable con alto valor nutritivo, aproximadamente 12% de proteína que puede ser empleado como insumo en la preparación de dietas para alimentación animal (Churacutipa, 2016).

Los elevados requerimientos proteínicos en las dietas de peces y camarones se atribuyen a sus hábitos alimenticios carnívoros/omnívoros y al uso preferencial de la proteína dietética sobre los carbohidratos como fuente energética (Cowey, Mackie & Bell, 1985). En contraste con los animales terrestres, los peces y camarones son capaces de obtener más energía metabolizable a partir del catabolismo de proteínas que de los carbohidratos, el requerimiento proteínico de truchas es del 40-45 % (Tacon, 1989).

2.2 Enunciados del problema

2.2.1 Problema general

¿Cuál será el efecto de la alimentación de truchas comerciales de *Oncorhynchus mykiss* Walb con dietas con ensilados biológicos producidos a partir de vísceras de trucha?

2.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuál será el contenido de humedad, proteína cruda, lípidos y ceniza en ensilado biológico producido a partir de vísceras de truchas?
- ¿Cuáles serán los índices biométricos de longitud estándar individual (LSI), peso vivo individual (PVI), ganancia de peso individual (GPI) y el índice de conversión del alimento (ICA) en truchas comerciales *Oncorhynchus mykiss* alimentados con dietas formuladas de ensilado biológico producido a partir de vísceras de trucha?

2.3 Justificación

El presente trabajo estudia la solución del problema planteando el tratamiento adecuado de residuos generados por la actividad de procesamiento de truchas especialmente las vísceras que no son consumidas y arrojadas a vertederos sin un manejo adecuado; mediante el procesamiento del ensilado biológico utilizando estas vísceras; producto liquido-pastoso acidificado estable con alto valor proteínico, que puede ser empleado como insumo en la preparación de dietas para alimentación animal. Existen diversos tipos de ensilaje de pescado o de sus residuos, algunos usan ácidos orgánicos (fórmico y propiónico) o inorgánicos (sulfúrico y clorhídrico) de menor precio, llegando rápidamente a pH de 3.8 a 4.0, requiriéndose aproximadamente el 2.5 % de ácido (por peso) (Herrampf & Piedad-Pascual, 2000).

La composición química del pescado entero, contiene proteínas en un 15.9%, grasas 4.6%, cenizas 5.6% y humedad 73.9%, por otro lado, los residuos como las vísceras y cabeza de pescado, poseen proteínas en un 15.9%, grasas 5.5%, cenizas 7.6% y humedad 71% (Mattos *et al.*, 2003).

Con el presente proyecto la empresa Piscifactorías de Los Andes S.A., y otras dedicadas al procesamiento primario incrementarán su rentabilidad debido a la producción de ensilados a partir de los residuos viscerales de trucha, obteniendo un producto nuevo y una nueva línea que por su alta calidad y bajo costo, será utilizado para complementar un producto caro como la harina de pescado. Asimismo, se beneficiará a las empresas dedicadas al rubro del procesamiento primario de trucha, quienes podrán vender los residuos generados por su actividad.

En tal sentido la importancia del presente proyecto será contribuir a un mejor manejo y utilidad de los residuos de trucha, ya que existe un incremento considerable de la población del recurso “trucha” en estos últimos años.

2.4 Objetivos

2.4.1 Objetivo general

- Estudiar el Efecto de la alimentación de truchas comerciales *Oncorhynchus mykiss Walb.*, con dietas de ensilados biológicos producidos a partir de vísceras de trucha.

2.4.2 Objetivos específicos

- Evaluar el contenido de la humedad, proteína cruda, fibra cruda, lípidos, y ceniza, del ensilado biológico producido a partir de vísceras de truchas.
- Evaluar los índices biométricos de crecimiento de truchas comerciales *Oncorhynchus mykiss* alimentados con dietas formuladas por el Software AEZO utilizando ensilado biológico producido a partir de vísceras de truchas

2.5 Hipótesis

2.5.1 Hipótesis general

- La alimentación de truchas comerciales *Oncorhynchus mykiss* Walb. Con dietas con ensilados biológicos producidos a partir de vísceras de trucha superan al tratamiento control.

2.5.2 Hipótesis específicas

- El contenido de humedad, proteína cruda, fibra cruda, lípidos, ceniza y extracto libre de nitrógeno en ensilado biológico producido a partir de vísceras de truchas, son aceptables para la formulación de dietas para truchas comerciales *Oncorhynchus mykiss* Walb.
- Los índices biométricos de crecimiento se incrementarán en truchas comerciales *Oncorhynchus mykiss* Walb alimentados con dietas formuladas por el Software AEZO utilizando ensilado biológico producido a partir de vísceras de truchas.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de estudio

La zona de estudio del efecto comparativo sobre los factores productivos en truchas comerciales, se ubicó en el criadero de truchas en jaulas flotantes del Consorcio Trucha Andina Aquaservis, zona próxima a 12 Km de la ciudad de Puno, trayecto carretera Puno Desaguadero, en el Lago Titicaca, Bahía de Puno, lugar Sallihua Callejon sector ichu, distrito, provincia, y departamento de Puno; conforme sus coordenadas geográficas referidas en DATUM WGS 84.

Tabla 14

Coordenadas Geográficas Trucha Andina Aquaservis - Lago Titicaca

Puntos	Latitud sur	Latitud oeste
	G M S	G M S
Vértice A	15°51'25.7722"	69°56'30.5742"
Vértice B	15°51'26.7746"	69°56'27.3755"
Vértice C	15°51'29.8705"	69°56'28.4114"
Vértice D	15°51'28.8681"	69°56'31.6098"

Fuente: Resolución Directoral Regional N° 139-2018-DIREPRO/GR- Puno (2018).

El procesamiento de dietas de alimento balanceado extruido tipo pellet se realizó en la planta artesanal de elaboración de piensos para truchas ubicada en la Comunidad Campesina Chucasuyo Kajje a 5 km de la ciudad de Juli carretera binacional Puno-

Desaguadero, perteneciente a la Asociación de Pesqueros Artesanales en Jaulas Flotantes del Lago Titicaca – APEJAFLO.

3.2 Población

La población está representada por 600 unidades de truchas comerciales *Oncorhynchus mykiss walb* con un peso individual inicial promedio de 346.6 gr. Y talla individual promedio de 31.4 cm; peces distribuidos aleatoriamente en dos jaulas cuadradas de cultivo con las siguientes dimensiones 5m largo *5m de ancho * 3.5 m de alto (75 m³) de 1 pulgada de abertura de malla, en cada una se distribuyó 300 peces, las bolsas jaulas fueron acondicionadas, lavadas y desinfectadas con solución de yodo 10%, antes de su uso, sobre la superficie de las jaulas se colocaron redes de protección (pajareras) a fin de evitar la depredación por aves.

El sub producto animal; residuo de vísceras de truchas frescas fueron obtenidas luego de proceso primario, aplicando estricto control de buenas prácticas de manejo desde el sacrificio en ayunas y prácticas de eviscerado sanitario ejecutadas en la Planta de Proceso de la Empresa Piscifactorías de los Andes S.A, ubicado en el Parque Industrial Salcedo de la ciudad de Puno.

3.3 Muestra

Para la evaluación comparativa del efecto de crecimiento de los peces comerciales, se asignó aleatoriamente una marca de alimento balanceado para truchas de tipo extruido con fuerte presencia en la región desde hace más de 20 años como tratamiento T1 (AQUATECH) y T2 (Alimento balanceado Procesado con ensilado de vísceras de trucha), durante el estudio las truchas consumieron un total de T1 = 159.5 kg de alimento balanceado para la etapa comercial de engorde, y T2 = 159.5 kg de alimento balanceado procesado con ensilado de vísceras de truchas para la etapa comercial de engorde, tanto el alimento procesado y el comercial balanceado adquirido, se transportaron en bolsas cerradas para evitar adulteración del producto, contaminación u otro problema relacionado con almacenamiento y conservación.

El análisis químico proximal del ensilado biológico de vísceras de truchas; se realizó en el laboratorio de Bioquímica Nutricional de la Escuela Profesional de Nutrición Humana de la UNA-Puno; resultados que sirvieron para programar sobre la base de requerimiento nutricionales de la trucha en la etapa comercial utilizando el software AEZO.

El resultado de análisis químico proximal de las dietas formuladas con ensilado biológico de vísceras de truchas fue reportado por el laboratorio BHIOS LABORATORIOS de la ciudad de Arequipa.

El registró del crecimiento biológico, se logró mediante trabajos de medición biométrica aplicando las buenas prácticas de manejo en 35 truchas por tratamiento (11.6% de la población); la toma de muestras de pesos y tallas se realizó cada siete días, además se tuvo como promedió 18.3°C, de temperatura de las aguas del Lago Titicaca Bahía de Puno; datos registrados durante los 41 días de evaluación 6 semanas desde el 11 de enero hasta el 22 de febrero del año 2020.

Para determinar los pesos y tallas de los ejemplares se fueron extrayendo las truchas de la jaula y depositados en una tina de plástico 50 l; al disminuir la actividad del pez en el agua, se capturó cada individuo y se sostuvo fuera del agua hasta que sea posible registrar el peso usando una bolsa y una balanza de precisión tipo reloj con jalador; la talla se registró mediante un ictiómetro de 50 cm.

Alimento balanceado AQUATECH, distribuido por la Empresa Naltech; que ha desarrollado, el concepto óptimo de valor nutricional para la alimentación de la trucha arco iris aplicando en combinación con equipos de última generación que le permite ofrecer productos de óptima calidad nutricional y de avanzada tecnología.

La tecnología utilizada en la elaboración de los alimentos AQUATECH y su formulación efectiva permite ofrecer alimentos del más alto valor nutricional para lograr los mejores crecimientos y factores de conversión económicos con la pigmentación exigida por el mercado (AQUATECH, 2019)

Tabla 15

Presentación Producto Alimento Balanceado para Truchas AQUATECH

Producto	Tamaño de pellets (mm)	Presentación física	Peso truchas (gr)	Etapas de crianza
Pre inicio 1-55	0.3 a 0.8	Polvo	0.1 a 1.0	Post
Pre inicio 2-50	0.8 a 1.3	Granulado	1.0 a 2.5	Alevinos
Inicio 45	1.5 x 2.0	Pellet	2.5 a 10.0	Alevinos
Crecimiento 1-42	2.5 x 2.5	Pellet	10.0 a 30.0	Juveniles
Crecimiento 2-42	4.0 x 4.0	Pellet	30.0 a 90.0	Juveniles
Engorde - 40	6.0 x 6.0	Pellet	9.0 a la venta	Pre-comercial
Engorde - 40	8.0 x 8.0	Pellet	250.0 a la venta	Comercial
Acabado C/P- 40	6.0 x 6.0	Pellet	120.0 a la venta	Pre-comercial
Acabado C/P - 40	8.0 x 8.0	Pellet	150.0 a la venta	Comercial

Fuente: Naltech Catalogo truchas (2019).

Tabla 16

Características Nutricionales de Alimento balanceado

Nutrientes	Inicio 45	Crecimiento 1 y 2/42	Etapas de crianza	Acabado C/P
% Proteína. Min	45	42	40	40
% Grasa min	8	10	14	14
% Fibra min	3	3.5	3.5	3.5
% Calcio min	2.0	1.5	1.5	1.5
% Fosforo min	1.0	1.0	1.0	1.0
% Cenizas max	12	12	12	12
% Humedad max	10.0	10.0	10.0	10.0
ED (Mcal/kg) min	3600	3400	3400	3300

Fuente: Naltech Catalogo truchas (2019).

3.4 Método de investigación

La investigación fue experimental, los contenidos proximales del ensilado biológico de vísceras de truchas fueron sometidas al análisis de Humedad cruda (método de la estufa), proteína cruda (método simple) (Chow *et al.*, 2000), lípidos (método Soxleth), ceniza (calcinación).

Los resultados obtenidos de manera ordenada sirvieron para formular la dieta utilizando el Software AEZO, para la etapa de truchas comerciales teniendo en cuenta sus requerimientos nutricionales.

Para determinar el efecto comparativo en truchas comerciales alimentados con dietas con ensilados mediante la administración de pellets comerciales de tipo extruido, conteniendo los ensilados biológicos de residuos de vísceras de trucha; se evaluaron los índices de LSI, PVI, GPI y el ICA.

El análisis de datos se realizó mediante pruebas de análisis de la varianza con un nivel de confianza del 95%.

3.5 Descripción detallada de método por objetivos específicos

Para alcanzar el OE 1 Contenido de Humedad, Proteína Cruda, Lípidos, y Ceniza en Ensilado Biológico Producido a partir de Vísceras de Truchas.

El análisis químico proximal del ensilado biológico siguió la metodología en cuatro parámetros:

a. Análisis de humedad:

Fundamento: Una muestra del ensilado biológico de vísceras de truchas se hace secar en estufa, donde el agua evapora quedando la materia seca como residuo. La diferencia entre el peso inicial y el peso final de la muestra corresponde a la cantidad de agua contenida en la muestra. Es fundamental conocer el contenido de agua, así mismo es necesario vigilar la humedad en el alimento (pez) (AOAC, 1995). Se tiene en cuenta que a menor cantidad de agua el alimento procesado tiene mayor valor nutritivo.

Metodología y procedimiento:

1. Se pesa el crisol, antes de colocar la muestra.
2. Se pesa el crisol más la muestra.
3. Luego la muestra es colocada a la estufa a 60°C por 24 horas, hasta que mantenga peso constante.
4. Se saca la muestra de la estufa y se enfría en un desecador.
5. Finalmente se pesa la muestra en una balanza de precisión.

Fórmula:

Contenido de humedad (%).

$$\text{Humedad \%} = ((B - A) - (C - A)) \times 100$$

Donde:

A = Peso del crisol seco y limpio (g)

B = Peso del crisol + muestra húmeda (g)

C = Peso del crisol + muestra seca (g)

Una vez extraído la humedad de la muestra, quedó la materia seca; estas muestras secas molidas anteriormente, han sido almacenadas en bolsas herméticas limpias y secas, luego se utilizaron para los siguientes experimentos:

b. Determinación de proteínas

Fundamento; El principio básico del método consiste en la conversión del nitrógeno total del alimento en sulfato de amonio, por ebullición en ácido sulfúrico concentrado, después es destilado a amoníaco. Convirtiendo este resultado a un valor total de proteína cruda, mediante una multiplicación por el factor empírico 6,25 (MAFF, 1981) citado por la AOAC (1980); la FAO (1999). Método: microKjeldahl

Metodología y procedimiento: El contenido de proteínas fue determinado mediante el método de Kjeldahl, el cual consta de 3 etapas: digestión, destilación y titulación.

Etapas de digestión: Se pesó 0.5 g de muestra y se colocó en los tubos de Kjeldahl, seguidamente se adicionó 4 g de catalizador, mezcla de sulfato de sodio y sulfato de cobre ($\text{Na}_2\text{SO}_4/\text{CuSO}_4$) (9:1), y se agregó 14 ml de ácido sulfúrico concentrado ($\text{H}_2\text{SO}_4(\text{c})$) (98%).

Se procedió a encender y programar el equipo digestor (Unidad de Digestión Kjeldahl VELP Científica DK 8), donde las muestras fueron calentadas a una temperatura de 450°C por 1 h. El fin de esta etapa fue definido por la aparición de un color verde esmeralda en los tubos de Kjeldahl.

Etapas de destilación: En matraces de 250 ml se adicionó 40 ml de ácido bórico (H_3BO_3) al 4% y 3 - 5 gotas de indicador verde de bromocresol, luego los matraces fueron colocados al final de la manguera de condensación del equipo destilador (Unidad de Destilación Kjeldahl VELP Científica UDK 129). Se colocó el tubo de Kjeldahl con la muestra digerida en el equipo destilador, el cual adicionó NaOH a 50%, en cantidad suficiente (50 ml aprox.) para alcalinizar fuertemente el medio; iniciándose así el proceso, por un periodo de 5 min. El fin del proceso se confirma por la aparición de una coloración azul en los matraces y una solución de color negro en los tubos de Kjeldahl.

Etapas de titulación: Se titularon las muestras y el blanco con ácido clorhídrico (HCl) 0.1 N, hasta el viraje de color azul a amarillo intenso. Los gastos de volumen de HCl utilizados para el blanco y las muestras fueron anotados para el cálculo del porcentaje (%) de proteínas. Se utilizó el valor de 6.25 como factor proteico. Cálculos:

$$\% \text{ Proteinas} = \frac{14 * N * (V_m - V_b * f_p * 100)}{M}$$

Donde:

N: Normalidad de ácido clorhídrico (HCl)

V_m : Volumen gastado en ml de HCl de la muestra

Vb: Volumen gastado en ml de HCl del blanco

fp: Factor proteico 6.25

c. Análisis de cenizas:

Fundamento: Una muestra de ensilado finamente molida se incinera en una mufla a una alta temperatura, para oxidar todos los materiales orgánicos (proteínas, carbohidratos, grasas y vitaminas).

Las temperaturas demasiado altas pueden volatilizar algunos elementos tales como selenio, yodo, fósforo orgánico, etc. el material inorgánico que no se destruye a esta temperatura constituye las cenizas (minerales) (AOAC, 1995). Método: Combustión total del alimento en mufla.

Metodología y procedimiento, Combustión total del ensilado biológico; se empleó para determinar el contenido de ceniza o sus ingredientes mediante la calcinación, el material inorgánico que no se destruye a esta temperatura constituyen las cenizas.

En un crisol de porcelana que previamente se calcinó y se llevó a peso constante, se colocó 2g de muestra seca, luego se colocó el crisol en una mufla y se calcinó a 600°C por 6 horas, se dejó enfriar la mufla lentamente hasta que la temperatura bajó menor a 200°C y se transfirió los crisoles a la campana desecadora para que enfríen hasta de temperatura de laboratorio. Cuidadosamente y rápidamente se secó la muestra en un desecador se pesó nuevamente el crisol conteniendo la ceniza para evitar la absorción de humedad. Se pesa la muestra incinerada en una balanza de precisión y se realiza los cálculos.

$$\% \text{ de Ceniza} = \frac{(\text{peso de muestra} - \text{peso de muestra incinerada}) \times 100}{\text{Peso de muestra (g)}}$$

d. Análisis de grasas:

Fundamento: Se realiza por el método Soxhlet se toma una muestra de ensilado biológico finamente molido se lava con solvente a reflujo en el extractor Soxhlet. El solvente cicla y extrae los compuestos lípidos (grasas, aceites, ceras, pigmentos y otros).

El porcentaje de grasa bruta se obtiene indirectamente por la diferencia de pesos entre la muestra inicial y final, lo cual mide la cantidad de la grasa perdida en el proceso de extracción (AOAC, 1995). Método: Extracción Soxhlet.

Para determinar el extracto etéreo, se utilizó éter para obtener la grasa soluble en dicha muestra por condensación continua y se obtuvo el material lipídico como material soluble.

El extracto etéreo se recoge en el matraz y cuando se completa el proceso la “grasa bruta” queda en el matraz, se seca y pesa.

Procedimiento:

- Se pesó el papel filtro en una balanza analítica
- Luego se pesó 2 g de la muestra.
- Se dobla el papel filtro con la muestra y se coloca en el equipo de Soxhlet.
- Se vierte el éter hasta cubrir el papel filtro.
- Hacer circular el agua por el condensador.
- La muestra es lavada hasta que se extraen materiales solubles.
- Luego de verter el éter que queda en el Soxhlet para ser utilizado en otro similar.
- Luego de ser lavada dicha muestra se coloca a la estufa a unos 60 °C, durante 24 horas para que evapore la humedad y los residuos del éter.
- Después se pesan las muestras y de la diferencia del peso sale el % de grasa.

Formula:

$$\text{Grasa Bruta \%} = \frac{(\text{peso muestra inicial} - \text{peso muestra final}) \times 100}{\text{Peso muestra (g)}}$$

3.5.1 Proceso de Ensilado Biológico Producido a Partir de Vísceras de Truchas.

Para el proceso del ensilado biológico se formó una mezcla líquida de proteínas hidrolizadas, grasas, cenizas y otros nutrientes digeribles por animales terrestres y acuáticos. (FAO, Manual sobre cómo convertir los desperdicios del pescado en ganancias y en un ingrediente valioso de la ración o como fertilizante, 2018).

Se referencio el uso del ensilado biológico; considerando la dieta de los salmónidos son especies que crecen mejor con raciones de alto contenido energético, a fin de utilizar hasta un 20% de lípidos (base seca); cumpliendo los requisitos de los contenidos mínimos de las dietas de los salmónidos (Jackson, Kerr y Cowey, 1984).

Se procesó el ensilado con materiales inocuos evitando microorganismos patógenos, ni efectos perjudiciales cuidando a los animales en los que se han experimentado (FAO, BUENAS PRÁCTICAS PARA LA INDUSTRIA DE PIENSOS, 2014).

3.3.1.1 Materia Prima

Se utilizaron solo residuos de vísceras de trucha de la Planta de Proceso de la Empresa Piscifactorías de los Andes S.A; producto destinado para mercado internacional, con estricta aplicación de las buenas prácticas de manufactura; los desechos de vísceras se pesaron con balanza de precisión 20 Kg.

a. Vísceras de Trucha.

Las vísceras de trucha arco iris, contiene las proteasas alcalinas que puede ser aplicado en la industria alimentaria y de detergentes. Estas enzimas (tripsina, quimotripsina, pepsina) son las más activas en la degradación e hidrólisis de las proteínas del pescado, particularmente a pH ácido, especialmente la pepsina estomacal y la tripsina de los ciegos pilóricos. De estas enzimas viscerales, la tripsina exhibe la mayor actividad proteolítica a los valores de pH hallados en los procesos de fermentación. (Mackie, 1971) citado en (Córdova, 2010).

Las vísceras de pescado de agua dulce constituyen entre el 5 y 11% del peso corporal. Su composición química promedio es 76,6% agua, 20,4% proteína, y 3% minerales” (Sztern, 1996), las vísceras de pescado se pueden tratar mediante procesos biológicos o una combinación de procesos físico-químicos y biológicos (Álvarez, 2008).

b. Melaza

Es fuente de azúcar fermentable que suele utilizarse con frecuencia para preservar desechos de pescado (Bello, 1992); es otra fuente de carbohidratos alternativa para

la elaboración de ensilado; contienen sustancias nitrogenadas, vitaminas y elementos traza cuenta con aproximadamente 14% de glucosa libre, aparte de un 35% de sacarosa en su composición, un máximo de 25% de agua, y un 5% de cenizas y las bacterias posiblemente tienden a atacar primero la glucosa libre y luego desdoblar la sacarosa.

Tabla 17

Composición Química de la Melaza

Parámetros	Valores %
Materia seca	77-84
Sacarosa	33,4
Azúcar invertido	21,12
N	0,4 -1,5
P203	0,6 - 2,0
Cao	0,1-1,1
MgO	0,03-0.1
K2O	2,6 – 5,0
Tiamina ($\mu\text{g}/100\text{g}$)	830
Riboflavina peso ($\mu\text{g}/100\text{g}$)	250
Piridoxina seca ($\mu\text{g}/100\text{g}$)	650
Niacinamida ($\mu\text{g}/100\text{g}$)	2100
Ácido pantoténico ($\mu\text{g}/100\text{g}$)	2140
Ácido fólico ($\mu\text{g}/100\text{g}$)	3,8
Biotina mcg/g ($\mu\text{g}/100\text{g}$)	120

Fuente:

Bello, Cardillo y Martínez (1993).

a. Papaya

(Reyes *et al.*, 1991), ensayaron la adición de desechos de frutas como la papaya, tienen un efecto positivo en la velocidad del proceso de ensilado, por efecto de su

contenido de las enzimas proteolíticas bromelina y papaína respectivamente, se encontró que una concentración de 10-15% es suficiente y adecuada para acelerar el tiempo del proceso de hidrólisis. Este tiene un efecto paralelo que es facilitar el contacto del ácido producido por los microorganismos con las partículas de pescado, evitando de esta manera la putrefacción.

En este mismo sentido Bello *et al.* (1993), añadiendo desechos de piña y papaya, y trabajando a 35 °C., lograron acelerar el proceso de hidrólisis a 24 horas.

b. Maíz molido

Es fuente de hidratos de carbono, al contener más de 66 gr de éstos por cada 100gr de producto, es fuente alta en fibra, lo que la convierte en un alimento apto para una alimentación sana y variada; es fuente media de proteína, al contener 8,29gr por cada 100gr de producto; en el proceso de elaboración del ensilado requiere que las enzimas presentes en las vísceras sean esparcidas a través de la masa del pescado molido o mezclado, para ello se utiliza una fuente de carbohidratos para la producción de ácido (harinas de maíz, yuca, arroz y avena; almidón de maíz y melaza). Así mismo, (Cordova *et al.*, 1990), definen que el ensilado biológico es un producto, liquido elaborado a partir de la masa de pescado entero o residuos triturados, previa adición de carbohidratos y la mezcla es fermentada por la adición de bacterias ácido lácticas, bajo condiciones controladas.

3.5.1.2. Proceso de Elaboración del Ensilado Biológico de Vísceras de Trucha

Se cumplió conforme siguiente diagrama de flujo.

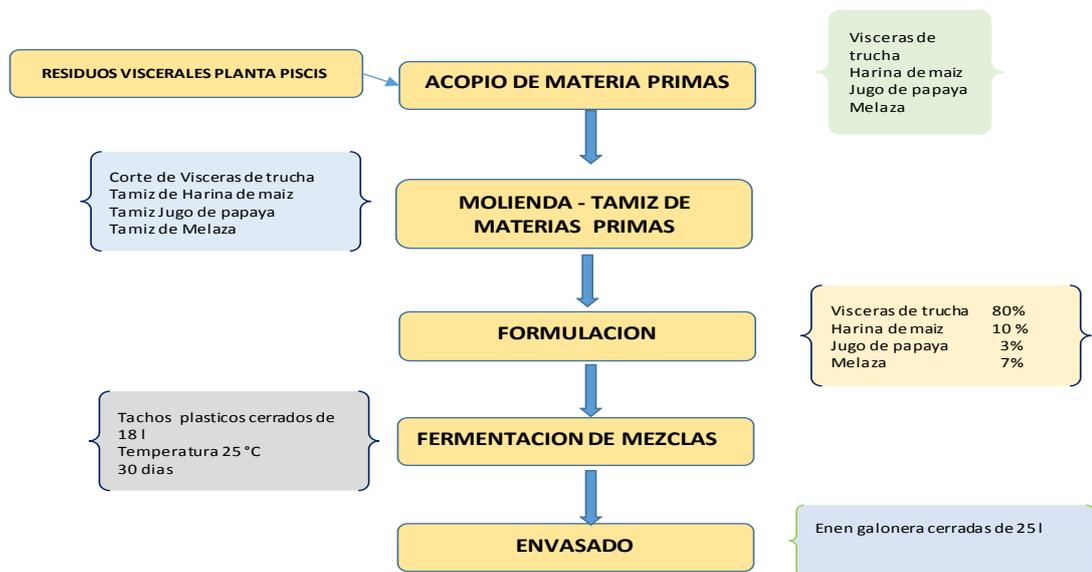


Figura 11. Flujo de Elaboración de Ensilado Biológico de Vísceras de Truchas

3.5.1.3. Secuencia Técnica del Proceso Técnico de Elaboración del Ensilado Biológico de Vísceras de Truchas.

Los restos viscerales frescos y limpios obtenidos, altamente perecederos y evitar pérdidas fueron inmediatamente pesados y transportados en envases de plástico de 20 litros cerrados con tapas herméticas para garantizar su conservación eficaz y obtener condiciones anaerobias e inocuas durante su traslado, hasta la planta donde luego se procedió a cortar en trozos pequeños adecuados para una molienda homogénea en molino de carne hasta obtener una pasta hidrolítica homogénea, posteriormente se tamizo la pasta en malla mosquetero tamiz de 2mm de diámetro, tanto la pasta de vísceras, papaya y los demás ingredientes señalados en el cuadro de contenido de insumos para la preparación de ensilado biológico de vísceras de truchas.

La mezcla se agito y removió a diario con apoyo de un cucharon grande para asegurar uniformidad hasta su completa homogenización; por ser la trucha un pescado graso las vísceras se licuan más rápidamente; a temperatura de 25° C, la acidez de la mezcla llevo a pH de 4.5 previniendo la acción bacteriana, el pH en el ensilado estuvo continuamente controlado, utilizando tiras de papel medidor de Ph.

Tabla 18

Contenido porcentual de insumos para proceso ensilado biológico de vísceras de truchas

N/O	Parámetro	Contenido %
1	Vísceras de trucha	70.00
2	Maíz molido	20.00
3	Papaya licuada	2.5
4	Melaza	7.5

Fuente: Estudio Batch

Tabla 19

Contenido en Peso de Insumos para Proceso Ensilado Biológico de Vísceras de Truchas para 50

Kg

N/O	Parámetro	Contenido Peso
1	Restos viscerales de trucha	35.00 Kg
2	Maíz molido	10.00 Kg
3	Papaya licuada	1.25 Lt
4	Melaza	3.75 Lt
	Total	50

Fuente: Estudio Batch

Para Alcanzar el OE2: Índices biométricos de longitud estándar individual (LSI), peso vivo individual (PVI), ganancia de peso individual (GPI) y el índice de conversión del alimento (ICA) en truchas comerciales *Oncorhynchus mykiss* alimentados con dietas formuladas de ensilado biológico producido a partir de vísceras de trucha.

3.5.2 Diseño Experimental

Para evaluar los Índices biométricos de crecimiento de las truchas en su etapa comercial se utilizó un diseño netamente aleatorio aplicando la prueba T student de comparación de dos muestras. El mismo consistió en dividir aleatoriamente dos grupos experimentales homogéneos de 300 truchas cada una, provenientes de un lote de 45,000 individuos; a cada grupo se le asignó en forma aleatoria una jaula con las mismas características de infraestructura $5m*5m*3.5$ ($75m^3$), igual manejo productivo, temperatura, espacio y aplicación de ración de alimento; considerando como tratamiento T1 alimento balanceado extruido comercial AQUATECH y como tratamiento T2 alimento balanceado procesado extruido contando como insumo sustitutorio de la harina y aceite de pescado el ensilado biológico de vísceras de truchas.

Para el análisis estadístico se consideró la media poblacional alcanzada de los 35 datos registrados independientemente durante las seis semanas que duró el experimento; se llevaron a cabo siete muestreos (el primero correspondió al inicio) capturando las truchas para cada registro en forma aleatoria a distintas profundidades; se midió el peso vivo y largo total individual. Se registró la temperatura del agua y la mortalidad diaria recolectando y contando los peces muertos encontrados sobre la superficie del agua una vez que se efectuó el último muestreo se levantaron las mallas de las jaulas lo cual permitió extraer la mortandad total

Se debe destacar que, debido a la falta de infraestructura disponible para el ensayo dado el elevado número de peces experimentales, densidad de cultivo y otros; el diseño experimental se llevó a cabo sin replicas sin embargo la ausencia de las mismas fue parcialmente compensada por un tamaño más grande $n=35$.

3.5.3 Análisis de Datos

Los datos biométricos de crecimiento de truchas comerciales fueron registrados en fichas registro de evaluación técnica, posteriormente fueron almacenados y

procesados en hoja de cálculo de Microsoft Excel 2013 en donde se determinaron; los resultados de los factores productivos e indicadores de crecimiento de truchas, la desviación estándar para cada ensayo, y la prueba T para cada factor biométrico de crecimiento LSI, PVI, GPI, ICA.

La investigación fue experimental, el registro biométrico de las muestras de pesos y tallas de las truchas comerciales fueron sometidas a un control detallado mediante el uso de formatos productivos, y pruebas mediante procedimientos, y técnicas de comparación utilizando los factores productivos que permiten determinar un buen control del proceso de crianza.

3.5.4 Métodos Utilizados para Determinar los Factores Productivos en el Cultivo de Truchas.

Para cumplir con los objetivos del presente estudio se tomaron en cuenta como factores productivos que inciden en el efecto de manejo técnico de Buenas Prácticas Acuícolas: LSI (Longitud Estándar Individual), PVI (Peso Vivo Individual) GPI (Ganancia de Peso Individual), ICA (Índice de Conversión Alimenticia), además de otros factores: Mortalidad, Registro de temperatura, etc.

a. Determinación del LSI - Longitud Estándar Individual.

Mide la longitud en centímetros (cm) de la trucha, desde la nariz hasta la bifurcación de la aleta caudal, se realizó la medición con un ictiómetro de 50 cm.

b. El Peso Vivo Individual PVI.

Mide el peso individual de cada trucha en gramos (gr), se pesaron los peces en forma individual en una balanza de reloj con capacidad de 20 Kg, registrándose los pesos de cada individuo, a fin de determinar su biometría, luego los peces son devueltas a sus respectivas jaulas cultivo.

Determinar el peso es el factor más importante que para una temperatura determinada el grado de metabolismo es función inversa del tamaño del pez; para

una determinada temperatura la carga que admite en kilogramos con respecto al oxígeno consumido es menor cuanto sea el tamaño de los peces Albretch (1938).

c. Determinación de la GPI Ganancia de Peso Vivo Individual.

Mide la ganancia en peso en un tiempo determinado; se determinará mediante la siguiente ecuación:

$$\text{GPI} = \text{Peso final (g)} - \text{Peso inicial (g)}$$

d. Determinación del ICA; Índice de Conversión Alimenticia

Se determinó mediante la siguiente ecuación:

$$\text{ICA} = \text{Alimento consumido} \frac{(\text{Kg})}{\text{Peso vivo corporal (Kg)}}$$

Además, en el estudio se determinaron otros Factores Productivos.

e. Mortalidad.

(Knights, 1985), (Wallace, 1988), (Kjartansson, 1988), (Liadles & Leatherland, 1988) citados en (Alvarado, 1999) mencionan que la sobrevivencia de *Oncorhynchus mykiss* varía ampliamente dependiendo, entre otros factores, de la densidad, del tamaño de los peces y de las condiciones ambientales en las cuales son mantenidos. Además, está determinada por otros factores tales como la alimentación y la condición genética. (Ceballos & Velasquez, 1988), indican que en los estadios de Adultos (18 - 30 cm) hay una mortandad del 2.0%.

f. Medición de la temperatura del agua.

Se realizó con un termómetro a escala de 0 a 30 grados introducida en el agua, el cual marco la temperatura en grados centígrados.

El consumo de oxígeno es directamente proporcional a la temperatura del agua, pero con ciertos matices, algunos autores como Albretch (1938), citado en (Woynarovich, Hoisty y Moth-Poulsen, 2011) observo este fenómeno en la trucha

arco iris a partir de los 20 °C, a partir de esta temperatura el agua no tiene la capacidad para aportar el oxígeno suficiente para satisfacer las necesidades de la trucha durante un largo periodo de tiempo, las necesidades pues de oxígeno por parte de la trucha a estas temperaturas sobrepasan las que ofrece el agua de cultivo.

g. Medición de O₂ y pH.

Los Parámetros de medición del oxígeno disuelto se realizaron con el equipo YSI ProODO, portátil que cuenta con un sensor óptico, para medir el oxígeno disuelto, facilitados por el IMARPE Laboratorio Regional Puno.

h. Jaula de cultivo

Las Jaulas son empleadas en cuerpos de agua de altura, como el lago Titicaca tienen buenas condiciones para el cultivo de la trucha por su fácil manejo; se utilizó jaulas de un tamaño de 5 x 5 x 3 m. de profundidad. El ojo de la malla de la jaula va en relación con la fase de cultivo y lo que se busca es favorecer la salida de los residuos producidos por las heces y restos de alimentos, para mantener una buena calidad del agua dentro de la jaula.

i. Ficha Registro de Evaluación Técnica.

Durante el proceso del cultivo de la trucha, ocurren en forma diaria una serie de actividades propias del manejo productivo: siembra de peces, selección, muestreo, alimentación; complementados con registro de temperatura del agua, etc. La información respecto a las ocurrencias técnicas debe ser registrada a fin de contar con una estadística cabal que servirán para tomar decisiones sobre el manejo técnico del proyecto. Es muy importante que la información a recoger esté ordenada. Con el fin de recoger información básica de las ocurrencias durante el estudio.

3.5.5 Elaboración de Dietas Formuladas por el Software AEZO Utilizando Ensilado Biológico Producido a Partir de Vísceras de Truchas para Truchas Comerciales.

3.5.5.1. Materia Prima

a. Harina de Pescado Prime.

Es la materia prima que predomina en las dietas de la mayoría de peces, especialmente de truchas (Fickler, 2003), debido a que son carnívoras, las raciones generalmente contienen alrededor de 40% de harina pescado para cubrir los altos niveles de proteína de las truchas comerciales, y son fuentes de proteína bien adaptadas para los peces, porque poseen un perfil de aminoácidos que cubren las necesidades de los vertebrados y particularmente de los animales acuáticos. Además, su composición en aceites es una excelente fuente de energía y poseen un contenido elevado de ácidos grasos poli insaturado. Estos ácidos grasos son los más importantes para los peces. También son buenas fuentes de minerales esenciales (calcio, fósforo, magnesio, y oligo-elementos) y vitaminas (B12, A, D, Colina, Inositol, y también otras vitaminas en menor cantidad con la excepción de la vitamina C), estas harinas también aportan carotinoides (Shimada, 2009).

b. Maíz molido

El maíz, ha despertado gran interés como alimento para animales, debido a su menor costo y a su capacidad de mejorar la eficiencia de la transformación de los alimentos (Burge y Duensing, 1989).

El aporte nutricional mencionado, junto al calcio (18mg), al yodo (80mg) y al potasio (120mg) y magnesio (47mg), hacen de la harina de maíz o polenta, un alimento nutritivo y saludable (Tatterson, 1973).

c. Soya molida

Las proteínas vegetales se han constituido como la alternativa más viable para sustituir la harina de pescado en dietas acuícolas. Los estudios indican que la soya entera tratada con calor puede sustituir hasta 73% de la proteína animal en dietas para peces, mientras que la harina es considerada actualmente uno de los ingredientes más importantes en dietas para salmónidos y bagre, en cuya dieta puede sustituir 75 y 100% de la proteína

animal, respectivamente (Bressani *et al.*, 1963). Sin embargo, contiene factores anti nutricionales termolábiles incluyendo inhibidores de tripsina, hemaglutininas, goitrógenos y factores anti vitaminas D, E y B12, además de anti nutrientes resistentes al calor entre los que se encuentran saponinas, estrógenos, factores flatulentos y lisinoalanina, los cuales afectan su valor alimenticio y reducen la palatabilidad de los alimentos cuando se preparan con niveles elevados de este material. Adicionalmente, aproximadamente 70% del fósforo en la semilla se encuentra formando parte de fitatos por lo que no está disponible para los monos gástricos. Los fitatos actúan como quelantes formando complejos indigeribles de proteína-ácido fítico que pueden reducir la disponibilidad de la proteína y minerales tales como el zinc, manganeso, cobre, molibdeno, calcio, magnesio y fierro (NRC, 1993).

d. Trigo molido

Contiene almidón, agua, minerales, vitaminas y proteínas, poca cantidad de azúcares y materias grasas. 100 gr. de Harina de trigo contiene 72,0 gr. de carbohidratos, 10,7 gr. de fibra, 13,21 gr. de proteína, 2 miligramos de sodio, y 10,74 gr. de agua; además 340 calorías, Vitamina A (9 mg), Vitamina B-3 (5,0 mg) o Vitamina B-9 (44 mg), Calcio (34 mg) Hierro (3.6 mg) Potasio (363 mg), Magnesio (137 mg), Fosforo (357 mg), Sodio (2 mg), Zinc (2.60 mg) Manganeso (4.06 mg) (Selenio (61,8 mg).

e. Aceite de Pescado

Es la fuente disponible más rica de ácidos grasos de cadena larga altamente insaturados EPA y DHA, el aceite de anchoveta peruana dispone de uno de los contenidos más altos de estos ácidos grasos; se destina a la inclusión en nutrición acuícola asegurando así la salud de los peces e impartiendo valiosas propiedades promotoras de la salud en los productos finales. El aceite de pescado tiene menor a 4% de ácidos grasos libres, menor a 2% de materia insaponificable, menor a 0.8% de humedad e impurezas, 160-180 de

valor yódico, 20-35% de totox, 15-17% de EPA Omega 3 y 7-9% de DHA Omega (IFFO, 2007).

3.5.6 Proceso de Elaboración de Dietas Formuladas por el Software AEZO Utilizando Ensilado Biológico Producido a Partir de Vísceras de Truchas para trucha comerciales.

Para el proceso se consignó información relacionada con el requerimiento de proteínas, lípidos, carbohidratos y vitaminas; tomando en cuenta además que la trucha es muy eficiente para usar proteína de la dieta y lípidos para su energía, pero asimila pobremente los carbohidratos. Los niveles altos de carbohidratos digeribles en el alimento incrementan los depósitos de glucógeno en el hígado, reduce el apetito y su crecimiento, se recomienda que no tenga más del 12% en la dieta, un 5 % o más de aceite de peces marinos en la dieta usualmente proveen suficientes cantidades de ácidos grasos n-3. Los salmónidos, necesitan en su dieta varios minerales, los cuales son utilizados para propósito estructural, osmorregulación, y como cofactores en las reacciones metabólicas, entre los minerales se incluyen: Fósforo, manganeso, zinc, cobre, entre otros (Castro y Chirinos, 2008). Una dieta bien equilibrada que contenga todos los nutrientes esenciales en las proporciones adecuadas, no solo da resultado una producción más elevada, sino que promueve la recuperación de enfermedades y ayuda a los peces a superar los efectos de tensiones debida a acciones ambientales. De aquí la importancia crítica en la acuicultura de las dietas nutricionales bien equilibradas y de calidad controlada. (Oliva, 2011), El alimento para truchas en el estadio engorde debe contener 45-48%, grasa 13-15% carbohidratos 23.5 % Cenizas 8 % Humedad 7.5 %.

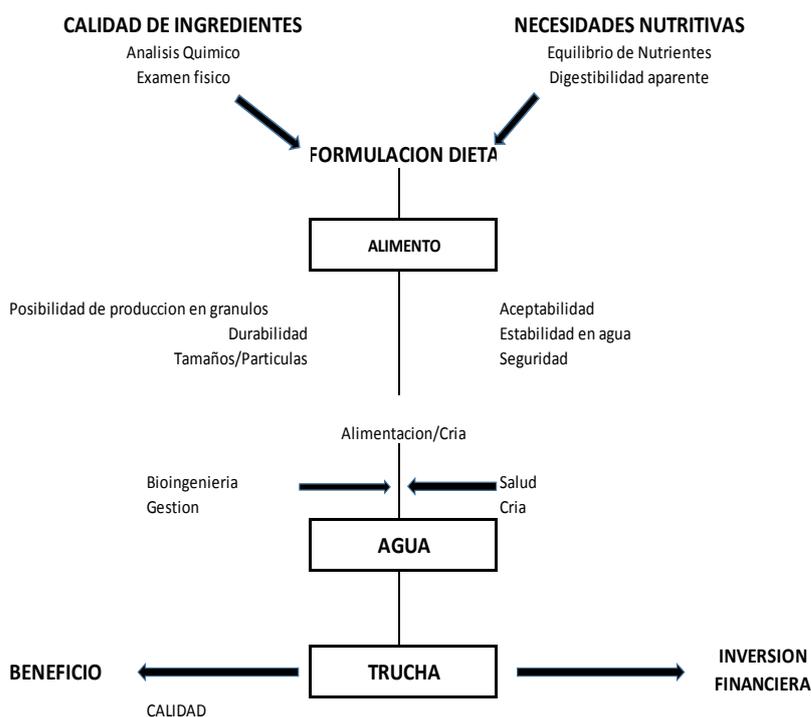


Figura 12. Flujo de Proceso de formulación de dieta para truchas

3.5.7 Formulación de la Dieta para Truchas Comerciales

Para cumplir el objetivo del estudio; se formuló dieta con apoyo del software AEZO; en el programa se ingresó el requerimiento nutricional de energía, proteínas, carbohidratos, grasas, vitaminas, fibra, etc. Para la etapa de comercial engorde de acuerdo a las referencias bibliográficas y estudios anteriores, y teniendo en cuenta la norma técnica peruana NTP 209.255-2009 (NTP, 2009), así el software optimizó y proporcionó una formulación.

Requerimientos nutricionales de la trucha

La trucha necesita energía para su crecimiento y desarrollo, esta energía la obtiene básicamente de las proteínas de origen animal, la asimilación de esta y por ende la tasa de crecimiento se ven afectados por la temperatura del agua y la calidad de la proteína.

a. Proteínas; Son nutrientes importantes para el crecimiento y formación de los órganos de la trucha; deben ser de origen animal se recomienda (harina de pescado). Para adultos debe superar el 40%.

b. Las Grasas; en la dieta de la trucha son aprovechadas para ahorrar energía, no deben exceder de 8 a 10 %, el exceso se acumula en el hígado y le causa lipoidosis hepática

c. Carbohidratos; Es fuente de energía, no debe exceder entre 9 y 12% en la dieta de la trucha, ya que un exceso afectaría su hígado y riñones produciendo mortandad. Se encuentra presente en harina de trigo, maíz, cebada, polvillo de arroz, etc.

d. Vitaminas; Regulan el buen funcionamiento y desarrollo de los órganos de la trucha, se requiere en cantidades muy pequeñas, pero su carencia causa retardo en el crecimiento y enfermedades.

e. Minerales; Ayuda la formación de los huesos, facilita la circulación de la sangre, regula el funcionamiento del organismo. La trucha requiere mínimas cantidades y son absorbidas a través del agua y alimento.

Tabla 20

Requerimiento Nutricional de Truchas Comerciales Adultos

N/O	Requerimiento nutricional	Porcentaje %
1	Proteína	40.0
2	Grasa	8.00
3	Carbohidratos	25.00
4	Fibra	4.0
5	Energía	3600 Kcal/kg
6	Calcio	1.00
7	Fosforo	0.60
8	Omega 3	1.00
9	Omega 6	1.00
10	Cistina	0.50
11	Metionina	0.50
12	Lisina	1.80

Fuente: NTP 209.255 (2009).

3.5.8 Proceso de Fabricación de Piensos para Truchas Comerciales Utilizando como Insumo el Ensilado Biológico de Truchas

1. **Recepción de la Insumos - Materia Prima.** - se dio recepción de los insumos adquiridos; harina de pescado, ensilado de vísceras de trucha, molido de: maíz, trigo y soya; teniendo en cuenta que cada uno de estos muestren características físicas y organoléptica adecuadas como: olor, color humedad textura de los productos verificando además los rótulos que señalen la fecha de vencimiento (FAO, Inocuidad y calidad de los alimentos en Europa, 2004).
2. **Calidad de Insumos.** – Las dietas alimenticias formuladas requieren ingredientes de alta calidad, para asegurar la calidad y uniformidad del futuro pienso; durante la adquisición se han analizado el producto organolépticamente y tamizado las muestras de los insumos principalmente las harinas verificando sus finos (FAO, 1997).
3. **Molienda.** - La finura o grosor de los ingredientes tiene efecto sobre las características físicas y nutritivas del alimento; mejorando la calidad de los pellets al reducir la ruptura y evitar la presencia de polvo, aumenta la aceptación y digestión (Guy, 2008).
4. **Pesado.** - La exactitud en el peso garantiza que los ingredientes estén en las proporciones correctas, según la formulación se pesaron uno a uno los insumos en una balanza de piso los insumos mayores y en una balanza de precisión los insumos menores para mayor exactitud teniendo que un batch es igual a 250 kg para fines de producción (Análisis de Procesamientos de los Alimentos, 2018).
5. **Mezclado.** - Asegura que cada pellet contenga las sustancias nutritivas, y garantice que el pez reciba una dieta equilibrada, la uniformidad en el tamaño y densidad de las partículas, mejora la eficiencia de su mezcla se llevó a cabo en una mezcladora de acero inoxidable por espacio de 15 minutos para así obtener un producto uniforme (FAO, 1997).
6. **Extruido.** - El proceso de producción de alimento extruido, forma las diferentes presentaciones y tamaños deseados, además de destruir los inhibidores del crecimiento y reduce la contaminación por salmonella de acuerdo a las

especificaciones del producto 6 mm * 6mm refiriéndose a propiedades como flotabilidad e hidro estabilidad y tamaño de boca del pez se llevó a cabo en un equipo extrusor de acero inoxidable (Guy, 2008).

7. **Secado.** - El producto extruido por la presencia de humedad en forma de vapor saturado y la adición de algunos insumos en estado líquido genera en esta una determinada humedad, y para evitar esta característica el producto ingresa a la secadora y conforme van saliendo pasan por el tamiz para separar los pellets de los finos producidos cayendo a una tina de acero inoxidable donde son recogidos este proceso se llevó a cabo en un equipo túnel de secado de acero inoxidable (Romero, 2018).
8. **Ensaquillado.** - Finalmente el producto final es pesado y envasado en sacos de polipropileno de 25 kg. Para evitar la contaminación y humedad del medio por causas de actividad de agua alta se deteriora se procede a efectuar un secado del alimento evitando de esta manera la proliferación de microorganismos y oxidaciones del producto, dichas bolsas retardan la pérdida de humedad y ayudan a proteger el olor, color del alimento (Análisis de Procesamientos de los Alimentos, 2018).

3.5.9 Formulación de Alimento Balanceado para Truchas Comerciales utilizando el Ensilado Biológico de Vísceras de Truchas como Insumo Sustitutorio de Harina y Aceite de Pescado

El procesamiento de alimento balanceado extruido tipo pellet se desarrolló en la planta artesanal de elaboración de piensos para truchas, ubicada en la comunidad campesina chucasuyo kajje carretera binacional Puno- Desaguadero, perteneciente a la Asociación de Pesqueros Artesanales en Jaulas Flotantes del Lago Titicaca - APEJAFLO. Planta que cuenta con una balanza electrónica con capacidad de 200 kg, equipo mezclador de insumos, equipo transportador de mezclas, equipo extrusor y canal de secado de piensos, equipos que operan con energía eléctrica trifásica.

Para la formulación de raciones se utilizó el método de programación lineal, computacional o cálculo de mínimo costo (AEZO, 2010) para Windows 95/98- AGROSIS-Chile; según la Escuela de Agronomía de la Pontificia Universidad

Católica de Chile (1999) AEZO FD, Es un programa capaz de proporcionar una dieta factible combinando la mejor alternativa tanto alimenticia como de costos.

En el Software AEZO se programó dietas en forma de pellet de 6 mm * 6 mm, para la etapa comercial de engorde de truchas, en cumplimiento con los siguientes requerimientos nutricionales para alimentación de truchas; energía metabólica (M/cal) 4.2 %; proteína 35 %, fibra cruda 9 %, calcio 0.7 % fosforo 0.54 %, lisina 0.45 %, metionina 0.3 %, con lo cual se determinó la inclusión porcentual de los siguientes ingredientes señalados en la figura:

Nombre Ingrediente	Composición de la Dieta (Porcentaje)	Precio (S/kg)	Costo Kilo
SOYA APRECIADO	19	30	5.7
CELESTES PISCADO	21	18.00	3.78
BIENILADO	12	1.30	1.56
MAIZ GRANADO	20	1.20	2.40
TRIGO GRANADO	18	3.80	6.84
TOTAL	90		20.28

Ingredientes no utilizados:

Nombre Ingrediente	Precio	Cantidad a pedir	Precio a considerar

Figura 13. Cálculo de Ingredientes para Alimento Balanceado (Pienso) para Truchas Fase comercial utilizando como complemento el Ensilado Biológico de Vísceras de Trucha como Insumo Sustitutorio de Harina y Aceite de Pescado – Programa AEZO (AEZO, 2010).

La formulación resuelta por el programa AEZO programado el requerimiento nutricional de la etapa comercial de engorde corresponde a la siguiente tabla.

Tabla 21

Insumos para Formular Pienso Extruido para Truchas Fase comercial utilizando como complemento el Ensilado Biológico de Vísceras de Trucha como Insumo

*Sustitutorio de
Harina y Aceite
Pescado*

<i>de</i>	N/O	Insumo	Contenido %
	1	Harina de pescado	31.0
	2	Ensilado de Vísceras de trucha	12.0
	3	Maíz molido	20.0
	4	Trigo molido	18.0
	5	Soya molida	19.0
		Total	100.0

Fuente: Programa AEZO (2010).

Conforme programación se reemplazó porcentualmente la harina de pescado por el ensilado biológico de vísceras de truchas en 27.9 %, del porcentaje total 43% (harina de pescado 31%, ensilado 12% y el aceite de pescado 26.66 %) - (100%).

(Echevarria, Determinación de la formulación más adecuada de dieta para trucha en sus diferentes etapas de desarrollo, 2014), señala que en la formulación proyectada por el programa Alite como dieta para adultos utilizo como insumos harina de pescado 41 %, Torta de Soya 25.5%, Afrecho de trigo 15.50%, Maíz Molido 14.84 %, Aceite de soya 3.0 %, Acuicultura II 0.10 Antioxidante 0.06 %, formulación que guarda cierta relación con los insumos señalados por el programa planteado en la Investigación.

(Ramos y Rodríguez, 2019), formulo alimento balanceados para truchas para la etapa de engorde utilizando los siguientes insumos Harina de pescado 32 %, harina de plumas hidrolizadas 8%, torta de soya 27.76 %, afrecho de trigo 10% maíz molido 22.08, antioxidantes 0.06%, en la formulación considerada reemplazo la harina de

pescado en un 20%, formulación que guarda cierta relación con la dieta formulada en el estudio.

(Homero, 2011), formulo dietas experimentales con el programa Mixit-2 basándose en los requerimientos establecidos por el NRC (1993) con valores de lisina ajustado. Las dietas fueron elaboradas en las instalaciones de la planta de Alimentos de la UNALM, alimento tipo pelletizado de 4 mm diámetro x 6 mm largo contando con los siguientes insumos; harina de pescado 0%, harina de calamar gigante 34.92%, Harinilla trigo 26.34%, torta de soya 24%, aceite semirrefinado de pescado 6.6 %, aceite de soya 1.30 %, fosfato dicálcico 5.40%, carbonato cálcico 1.16%, sal común 0.3 %, pre mezcla vitamínico mineral 0.3 %, antioxidante 0.02%, observando una mejor performance en crecimiento de truchas señalando que el contenido de proteína de la carne de trucha arco iris no se vio afectado significativamente entre los tratamientos; sin embargo, el contenido de grasa total de la carne de la trucha se vio aumentado por el nivel más alto de harina de calamar gigante en la dieta.

Los aceites incluidos en los alimentos para truchas desarrollan su máximo efecto cuando están en proporción hasta un 24 %. Como óptimo se puede considerar por lo regular una proporción de grasa en el alimento concentrado del 15 – 20% (Noel, 2003). El porcentaje de lípidos contenidos en el ensilado biológicos de vísceras de truchas apporto 26.66%, con resultados proporcionales con lo señalado, además. Concuerdan con Perea *et al.* (2011), donde evaluó tres niveles de inclusión de 10% (T1), 20% (T2), 30% (T3), indicando que el ensilaje biológico de residuos de pescado al ser incluido en las raciones para tilapia, no afectan la ingestión de los componentes alimenticios. Los parámetros zootécnicos presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$), observándose que a mayor inclusión de ensilaje se presenta un mejor comportamiento de talla, peso y conversión alimenticia.

Concordando también con (Balsinde, 2003); que Obtuvieron en su trabajo un ensilado biológico con humedad de 70% y con proteína de 16.9% señalando que “tiene las características bromatológicas adecuadas para ser utilizado en la sustitución de la harina de pescado, en la elaboración de raciones de alimentos concentrados, o directamente como un complemento en la alimentación animal.

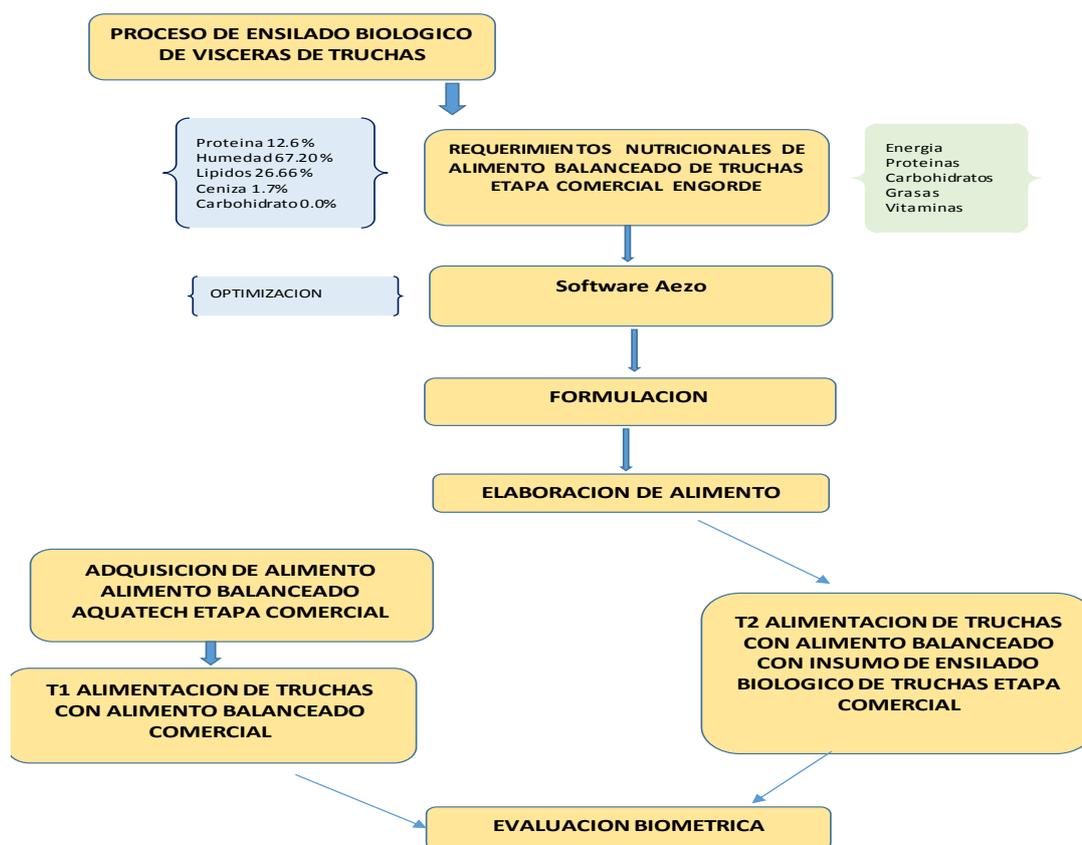


Figura 14. Esquema Experimental del Estudio

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Contenido de Humedad, Proteína Cruda, Lípidos, y Ceniza en Ensilado Biológico Producido a partir de Vísceras de Truchas

La composición química proximal del ensilado biológico de vísceras de truchas fue analizada y certificada en el laboratorio de Bioquímica Nutricional de la Escuela Profesional de Nutrición Humana de la UNA-Puno; en fecha 03 de enero del año 2020, mediante el método del análisis químico proximal conforme los contenidos señalados en tabla N°22. El proceso de fermentación anaeróbica del ensilado biológico de vísceras de truchas duro 30 días desde el 03 de diciembre del año 2019 hasta el 03 de enero del año 2020, logrando una pasta hidrolítica biológica; producto del proceso técnico de las operaciones de recepción, molienda, control pH, temperatura, homogenización, envasado y almacenamiento, así como la eliminación de material adulterante o indeseado que acompañe la materia prima, bajo registró de temperatura promedio 25°C en ambiente, con un pH promedio de 4.5. Resultado que se relaciona con lo indicado por (Fagbenro, 1996); la estabilidad de los ensilados se obtiene con valores de pH menores a 4.5. Dicho valor muestra la fase o fenómeno de acidificación por parte de los microorganismos, reportado que el valor de pH es un buen indicador del proceso de ensilado, valores de $\text{pH} \leq 4,5$ garantiza la estabilidad del ensilado. (Covenin, 1982).

Tabla 22

*Composición Proximal del Ensilado Biológico de Vísceras de Trucha (*Oncorhynchus mykiss*) del Estudio*

N/O	Parámetro	Contenido %
1	Proteína cruda	12.60
2	Humedad	67.20
3	Lípidos crudos	26.66
4	Ceniza	1.70
5	Carbohidratos	0.0

Fuente: Certificado por el Laboratorio de Bioquímica Nutricional de la Escuela Profesional de Nutrición Humana de la UNA-Puno (2020)

Resultados que guardan relación con lo manifestado por (Sztern, 1996); quien indico que las vísceras de pescado de agua dulce constituyen entre el 5 y 11% del peso corporal. Su composición química promedio es 76,6% agua, 20,4% proteína, y 3% minerales.

Con los resultados obtenidos por (Churacutipa, 2016); se observa una diferencia significativa en el aporte del contenido de lípidos en ensilado de restos viscerales de trucha; huesos, vísceras, cabezas 17.90% versus el ensilado exclusivo de vísceras que alcanza 26.66 %, similar hecho se nota en el contenido de cenizas que corresponde a 1.7% en ensilado de vísceras de trucha y 2.4 % en cenizas, de ensilado de residuos de truchas por la probable presencia de estructuras óseas.

Tabla 23

Composición Química Proximal de los Residuos de Trucha (incluye huesos, cabeza, cola vísceras)

N/O	Parámetro	Contenido %
1	Proteína cruda	12.60
2	Humedad	67.20
3	Grasa cruda	17.90
4	Ceniza	2.40
5	Carbohidrato	0.0

Fuente: Churacutipa; Tesis Obtención de un ensilado Biológico a partir de Residuos de Trucha (2016).

Con el estudio de (Ruales, Torres y Ávila, 2014); guarda relación diferenciada puesto que en vísceras de trucha encontró, un contenido de 42.32 % de grasas versus el 26.66 %, del análisis; (37%) de diferencia, igualmente en el contenido de proteína 15,83% proteína señalado versus el 12.60% del experimento; diferencia probable por el tamaño de los ejemplares. (Tabla 24).

Tabla 24

Composición proximal de las materias primas para obtención de aceite

	% Humedad	% Grasa	% Proteínas
Huesos Musculo	1.41	34,+/-34.793.02	18.13
Cabezas	2.18	28,57 +/-0.89	17,71 +/-0,36
Vísceras	2,68	42,32 +/-2.15	15,83 +/- 0.95

Fuente: (Ruales, Torres y Ávila, 2014).

4.1.1 Análisis sensorial

Los Resultados de efectos sensoriales del ensilado biológico de vísceras de trucha se presentan en las tablas 25, 26 y 27 de evaluación; los resultados según referencia la evaluación física propuesta por (Bertullo, 1986).

Tabla 25

Evaluación Física de la Calidad del Ensilado de Vísceras de Truchas del estudio

Atributo	Bueno	Regular	Inaceptable
Olor	Acido suave	Picante penetrante	Pútrido rechazable
Color	Amarronado o grisáceo claro	Amarronado o grisáceo claro oscuro	Gris oscuro negruzco
Consistencia	Liquido	Liquido pastoso o licuado	Pastoso

Fuente: Bertullo (1989).

Tabla 26

*Evaluación Sensorial de la Calidad del Ensilado Biológico Elaborado con Desechos Viscerales de Trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) del Estudio*

Ensilado	Olor	Color	Consistencia
Vísceras de trucha	Acido suave	Amarronado o grisáceo claro	Liquido pastoso o licuado

Fuente: Bertullo (1989).

Por consiguiente; las características físicas sensoriales alcanzadas luego de 30 días de fermentación anaeróbica, permiten catalogar al ensilado biológico de vísceras de truchas como un producto biodegradable que tiene un color claro por el color natural de las vísceras de esta especie, recibiendo el calificativo de bueno, el olor acido suave agradable olor a papaína, sin ningún indicio de proceso de descomposición lo cual coincide con los resultados de (Churacutipa, 2016), que encontró similares características sensoriales. Conforme tabla Nro.27.

Tabla 27

Evaluación de Olor en el Proceso de Fermentación del Ensilado de Visceras de Trucha del Estudio

Descripción	Calificación
Olor a pescado, moderado a frutas fermentadas	5
Olor moderado a pescado y leve a fermentado o frutas	4
Olor a pescado intenso, ausencia de deterioro y a melaza	3
Inicios de olor de pescado en descomposición, azufrado, muy rancio	2
Olor a pescado a pescado descompuesto	1

Fuente; Churacutipa (2016)

4.2 Efecto de los Índices biométricos de longitud estándar individual (LSI), peso vivo individual (PVI), ganancia de peso individual (GPI) y el índice de conversión del alimento (ICA) en truchas comerciales *Oncorhynchus mykiss* alimentados con dietas formuladas de ensilado biológico producido a partir de vísceras de trucha

El uso del ensilado biológico de vísceras de truchas, como insumo sustitutorio de forma porcentual contiene proteínas lípidos y cenizas de calidad química proximal aceptable, y de fácil aprovechamiento en la formulación de dietas balanceadas para trucha comerciales demostrando factores productivos deseables en los parámetros zootécnicos y ambientales en sistema productivo acuícola controlado; conforme resultados señalados en la tabla N° 28.

Tabla 28

Composición Química Proximal de la dieta formulada para truchas comercial procesado con ensilado biológico de trucha

N/O	Parámetro	Contenido %
1	Proteína (F=6.25)	26.56
2	Humedad	8.32
3	Grasa	13.90
4	Cenizas	9.4
5	Fibra cruda	2.01
6	Carbohidratos	41.82
7	Energía	398.62

Fuente: BHIOSLAB (2021)

El resultado del análisis proximal registrado se compara significativamente con los resultados de (AQUATECH, 2019); cuyo contenido proximal de nutrientes en alimento balanceado en la etapa de engorde contiene 40% versus 26.66 del estudio en proteínas, en grasas 14%, versus el 13.9 % del estudio, cenizas 12 %, versus el 9.4%, y humedad 10%, versus 8.32% del estudio; guardando relación significativa con el cuadro de análisis del estudio (Tabla N° 29).

La elección del alimento tratamiento testigo corresponde a un alimento comercial de uso promedio por los productores de trucha de la Región de Puno; conforme estudio desarrollado por (Cahuana, 2015) quien en estudio de dietas comerciales determino que el Coeficiente de Digestibilidad Aparente de la Materia Seca luego del análisis de alimentos comerciales; el alimento superior se presentó en la dieta Ewos (86.4%), lo que indicaría la alta calidad de los insumos utilizados en su elaboración; seguido de Truchina, Nicovita, Naltech, Tomasino y por ultimo Alipez; (84.0, 81.5, 81.3, 80.7 y 76.8%, respectivamente)

El Resumen de resultados señalado en el análisis de la tabla N° 28; permite corroborar que luego de comparar los efectos productivos en LSI, PVI, GPI, ICA, en dos dietas para el estudio T1 alimento balanceado comercial y T2 Alimento procesado con ensilado biológico; en truchas comerciales de 31.47 cm de talla y 346.69 gr de peso alimentadas bajo las mismas condiciones ambientales, manejo productivo, frecuencia de alimentación durante 41 días que duró la experimentación; no encontró diferencias significativas estadísticamente diferenciadas; aplicando la prueba T student en un rango del 0.95% ya que sus valores son muy próximos en el crecimiento biométrico en la etapa de truchas

RESULTADOS	T1					T2					RESULTADOS	
factores productivos	Inicio	Final	Incremento	Media poblacional	Varianza	Inicio	Final	Incremento	Media poblacional	Varianza	Diferencia Significativa a rango 0.95%	Comparación
LSI	31.47	36.51	5.04	33.67 cm	3.25	31.33	36.4	5.07	33.62	3.29	0,96 > 0.05	NS
PVI	346.7	596.8	249.74	470.11	8249.05	346.6	597	250.2	470.49	8377.697	0,99 > 0.05	NS
GPI			261.51	37.358	347.72			250.2	35.744	311.109	0,87 > 0.05	NS
ICA			2.5	2.13	2.18			2.52	2.15	1.98	0,98 > 0.05	NS

comerciales.

Figura 15. Resultados del efecto comparativo de los dos tratamientos Alimento Balanceado comercial Versus Alimento Balanceados con dietas con Ensilado biológico

4.2.1 Longitud Estándar Individual (LSI).

En las tablas N° 30, 31 de LSI; se observan los resultados obtenidos al final del estudio de comparación respectiva entre truchas comerciales, nutridos con alimento balanceado comercial T1: versus alimento balanceado procesado con ensilado biológico de vísceras de truchas T2;

Longitud promedio alcanzada T1: inicio con 31.47 cm y luego de 6 semanas alcanzo 36.51cm con una ganancia en longitud de 5.04 cm.

Tabla 29

LSI T1

Tratamiento	Longitud LSI	Semanas						
		1(11/0 1/20)	2(18/0 1/20)	3(25/0 1/20)	4(01/0 2/20)	5(08/0 2/20)	6(15/0 2/20)	7(22/0 2/20)
T1	Media (cm)	31.47	32.07	32.99	33.39	34.47	35.20	36.51
	Mínimo (cm)	28.00	31.50	32.50	33.00	34.00	34.50	36.00
	Máximo (cm)	34.00	32.50	33.50	33.50	35.50	35.50	37.00
	Desv., St.	1.38	0.39	0.26	0.21	0.42	0.30	0.45
	C.V.(%)	4.38	1.20	0.78	0.64	1.22	0.86	1.22

Longitud promedio alcanzada T2, inicio con 31.33cm, luego de seis semanas alcanzo 36.40 cm con una ganancia en longitud de 5.07 cm.

Tabla 30

LSI T2

Tratamiento	Longitud LSI	Semanas						
		1(11/0 1/20)	2(18/0 1/20)	3(25/0 1/20)	4(01/0 2/20)	5(08/0 2/20)	6(15/0 2/20)	7(22/0 2/20)
T2	Media (cm)	31.33	31.70	33.01	33.30	34.54	35.14	36.40
	Mínimo (cm)	28.00	31.50	32.50	33.00	34.00	34.50	36.00
	Máximo (cm)	34.00	32.00	33.50	33.50	35.00	35.50	37.00
	Desv., St.	1.34	0.25	0.23	0.25	0.41	0.26	0.48
	C.V.(%)	4.29	0.78	0.69	0.75	1.18	0.74	1.32

La Prueba T indica que existe una media poblacional en longitud de truchas comerciales T1 = 33.67 cm y T2 = 33.62 cm, una varianza T1 = 3.25 y T2 = 3.29, con 7 grados de libertad. Cuyo Resultado analítico refleja que no existe diferencia significativa entre los dos tratamientos $0.96 > 0.05$ con un rango de 0.95%.

Tabla 31

Evaluación Estadística Prueba T de LSI. (Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales)

	LSI T1	LSI T2
Media	33,6714286	33,6285714
Varianza	3,25904762	3,29904762
Observaciones	7	7
Varianza agrupada	3,27904762	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	12	
Estadístico t	0,04427753	
P(T<=t) una cola	0,48270573	
Valor critico de t (una cola)	2,30272168	
P(T<=t) dos colas	0,96541145>0,05	
Valor critico de t (dos colas)	2,68099799	

El experimento demuestra que en los tratamientos del estudio T1 versus el T 2, con igual frecuencia de alimentación y condiciones ecológicas similares; no se encontró diferencias significativas en LSI.

El estudio concuerda con (Castro y Chirinos, 2008), quienes manifiestan que el crecimiento en longitud de los peces describe normalmente una curva de tipo exponencial, de un crecimiento rápido al principio, cuando el pez es joven y más lento a medida que aumenta la edad; permite comparar además con los resultados de (Miguel, 2008), quien manifiesta tener un mejor promedio de incremento de longitud en truchas juveniles $7,00 \pm 0,68$ cm.

Igualmente, el trabajo permite observar que la velocidad de crecimiento de *Oncorhynchus mykiss* se encuentra influenciada por varios factores; la concentración de oxígeno, la temperatura, el alimento suministrado y el tamaño del pez (Blanco, 1995). Principalmente la temperatura que influye sobre la tasa de crecimiento debido

a que *Oncorhynchus mykiss* es una especie poiquiloterma para fines de producción piscícola la temperatura adecuada es de 15°C. Situación que en el estudio presento condiciones favorables contando con 18.9°C de temperatura y 6.32 mg/O₂ disuelto; parámetros aceptables para el cultivo de truchas, conciliando con (Rosales, 2016) , que trabajo con 6.35 mg de O disuelto obtuvo mejor resultados para la fase de engorde.

El experimento reemplazo harina de pescado en un 27.9 %, en el alimento formulado para truchas comerciales con ensilado biológico sin afectar variaciones de crecimiento; estos resultados no concuerdan con (Kenan *et al.*, 2014); que propone que dietas de ensilaje de pescado como reemplazo de la harina de pescado, en el desarrollo del crecimiento, composición de ácidos grasos y valores séricos de *Oncorhynchus mykiss*, han permitido reemplazarla hasta en un 20% sin efectos adversos sobre el desarrollo del crecimiento, composición de ácidos grasos y variables bioquímicas séricas.

El experimento concuerda con (Homero, 2011), que no encontró diferencias significativas ($p > 0.05$) entre tratamientos evaluados de las truchas alimentadas con Harina de Calamar Gigante en reemplazo de la Harina de Pescado, en el incremento de longitud por periodo acumulado. Lo que permite aseverar que el nivel de proteína reemplazando ensilado biológico de vísceras de truchas hasta el 27.9% no afectó el incremento de la longitud.

Respecto a LSI, el estudio encuentra concordancia con lo citado en (Ramos y Rodríguez, 2019), quienes concluyen que la harina de plumas hidrolizada es un buen sustituto de la harina de pescado en la alimentación de trucha arcoíris, y con un nivel de 20%; los animales lograron un mejor crecimiento en talla, acotando que el proceso de obtención de plumas hidrolizadas es más complejo que el proceso de obtención de ensilado biológico de vísceras de truchas.

4.2.2 Peso Vivo Individual (PVI)

Al final del estudio se puede observar que:

Peso Vivo Individual T1; alcanzo un peso individual promedio final de 596.43 g, desde un peso promedio inicial de 346.69g, con una ganancia en peso de 249.74 g.

Tabla 32

Tratami ento	PVI	Semanas						
		1(11/0 1/20)	2(18/0 1/20)	3(25/0 1/20)	4(01/0 2/20)	5(08/0 2/20)	6(15/0 2/20)	7(22/0 2/20)
T1	Media (g)	346.69	381.94	428.35	468.47	520.36	548.88	596.43
	Mínimo (g)	265.00	379.50	427.00	466.0	514.0	544.0	550.0
	Máximo (g)	445.00	383.50	431.0	470.0	529.0	570.0	650.0
	Desv, St.	43.15	1.65	1.59	1.67	5.04	5.70	39.44
	C.V. (%)	12.45	0.43	0.37	0.37	0.97	1.04	6.61

PVI T1

PVI T2; Las truchas obtuvieron una ganancia 250.2 g, desde peso inicial de 346.63 g y 596.83 peso final.

Tabla 33

PVI T2

Tratami ento	PVI	Semanas						
		1(11/01 /20)	2(18/01 /20)	3(25/0 1/20)	4(01/0 2/20)	5(08/0 2/20)	6(15/0 2/20)	7(22/02 /20)
T2	Media (g)	346.63	380.64	428.36	468.40	521.31	551.28	596.83
	Mínimo (g)	265.00	379.00	427.0	466.0	514.0	544.0	550.0
	Máximo (g)	444.50	383.00	431.0	470.0	529.0	570.0	650.0
	Desv,. St.	42.97	1.14	1.36	1.69	5.71	5.52	25.56
	C.V.(%)	12.40	0.30	0.32	0.36	1.10	1.0	4.45

La Prueba T; indica; existe una media poblacional T1 = 470.11 g y T2 = 470.49 g, teniendo una varianza de T1 = 8249.05 y T2 = 8377.6968, con 7 grados de libertad, no existe diferencia significativa $0,99 > 0.05$ con un rango de 0.95%.

Tabla 34

Evaluación Estadística Prueba T de PVI (Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales)

	PVI T1	PVI T2
Media	470,115714	470,492245
Varianza	8249,05193	8377,69681
Observaciones	7	7
Varianza agrupada	8313,37437	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	12	
Estadístico t	-0,00772584	
P(T<=t) una cola	0,49698134	
Valor critico de t (una cola)	1,78228756	
P(T<=t) dos colas	0,99396269	>0,05
Valor critico de t (dos colas)	2,17881283	

Los resultados indican que no existen diferencias estadísticas con respecto al incremento de peso en los dos tratamientos T1 y T2.

Los resultados de incremento en peso están dentro del rango; concordando con lo citado en Westers (1995); siendo el factor más importante que afecta al crecimiento de los peces la temperatura del agua. A mayor temperatura del agua corresponde una mayor tasa metabólica que implica una mayor ingestión del alimento, y los peces utilizan más eficientemente el alimento; que implica mejores tasas de conversión del mismo. (Lagler *et al.*, 1990), citado en (Chanamé, 2012), que aseveran que los valores de los factores de conversión difieren con la naturaleza de la dieta, la especie, el tamaño del pez, la temperatura y otras variables, durante el estudio se tuvo una temperatura de 18.3°C factor que se encuentra en el límite tolerable. Demostrado igualmente citado en (Pepe, 2010); que el crecimiento es influenciado principalmente por la temperatura y en menor medida por la frecuencia alimenticia y la ración de alimento y de especial medida los requerimientos de los niveles de oxígeno no solo

dependen de las especies, sino del tamaño de los peces y de su actividad. De acuerdo con Tom (1998), los requerimientos de oxígeno por unidad de peso (de los peces) disminuye de manera significativa con el incremento del peso individual.

Igualmente en el respecto (Quimbiamba, 2009) en su trabajo de investigación en trucha arco iris durante 70 días; tomando como base una ración comercial a la cual sustituyo por sangre de bovino rica en proteínas concluye que el peso de las truchas conforme aumenta el porcentaje inclusivo baja la grasa procesada de manera casera, siendo los mejores resultados con 30% de sustitución de harina de pescado por harina de sangre de bovino alcanzando cierta concordancia con la presente investigación ya que obtuvimos similar biomasa con el 27.9 % de sustitución con ensilado de pescado. Y con la certeza que el proceso de obtención de harina de sangre de bovinos es más complejo y demanda de otros equipos.

Diferimos con (Bastardo, Medina y Bianchi, 2008) quienes evaluaron una dieta inicio para trucha arco iris para sustituir totalmente la harina de pescado por harina de lombriz. Observando un incremento de biomasa favorable para la dieta control no siendo factible la sustitución de harina de pescado por harina de lombriz.

Encontramos mayor concordancia con (Yanil, Dabrowski & Bai, 2003), quienes investigaron los efectos de la harina de la Universidad Estatal de Ohio (OSU) (una mezcla de harina de sangre, harina de carne y huesos, subproductos avícolas y harina de plumas), como reemplazo parcial o total de la harina de pescado. Las truchas alimentadas con dietas que contenían 20% o 40% de harina, crecieron de manera similar a las truchas alimentadas con una dieta basada en harina de pescado. El reemplazo total de la harina de pescado provocó una reducción significativa en el crecimiento ($p < 0.05$) solo al nivel de proteína del 47% y no al 36%. Los resultados de este estudio sugieren que las dietas que contienen hasta un 75% de harina de OSU y un 25% de harina de pescado son suficiente para un buen crecimiento de los alevines de trucha arco iris. En el estudio en dietas comerciales adultas consideramos las dietas tuvieron un contenido de 72.09 % de harina de pescado y 27.9 % de ensilado biológico de vísceras de truchas, que se ajustan a trucha adultas de menor requerimiento de proteínas respecto a los alevinos de truchas.

(Gomes, Rema y Kaushik, 1995), cita valores de Relación de eficiencia proteica (PER) entre 2.23 y 2.33 para truchas que fueron alimentadas con dietas donde la proteína de origen animal, fue gradualmente reemplazada por proteína vegetal (harina soya y gluten maíz), mostrando un valor más bajo (2.15) para aquellas en que la proteína de origen animal fue sustituida en un 66% y cuando el 100% de la proteína de origen animal fue reemplazada por la de origen vegetal el valor de PER fue de 2.18. Estos resultados están de acuerdo con Flores (2000), quien observó valores de PER en 2.38 para una dieta con 20% de harina integral de soya en comparación con dieta control a un PER de 2.29, siendo estadísticamente similares en juveniles de trucha arco iris, resultados que refuerzan el uso del ensilado biológico de vísceras de truchas como un insumo de origen animal.

(Yapuchura *et al.*, 2018); ubico según prueba de Duncan a los alimentos balanceados; Ewos primer lugar, Nicovita Segundo lugar y Naltech. Tercer lugar, Purina Cuarto y Tomasino, con lo cual podemos afirmar que los resultados obtenidos con el alimento procesado con ensilado biológico de vísceras de truchas se encuentran en el promedio aceptable luego de comprobar la aceptación promedio de alimento testigo.

4.2.3 Ganancia de Peso Individual) GPI)

Los resultados de las tablas, indican las variaciones entre cada semana respecto a la GPI obtenidos, así como la ganancia total de peso alcanzada para cada tratamiento T1=261.51 gr y T2=250.20 gr, conforme va pasando los días la ganancia de peso individual va en aumento.

Ganancia de Peso Individual T1;

Tabla 35

GPI T1

Tratamiento	GPI	Semanas						
		1(11/01/20)	2(18/01/20)	3(25/01/20)	4(01/02/20)	5(08/02/20)	6(15/02/20)	7(22/02/20)
T1	Media (g)		35.25	46.41	51.89	51.89	28.52	47.55
GPI Total	Mínimo (g)		-61.50	43.50	44.0	44.0	15.0	-11.0
261.51	Máximo (g)		117.00	51.50	60.0	60.0	45.0	105.0
	Desv., St.		42.60	2.14	4.93	4.93	6.58	39.38
	C.V.(%)		120.84	4.62	9.51	9.51	23.06	82.82

Ganancia de Peso Individual T2; La ganancia de aumento de PVI, con relación a los T1 y T2 donde se observa que T2, una baja de ganancia en la semana tercera, consideramos probable este hecho por factores de adaptabilidad al cambio de alimento, que debe ser objeto de nuevas evaluaciones.

Tabla 36

GPI T2

Tratamiento	GPI	Semanas						
		1(11/01/20)	2(18/01/20)	3(25/01/20)	4(01/02/20)	5(08/02/20)	6(15/02/20)	7(22/02/20)
T2	Media (g)		34.02	47.72	40.04	52.91	29.97	45.55
GPI total	Mínimo (g)		-64.50	45.00	36.0	44.0	16.20	-10.0
250.20	Máximo (g)		117.00	51.00	43.0	63.00	55.50	101.5
	Desv., St.		42.94	1.5	2.14	6.18	9.07	26.95
	C.V.(%)		126.24	3.14	25.43	11.67	30.25	59.17

Prueba T; media poblacional de GPI; T1 = 470.11 g y T2 = 470.49 g, con varianza de T1 = 8249.05 y T2 = 8377.6968, con 7 grados de libertad no existe diferencia significativa $0,99 > 0,05$ con un rango de 0.95%.

Tabla 37

Evaluación Estadística Prueba T de GPI. (Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales)

	GPI t1	GPI t2
Media	37,3585714	35,7442857
Varianza	347,724614	311,109029
Observaciones	7	7
Varianza agrupada	329,416821	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	12	
Estadístico t	0,16639549	
P(T<=t) una cola	0,43530825	
Valor critico de t (una cola)	1,78228756	
P(T<=t) dos colas	0,87061649	>0,05
Valor critico de t (dos colas)	2,17881283	

El crecimiento de los peces está determinado fundamentalmente por la cantidad de alimento ingerido (energía y nutrientes) y por la temperatura del agua. Los peces como animales poiquiloterms son incapaces de regular su temperatura corporal, por lo que su metabolismo únicamente funciona de forma óptima dentro de un rango de temperaturas adecuadas, dentro del cual la ingestión y el crecimiento son máximos, pero disminuyen cuando la temperatura está por encima o por debajo del rango óptimo. En cuanto a la cantidad de alimento, proporcionado; manifestado la eficiencia alimentaria. (Castro y Chirinos, 2008).

Otras investigaciones, como (Dumas, France y Bureau, 2010) confirman un patrón de ganancia de peso con forma sigmoidea, con un peso asintótico en la etapa adulta, concordando con este tipo de crecimiento.

En la tabla podemos establecer además que en cuanto a incremento de peso promedio individual de los peces en la fase comercial el promedio obtenido es similar en los

dos tratamientos, con similar frecuencia de alimentación promedio que fue obtenido en 41 días tiempo en el que duro el experimento y que no existen diferencias estadísticas con respecto al incremento de peso promedio individual y peso promedio obtenido.

Los Resultados de ganancia de peso en truchas comerciales; sustituyendo en un 27.9 % la harina de pescado difieren del trabajo realizado por (Keramat *et al.*, 2014) quienes sustituyeron harina de pescado por sub productos avícolas siendo así que con el 66% y 100% de sustitución, obtuvieron pesos más bajos en comparación a la dieta testigo; caso similar se presenta al sustituir la harina de pescado en un 40% se obtiene el peso promedio más bajo

El resultado alcanzado en el presente trabajo fue con el 27.9 % de sustitución, de la harina de pescado por ensilado biológico de vísceras de truchas de esta manera diferimos de (Padilla, 2000), quien al final de su experimento determino que el mayor incremento de peso fue donde la proporción era 19.30 % de ensilado de pescado por harina de pescado trabajo experimental con juveniles de gamitana.

Los aceites incluidos en los alimentos para truchas desarrollan su máximo efecto cuando están en proporción hasta un 24 %. Como óptimo se puede considerar por lo regular una proporción de grasa en el alimento concentrado del 15 – 20% (Noel, 2003); en el presente estudio el porcentaje proporcionado con el ensilado biológico de vísceras de truchas llego al 26.66%, que relaciona positivamente con el alimento comercial; trabajo que concuerda igualmente con (Crispulo y Garcés, 2011), que determino la digestibilidad aparente y parámetros zootécnicos en tilapia roja de engorde, sin tener resultados diferenciales en los parámetros de digestibilidad, pero si en los parámetros zootécnicos, observando que a mayor inclusión de ensilaje de pescado, se genera mayor talla, peso y conversión alimenticia.

(Homero, 2011), concluye que las Truchas alimentadas con dietas formuladas en base al uso total y parcial de harina de calamar gigante tuvieron un mejor rendimiento en la performance productivo al ser comparados con aquellos alimentados con dietas formuladas en base a solo harina de pescado y la inclusión de

Harina de calamar gigante en sustitución total de la harina de pescado tuvo un mejor rendimiento económico expresado en un menor costo de alimento por kilogramo de ganancia de peso ganado de trucha, así como la tasa eficiencia proteica acumulada ($p < 0.05$), expresado en la ganancia de peso por proteína cruda consumida, concordando con la importancia de incluir el ensilado biológico de vísceras de trucha en las formulaciones para alimentos para peces por el costo beneficioso.

4.2.4 Índice de Conversión Alimenticia (ICA)

Los valores de conversión alimenticia obtenidos semanalmente en el presente estudio para cada tratamiento se muestran a continuación;

Índice Conversión Alimenticia T1; la tabla, muestra el índice de conversión alimenticia de truchas comerciales alimentados durante 6 semanas en la que se observa un mejor índice de conversión ICA.

Tabla 38

ICA T1

Tratamiento	ICA	Semanas						
		1(11/0 1/20)	2(18/0 1/20)	3(25/0 1/20)	4(01/0 2/20)	5(08/0 2/20)	6(15/0 2/20)	7(22/0 2/20)
T1	Media (g)		2.11	1.44	1.67	1.83	3.21	4.71
2.50	Mínimo (g)		0.60	1.29	1.43	1.57	1.93	1.22
	Máximo (g)		10.50	1.53	1.95	2.14	5.78	32.08
	Desv. St.		1.92	0.07	0.16	0.17	0.80	6.55
	C.V. (%)		90.94	4.55	9.48	9.48	24.97	141.0

Índice Conversión Alimenticia T2;

Tabla 39

ICA T2

Tratamiento	ICA	Semanas						
		1(11/01/20)	2(18/01/20)	3(25/01/20)	4(01/02/20)	5(08/02/20)	6(15/02/20)	7(22/02/20)
T2	Media (g)		2.07	1.40	2.15	1.80	3.15	4.51
2.52	Mínimo (g)		1.35	1.31	2.00	1.49	1.56	1.26
	Máximo (g)		8.75	1.48	2.39	2.14	5.35	18.50
	Desv.,. St.		1.92	0.04	0.12	0.21	0.95	4.50
	C.V.(%)		92.45	3.13	5.52	11.86	30.08	99.82

Prueba T; media poblacional de T1 = 2.13 y T2 = 2.15 varianza de T1 = 2.18 y T2 = 1.98, con 7 grados de libertad, No existe diferencia significativa $0,98 > 0,05$ con un rango de 0.95%. entre ICA T1 – T2.

Tabla 40

Evaluación Estadística Prueba T de ICA (prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales)

	ICA T1	ICA T2
Media	2,13857143	2,15428571
Varianza	2,18954762	1,9805619
Observaciones	7	7
Varianza agrupada	2,08505476	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	12	
Estadístico t	-0,02035963	
P(T<=t) una cola	0,49204555	
Valor critico de t (una cola)	1,78228756	
P(T<=t) dos colas	0,9840911>0,05	
Valor critico de t (dos colas)	2,17881283	

Los resultados de ICA para cada tratamiento al finalizar los ensayos son similares que los teóricos eso se pueden apreciar al comparar con (Mendoza, 2009) quien indica que para el caso de truchas adultas de cosecha debe ser 2.5; en el estudio se

llegó a $T1 = 2.13$ y $T2 = 2.15$; y son claramente diferentes al estudio de Chaupel *et al.* (1998) quien trabajando con trucha arco iris mostro un ICA de 1,3 en truchas en crecimiento, para el caso del presente estudio son truchas adultas y por encima de los obtenidos por Gomes *et al.* (1998) que trabajaron con truchas arco iris en el cual mostro un ICA 1.61 en etapa de crecimiento a 15°C .

Concordamos con el estudio determinado por (Gomez, 2017) de La tasa de crecimiento especifica en la alimentación convencional para truchas adultas fue de 1.66 sin embargo en la alimentación ad libitum fue de 2.06, que se acerca al resultado obtenido en el presente estudio 2.15.

Los resultados en los dos tratamientos demuestran un buen crecimiento respecto a la Relación longitud Peso que al aplicar la tabla N° 1 del anexo; evaluando truchas con longitud de 315 mm señala un peso de 392.4; respecto al registrado en el estudio se inició con una longitud de 315 mm (31.15 cm) y 346.6 gr, de peso y que al aplicar dicha tabla luego del cultivo 41 días el promedio al que llego en longitud las truchas se sitúa entre 360 mm (36.0 cm) y 365 mm (36.5 cm), que teóricamente deberían contar con un peso de 595.91 gr – 622.19 gr. Al ubicar las truchas obtenidas en el estudio en ambos tratamientos llegaron a 596 g, que se encuentra en el promedio señalado por la tabla de relación longitud Peso.

El ICA, para el caso del T2 correspondiente a la dieta formulada cumpliendo el proceso de extrusión mantuvo similar nivel de conversión con T1 debido a que es una dieta extruida con iguales bondades nutricionales tal como lo informan diversos autores Hilton *et al.* (1981), Gabaudan *et al.* (1986), Kerana (1990), Pfeffer *et al.* (1991) Hardy (1992).

Kenan *et al.* (2014) Los resultados mostraron que el ensilado de subproductos del procesamiento de pescado tiene el potencial de reemplazar la harina de pescado hasta en un 20% en las dietas de trucha arco iris sin efectos adversos sobre el rendimiento del crecimiento, la composición de ácidos grasos y las variables bioquímicas del suero; difiriendo con los resultados dentro estando los resultados reemplazando hasta el 27.9%.

El estudio se cumplió en la zona de la Bahía de Puno, durante 41 días, contando con un registro de temperatura promedio de 18.3°C; estando en el límite superior tolerable, que fue compensada con la densidad de cultivo, esto se refleja en la baja mortalidad, y los resultados obtenidos en LSI, PVI GPI, considerando los trabajos relacionados con truchas que siendo peces poiquiloterms dependen totalmente de la temperatura del agua. (Klontz, 1979); indica que por cada grado centígrado de aumento o disminución de la temperatura con respecto a una temperatura promedio de 15° C, la tasa metabólica se reduce un 8.5% lo que repercute en una disminución de la GPI; y que, en un cultivo industrial, la temperatura estándar ambiental más adecuada para la especie es de 15°C y cada grado centígrado por debajo de este, disminuye el índice de crecimiento en 8,25% (Haskell, 1955), (Kennedy y Mihursky, 1967). Si la temperatura del agua rebasa 17°C, las truchas utilizan toda su energía para afrontar el calor; la eficacia del alimento se vuelve nula. Además, la temperatura del agua condiciona la concentración de oxígeno disuelto y la concentración de productos metabólicos (amoníaco) tóxicos para los peces; para el caso del estudio los resultados indican que la eficiencia de conversión de alimento fue poco afectada por la temperatura cercana al límite tolerable que fue compensada por la densidad de cultivo 2.36 Kg/m³; el rango de temperatura del agua (alrededor de 7–18 ° C), donde el apetito y la ingesta del alimento de la trucha arco iris se mantiene fuera de este rango los peces pierden el apetito; finalmente, a una temperatura del agua demasiado baja o demasiado alta, los peces dejan de alimentarse, concordamos que para una producción industrial considerar estos análisis.

En cuanto a oxígeno disuelto; mes enero 7.3 mg/l y febrero 6.72 mg/l parámetro dependiente de la temperatura real del agua puesto el agua puede disolver solo una cierta cantidad de oxígeno, determinado por la presión parcial de oxígeno en la atmósfera. A una temperatura más alta del agua, el contenido de OD es más bajo, y viceversa; igualmente las concentraciones óptimas y aceptables de oxígeno en el agua varían de acuerdo con la etapa de desarrollo real del pez, para grupos de mayor edad, el contenido de oxígeno del agua puede ser de aproximadamente 4–5 mg / litro. Es importante saber que el consumo de oxígeno del pescado aumenta considerablemente durante y después de la alimentación.

En cuanto a pH da un valor de enero 8.37 y febrero 8.41 parámetro que se encuentra dentro de lo recomendado 6,7 - 8,5 como rango óptimo para la crianza de truchas.

Las truchas de 250 gr- engorde consumen menos oxígeno disuelto durante el corto periodo de trabajo digestivo, que supone la trituración de los gránulos ingeridos en el estómago y su paso al intestino. Siendo este factor de importancia, en un ambiente donde puede faltar oxígeno como la Piscigranja “Chano” (Eguia, 2017) señalado también que a una concentración de 5 mg/l la trucha no se alimentan (Cameron y Davis, 1970).

4.2.3.1 Mortalidad; Durante el proceso de investigación se han tenido; T1= 3 y T2= 3 truchas muertas, luego de una revisión diaria los cuales fueron enterrados en pozos sépticos, con cal, a fin de evitar la proliferación de enfermedades; también se pudo constatar una menor pérdida de alimento extruido relacionada a su mayor flotabilidad en el agua (Castro y Chirinos, 2008), lo que daba mayor tiempo a las truchas para atrapar los pellets lo que da cuenta en alguna medida del menor consumo de alimento logrado por este tratamiento y mejor conversión del alimento

Concuerda también el estudio con Ceballos y Velázquez (1988), indican que en los estadios de Adultos (18 - 30 cm) hay una mortandad del 2.0%.

4.2.3.2 Limpieza de bolsas – jaula; Se realizó el recambio de bolsas de cultivo cada diez días en zona de lavado de mallas en zona alejada de la orilla, zona apartada de agentes contaminantes como desagües, animales, entre otros. (Exponiendo las mallas al sol).

4.2.3.3 Manejo de registros de evaluación; Se llevó un control detallado de la producción utilizando formatos productivos: Kardex de alimentación diaria T1 alimento concentrado AQUATECH) T2= Alimento balaceado con ensilado biológico de vísceras de trucha, Registro de Mortandad, Registro para el control de la temperatura, registro de datos biométricos.

CONCLUSIONES

- 1.- Es posible recuperar proteínas lípidos y cenizas de los restos de vísceras de truchas aplicando las Buenas Practicas de Procesamiento de Manufactura que permite contar con un subproducto pesquero ensilado biológico de vísceras de trucha, producto biodegradable de alto valor nutritivo y de bajo costo, cuyo contenido químico proximal contiene proteína cruda 12.6 %, Humedad 67.20%, Lípidos 26.66% Cenizas 1.70%.
- 2.- Piensos alimenticios para truchas comerciales formulados con el Programa AEZO, sustituyendo la harina de pescado por ensilado biológico de vísceras de truchas hasta el 27.9%, con un contenido proximal de Proteína MIN 39%, Humedad 12%, Lípidos 16% MIN, Cenizas 12%. Provocan efectos productivos zootécnicos similares a los generados en la dieta comercial, en truchas comerciales adultas respecto a la LSI Longitud Estándar Individual. PVI Peso Vivo Individual, GPI Ganancia de Peso Individual, ICA Índice de Conversión Alimenticia.
- 3.- Aplicando la técnica del procesamiento del ensilado biológico de los restos viscerales de trucha se contribuye a la mitigación del medio ambiente del Lago Titicaca, incorporando este subproducto en la económica circular sostenible.



RECOMENDACIONES

1. Utilizar el ensilado biológico de vísceras de trucha como un producto potencial sustitutorio hasta un 27.9% respecto a la harina de pescado 72.09 %, para el procesamiento de piensos alimenticios para la alimentación de truchas sobre todo en la etapa comercial de engorde.
2. Realizar trabajos de formulación de dietas de alimentación en otras etapas de crecimiento de las truchas utilizando el ensilado biológico de vísceras de truchas.
3. Desarrollar proyectos para instalación de plantas de proceso de ensilados de vísceras de truchas.
4. Realizar estudios de residuos viscerales de trucha para la elaboración de productos alimenticios, como aceites, harinas, alimentos líquidos, semilíquidos, y ensilajes para el uso en otras industrias productivas.
5. Desarrollar investigación respecto a la proporción de los lípidos provenientes del ensilado de vísceras de truchas a fin de incluir en los alimentos de truchas.

BIBLIOGRAFÍA

- Bressani, R., Wilson, D., Chung,, M., Béhar, M. y Viteri, F. (1963). *Supplementation of cereal proteins with amino acids. V. Effect of supplementing lime-treated corn with different levels of Iysine, tryptophan and isoleucine on the nitrogen retention of young children.* J. Nutr., 80: 80-84.
- Burge, R.M. y Duensing, W.J. (1989). *Processing and dietary fiber ingredient applications of corn bran.* . Cereal Foods World.
- Castro, J. I. y D. M. Chirinos. (2008). *Manual de formulación de raciones balanceada para animales.* . Peru: Primera edición CONCYTEC. Perú. Pág. 230.
- Woynarovich A., Hoisty G. y T. Moth-Poulsen. (2011). *Small-scale rainbow trout farming. Fisheries and Aquaculture Technical Paper.* Roma: [FAO] Food and Agriculture Organization of the United Nations. .
- Acosta, S. (2008). *Saneamiento ambiental e higiene de los alimentos.* Córdoba - Argentina: Brujas. .
- AECI. (2010). *La Acuicultura y el Manejo Sostenible del ambiente.* España: Ministerio de la Produccion.
- AEZO. (2010). *Formulacion de Raciones AEZO.* Recuperado de <https://andervet.wordpress.com/2010/03/17/formulacion-de-raciones-aezo/>.
- Pourjafar, E. (2007). *Effect of partial and total replacement of fish, shrimp head, and soybean meals with red crab meal Pleuroncodes planipes (Stimpson) on growth of white shrimp Litopenaeus vannamei (Boone).* *Aquaculture Research* .
- Sobharani, E. (1985). *Aquaculture role in global food security with nutritional value.* *Aquaculture role in global food security with nutritional value.*
- Alvarado, H. (1999). *Crecimiento y sobrevivencia de la trucha arco iris cultivada en diferentes tipos de estanques y densidades.* Venezuela: Centro de Investigaciones del Estado del Táchira.



- Álvarez, R. (2010). *Utilización de subproductos de mataderos avícolas en la alimentación de monogastricos*. Artículo científico. Ministerio de Educación Superior. La Habana.
- Ambiente, M. d. (2012). Cuarto Informe Nacional de Residuos Solidos. *Informe de Gestion Ambiental*.
- AOAC. (1995). *Official Methods of Analysis, Analíticos en Nutrición Animal*. Editorial Acribia. 16th Edition. AOAC International, USA Bateman, J.
- AQUATECH. (2019). *Catalogo de truchas*. Lima: Recuperado de <http://aquatech.pe/wp-content/uploads/2018/01/catalogo-trucha.pdf>.
- Arvanitoyannis I.S., K. A. (2008). *Fish industry waste*. International Journal of Food Science and Technology Volume 43.
- Atilio. (2013). Contaminación. Catamarca. *Científica Universitaria*.
- Balsinde. (2003). *Inclusión de ensilado de pescado como alternativa en la elaboración de alimento extruido para el camaron de cultivo*. Centro de Investigaciones Pesqueras, Cuba, Civa.
- Banco. (2016). Informe. *Banco Mundial*.
- Bastardo, H.; Medina, A. y Bianchi, G . (2008). *Utilización de proteína no convencional en dietas para iniciador de trucha arcoiris*. Recuperado de <http://albeitar.por tal>.
- Bello. (1992). *Estudio sobre la elaboración de ensilado de pescado por via microbiana en Venezuela*. Roma: FAO Informe de Pesca #441.
- Berenz. (1990). *Ensilado biológico de pescado*. Caracas: FAO/PROGRAMA DE COOPERACION GUBERNAMENTAL.
- Bertullo. (1986). Harina de pescado versus Bio-proteo-catenolizado de pescado en la alimentación de cerdos. *Universidad Maryland. EE.UU.*

- Bhaskar, T. Benila, C. Radha, R.G. Lalitha. (2008). *Optimization of enzymatic hydrolysis of a, visceral waste proteins of Catla (Catla catla) for preparing protein hydrolysate using*. Bioresource Technology, Volume 99.
- Blanco, C. (1995). *La Trucha. Cría industrial*. Madrid.. Mundi-prensa.
- Botting, C. (1991). *Extrusion technology in aquaculture feed processing. In Proceedings of the Aquaculture Feed Processing and Nutrition*. Workshop. Sept. 19-25, Thailand and Indonesia: American Soybean Association.
- Cahuana. (2015). *DIGESTIBILIDAD APARENTE DE LOS MACRONUTRIENTES DE ALIMENTOS COMERCIALES PARA TRUCHAS ARCO IRIS (Oncorhynchus mykiss) EN ETAPA DE ENGORDE*. Puno: Tesis Universidad Nacional de Altiplano.
- Calvo, M. S. (1999). *Manual de gestión medioambiental de la empresa: sistemas de gestión*. España: Mundi Prensa.
- Camacho. (2000). *Guía para el cultivo de trucha. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca*.
- Carlos A. David-Ruales; Catalina Torres-Toro; Sara Hincapié-Ávila. (2014). *Aprovechamiento de residuos de trucha arco iris Oncorhynchus mykiss: uso de tecnologías limpias para la extracción de aceite*. Colombia: ORINOQUIA SUPLEMENTO - Universidad de los Llanos - Villavicencio, Meta. Colombia Vol. 18 - No 2.
- Ceballos, M. & Velasquez, M. (1988). *Perfiles de la alimentación de peces y crustáceos en los centros y unidades de producción acuícola en México*. Mexico: Secretaría de pesca Dirección General de Acuicultura. FAO.
- Chanamé. (2012). Facultad de Zootecnia. *Manual de acuicultura*.
- Churacutipa. (2016). *OBTENCION DE UN ENSILADO BIOLÓGICO A PARTIR DE RESIDUOS*. Tesis Universitaria.

- Cirne. (2007). *Anaerobic digestion of lipid-rich waste—Effects of lipid concentration*. Renewable Energy, Volume 32.
- CMV. (2016). *Seminario de Acuicultura*. Chimbote: Curso magistral.
- Coello. (2002). *Optimization of a culture medium containing fish silage for L-lysine production by Corynebacterium*.
- Córdova. (1986). *Procesamiento y evaluación de ensilado de pescado a partir de la fauna de acompañamiento del camarón*. Archivos Lat. Nutrición,.
- Cordova. (2001). The effect on growth and protein digestibility of shrimp *Penaus stylirostris* fed with feeds supplemented with squid (*Dosidicus gigas*) meal dried by two different processes. *Aquat. Food Prod Technol - Mexico*.
- Cordova, E., C, Marmol., L, Miranda., J, A. Navarrete y Reyes. (1990). *Ensilado biológico de pescado. CURSO REGIONAL SOBRE TECNOLOGIA DE PRODUCTOS PESQUERO*. Caracas: FAO/PROGRAMA DE COOPERACION GOBERNAMENTAL.
- COVENIN. (1982). *ESPECIALIDADES ALIMENTICIAS. FUNDACION CIEPE VENEZUELA*.
- Cowey, A.M. Mackie and J.G. Bell. (1985). *The application of nutritional findings to the formulation of practical diets. In Nutrition and feeding in fish*. C.B. Cowey, A.M. Mackie and J.G. Bell); London Nueva York.
- Cristobal Rufino Yapuchura Saico¹, Sabino Edgar Mamani Choque, Dina Pari Quispe, Emilio Flores Mamani. (2018). *Curvas de crecimiento y eficiencia en la alimentación de truchas arcoiris (Oncorhynchus Mikiyss) en el costo de producción*. Puno Peru: Comuni@cción vol.9 no.1 Puno ene./jun. 2018.
- D, C. B. (2010). *ELABORACIÓN DE ENSILADO DE PESCADO VÍA MICROBIANA, A PARTIR DE LOS RESIDUOS PROVENIENTES DEL PROCESAMIENTO DE ATÚN Y FILETEADO DE DIVERSAS ESPECIES DE PESCADO*. Caracas: Tesis. Caracas, U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Química.



- Dale. (2015). *Nutritional properties of dried salmon silage for broiler feeding*. *Animal Science Journal*, ISSN: 1740-0929.
- Dapkeviciu, E. (2007). *Preservation of blue-jack mackerel (Trachurus picturatus bowdich) silage by chemical and fermentative acidification*. *Journal of Food Processing and Preservation*.
- Diaz. (2004). *Efecto de la suplementación con ensilaje de residuos de una planta procesadora de tilapia (Oreochromis niloticos) sobre el consumo voluntario y la digestibilidad de nutrientes tropicales*. Universidad de Puerto Rico.
- Diaz, F. (1996). *Nutrients Esenciales, fundamentos de Nutricion y Alimentacion en Acuicultura*. *INPA, Colombia*, 53-114.
- Dumas, A., France, J., & Bureau, D. (2010). *Modelling growth and body composition in fish nutrition*. *Aquaculture Research*.
- Echevarria. (2014). *Determinacion de la formulacion mas adecuada de dieta para trucha arco iris en sus diferentes etapas de desarrollo*. Tesis Universidad Nacional de Trujillo.
- Echevarria. (2014). *Determinación de la formulación más adecuada de dieta para trucha en sus diferentes etapas de desarrollo*. Trujillo: Universidda Nacional de Trujillo.
- Fagbenro. (1996). *Preparation, properties and preservation of lactic acid fermented shrimp heads*. *Food Research International*.
- FAO. (2004). *Inocuidad y calidad de los alimentos en Europa*. Francia: 24^a CONFERENCIA REGIONAL DE LA FAO PARA EUROPA.
- FAO. (2014). *ACUICULTURA*.
- FAO. (2014). *BUENAS PRÁCTICAS PARA LA INDUSTRIA DE PIENSOS*. Roma: ISBN 978-92-5-306487-8 (edición impresa).

- FAO. (2018). *Manual sobre cómo convertir los desperdicios del pescado en ganancias y en un ingrediente valioso de la ración o como fertilizante*. Roma Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Fickler, J. (2003). *Harina de pescado*. Revista Alimentos Balanceados para Animales.
- FINUT, F. (2017). *Artículo FAO Alimentación y Nutrición*. Roma Italia: Fao Vialle de Terme di caracalla.
- Fonseca, T. C. (2010). *Manual De Derecho Ambiental. Adrus Arequipa-Perú*. .
- Furuichi, M. .. (1988). Carbohydrates. In: *Fish nutrition and mariculture*. Watanabe Ed.
- Gbogouri. (2004). *Influence of hydrolysis degree on the functional properties of salmon by-products hydrolysates*. Journal of Food Science.
- GOMES, E., REMA, P., KAUSHIK, S. (1995). *Replacement of fish meal by plant proteins in the diet of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss)*. Digestibility and growt performance. *Aquaculture* .
- Gomez, M. (2017). *CRECIMIENTO DE TRUCHA ARCO IRIS (Oncorhynchus mykiss) EN JAULAS FLOTANTES EN LA ETAPA DE ENGORDE ALIMENTADAS AD LIBITUM Y CONVENCIONALMENTE, EN CHUCASUYO-JUL*. Puno Peru: Tesis Universidad Nacional del Altiplano.
- GORE. (2019). *PLAN ESTRATEGICO INSTITUCIONAL 2020-2025. Informe Gobierno Regional Puno*.
- Guerrero, J. (2010). *La nutrición y la alimentación eficiente de los peces*. Colombia: Agrinal colombia s.a.
- Gullu. (2014). *Replacement of Fish Meal with Fish Processing by-Product Silage in*. Pakistan: Department of Aquaculture, Faculty of Fisheries, Muğla Sıtkı Koçman Universit.
- Guy, R. (2008). *Extrusion de alimentos tecnologia y aplicaciones*. Manhattan: Kansas.

- Halver. (1985). *CONCEPTOS BÁSICOS DE PISCICULTURA TROPICAL*.
- Hardy. (1984). *Aquaculture*. Elsevier.
- Harper, J. (1981). *Extrusion of foods*. Fort Collins., Colorado EEUU: Colorado: CRC Press.
- Herrampf J. & Piedad-Pascual F. . (2000). *Fish and Other marine silage. Handbook on ingredients for Aquaculture Feeds*. Editorial Springe.
- Homero. (2011). Tesis “*EFECTO DE LA HARINA DE CALAMAR GIGANTE (Dosidicus gigas Orbigny, 1835) EN REEMPLAZO DE LA HARINA DE PESCADO EN DIETAS PARA TRUCHA ARCO IRIS (Oncorhynchus mykiss Walbaum, 1792)*”. Lima: UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA.
- Huguenin, J. a. (1978). A review of the technology and economics of marine fish cage systems. *Aquacult. Google Scholar*.
- IFFO. (2007). *International fish meal and oil organization*. Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos INTA, P. Universidad Católica de Chile.
- Imarpe. (2015). *MONITOREO DEL LAGO TITICACA. Boletín Informativo*.
- INATEC. (2016). *Manual del protagonista: Nutrición animal*. Nicaragua: INSTITUTO NACIONAL TECNOLÓGICO Dirección General de Formación Profesional.
- Jackson A.J., Kerr A.K. y Cowey C.B. (1984). *Fish silage as a dietary ingredient for salmon. I. Nutritional and storage characteristics*. *Aquaculture*.
- Kenan et al. (2014). *Replacement of Fish Meal with Fish Processing by-Product Silage in Diets for the Rainbow Trout, Oncorhynchus mykiss*. *Pakistan J. Zool*.
- Keramat, A., Shahsavari, M., Hedayatyfard, M. . (2014). *Full replacement of fishmeal by poultry by-product meal in rainbow trout, Oncorhynchus mykiss (Walbaum, 1972) diet*. *Iranian Journal of Fisheries Sciences* 13.
- Klontz, g. D. (1979). *Manual para la Producción de Trucha*.

- León. (2003). *Consumo voluntario y digestibilidad de nutrientes de heno de gramíneas tropicales nativas y ensilaje de sorgo y el efecto de la suplementación con residuos fermentados de pescaderías*. MS Tesis, Universidad de Puerto Rico.
- Lovell, e. a. (2002). Lovell, et al . *Diet and fish husbandry.en: "fish nutrition*.
- Lovell, R. (2002). Diet and Fish Husbandry in. *Fish Nutrition*, 720-730.
- Martinez. (2003). *Producción de un ensilado biológico a partir de vísceras de pescado de las especies Prochilodus mariae (coporo), Pseudoplatystoma*. Tesis Universidad Nacional de Colombia Sede Arauca.
- Mattos, C.; Chauca, L.; San Martín, F.; Carcelén, F. y Arbaiza, . (2003). *Uso del ensilado biológico de pescado en la alimentación de cuyes mejorados*. Lima: Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú.
- Mendoza, R. (2009). Manual Cultivo de Truchas. *FONDEPES*.
- Miguel. (2008). *influencia de la alimentación suplementaria en el crecimiento de truchas (Oncorhynchus mykiss) de estadio juvenil de la laguna Mismycocha en las comunidades Msme*. Huancayo: Msme - Chuicón Huancayo – Perú.
- Ministerio. (2016). Guía Calidad del Aire y Educación Ambiental. *División de Educación Ambiental y Participación Ciudadana Chile*.
- Morales. (2006). Desempeño productivo de la trucha arco iris en jaulas bajo diferentes estrategias de alimentación. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* .
- Noel, W. (2003). Formulación y elaboración de dietas para peces y crustáceos . *Universidad Jorge Basadre Groghmann Tacna*.
- NRC. (1993). Nutrient requirements of fish. *Washington D.C. National Academy of Sciences*.
- NTP. (2009). *ACUICULTURA: Trucha Alimento balanceado Requisitos y definiciones*. ICS - Clasificación Internacional de Normas Técnicas.

- Nwana. (2003). *Nutritional value and digestibility of fermented shrimp head waste meal by African catfish Clarias gariepinus*. Pak J Nutr .
- Oliva, D. I. (2011). *MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS DE PRODUCCIÓN ACUÍCOLA EN EL CULTIVO DE TRUCHA ARCO IRIS*. Huancayo: Camara de Comercio de Huancayo.
- Orna. (2010). Manual Procesamiento Alimentos para Truchas. *PRODUCE*.
- Ornelas, et al. (2011). *Use of Silage Acid Devil Fish (Pterygoplichthys spp.) as Protein Supplement in Finishing Beef Cattle*. Journal of Agricultural Science and Technology A 1.
- Padilla. (2000). *Sustitución de harina de pescado por ensilado biológico de pescado en raciones para juveniles de gamitana, Colossoma macropomun*. Folia amazónica Vol. 1.
- Parin. (1994). *Tratamiento y utilización de desechos de origen animal y otros desperdicios en la ganadería*. FAO. La Habana, Cuba.
- Pepe. (2010). *Influencia del aumento de la temperatura, frecuencia de alimentación y ración de alimento, en la optimización de la técnica base de cultivo de juveniles de turbot (Psetta maxima Linneaus,)*. Coquimbo: Tesis de Magíster en Acuicultura, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte.
- Perea Crispulo. Yeny Judith Garcés. (2011). *Evaluation of fish waste biological silage in red Tilapia feeding (Oreochromis spp)*. Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial. Vol 9. No 1.
- Piscis. (2019). Piscifactorias de los Andes. *Informe*.
- Pourjafar. (2007). Effect of partial and total replacement of fish, shrimp head, and soybean meals with red crab meal Pleuroncodes planipes (Stimpson) on growth of white shrimp Litopenaeus vannamei (Boone. *Aquaculture Research* .

- PRODUCE. (2018). ANUARIO DE PESCA Y ACUICULTURA . *ANUARIO DE PESCA Y ACUICULTURA* .
- PRODUCE. (s.f.). *Anuario estadístico de pesca y acuicultura 2018*. Lima: Ministerio de la Produccion.
- Quimbiamba. (2009). *Crecimiento y Eficiencia Alimentaria de Truchas Arco iris en etapa de crecimiento con sustitucion parcial de alimento balaceado por sangre de bovino*. Quito: Universidad Salesiana.
- Quispe. (2011). Derecho del Medio Ambiente. *Sagitario Impresiones Puno - Peru*.
- QUIVERA. (2010). *Infraestructura Sustentable: las Plantas de Tratamiento de aguas Residuales*. Mexico: Universidad Autonoma de Mexico.
- R, M. G. (2006). Desempeño productivo de la trucha arco iris en jaulas bajo diferentes estrategias de alimentación. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* (.
- Ragash. (2009). Manual de Crianza de Truchas. *Manual de Crianza de Truchas*.
- RAGASH. (2009). Manual de crianza. Trucha (*Oncorhynchus mykiss*). *Ragash Peru*, 25.
- Ramos A, Rodríguez A. (2019). *Efecto de la sustitución parcial de harina de pescado por harina de plumas hidrolizada en la ración balanceada para “trucha arcoíris” Oncorhynchus mykiss en fase juvenil criadas en estanques rústicos*. Lambayeque: Tesis Univesidad Pedro Ruiz Gallo.
- Ranendra K. Majumdar, Sampa Deb and Kapil Deb Nath. (2014). *Effect of co-dried silage from fish market waste as substitute for fish meal on the growth of the Indian major carp Labeo rohita*. fingerlings. *Indian J. Fish.*
- Reyes, G., Martínez, R., Rodríguez, L., Bello, R. y Pascual, M. (1991). *Efecto de la adición de desechos de frutas tropicales sobre la velocidad de producción de ensilado microbiano de pescado*. . Alimentaria.
- Romero, e. a. (2010). *Las vicisitudes de las Plantas de tratamiento Residuales*. Mexico: CONAGUA.

- Rosales. (2016). *EVALUACIÓN DE ÍNDICES PRODUCTIVOS EN TRUCHAS SOMETIDAS A CUATRO FRECUENCIAS DE ALIMENTACIÓN EN LA PISCIGRANJA “LA CABAÑA”- ACOSTAMBO*. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Peru.
- Rosales, E. (2016). *EVALUACIÓN DE ÍNDICES PRODUCTIVOS EN TRUCHAS SOMETIDAS A CUATRO FRECUENCIAS DE ALIMENTACIÓN EN LA PISCIGRANJA LA CABAÑA ACOTABAMBA*. Huancayo: Tesis Universidad Nacional del Centro del Peru.
- Shiau, L. S. (1996). Optimun dietary protein level and protein to energy ratio for growth of grouper *Epinephelus malabaricus*. *Aquaculture*.
- Shimada, A. (2009). *Nutrición animal*. Mexico: 2da Ed. Edit. Trillas-México.
- Silva, e. a. (2009). *ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO: REVISIÓN DE LA NORMATIVA Y POSIBILIDADES DE REGULACIÓN ECONÓMICA*. Colombia: Universidad de Medellín.
- Sobharani. (1985). Aquaculture role in global food security with nutritional value. *Aquaculture role in global food security with nutritional value*.
- Spiegel. (2007). *Control de la Contaminacion Ambiental*. Enciclopedia de salud y Seguridad en el trabajo.
- Sumarsih. T. Yudiarti C. S. Utama , E. S, Rahayu and E. Harmayani. (2010). *The influence of using fish fermented by lactic acid bacteras feed substitution on serum lipid profile of broilers*. J.Indonesian Trop.Anim.Agric.
- Sztern, D. y. (1996). Manual para la elaboración de compost – Bases conceptuales y procedimientos. *Organización panamericana de la salud OPS- Uruguay*.
- Tacon. (1989). *NUTRICION Y ALIMENTACION DE PECES Y CAMARONES CULTIVADOS MANUAL DE CAPACACITACION*. Brasil: ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION.

- Tatterson. (1973). *Fish Silage*. Torrey Research Station.: Torrey Advisory Note No.64.
- Tocon. (1987). Nutricion y alimentacion de peces y camarones. *FAO Brasilia*.
- Toledo. (2006). *Estudio comparativo de los residuos de pescado ensilado por via bioquímica y biológica*. Revista AquaTIC, N° 25.
- Torres E, A. L. (2015). Aprovechamiento del ensilaje biológico generado de subproductos de la.
- Toyes. (2016). *Aprovechamiento de sub productos marinos para la alimentacion de camaron d ecultivo y gallinas ponedoras*. California: CIB centro de Investigaciones Biologicas del Noreste.
- Tropica. (2010). ELEMENTOS PRÁCTICOS PARA LA CRÍA DE TRUCHAS EN VENEZUELA. *Mundo Pecuario*, VI, N° 2, 157-168.
- Van Wik, H. and Heydenrich, M . (1985). *The production of naturally fermented fish silage using various lactobacilli and different carbohydrate sources*. Journal of Science and Agriculture.
- Watanabe. (1993). potential of soybena meal as protein source extruded pellet for raibow trout. *Nipon Suisan Cakkeshi*.
- Watanabe. (1993). *Potential of soybena meal as protein source extruded pellet for raibow trout*.
- Yanil, T., Dabrowski, K., & Bai, S.C. (2003). *Replacing fish meal in rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) diets*. Israel: The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh.
- Zynudheen. (2008). *Effect of dietary supplementation of fermented fish silage on egg production in Japanese quail (Coturnix coromandelica)*. Afr J Agric Res.





ANEXOS



ORGANISMO NACIONAL DE SANIDAD PESQUERA
SANIPES



PROTOKOLO TÉCNICO DE REGISTRO SANITARIO DE
PIENSOS DE USO EN ACUICULTURA
PRODUCTO NACIONAL

N° PTRS-P-012-16-SANIPES

El Organismo Nacional de Sanidad Pesquera - SANIPES, en cumplimiento de lo establecido en el Art. 2°; los incisos a) y c) del literal 3.1 del artículo 3°; los incisos c), d) e i) del artículo 5°; el artículo 24°; y el artículo 20° del Decreto Supremo N° 012-2013-PRODUCE, Reglamento de la Ley N°30063, Ley de Creación del Organismo Nacional de Sanidad Pesquera - SANIPES, y de conformidad con las facultades legales concedidas, otorga el registro sanitario al pienso para uso en la acuicultura, detallado a continuación:

N° Expediente: 058.16.RS.P-PV

TITULAR DE REGISTRO

Razón social : NUTRITIONAL TECHNOLOGIES S.A.C.
Dirección : JR. GENERAL BORGONO 250 DPTO. 302, MIRAFLORES, LIMA, PERÚ.

FABRICANTE

Dirección de la planta : PROLONGACIÓN LAS AMÉRICAS (EX PANAMERICANA NORTE KM.157 VEGUETA-MAZO), DISTRITO DE VEGUETA, PROVINCIA DE HUAYRA Y DEPARTAMENTO DE LIMA, PERÚ.

SOLICITANTE

Razón social : NUTRITIONAL TECHNOLOGIES S.A.C.
Dirección : JR. GENERAL BORGONO 250 DPTO. 302, MIRAFLORES, LIMA, PERÚ.



NOMBRE COMERCIAL DEL PRODUCTO	REGISTRO SANITARIO	VIGENCIA
AQUATECH PECES 40 SMART	RSP0009NAU	19 DE JULIO DE 2021

COMPOSICIÓN

HARINA DE SOYA, HARINA DE POLLO, HARINA DE MAÍZ, HARINA DE TRIGO, SUBPRODUCTOS DE TRIGO, HARINA DE PESCADO, LECITINA DE SOYA, HEMOGLOBINA BOVINA, ACEITE DE PESCADO, ACEITE DE SOYA CRUDO, CARBONATO DE CALCIO, PREMEZCLA VITAMÍNICA, PREMEZCLA MINERAL, ANTI FÚNGICO, MANANO-OLIGOSACÁRIDOS (MOS), SECUESTANTE, ANTIOXIDANTE.

ANÁLISIS GARANTIZADO

PROTEÍNA	MIN.	40.0 %	HUMEDAD	MAX.	12.0 %
GRASA	MIN.	16.0 %	CENIZA	MAX.	12.0 %
FIBRA	MAX.	3.0 %			

País de origen: PERU **Clasificación:** PIENSO

Presentación comercial: SACOS DE POLIPROPILENO DE 25 kg.

Usos autorizados: ALIMENTO PARA TRUCHA ARCOÍRIS DE 150 GRAMOS DE PESO A COSECHA. CON TAMAÑOS DE 6.0 X 6.0 mm, 8.0 X 8.0 mm Y 12.0 X 6.0 mm.

Especie (s) de destino: TRUCHA ARCOÍRIS

Via de administración: ORAL

El registro del producto entra en vigor el 19 de julio de 2016 y como consecuencia, se le incorpora en el listado oficial de piensos registrados por SANIPES, bajo las condiciones siguientes:

1. La empresa y sus representantes legales son los responsables, solidariamente, que el producto descrito es elaborado y comercializado en condiciones sanitarias y apropiadamente rotulado.
2. Cualquier cambio con respecto al envase, contenido, presentación o etiquetado debe ser notificado a SANIPES para incorporar dicho cambio en el registro.

El Protocolo Técnico es emitido teniendo en consideración el Informe N°036-2016-SANIPES/DHCPA/SDHPA/RSP del SANIPES. La vigencia del registro sanitario es de cinco (5) años, a partir de la fecha de emisión del presente protocolo técnico, el cual está sujeto a la vigilancia y control continuo y permanente por parte del Organismo Nacional de Sanidad Pesquera-SANIPES. En caso de incumplimiento a la normativa sanitaria vigente, el Registro Sanitario podrá ser suspendido, cancelado o revocado, sin perjuicio de las otras sanciones contempladas en la legislación sanitaria pesquera vigente.

LIMA, 19 DE JULIO DE 2016

ORGANISMO NACIONAL DE SANIDAD PESQUERA
- SANIPES -

Ing. RICARDO JAIME AREVALO CELIS (e)
Director de Inspecciones y Certificaciones Pesqueras y Acuícolas

P02-SDHPA-SANIPES-02
Rev. 02

Anexo 2. Informe de ensayo

INFORME DE ENSAYOS N° 1084-2021

PAGINA 1 DE 2

SOLICITANTE	: TRUCHA ANDINA AQUASERVIS
DIRECCION	: AV. CIRCUNVALACION SUR 201 PARQUE MAÑAZO PUNO
PRODUCTO DECLARADO	: ALIMENTO BALANCEADO – PELLET PARA TRUCHA
DESCRIPCION DEL PRODUCTO	: PELLET COLOR CAFÉ
CODIFICACION MARCA	: NO ESPECIFICADA
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE	: FECHA PROCESO 01/02/2021
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA	: 01 MUESTRA 681 g
PRESENTACION ESTADO CONDICION	: EN SOBRE MANILA CON CINTA EMBALAJE A CONDICIONES AMBIENTALES
CONDICIONES DE RECEPCION DE LA MUESTRA	: RECIBIDO EN LABORATORIO
CONTRATO N°	0384-2021

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS

El presente informe de Ensayos tan solo es válido únicamente para la muestra analizada; el lote muestreado, según sea el caso no debe inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente informe de Ensayos

En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en Laboratorio) BHIOS LABORATORIOS, no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron adecuadas los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.

En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS, la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.

Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio por lo que BHIOS laboratorios no asume responsabilidad por el uso de los mismos.

El periodo de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la muestra.

BHIOS LABORATORIOS no guarda contra muestra de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.

El presente informe de Ensayos no es un certificado de conformidad ni certificados del sistema de calidad del productor. Esta terminantemente prohibida la reproducción parcial de este informe de Ensayos sin el consentimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.

Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente informe de Ensayos.

INFORME DE ENSAYOS N° 1084-2021

PAGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACION	ALIMENTO BALANCEADO PELLET PARA TRUCHAS	UNIDADES
FQ	Cenizas	9.4	%
FQ	Fibra Cruda	2.01	%
FQ	Grasa	13.90	%
FQ	Energía	390.02	Kcal/100g
FQ	Proteína (F= 6.25)	20.56	%
FQ	Carbohidratos	41.02	%
FQ	Humedad	0.32	%

ABREVIATURAS

Kcal/100 g : Kilocalorías por 100 gramos
% : Expresado en porcentaje

METODOS UTILIZADOS

Cenizas : AOAC Official Method 942.00 Chapter 1:4.1.10 Ach Of Animal Feed 20 h Ed Rev Crire 2019
Fibra Cruda : AOAC Official Method 92039 Chapter 4 Subchapter 0.40.01 Fiber (crude) in Animal Feed and PetFood Ceramic: Fiber Method 20 th Ed.
Grasa :AOAC Official Method 92039 Chapter 4 Subchapter 0.45.01 Fat (crude) or Ether Extract Animal Feed 20 th Ed Rev Crire
Energía : Calculo
Proteína (F=6.25) : BHIOS-FO-010 Determinación de Proteína en cereales, Leguminosas, Alimentos y Piensos Validado para Enriquecido Lácteo, Papila, Alimento balanceado, Cereales y Leguminosas Versión 07-2020
Carbohidratos : Por diferencia (Tablas Peruanas de Composición de Alimentos 6ta edición, 2009)
Humedad : AoAC Oficial Method 930.15 Chapter 4 Subchapter 1.4.1 06 Loss on Dring (for Feeds at 135 ° C for 2 Hours Dry Matter on Over Drying for Feeds (at 135 °C for 2 Hours 20 th Ed On line 2019.

OBSERVACIONES

Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por INACAL DA

FECHAS DE EJECUCION DE LOS ENSAYOS: FQ 10/03/2021 AL 10/03/2021

FECHA DE EMISION DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS: 10/03/2021

Blgo Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

FINAL DEL INFORME

35	335.00	31.0	1.12	35	335.00	30.0	1.24
TOTAL =	346.69	31.47	1.11	TOTAL =	346.63	31.33	1.12

AQUATECH (2)	
Fecha muestreo:	18/01/2020
Temperatura (°C)	18.80
oxigenos (mg/l)	7.20
pH	8.30
% P.C.	1.30
Volumen jaula (m ³):	75.00
Unidades:	298.00
Biomasa Kg:	113.82
Carga (Kg/m ³):	1.52

AB PROCESADO CON ENSILADO DE TRUCHAS (2)	
Fecha muestreo:	18/01/2020
Temperatura (°C)	18.80
oxigenos (mg/l)	7.20
pH	8.30
% P.C.	1.30
Volumen jaula (m ³):	75.00
Unidades:	299.00
Biomasa Kg:	113.81
Carga (Kg/m ³):	1.52

Medida	Peso (gr)	Talla (cm)	Factor condición (K)
Promedio	381.94	32.07	1.16
Min.	379.50	31.50	1.11
Max.	383.50	32.50	1.23
Desv St.	1.65	0.39	0.04
C.V.	0.43	1.20	3.49

Medida	Peso (gr)	Talla (cm)	Factor condición (K)
Promedio	380.64	31.70	1.20
Min.	379.00	31.50	1.16
Max.	383.00	32.00	1.23
Desv St.	1.14	0.25	0.03
C.V.	0.30	0.78	2.45

N° Muestra	Peso (gr)	Talla (cm.)	Factor de condicion (K)
1	379.50	32.0	1.16
2	380.00	32.0	1.16
3	383.00	32.0	1.17
4	379.50	31.5	1.21
5	379.50	31.5	1.21
6	380.00	32.0	1.16
7	380.00	32.0	1.16
8	379.50	31.5	1.21
9	380.00	32.5	1.11
10	383.00	32.5	1.12
11	383.00	32.5	1.12
12	383.00	32.0	1.17
13	380.00	32.0	1.16
14	383.50	32.0	1.17
15	383.50	31.5	1.23
16	383.50	32.5	1.12
17	383.50	32.5	1.12
18	382.00	32.0	1.17
19	382.00	32.5	1.11
20	383.50	32.0	1.17
21	380.00	32.0	1.16
22	383.50	32.0	1.17
23	383.50	32.5	1.12
24	383.50	32.5	1.12
25	383.40	32.5	1.12
26	383.50	32.0	1.17
27	382.00	32.5	1.11
28	382.00	32.5	1.11
29	383.50	32.5	1.12
30	380.00	32.0	1.16
31	383.50	32.5	1.12
32	383.50	31.5	1.23
33	381.00	31.5	1.22
34	383.50	31.5	1.23
35	380.00	31.5	1.22
TOTAL =	381.94	32.07	1.16

N° Muestra	Peso (gr)	Talla (cm.)	Factor de condicion (K)
1	380.00	32.0	1.16
2	379.00	32.0	1.16
3	381.00	32.0	1.16
4	379.50	31.5	1.21
5	379.50	32.0	1.16
6	380.00	31.5	1.22
7	380.00	32.0	1.16
8	380.00	31.5	1.22
9	380.00	31.5	1.22
10	379.00	32.0	1.16
11	382.00	31.5	1.22
12	379.50	32.0	1.16
13	379.00	31.5	1.21
14	380.00	31.5	1.22
15	381.00	32.0	1.16
16	380.00	31.5	1.22
17	383.00	31.5	1.23
18	382.00	31.5	1.22
19	383.00	31.5	1.23
20	381.00	32.0	1.16
21	382.00	31.5	1.22
22	380.00	31.5	1.22
23	382.00	31.5	1.22
24	380.00	32.0	1.16
25	380.00	32.0	1.16
26	380.00	32.0	1.16
27	381.00	31.5	1.22
28	381.00	32.0	1.16
29	382.00	31.5	1.22
30	380.00	31.5	1.22
31	382.00	31.5	1.22
32	382.00	32.0	1.17
33	382.00	31.5	1.22
34	380.00	31.5	1.22
35	380.00	31.5	1.22
TOTAL =	380.64	31.70	1.20

Anexo 4. Registro de Evaluación Biométrica Segunda Semana

AQUATECH (3)	
Fecha muestreo:	25/01/2020
Temperatura (°C)	18.80
oxigenos (mg/l)	7.00
pH	8.30
% P.C.	1.40
Volumen jaula (m ³):	75.00
Unidades:	297.00
Biomasa Kg):	127.22
Carga (Kg/m ³):	1.70

AB PROCESADO CON ENSILADO DE TRUCHAS (3)	
Fecha muestreo:	25/01/2020
Temperatura (°C)	18.80
oxigenos (mg/l)	7.00
pH	8.30
% P.C.	1.40
Volumen jaula (m ³):	75.00
Unidades:	298.00
Biomasa Kg):	127.65
Carga (Kg/m ³):	1.70

Medida	Peso (gr)	Talla (cm)	Factor condición (K)
Promedio	428.35	32.99	1.19
Min.	427.00	32.50	1.14
Max.	431.00	33.50	1.26
Desv St.	1.59	0.26	0.03
C.V.	0.37	0.78	2.36

Medida	Peso (gr)	Talla (cm)	Factor condición (K)
Promedio	428.36	33.01	1.19
Min.	427.00	32.50	1.14
Max.	431.00	33.50	1.25
Desv St.	1.36	0.23	0.03
C.V.	0.32	0.69	2.20

N° Muestra	Peso (gr)	Talla (cm.)	Factor de condicion (K)
1	428.00	33.0	1.19
2	427.00	33.0	1.19
3	430.00	33.0	1.20
4	427.00	33.0	1.19
5	431.00	33.5	1.15
6	427.60	33.5	1.14
7	427.00	32.5	1.24
8	427.00	33.0	1.19
9	427.60	33.0	1.19
10	430.00	32.5	1.25
11	431.00	33.0	1.20
12	427.50	33.0	1.19
13	431.00	32.5	1.26
14	427.50	33.0	1.19
15	427.00	33.0	1.19
16	427.60	33.0	1.19
17	431.00	33.0	1.20
18	431.00	33.0	1.20
19	427.00	33.0	1.19
20	431.00	33.0	1.20
21	427.00	33.0	1.19
22	431.00	33.0	1.20
23	427.00	33.0	1.19
24	427.00	33.0	1.19
25	428.00	33.5	1.14
26	427.00	32.5	1.24
27	427.80	33.0	1.19
28	427.50	33.5	1.14
29	428.00	33.0	1.19
30	430.00	33.0	1.20
31	428.00	33.0	1.19
32	427.00	32.5	1.24
33	427.00	33.0	1.19
34	429.00	33.0	1.19
35	427.00	33.0	1.19
TOTAL =	428.35	32.99	1.19

N° Muestra	Peso (gr)	Talla (cm.)	Factor de condicion (K)
1	427.00	33.0	1.19
2	428.00	33.0	1.19
3	429.00	33.0	1.19
4	427.00	33.5	1.14
5	428.00	33.5	1.14
6	427.60	33.5	1.14
7	429.00	33.0	1.19
8	427.00	33.0	1.19
9	428.00	33.0	1.19
10	430.00	33.0	1.20
11	430.00	33.0	1.20
12	428.00	33.0	1.19
13	430.00	33.0	1.20
14	429.00	33.0	1.19
15	430.00	33.0	1.20
16	427.00	33.0	1.19
17	430.00	32.5	1.25
18	430.00	32.5	1.25
19	431.00	33.0	1.20
20	430.00	32.5	1.25
21	431.00	33.0	1.20
22	429.00	33.0	1.19
23	427.00	33.0	1.19
24	427.00	33.0	1.19
25	427.00	33.0	1.19
26	427.00	33.0	1.19
27	427.00	33.0	1.19
28	428.00	33.5	1.14
29	427.00	33.0	1.19
30	430.00	33.0	1.20
31	427.00	33.0	1.19
32	428.00	33.0	1.19
33	428.00	33.0	1.19
34	427.00	33.0	1.19
35	427.00	33.0	1.19
TOTAL =	428.36	33.01	1.19

Anexo 5. Registro de Evaluación Biométrica Tercera Semana

AQUATECH (4)	
Fecha muestreo:	01/02/2020
Temperatura (°C)	19.00
oxigenos (mg/l)	6.32
pH	8.27
% P.C.	1.40
Volumen jaula (m ³):	75.00
Unidades:	296.00
Biomasa Kg):	138.67
Carga (Kg/m ³):	1.85

AB PROCESADO CON ENSILADO DE TRUCHAS 4	
Fecha muestreo:	01/02/2020
Temperatura (°C)	19.00
oxigenos (mg/l)	6.32
pH	8.27
% P.C.	1.40
Volumen jaula (m ³):	75.00
Unidades:	297.00
Biomasa Kg):	139.11
Carga (Kg/m ³):	1.85

Medida	Peso (gr)	Talla (cm)	Factor condición (K)
Promedio	468.47	33.39	1.26
Min.	466.00	33.00	1.24
Max.	470.00	33.50	1.31
Desv St.	1.67	0.21	0.03
C.V.	0.36	0.64	2.00

Medida	Peso (gr)	Talla (cm)	Factor condición (K)
Promedio	468.40	33.30	1.27
Min.	466.00	33.00	1.24
Max.	470.00	33.50	1.31
Desv St.	1.69	0.25	0.03
C.V.	0.36	0.75	2.34

N° Muestra	Peso (gr)	Talla (cm.)	Factor de condición (K)
1	467.00	33.5	1.24
2	466.00	33.5	1.24
3	466.50	33.5	1.24
4	467.00	33.5	1.24
5	470.00	33.5	1.25
6	470.00	33.5	1.25
7	470.00	33.0	1.31
8	469.00	33.5	1.25
9	470.00	33.5	1.25
10	466.00	33.0	1.30
11	470.00	33.5	1.25
12	470.00	33.0	1.31
13	470.00	33.5	1.25
14	470.00	33.5	1.25
15	470.00	33.5	1.25
16	470.00	33.5	1.25
17	470.00	33.5	1.25
18	467.00	33.5	1.24
19	467.00	33.0	1.30
20	467.00	33.5	1.24
21	470.00	33.0	1.31
22	466.00	33.5	1.24
23	466.00	33.0	1.30
24	467.00	33.5	1.24
25	470.00	33.5	1.25
26	470.00	33.0	1.31
27	470.00	33.5	1.25
28	467.00	33.5	1.24
29	466.00	33.5	1.24
30	467.00	33.5	1.24
31	469.00	33.5	1.25
32	466.80	33.5	1.24
33	469.00	33.5	1.25
34	470.00	33.0	1.31
35	470.00	33.5	1.25
TOTAL =	468.47	33.39	1.26

N° Muestra	Peso (gr)	Talla (cm.)	Factor de condición (K)
1	470.00	33.5	1.25
2	466.00	33.5	1.24
3	466.00	33.5	1.24
4	466.00	33.0	1.30
5	469.00	33.5	1.25
6	466.00	33.5	1.24
7	469.00	33.0	1.31
8	469.00	33.5	1.25
9	470.00	33.0	1.31
10	466.00	33.0	1.30
11	470.00	33.5	1.25
12	470.00	33.0	1.31
13	469.50	33.0	1.31
14	469.50	33.0	1.31
15	469.50	33.0	1.31
16	470.00	33.0	1.31
17	470.00	33.5	1.25
18	470.00	33.5	1.25
19	467.00	33.0	1.30
20	467.00	33.5	1.24
21	470.00	33.0	1.31
22	466.00	33.5	1.24
23	466.00	33.0	1.30
24	467.00	33.5	1.24
25	469.50	33.0	1.31
26	470.00	33.0	1.31
27	469.00	33.5	1.25
28	470.00	33.5	1.25
29	466.00	33.5	1.24
30	467.00	33.5	1.24
31	469.00	33.5	1.25
32	466.00	33.5	1.24
33	469.00	33.5	1.25
34	470.00	33.5	1.25
35	470.00	33.5	1.25
TOTAL =	468.40	33.30	1.27

Anexo 6. Registro de Evaluación Biométrica Cuarta Semana

AQUATECH (5)	
Fecha muestreo	08/02/2020
Temperatura	19.00
oxígeno (n)	6.32
pH	8.27
% P.C.	1.40
Volumen ja	75.00
Unidades:	296.00
Biomasa Kg	154.03
Carga (Kg/n)	2.05

AB PROCESADO CON ENSILADO DE TRUCHAS 5	
Fecha muestreo	08/02/2020
Temperatura	19.00
oxígeno (n)	6.32
pH	8.27
% P.C.	1.40
Volumen ja	75.00
Unidades:	297.00
Biomasa Kg	154.83
Carga (Kg/n)	2.06

Medida	Peso (gr)	Talla (cm)	Factor condición (K)
Promedio	520.36	34.47	1.27
Min.	514.00	34.00	1.16
Max.	529.00	35.50	1.34
Desv St.	5.04	0.42	0.05
C.V.	0.97	1.22	3.89

Medida	Peso (gr)	Talla (cm)	Factor condición (K)
Promedio	521.31	34.54	1.27
Min.	514.00	34.00	1.20
Max.	529.00	35.00	1.35
Desv St.	5.71	0.41	0.05
C.V.	1.10	1.18	3.78

N° Muestra	Peso (gr)	Talla (cm.)	Factor de condicion (K)
1	514.50	34.5	1.25
2	518.00	34.5	1.26
3	514.00	34.5	1.25
4	514.50	34.5	1.25
5	515.00	35.0	1.20
6	520.00	34.5	1.27
7	520.00	34.5	1.27
8	518.00	34.0	1.32
9	514.00	35.0	1.20
10	520.00	35.0	1.21
11	525.00	34.5	1.28
12	529.00	35.0	1.23
13	520.00	35.5	1.16
14	525.00	35.0	1.22
15	525.00	34.0	1.34
16	525.00	34.0	1.34
17	514.00	35.0	1.20
18	514.00	35.0	1.20
19	514.00	35.0	1.20
20	515.00	34.0	1.31
21	515.00	34.0	1.31
22	520.00	34.0	1.32
23	517.00	34.0	1.32
24	517.50	34.0	1.32
25	518.00	34.5	1.26
26	520.00	34.0	1.32
27	520.00	34.5	1.27
28	525.00	34.5	1.28
29	525.00	34.0	1.34
30	527.00	34.5	1.28
31	528.00	34.5	1.29
32	525.00	34.5	1.28
33	529.00	34.5	1.29
34	525.00	34.0	1.34
35	527.00	34.0	1.34
TOTAL =	520.36	34.47	1.27

N° Muestra	Peso (gr)	Talla (cm.)	Factor de condicion (K)
1	514.00	34.0	1.31
2	515.00	35.0	1.20
3	526.00	34.5	1.28
4	529.00	34.0	1.35
5	515.00	34.5	1.25
6	518.00	34.5	1.26
7	514.50	34.0	1.31
8	515.00	34.5	1.25
9	529.00	34.0	1.35
10	520.00	34.0	1.32
11	523.00	35.0	1.22
12	524.00	35.0	1.22
13	525.90	35.0	1.23
14	527.00	34.5	1.28
15	515.00	34.0	1.31
16	529.00	34.0	1.35
17	526.00	34.5	1.28
18	524.00	34.5	1.28
19	526.00	34.0	1.34
20	528.60	34.5	1.29
21	514.90	34.0	1.31
22	520.00	35.0	1.21
23	528.00	34.0	1.34
24	514.50	35.0	1.20
25	528.60	35.0	1.23
26	514.00	34.5	1.25
27	520.00	35.0	1.21
28	521.00	35.0	1.22
29	522.50	34.5	1.27
30	514.50	34.5	1.25
31	520.00	34.5	1.27
32	528.50	35.0	1.23
33	526.60	35.0	1.23
34	514.60	35.0	1.20
35	514.00	35.0	1.20
TOTAL =	521.31	34.54	1.27

Anexo 7. Registro de Evaluación Biométrica Quinta Semana

AQUATECH (6)

Fecha muestreo:	15/02/2020
Temperatura (°C)	19.00
oxigenos (mg/l)	6.32
pH	8.27
% P.C.	1.40
Volumen jaula (m ³):	75.00
Unidades:	296.00
Biomasa Kg):	162.47
Carga (Kg/m ³):	2.17

AB PROCESADO CON ENSILADO DE TRUCHAS (6)

Fecha muestreo:	15/02/2020
Temperatura (°C)	19.00
oxigenos (mg/l)	6.32
pH	8.27
% P.C.	1.40
Volumen jaula (m ³):	75.00
Unidades:	297.00
Biomasa Kg):	163.73
Carga (Kg/m ³):	2.18

Medida	Peso (gr)	Talla (cm)	Factor condición (K)
Promedio	548.88	35.20	1.26
Min.	544.00	34.50	1.22
Max.	570.00	35.50	1.39
Desv St.	5.70	0.30	0.04
C.V.	1.04	0.86	2.96

Medida	Peso (gr)	Talla (cm)	Factor condición (K)
Promedio	551.28	35.14	1.27
Min.	544.00	34.50	1.22
Max.	570.00	35.50	1.33
Desv St.	5.52	0.26	0.03
C.V.	1.00	0.74	2.44

N° Muestra	Peso (gr)	Talla (cm.)	Factor de condición (K)
1	548.80	35.0	1.28
2	550.00	35.0	1.28
3	550.50	35.5	1.23
4	545.40	35.5	1.22
5	545.50	35.0	1.27
6	545.00	35.0	1.27
7	545.00	35.5	1.22
8	544.00	35.0	1.27
9	550.00	35.5	1.23
10	550.00	35.0	1.28
11	550.00	35.0	1.28
12	550.00	35.0	1.28
13	550.00	35.5	1.23
14	570.00	34.5	1.39
15	545.00	35.0	1.27
16	548.00	34.5	1.33
17	546.00	35.0	1.27
18	550.00	35.5	1.23
19	545.00	35.0	1.27
20	545.50	35.0	1.27
21	548.00	35.0	1.28
22	550.00	35.0	1.28
23	549.00	35.5	1.23
24	548.00	35.0	1.28
25	552.00	35.0	1.29
26	545.00	35.5	1.22
27	545.00	35.0	1.27
28	544.50	35.5	1.22
29	544.00	35.5	1.22
30	569.00	35.5	1.27
31	550.00	35.5	1.23
32	548.00	35.5	1.22
33	544.00	35.5	1.22
34	550.00	35.5	1.23
35	550.60	35.5	1.23
TOTAL =	548.88	35.20	1.26

N° Muestra	Peso (gr)	Talla (cm.)	Factor de condición (K)
1	548.50	35.0	1.28
2	549.00	35.0	1.28
3	549.50	35.5	1.23
4	545.20	35.5	1.22
5	544.00	35.0	1.27
6	550.00	35.0	1.28
7	560.00	35.5	1.25
8	560.00	35.0	1.31
9	550.00	35.0	1.28
10	560.00	35.0	1.31
11	549.50	35.0	1.28
12	549.50	35.0	1.28
13	560.00	35.0	1.31
14	550.00	35.0	1.28
15	550.00	35.0	1.28
16	547.50	34.5	1.33
17	546.00	35.0	1.27
18	549.00	35.5	1.23
19	550.00	35.0	1.28
20	545.50	35.0	1.27
21	548.00	35.0	1.28
22	550.00	35.0	1.28
23	549.00	35.0	1.28
24	570.00	35.0	1.33
25	551.00	35.0	1.29
26	550.00	35.0	1.28
27	560.00	35.0	1.31
28	550.00	35.0	1.28
29	545.00	35.5	1.22
30	555.00	35.5	1.24
31	550.00	35.5	1.23
32	548.00	35.5	1.22
33	555.00	35.5	1.24
34	550.00	35.5	1.23
35	550.60	35.5	1.23
TOTAL =	551.28	35.14	1.27

Anexo 8. Registro de Evaluación Biométrica Sexta Semana

Medida	Peso (gr)	Talla (cm)	Factor condición (K)
Promedio	596.43	36.51	1.22
Min.	550.00	36.00	1.09
Max.	650.00	37.00	1.34
Desv St.	39.44	0.45	0.06
C.V.	6.61	1.22	4.80

Medida	Peso (gr)	Talla (cm)	Factor condición (K)
Promedio	596.83	36.40	1.24
Min.	550.00	36.00	1.09
Max.	650.00	37.00	1.34
Desv St.	26.56	0.48	0.06
C.V.	4.45	1.32	4.60

N° Muestra	Peso (gr)	Talla (cm.)	Factor de condición (K)
1	623.00	37.0	1.23
2	650.00	36.5	1.34
3	615.00	36.5	1.26
4	562.00	36.0	1.20
5	650.00	37.0	1.28
6	600.00	37.0	1.18
7	650.00	37.0	1.28
8	590.00	36.5	1.21
9	650.00	37.0	1.28
10	650.00	37.0	1.28
11	580.00	36.0	1.24
12	556.00	36.0	1.19
13	550.00	36.0	1.18
14	650.00	37.0	1.28
15	592.00	37.0	1.17
16	650.00	37.0	1.28
17	550.00	36.0	1.18
18	575.00	36.0	1.23
19	560.00	36.5	1.15
20	550.00	36.5	1.13
21	561.00	36.0	1.20
22	620.00	37.0	1.22
23	559.00	36.0	1.20
24	556.00	36.0	1.19
25	650.00	37.0	1.28
26	585.00	36.0	1.25
27	587.00	36.5	1.21
28	581.00	36.0	1.25
29	627.00	36.0	1.34
30	558.00	36.5	1.15
31	554.00	36.5	1.14
32	554.00	37.0	1.09
33	630.00	37.0	1.24
34	650.00	37.0	1.28
35	550.00	36.0	1.18
TOTAL =	596.43	36.51	1.22

N° Muestra	Peso (gr)	Talla (cm.)	Factor de condición (K)
1	650.00	37.0	1.28
2	650.00	37.0	1.28
3	600.00	36.5	1.23
4	580.00	36.0	1.24
5	600.00	37.0	1.18
6	550.00	37.0	1.09
7	650.00	37.0	1.28
8	585.00	37.0	1.15
9	620.00	37.0	1.22
10	650.00	37.0	1.28
11	580.00	36.0	1.24
12	622.00	36.0	1.33
13	550.00	37.0	1.09
14	600.00	36.0	1.29
15	580.00	37.0	1.15
16	620.00	37.0	1.22
17	580.00	36.0	1.24
18	580.00	36.0	1.24
19	560.00	36.0	1.20
20	586.00	36.0	1.26
21	585.00	36.0	1.25
22	585.00	37.0	1.15
23	585.00	36.0	1.25
24	580.00	36.0	1.24
25	620.00	37.0	1.22
26	585.00	36.0	1.25
27	587.00	36.0	1.26
28	590.00	36.0	1.26
29	600.00	36.0	1.29
30	585.00	36.0	1.25
31	585.00	36.0	1.25
32	580.00	36.0	1.24
33	619.00	36.5	1.27
34	625.00	36.0	1.34
35	585.00	36.0	1.25
TOTAL =	596.83	36.40	1.24

Anexo 9. Registro de Evaluación Biométrica Séptima Semana

MONITOREO DE ALIMENTACION

Fecha (Inicio)	11/01/2020
Fecha (Final)	22/02/2020
Centro de Producción	TRUCHA ANDINA AQUASERVIS
N° Jaula	1 y 2
Volumen jaula (m³)	75.00
Grupo de peces	ENGORDE

AQUATECH - WEK 1

N° days	Date	consumption (Kg.)	Mortality (Unit)
1	11/01/2020	3.50	0.0
2	12/01/2020	0.00	0.0
3	13/01/2020	3.50	0.0
4	14/01/2020	3.50	2.0
5	15/01/2020	3.50	0.0
6	16/01/2020	3.50	0.0
7	17/01/2020	3.50	0.0
TOTAL =		21.00	2.00

AQUATECH - WEK 2

N° days	Date	consumption (Kg.)	Mortality (Unit)
8	18/01/2020	4.00	
9	19/01/2020	0.00	
10	20/01/2020	4.00	
11	22/01/2020	4.00	1.0
13	23/01/2020	4.00	
14	24/01/2020	4.00	
TOTAL =		20.00	1.00

AQUATECH - WEK 3

N° days	Date	consumption (Kg.)	Mortality (Unit)
15	25/01/2020	4.30	1.0
16	26/01/2020	0.00	0.0
17	27/01/2020	4.30	0.0
18	28/01/2020	4.30	0.0
19	29/01/2020	4.30	0.0
20	30/01/2020	4.30	0.0
21	31/01/2020	4.30	0.0
TOTAL =		25.80	1.00

AQUATECH - WEK 4

N° days	Date	consumption (Kg.)	Mortality (Unit)
22	01/02/2020	4.70	
23	02/02/2020	0.00	1.0
24	03/02/2020	4.70	
25	04/02/2020	4.70	
26	05/02/2020	4.70	
27	06/02/2020	4.70	
28	07/02/2020	4.70	
TOTAL =		28.20	1.00

AQUATECH - WEK 5

N° days	Date	consumption (Kg.)	Mortality (Unit)
29	08/02/2020	5.20	
30	09/02/2020	0.00	1.0
31	10/02/2020	5.20	
32	11/02/2020	5.20	
33	12/02/2020	5.20	
34	13/02/2020	5.20	
TOTAL =		26.00	1.00

AQUATECH - WEK 6

N° days	Date	consumption (Kg.)	Mortality (Unit)
35	14/02/2020	5.50	
36	15/02/2020	0.00	
37	16/02/2020	5.50	1.0
38	17/02/2020	5.50	
39	18/02/2020	5.50	
40	19/02/2020	5.50	
41	20/02/2020	5.50	
42	21/02/2020	5.50	
43	22/02/2020	5.50	
TOTAL =		38.50	1.00

PROCESSED WITH SHIELD - WEK 1

Date	Consumption (Kg.)	Mortality (Unit)
11/01/2020	3.50	0.0
12/01/2020	0.00	0.0
13/01/2020	3.50	0.0
14/01/2020	3.50	1.0
15/01/2020	3.50	0.0
16/01/2020	3.50	0.0
17/01/2020	3.50	0.0
TOTAL =	21.00	1.00

PROCESSED WITH SHIELD - WEK 2

Date	Consumption (Kg.)	Mortality (Unit)
18/01/2020	4.00	
19/01/2020	0.00	
20/01/2020	4.00	
22/01/2020	4.00	
23/01/2020	4.00	1.0
24/01/2020	4.00	
TOTAL =	20.00	1.00

PROCESSED WITH SHIELD - WEK 3

Date	Consumption (Kg.)	Mortality (Unit)
25/01/2020	4.30	0.0
26/01/2020	0.00	0.0
27/01/2020	4.30	0.0
28/01/2020	4.30	0.0
29/01/2020	4.30	0.0
30/01/2020	4.30	1.0
31/01/2020	4.30	0.0
TOTAL =	25.80	1.00

PROCESSED WITH SHIELD - WEK 4

Date	Consumption (Kg.)	Mortality (Unit)
01/02/2020	4.70	
02/02/2020	0.00	
03/02/2020	4.70	
04/02/2020	4.70	
05/02/2020	4.70	
06/02/2020	4.70	
07/02/2020	4.70	
TOTAL =	28.20	0.00

PROCESSED WITH SHIELD - WEK 5

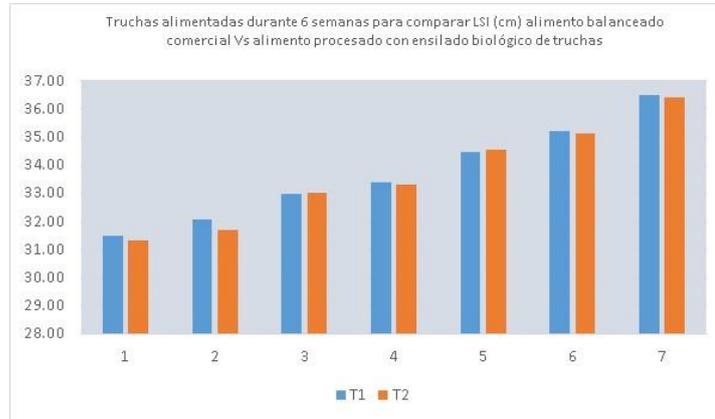
Date	Consumption (Kg.)	Mortality (Unit)
08/02/2020	5.20	
09/02/2020	0.00	
10/02/2020	5.20	
11/02/2020	5.20	
12/02/2020	5.20	
13/02/2020	5.20	
TOTAL =	26.00	0.00

PROCESSED WITH SHIELD - WEK 6

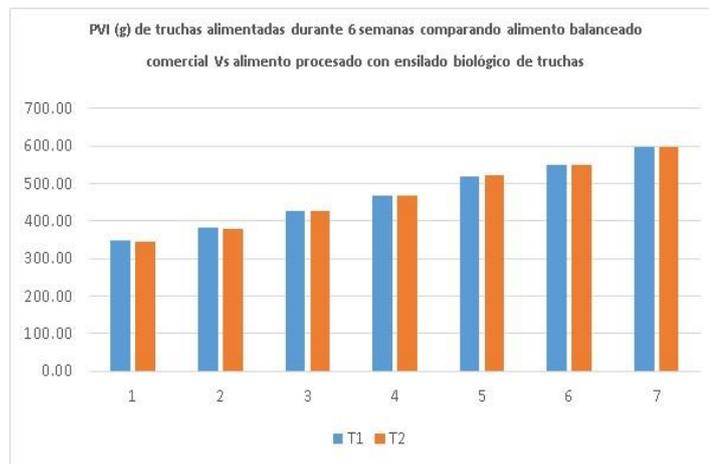
Date	Consumption (Kg.)	Mortality (Unit)
14/02/2020	5.50	
15/02/2020		
16/02/2020	5.50	
17/02/2020	5.50	
18/02/2020	5.50	
19/02/2020	5.50	
20/02/2020	5.50	1.0
21/02/2020	5.50	
22/02/2020	5.50	
TOTAL =	38.50	1.00

Anexo 10. Registro Monitoreo de la Alimentación

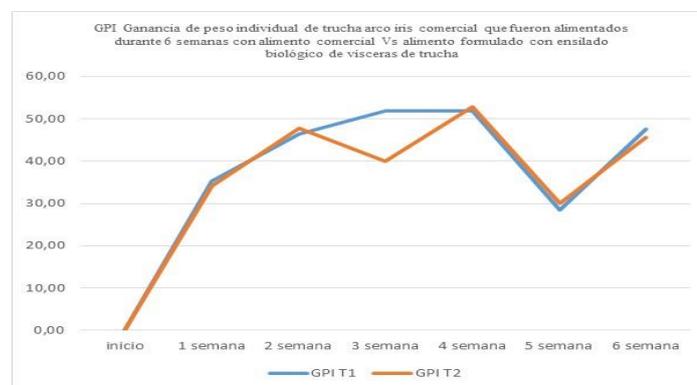
Anexo 11. Efecto de Comparación LSI T 1 & T2



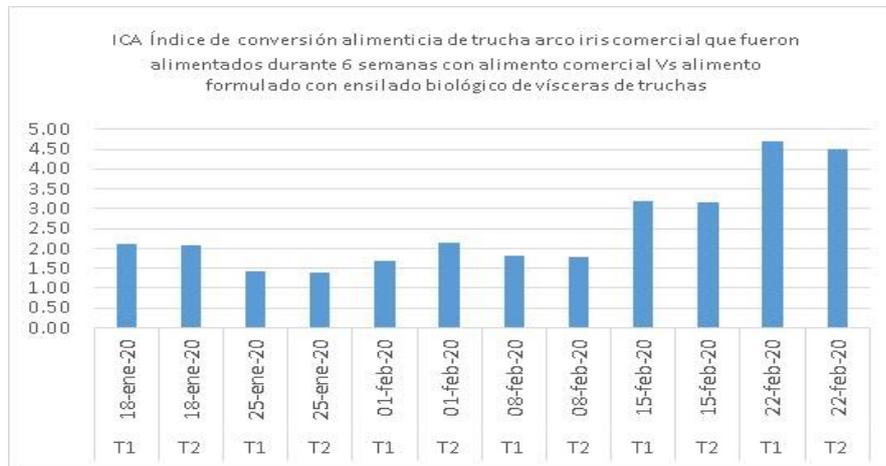
Anexo 12. Efecto de Comparación PVI T 1 & T2



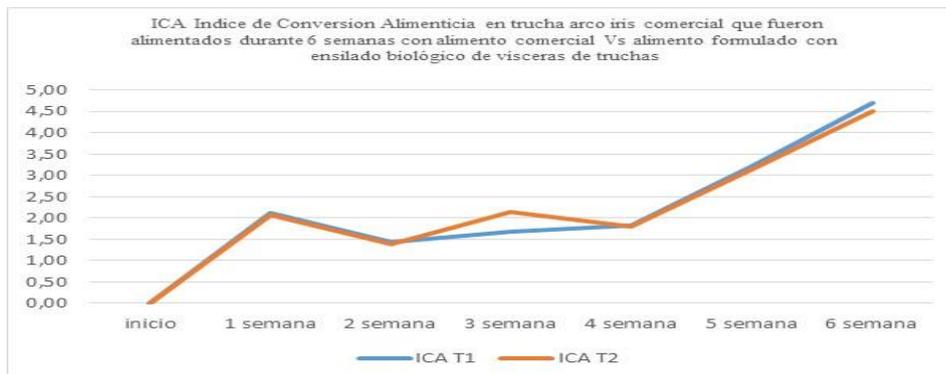
Anexo 13. Relación GPI PVI



Anexo 14. Curva de Ganancia GPI



Anexo 15. Curva de crecimiento para ICA



Anexo 16. Comparación Estadística Prueba T de LSI



Anexo 17. Panel fotográfico



Figura 16. Proceso ensilado biológico de vísceras de truchas



Figura 17. Proceso Biométrico de truchas comerciales

Relación: longitud – peso trucha arcoíris

	Longitud (mm)	Peso (g)	Número de peces por kg
Peces.	30	0.250	3993.416
	35	0.408	2465.368
	40	0.616	1623.443
	45	0.890	1123.031
	50	1.238	807.656
	55	1.668	599.400
	60	2.190	456.546
	65	2.814	355.403
	70	3.548	281.852
	75	4.403	227.129
	80	5.388	185.600
	85	6.513	153.532
	90	7.789	128.390
	95	9.224	108.409
4	100	10.830	92.335
	105	12.616	79.262
	110	14.593	68.526
	115	16.770	59.628
	120	19.159	52.194
	125	21.769	45.936
	130	24.611	40.631
	135	27.696	36.106
	140	31.034	32.222
	145	34.635	28.872
6	150	38.511	25.966
	155	42.672	23.434
	160	47.128	21.218
	165	51.891	19.271
	170	56.971	17.552
7	175	62.380	16.030
	180	68.128	14.678
	185	74.226	13.472
	190	80.685	12.393
	195	87.516	11.426
8	200	94.730	10.556
	205	102.339	9.771
	210	110.354	9.061
	215	118.785	8.418
	220	127.644	7.834
	225	136.942	7.302
9	230	146.690	6.817
	235	156.900	6.373
	240	167.583	5.967
	245	178.751	5.594

	Longitud (mm)	Peso (g)	Número de peces por kg
10	250	190.415	5.251
	255	202.586	4.936
	260	215.276	4.645
	265	228.495	4.376
	270	242.257	4.127
11	275	256.572	3.897
	280	271.453	3.638
	285	286.909	3.485
	290	302.954	3.300
	295	319.599	3.128
12	300	336.854	2.968
	305	354.733	2.819
	310	373.249	2.679
	315	392.409	2.548
	320	412.229	2.425
	325	432.719	2.310
	330	453.890	2.203
	335	475.756	2.101
13.38	340	498.329	2.006
	345	521.618	1.917
	350	545.638	1.832
	355	570.399	1.753
	360	595.914	1.678
	365	622.194	1.607
	370	649.253	1.540
	375	677.101	1.476
14.96	380	705.751	1.416
	385	735.215	1.360
	390	765.503	1.306
	395	796.632	1.255
	400	828.609	1.206
	405	861.450	1.160
16.14	410	895.161	1.117

Figura 18. Relación longitud peso trucha arcoíris *Oncorhynchus mykiss*

Haga clic aquí para escribir texto.