

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO-PUNO

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



**CRECIMIENTO DE TRUCHA ARCO IRIS (*Oncorhynchus mykiss*)
EN JAULAS FLOTANTES EN LA ETAPA DE ENGORDE
ALIMENTADAS AD LIBITUM Y CONVENCIONALMENTE, EN
CHUCASUYO-JULI**

TESIS

PRESENTADO POR:

Br. YOHE DARWIN GOMEZ MULLUNI

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PUNO-PERÚ

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

Facultad De Ciencias Biológicas

Escuela Profesional De Biología



CRECIMIENTO DE TRUCHA ARCO IRIS (*Oncorhynchus mykiss*) EN JAULAS FLOTANTES EN LA ETAPA DE ENGORDE ALIMENTADAS AD LIBITUM Y CONVENCIONALMENTE EN CHUCASUYO - JULI

TESIS PRESENTADO POR:

Bach. YOHE DARWIN GOMEZ MULLUNI

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

FECHA DE SUSTENTACION: 20 DE JULIO DEL 2017

APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE DE JURADO:

Ing. M.Sc. FÉLIX RODOLFO MEZA ROMUALDO

PRIMER MIEMBRO:

M.Sc. DANTE JONI CHOQUEHUANCA PANCLAS

SEGUNDO MIEMBRO:

Dra. DINA PARI QUISPE

DIRECTOR DE TESIS:

Ing. M.Sc. EDWIN FEDERICO ORNA RIVAS

ASESOR DE TESIS:

Lic. MARIA DANAY FLORES ENCINAS

AREA: CIENCIAS BIOMEDICAS

LINEA: ACUICULTURA

TEMA: NUTRICION Y ALIMENTACION DE PECES

DEDICATORIA

A DIOS

**Porque solo seguimos su
Voluntad que permite el
Desarrollo de nuestros
objetivos.**

A MIS PADRES

**Con mucho cariño y respeto
Eusebio Gomez Ticona y Marina
Jesusa Mulluni Carrillo por la
Formación y visión hacia la vida**

A MI NOVIA

**Quien me motivo, presionó
su ayuda incondicional**

AGRADECIMIENTO

A mi alma mater la Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ciencias Biológicas, Escuela Profesional de Biología-Puno.

Al Ing. M,Sc. Edwin Federico Orna Rivas por su acertado asesoramiento y recomendaciones durante el proceso de investigación.

Al Dr. Sabino Atencio Limachi por sus recomendaciones y todo su apoyo brindado en la celeridad durante su gestión.

A la Blgo. Maria Daney Floreas Encinas por la asesoría durante todo el proceso de investigación.

Al Ing. M.Sc. Rodolfo Meza Romualdo, M.Sc. Dante Choquehuanca Panclas y Dra. Dina Pari Quispe, mis jurados quienes tuvieron acertadas correcciones además de la celeridad del proceso.

ÍNDICE GENERAL

	PAG.
RESUMEN	
INTRODUCCIÓN	1
I. REVISIÓN DE LITERATURA	3
1.1 ANTECEDENTES	3
1.2 MARCO TEÓRICO	5
1.2.1 Generalidades de la trucha.....	5
1.2.2 Estructura de Cultivo	6
1.2.3 Alimento Balanceado.....	7
1.2.4 Crecimiento.....	10
1.2.5 Factor de conversión alimenticia	10
1.2.6 Factor de condición (Fc)	11
1.2.7 Tricaína metano sulfonato 80% (C ₁₀ H ₁₅ NO ₅ S).....	11
1.3 MARCO CONCEPTUAL	12
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
2.1 AREA DE ESTUDIO	13
2.2 TIPO DE ESTUDIO	13
2.3 POBLACION Y MUESTRA	14
2.4 METODOLOGÍA.....	15
2.4.1 Diseño de muestreo o experimento.....	15
2.4.2 Metodo Estadistico	19
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
IV. CONCLUSIONES	28
V. RECOMENDACIONES.....	29
VI. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	30

ÍNDICE DE FIGURAS

	PAG.
Figura 1. Mapa del lago Titicaca, en la que se encuentra la zona de estudio, obtenido de Google earth en Abril 2015.....	13
Figura 2. Incremento quincenal de peso de truchas arco iris producidas con alimentación convencional y ad libitum, en Chucasuyo-Juli entre los meses de Junio y Setiembre del 2015.	20
Figura 3. Incremento quincenal de longitud promedio de truchas arco iris producidas con alimentación convencional y ad libitum, en Chucasuyo-Juli en los meses de Junio a Setiembre del 2015.	21
Figura 4. Ración de alimento suministrado quincenalmente durante el periodo de experimentación en las 4 jaulas en Chucasuyo-Juli entre Junio-Setiembre del 2015.....	22
Figura 5. Factores de conversión alimenticia de las jaulas 1, 2,3 y 4 obtenidas durante el periodo de experimentación en Chucasuyo-Juli entre Junio a setiembre del 2015.	23
Figura 6. Valores del factor de condición obtenidos en las 4 jaulas, realizado en Chucasuyo-Juli entre los meses de Junio a Setiembre del 2015.	25
Figura 7. Valores de la tasa específica de crecimiento obtenidos de las 4 jaulas, realizado en Chucasuyo-Juli entre Junio a Setiembre del 2015.....	26

ÍNDICE DE TABLAS

	PAG.
Tabla 1. Información nutricional proximal de alimento ewos transfer 200, Chile del 2015.....	8
Tabla 2. Información nutricional proximal de alimento nicovita tch 150, Peru del 2015.....	8
Tabla 3. Análisis de varianza del factor de conversión alimenticia, de las 4 jaulas experimentales, realizadas en Chucasuyo-Juli durante los meses de Junio a Setiembre del 2015.....	24
Tabla 4. Análisis de varianza del factor de condición, de las 4 jaulas experimentales, realizadas en Chucasuyo-Juli durante los meses de Junio a Setiembre del 2015.....	25
Tabla 5. Análisis de varianza de la taza especifica de crecimiento, de las 4 jaulas experimentales, realizadas en Chucasuyo-Juli durante los meses de Junio a Setiembre del 2015.....	27

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

°C	:	Centígrados.
CIPP	:	Centro de investigación y producción pesquera. Centro de Comunicación Investigación y Documentación Europea-
CIRNMA	:	América latina.
Cm	:	Centímetros.
E.I.R.Ltda	:	Empresa individual de responsabilidad limitada.
Fc	:	Factor de condición.
FCA	:	Factor de conversión alimenticia.
FONDEPES	:	Fondo de desarrollo pesquero.
g	:	Gramo.
K	:	Factor de condición.
Kg	:	Kilogramo.
Ln	:	Logaritmo natural.
M ²	:	Metro cuadrado.
M ³	:	Metro cubico.
OPDSE	:	Organismo Público Descentralizado Sierra Exportadora.
Prom	:	Promedio.
PVC	:	Poli cloruró de vinilo.
S.R.L	:	Sociedad de responsabilidad limitada.
T°	:	Temperatura.
TCE	:	Tasa de crecimiento específico.
%	:	Por ciento.
%S	:	Sobrevivencia.

RESUMEN

El estudio del crecimiento de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes en la etapa de engorde alimentadas ad libitum y convencionalmente, se realizó en el centro de producción de truchas “GOMEZ EMPRESA E.I.R.Ltda, en la comunidad de Chucasuyocajje, entre Junio y Setiembre del 2015. Siendo el objetivo general del estudio evaluar el crecimiento de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes en la etapa de engorde alimentadas ad libitum y convencionalmente. Se trabajó con 4 jaulas de 2.5 m x 2.5 m x 1.5 m cada una con 300 peces, con un peso promedio inicial de 91.3 g. Se realizó dos tratamientos con una repetición, el tratamiento 1 fue alimentación convencional con alimento extruido de línea comercial para truchas denominada ewos en la jaula 1 con una repetición en la jaula 2 con alimento extruido de línea comercial denominada nicovita, el tratamiento 2 fue alimentación ad libitum con alimento ewos en la jaula 3 con una repetición en la jaula 4 con alimento nicovita; el cálculo de ración de alimento diario se obtuvo con la fórmula de ración alimentaria diaria, a los peces que fueron alimentados ad libitum se les proporciono el alimento al punto de saciedad diaria. El método utilizado fue el biométrico que se realizó cada quince días por un periodo de 3 meses. Para hallar los índices de crecimiento se aplicaron 3 formulas: la fórmula del factor de conversión alimenticia (FCA), la fórmula del factor de condición (Fc) y la fórmula de la tasa de crecimiento específica (TCE). Los resultados en crecimiento muestran que el tratamiento 2 la alimentación ad libitum genero mayor crecimiento en peso con un incremento promedio al cabo de 90 días de 532.4 g y un incremento de longitud de 13 cm. Se concluye que la alimentación ad libitum es mejor en el crecimiento y los indicadores de $Fc=1.61$ y $TCE=2.06$ pero también aumenta el $FCA=1.02$ sin embargo esta muy cercano a lo ideal en acuicultura.

Palabras clave: trucha arcoiris, crecimiento, biometría, alimentación, peso, talla.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la trucha enfrenta retos importantes para su consolidación como actividad económicamente con proyección industrial. Entre los más importantes se destaca, la maximización eficiente de la utilización de los nutrientes de los alimentos balanceados mediante la formulación de pellets cada vez mejores, así como la implementación de prácticas adecuadas de manejo del alimento. (Fondo nacional de desarrollo pesquero FONDEPES, 2004).

En sistemas de cultivo intensivos, casi la totalidad de la nutrición de la trucha arco iris depende de la alimentación artificial. El costo representa entre el 60 y 70% del total de los costos de producción por ello se debe de tener mejores prácticas de alimentación que son las que proporcionan la cantidad y calidad adecuadas de alimento a los peces, para lograr el máximo rendimiento, con el menor costo, tanto económico como ecológico para que la actividad sea sostenida.

Las prácticas de alimentación han evolucionado recientemente, respecto a los sistemas de dosificación tradicional al boleó, la forma convencional de alimentar se hace con el uso de tablas, pero los peces no quedan satisfechos con esta ración ya que esta es limitada, los primeros en alimentarse son los peces más grandes dejando al final a los más pequeños, ocasionando una variación en cuanto crecimiento.

Esto conlleva a una prolongación en el tiempo de cultivo, al hacer uso de la tabla de alimentación se lograra que los peces obtengan el tamaño y peso requerido por el mercado pero en un tiempo mayor, lo que se quiere lograr al cultivar peces es que alcancen el tamaño requerido por el mercado en el menor tiempo posible, al ser menor el tiempo de producción los productores ahorran mano de obra, combustible, tiempo, en conclusión los costos de producción se reducen y pueden realizar más campañas por año.

La alimentación ad libitum reduce el tiempo de producción, ya que los peces se alimentaran hasta que se encuentren satisfechos, por lo tanto su crecimiento será mayor y el tiempo de producción se reducirá.

OBJETIVO GENERAL:

Evaluar el crecimiento de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes en la etapa de engorde alimentadas ad libitum y convencionalmente, en Chucasuyo-Juli.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

Determinar el factor de conversión alimenticia de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes en la etapa de engorde alimentadas ad libitum y convencionalmente, en Chucasuyo-Juli.

Determinar el factor de condición de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes en la etapa de engorde alimentadas ad libitum y convencionalmente, en Chucasuyo-Juli.

Determinar la tasa de crecimiento específica (TCE) de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes en la etapa de engorde alimentadas ad libitum y convencionalmente, en Chucasuyo-Juli.

I. REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 ANTECEDENTES

Coela (2011) evaluó el crecimiento de truchas arco iris alimentadas diariamente de forma convencional, criadas en jaulas flotantes en la Laguna Lagunillas a una temperatura de 13.6 °C y obtuvo un incremento de 200 g de peso promedio y 8.5 cm de longitud promedio en un periodo de tres meses, además Flores (2014) en tres meses de evaluación del crecimiento de trucha arco iris en el CIPP-Chucuito obtuvo un incremento de peso de 357.04 g de peso y 9.75 cm de longitud debido a que trabajo a una temperatura de 15.42 °C al ser mayor la temperatura del medio, mayor es la demanda de la cantidad de alimento por lo tanto el crecimiento también fue mayor, asimismo Perdomo *et al* (2013) evaluó el crecimiento de trucha arco iris en el estado de Trujillo, Venezuela en un periodo de 90 días obtuvo un incremento en peso de 173.21 g y longitud de 15.77 cm con una estrategia de 5 días de alimentación y dos días de restricción.

Jover (2000) en el laboratorio de acuicultura de la Universidad Politécnica de Valencia, proporciono alimento balanceado de forma diaria ad libitum y obtuvo un factor de conversión alimenticia de 1.11, por su parte Morales (2004) evaluó en el centro de cría de truchas arco iris Alicura S.R.L. el factor de conversión alimenticia de tres estrategias de alimentación T1: saciedad T2: crecimiento T3: mantenimiento, siendo T2 el más eficiente con FCA de 1.13, por otro lado Cardenas (2013) evaluó en el distrito de Pomata durante el periodo de agosto del 2010 y julio 2011 el FCA de trucha arco iris, de tres marcas de alimento A, B y C, obteniendo para A 1.11, B 1.34, C 1.19 existiendo diferencias significativas entre los tres tratamientos y Mamani (2006) evaluó el crecimiento de trucha dorada y trucha arco iris en el CIPP-Chucuito, desde alevinos hasta juveniles, obtuvo un factor de convención alimenticia de 0.82 en trucha dorada y 0.72 en trucha arco iris.

Flores (2012) evaluó factor de condición, de juveniles de trucha arco iris por un periodo de tres meses en el CIPP-Chucuito sub sede Barco, trabajo con 100 truchas arco iris en una jaula de 2.5 m x2.5 m x 2 m, alimentando por el método convencional (por tabla) con alimento balanceado, obteniendo un factor de condición promedio de 1.19; del mismo modo Mamani (2006) quien evaluó el crecimiento de trucha dorada y trucha arco iris en el

CIPP-Chucuito, desde alevinos hasta juveniles, obtuvo un factor de condición promedio de 1.19 en trucha dorada y 1.30 en trucha arco iris, por su parte Coela (2011) evaluó el factor de condición de truchas arco iris, criadas en jaulas flotantes en la Laguna Lagunillas en un periodo de tres meses, obteniendo un factor de condición de 1.55.

Perdomo *et al* (2013) evaluó la tasa específica de crecimiento de trucha arco iris en el estado de Trujillo, Venezuela en un periodo de 90 días, con una estrategia de 5 días de alimentación y dos días de restricción obtuvo una TCE de 2.28, mientras Jover (2000) evaluó la tasa de crecimiento específica, de trucha arco iris en el laboratorio de acuicultura, de la Universidad Politécnica de Valencia, proporciono alimento balanceado de forma diaria ad libitum obtuvo una tasa de crecimiento específica de 2.6, asimismo Morales (2004) evaluó en el centro de cría de truchas Alicura S.R.L. la tasa de crecimiento específica de tres estrategias de alimentación T1: saciedad T2: crecimiento T3: mantenimiento, obteniendo T1: 3.35, T2: 1.94 Y T3: 0.07, finalmente Mamani (2006) evaluó el crecimiento de trucha dorada y trucha arco iris en el CIPP-Chucuito, desde alevinos hasta juveniles, obtuvo un factor de condición promedio de 1.19 en trucha dorada y 1.30 en trucha arco iris, el factor de convención alimenticia obtenido fue de 0.82 en trucha dorada y 0.72 en trucha arco iris, además obtuvo una tasa específica de crecimiento de en trucha dorada 3.18 y 3.38 en trucha arco iris.

Alemán (2013) Evaluó tres protocolos para alimentar tilapia del Nilo, 1) ofrecer la cantidad de alimento recomendada el cual obtuvo un FCA de 1.61. 2) ofrecer la cantidad de alimento recomendada con un ajuste diario el cual obtuvo un FCA de 1.61 y 3) ofrecer alimento ad libitum el cual obtuvo un FCA de 1.60, se trabajó con 260 ejemplares por estanque con un peso promedio de 140 g, los peces alimentados ad libitum consumieron más alimento y alcanzaron mayor peso promedio final, y Arias (2014) estudio el efecto que tiene alimentar tilapia roja con límite de tiempo (A: 20 minutos y B: 15 minutos), con una densidad de 1.21 peces /m² , las pruebas fueron realizadas en la finca FAFRA, los mejores resultados se obtuvieron con la prueba A con frecuencias de 2 veces por día, alimentando a la misma hora y por el mismo lugar con un FCA de 1.52 y para la prueba B el FCA fue 1.93 y para la prueba control: alimentación tradicional el FCA fue 2.1.

1.2 MARCO TEÓRICO

1.2.1 Generalidades de la trucha

a) Taxonomía de la Trucha arco iris

Clasificación taxonómica de *Oncorhynchus mykiss* "trucha arco iris".

REYNO:	Animalia
PHYLLUM:	Chordata
SUB PHYLLUN:	Vertebrata
GRUPO:	Gnatosthomata
SUPER CLASE:	Pisces
CLASE:	Osteichthyes
SUB CLASE:	Actinopterygii
SUPER ORDEN:	Clupeomorpha
ORDEN:	Salmoniformes
SUB ORDEN:	Salmonoidei
FAMILIA:	Salmonidae
GENERO:	Oncorhynchus
ESPECIE:	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
NOMBRE COMUN:	Trucha Arcoiris

Fuente: Adaptado por Smith y Stearley de la Sociedad Americana de Ictiologos y Herpetologos a travez del Comité de nombres científicos de peces, American Fisheries Society, <http://web.fisheries.org/main/2006>.

b) Descripción de la trucha

Es una especie que se caracteriza por tener el cuerpo cubierto por finas escamas y de forma fusiforme, ligeramente aplanada lateralmente, posee una banda lateral rosada iridiscente, que se hace más vistosa en la época de reproducción, tiene un hábito carnívoro y es ovípara con reproducción externa (Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero FONDEPES, 2004), pertenece a la familia de los salmónidos, altamente voraz, territorial y se adapta a altas

densidades poblacionales (Liñan, 2007), es típica de aguas continentales, vive en ambientes loticos y lenticos, originaria de la vertiente del pacifico de norte américa, su nombre científico inicialmente fue propuesto en 1963 por Richardson como *Salmo gairdneri* (Mantilla, 2004).

c) Alimentación

La trucha arco iris es carnívora, come invertebrados y también pequeños peces, se traga las presas enteras, crecimiento de la trucha varía en función de las características del curso de agua, de la temperatura y de la disponibilidad del alimento (Bernard 2007), en su ambiente natural, vive en ríos y se alimenta de insectos acuáticos como anfípodos y peces como el ispi, el único posible predador es el pejerrey, también especie introducida (Dejoux & Iltis, 1991).

d) Nutrición

El sistema digestivo de las truchas arco iris y de los salmónidos está naturalmente estructurado para procesar alimentos que contienen principalmente proteína (proveniente de pescado), para que de esta manera puedan obtener una cantidad determinada de energía a partir de las grasas y carbohidratos existentes. Las dietas para larvas y alevinos de truchas, requieren un contenido proteico y energía más alta, que las correspondientes a peces más grandes. En la etapa de alevinos y juveniles se alimentan con contenidos de proteína cercanos al 50% y el 15% de grasa; mientras que los peces adultos pueden crecer con un 40% de proteína y un 10 a 12% de grasa. (Organismo Público Descentralizado Sierra Exportadora, sede puno OPDSE, 2011).

1.2.2 Estructura de Cultivo

a) Jaulas flotantes

Recintos cerrados semi sumergidos, que flotan en un medio acuático, con flujo constante de agua, en el cual se cultiva peces en forma controlada, tiene como función fundamental retener los peces, permitiendo el intercambio de agua entre la jaula y el ambiente que lo rodea (Mantilla, 2004), están compuestas por partes rígidas, sobre la cual se apoya un sistema de flotación que a su vez sostiene una bolsa, confeccionado de redes, se encuentra anclado al fondo con templadores y lastres, en algunos casos lleva un techo para la

protección contra predadores, así como también tratar de evitar la fuga por parte de los peces en cultivo (Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero FONDEPES, 2004).

b) Tipos de Jaulas

La tecnología avanza en la fabricación de materiales termoplásticos dotados de gran flexibilidad y resistencia capaces de conformar estructuras flotantes de grandes dimensiones, ligeras y de alta resistencia, todo ello abre camino a una nueva generación de jaulas piscícolas. Actualmente contamos con jaulas rectangulares, hexagonales, circulares, ya sean artesanales o industriales (Centro de Comunicación Investigación y Documentación Europa-América Latina CIRNMA, 2004).

- **Jaulas Rectangulares**

Son estructuras flotantes, que forman un cuadrado, es recomendable que el sistema de flotación sea en base a cilindros metálicos o de PVC, el sistema de flotación con boyas es más económico, pero no garantiza seguridad ni facilidad de trabajo. La duración de una jaula de este tipo es de 3 años, está en relación a la calidad del material, las jaulas artesanales cuadradas más comunes tienen medidas de 5 m x 5 m x 3 m (Centro de Comunicación investigación y Documentación Europa-América Latina CIRNMA, 2004), en la parte inferior de las redes se distribuyen pesos que tensan a las mismas y contribuyen a contrarrestar la corriente de agua (García, 2009).

1.2.3 Alimento Balanceado

a) Alimento balanceado

La composición del alimento balanceado para truchas debe ser similar al alimento natural en su composición nutricional, con el fin de lograr el máximo crecimiento y desarrollo en el menor tiempo posible, en el cultivo de trucha se utilizan alimentos con diferentes tenores de proteína, según la fórmula o el tipo, el tiempo que se debe utilizar cada tipo de alimento, tiene relación directa con el tamaño del pez en sus diferentes estadios (Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero FONDEPES, 2004), las truchas son peces con hábitos carnívoros, se adaptan para consumir alimentos balanceados elaborados y no tienen exigencias de ningún otro alimento en su dieta, puesto que los alimentos balanceados son ricos en componentes dietéticos constituidos por ingredientes como: carbohidratos, grasas, proteínas, minerales, vitaminas (Mantilla, 2004).

- **Alimento de truchas comercial Ewos y Nicovita:**

Tabla 1. Información nutricional proximal de alimento ewos transfer 200, Chile del 2015.

Descripción	Cantidad	Unidad
Proteína cruda	43.0 min	%
Grasa total	23.0 min	%
Humedad	11.0 max	%
Cenizas	14-0 max	%
Fibra cruda	2.0 max	%
Extracto no nitrogenado	14.0 max	%

Fuente: Pagina web Empresa EWOS Chile.

Tabla 2. Información nutricional proximal de alimento nicovita tch 150, Peru del 2015.

Descripción	Cantidad	Unidad
Proteína cruda	42.0 min	%
Grasa total	11.0 min	%
Humedad	10.0 max	%
Cenizas	10-0 max	%
Fibra cruda	3.5 max	%

Fuente: Pagina web Empresa Nicovita Perú.

b) Forma de Suministro del Alimento

Se recomienda distribuir el alimento al boleó (esparciéndolo al aire), distribuir el alimento de acuerdo a la ración diaria que corresponde a cada una de las jaulas, se debe distribuir el alimento por raciones al día, dar el alimento balanceado por intervalos de tiempo, esperando que los peces lo consuman íntegramente (Organismo Público Descentralizado Sierra Exportadora, sede puno OPDSE, 2011), el modo en que el alimento se suministre a los peces constituye un factor de gran importancia en el rendimiento de una explotación ya que afecta al crecimiento de los peces, al desperdicio de alimento y sobre todo al coste de mano de obra empleada en la alimentación (Sanz, 2009).

c) Cálculo de Ración Alimentaria

Para calcular la cantidad de alimento a suministrar, utilizando las tablas comerciales. Para el uso de las tablas se necesita conocer la temperatura del agua, la cantidad de peces por jaula, peso y talla promedio unitario por pez, biomasa total y el porcentaje de peso corporal, para el cálculo de ración alimentaria diaria se usa la siguiente formula: modelo de crecimiento de Haskell (1959) modificado por Westers (1995). (Organismo Público Descentralizado Sierra Exportadora, sede puno OPDSE, 2011)

$$alimento\ diario = \frac{\text{porcentaje de peso corporal} \times \text{biomasa}}{100}$$

Dónde:

Porcentaje de peso corporal: porcentaje de peso corporal por día.

Biomasa: peso total de peses estabulados en la jaula.

Las tablas de racionamiento suministradas con los alimentos comerciales solo suelen considerar la especie, la talla o el peso de los peces y la temperatura del agua, solo se aplica un pienso en cuestión y a un cultivo del que se esperan los mejores resultados (Guillaume, 2004).

e) Estrategias de alimentación

➤ Alimentación por tabla

La alimentación por tablas, son racionamientos proporcionadas por los fabricantes de alimento a partir de modelos matemáticos los cuales calculan los requerimientos diarios. El suministro de la dieta puede hacerse a mano o mediante dispositivos automáticos que liberan raciones fijas a intervalos establecidos previamente. Sin embargo, la predicción de la ingesta precisa que van a realizar los peces es difícil de realizar, debido a variaciones relacionadas con factores ambientales, su salud, tamaño y estado de desarrollo. Esto conlleva a un factor negativo ya que las posibles variaciones a corto plazo de la ingesta de alimento no se tienen en cuenta en la digestión diaria de la alimentación (Sanz, 2009).

➤ Alimentación ad libitum

La alimentación a demanda o ad libitum, consiste en repartir el alimento mientras se observa a los peces hasta que ya no acepten más o visualmente no comen ni muestran interés por el alimento (Francesc, 2013), en la trucha o peces de cultivo las necesidades energéticas reales son definidas como la cantidad de energía que debe ingerir un pez para optimizar su producción, como crecimiento, índice de conversión, rentabilidad, etc. (Sanz, 2009).

1.2.4 Crecimiento

Es un fenómeno de ganancia de peso y talla que logra el pez, dependiendo este fenómeno de las características tanto fisicoquímicas, biológicas como del alimento que consigan y además de su condición en relación al medio que lo rodea (Blondet, 1996), este cambio de masa corporal es a través del tiempo y es el resultado neto de dos procesos con tendencias opuestas, uno de estos procesos comprende el incremento de masa corporal como resultado de la degradación (Tresierra, 1995).

1.2.5 Factor de conversión alimenticia

El factor de conversión alimenticia, es definido como la cantidad de alimento suministrado expresado en kilos, durante un periodo para obtener 1 kilo de carne de pez en el mismo periodo. Se debe llevar un registro de alimentación a fin de evaluar su crecimiento y la conversión obtenida de acuerdo a la frecuencia de biometría, del resultado obtenido se evaluara el rendimiento, un factor de conversión ideal es 1:1 (Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero FONDEPES 2014).

Formula del factor de conversión alimenticia según (Westers 1995)

$$FCA = \frac{\text{alimento consumido}}{\text{incremento de peso}}$$

1.2.6 Factor de condición (Fc)

Indica el estado de nutrición del pez, interpretándose teóricamente, si el Fc es menor a 1 el pez esta delgado, si el Fc es igual a 1 el pez está creciendo normalmente, y si el Fc es mayor a 1 el pez esta robusto. Si el Fc alcanza valores mayores a 1.5, indica que se está consumiendo mayor cantidad de alimento (sobrealimentación). Si el Fc esta debajo de 1 están relativamente delgados, en estos casos se estaría aplicando días de ayuno, raciones incompletas o la digestibilidad del alimento no es buena (Villenas, 2010).

Fórmula del factor de condición o factor de condición corporal de Fulton (Ricker 1975).

$$factor\ de\ condicion = \frac{peso\ del\ pez\ (g) \times 100}{(talla\ del\ pez\ en\ cm)^3}$$

1.2.7 Tricaína metano sulfonato 80% (C₁₀H₁₅NO₅S)

Anestésico en forma de polvo soluble, que actúa como anestésico y tranquilizante en peces, anfibios y otros animales acuáticos, dependiendo del tiempo de exposición y de la concentración, presenta acción sedativa o anestésica (CENTROVET, 2014).

TEMPERATURA	CONCENTRACIÓN	TIEMPO DE EXPOSICIÓN	RECUPERACIÓN
7° C – 16° C	80 – 120 mg/l	4 – 12 min.	3 – 15 min.

1.3 MARCO CONCEPTUAL

Ad libitum: Consumo máximo que se logra cuando el alimento está disponible en todo momento y se tiene la posibilidad de rechazar un 15% (Francesc, 2013).

Alimento balanceado: alimento rico en nutrientes altamente digeribles, con un elevado porcentaje de proteínas y son suministrado a las truchas (Liñan, 2007).

Biomasa: peso de todos los individuos organismos vivos, materia viva que pueble un área o un hábitat en particular en un tiempo instantáneo dado (Mantilla, 2004).

Biometría: Cálculo del peso y talla promedio de la población de peces, permite conocer el crecimiento e incremento de peso de la población de peces (Mantilla, 2004).

Frecuencia de alimentación: es el número de veces por día que se debe de suministrar alimento a los peces (Sanz, 2009).

Longitud total: es la medida de tamaño máximo de un pez que se debe tomar desde la punta de la mandíbula, hasta el extremo posterior máximo de la aleta caudal; se utiliza el ictiometro, con el pez en posición de tal manera que su mandíbula se situé al lado izquierdo y en contacto con el cabezal del ictiometro (Blondet, 1996).

Peso total: es el peso del pez entero, recién sacado del agua y que debe ser secado con una franela, esta medida se da generalmente en gramos (Tresierra, 1995).

Pienso extruido: Alimento sometido proceso de extrusión (temperatura y presión), que aporta la nutrición adecuada destinada a animales (no al hombre). Por su fórmula específica, está preparado para ser consumido como única ración y es capaz de mantener con vida y/o promover la producción sin que sea necesario proporcionar ninguna sustancia adicional (Sanz, 2009).

Ración alimentaria: cantidad de alimento a suministrar en kilogramos por jaula diariamente a un pez (Sanz, 2009).

Tasa de crecimiento específica: define el grado de crecimiento de una especie por unidad de tiempo (FAO, 2014).

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 AREA DE ESTUDIO

El lugar donde se desarrolló de la tesis fue en la comunidad de Chucasuyo-Cajje, distrito de Juli, provincia de Chucuito, con una latitud sur de $16^{\circ}12'.8''S$ y una longitud oeste de $69^{\circ}23'10''$.



Figura 1. Mapa del lago Titicaca, en la que se encuentra la zona de estudio, obtenido de Google earth en Abril 2015.

2.2 TIPO DE ESTUDIO

Este trabajo es de tipo experimental, puesto que se evaluó las diferencias que existen entre los tratamientos, se trabajaron con dos tratamientos:

T1: Alimentación convencional (con tabla).

T2: Alimentación ad libitum.

2.3 POBLACION Y MUESTRA

Para determinar el tamaño de muestra de peces para una población normal infinita se debe aplicar la fórmula del tamaño de muestra (Blondet, 1996).

$$TM = \frac{(Z)^2 \times (S)^2}{E^2}$$

Dónde:

TM: tamaño de muestra

Z: 95 % de la población en la curva normal (es el nivel de confianza)

S: desviación estándar (indica la dispersión respecto al valor central)

E: error (el error permisible es de 0.05%)

Remplazando:

$$TM = \frac{(Z)^2 \times (S)^2}{E^2}$$

$$TM = \frac{(1.96)^2 \times (0.5)^2}{0.05^2}$$

$$TM = 384$$

Con la cual obtuvimos una muestra de 384 unidades, se hizo un ajuste para no sobrepasar la densidad de carga final recomendada, finalmente se trabajó con 300 juveniles de trucha arco iris de 91.3 gr de peso promedio por cada jaula flotante, la densidad inicial de carga fue de 2.19 kg/m³.

2.4 METODOLOGÍA

2.4.1 Diseño de muestreo o experimento

Pasos previos al proceso metodológico:

Instalación de jaulas flotantes

Se instalaron 4 jaulas flotantes cuadradas de tubo galvanizado con su respectivo sistema de flotación, como se muestra en el anexo 1, estas se lastrearon a 45 m de profundidad aproximadamente. Seguidamente se instalaron las bolsas de malla de ½” sin nudo, en las 4 estructuras con medidas de 2.5 m de ancho x 2.5 m de largo x 2 m de profundidad.

Una vez que se instalaron las jaulas, se trasladaron a los peces, que se encontraban en otra estructura a 40 m de distancia. En cada jaula se colocaron 300 truchas, las cuales tenían un peso promedio de 91.3 g y una talla promedio de 19 cm. se puso una tapa de malla de 2¼, para evitar la pérdida de peces por predadores.

Métodos de alimentación

Para la alimentación de nuestras truchas arco iris, se tuvieron 2 métodos, los cuales fueron los tratamientos:

Tratamiento 1: alimentación convencional, haciendo uso de la tabla de ración alimentaria, con 1 repetición.

Tratamiento 2: alimentación ad libitum con 1 repetición.

Se utilizó alimento balanceado extruido, la frecuencia de alimentación fue de una vez por día, la alimentación fue de forma manual, con el uso de una paleta plastificada.

Para las jaulas que se alimentaron de forma convencional con la tabla de alimentación (anexo 3), se calculó la ración mediante la siguiente formula:

$$alimento\ diario = \frac{\% \text{ de peso corporal} \times biomasa}{100}$$

Se midió la temperatura del agua diariamente y se obtuvo un promedio quincenal, además se realizó la biometría (se explica detalladamente en la metodología del primer objetivo) para obtener el peso promedio de los peces; con estos datos de temperatura y peso promedio se recurrió a la tabla de alimentación respectivamente, la cual al intersectar los datos de temperatura con peso promedio nos indicó el % de peso corporal, cada alimento balanceado tiene su propia tabla (anexo 11), en esta trabajo se utilizó la tabla de ewos y nicovita.

Este dato del % de peso corporal se multiplico por la biomasa total (se explica detalladamente en la metodología del primer objetivo) y se dividió entre 100, como indica la fórmula de ración alimentaria, el resultado de la aplicación de esa fórmula nos daba la cantidad de alimento en kg, el cual teníamos que suministrar diariamente el cual fue incrementando de acuerdo al incremento de biomasa y la variación de la temperatura, la ración diaria de alimento fue pesada en una balanza digital.

En la alimentación ad libitum procedimos a pesar el triple de la ración que le correspondía a las jaulas alimentadas convencionalmente, se alimentaba a las truchas hasta el punto que dejen de salir a la superficie y que el pellet caiga sin ser consumido. El alimento sobrante se volvía a pesar (anexo 2) y se le resto a la cantidad inicial que llevamos, de esta manera obteníamos los datos de la cantidad diaria de alimento que consumían las truchas con este tratamiento.

Evaluación del crecimiento de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes en la etapa de engorde alimentadas ad libitum y convencionalmente, en Chucasuyo-Juli

Se utilizó el método de estabulación, el cual consiste en pesar, medir, contar, seleccionar los peces de una determinada piscigranja.

Se evaluó el crecimiento de peso y longitud de truchas arco iris cada 15 días de las 4 jaulas, 2 alimentadas de forma convencional con tabla de alimentación y 2 alimentadas ad libitum,. Debido condiciones climáticas adversas (olas) del lago Titicaca, se tuvieron que trasladar las truchas a la orilla, para realizar la biometría y estabilizar los instrumentos y tener una precisión en los datos.

Se usó tricaina para sedar a las truchas y realizar una mejor manipulación. Se utilizó un recipiente de plástico con capacidad para 30 l, se vertieron 10 l de agua con 1 g. de tricaina, se anestesiaron las truchas una a una, el anestésico hizo efecto entre 1 a 2 min (anexo 6), luego se procedió a pesar cada trucha con una balanza digital con capacidad de 5 kg (anexo 7), seguidamente procedimos a medir la longitud total de la trucha con un ictiometro.

Se realizó la biometría a 75 truchas por cada jaula, después de concluir con la biometría se pusieron las truchas arco iris en una bolsa de malla de recuperación la cual estaba en el lago para que se recuperen del efecto de la anestesia (anexo 8), el cual duro entre 10-15 min, una vez que las truchas arco iris se recuperaron fueron trasladadas a su jaula respectiva. Este procedimiento se repitió en las 4 jaulas.

Una vez obtenidos los datos de peso y longitud total, nos dirigimos a tierra para obtener el peso promedio y longitud total promedio de cada jaula. Además para obtener la biomasa total de cada jaula se aplicó la siguiente formula:

$$\text{biomasa total} = \text{peso promedio} \times \text{numero de individuos}$$

a) Determinación del factor de conversión alimenticia de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes en la etapa de engorde alimentadas ad libitum y convencionalmente, en Chucasuyo-Juli.

Se determinó el factor de conversión alimenticia, mediante la aplicación de esta fórmula:

$$FCA = \frac{\text{alimento consumido}}{\text{incremento de peso}}$$

Diariamente se registraban las cantidades de alimento que se le daba a cada jaula y ambos tratamientos, se sumaron esas cantidades diarias para obtener la cantidad total de alimento consumido durante nuestro periodo de experimentación. De la misma manera se registraban los datos de peso promedio y biomasa de cada jaula, el incremento de peso, se obtuvo restando la biomasa inicial a la biomasa final de cada jaula. Una vez obtenidos los dos

datos se aplicó la formula mostrada en la parte superior. Si el FCA resultaba 1 o menor a 1 el alimento era excelente pero si el FCA resultaba mayor a 1 el alimento no era de muy buena calidad.

b) Determinación del factor de condición de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes en la etapa de engorde alimentadas ad libitum y convencionalmente, en Chucasuyo-Juli

Se determinó el factor de condición mediante la siguiente formula:

$$factor\ de\ condicion = \frac{peso\ del\ pez\ (g) \times 100}{(talla\ del\ pez\ en\ cm)^3}$$

Para determinar el factor de condición se necesitaron los datos de peso y longitud total de cada individuo al que se le realizó la biometría, de cada tratamiento respectivamente, se multiplico el dato de peso promedio por 100, los datos de peso se obtuvieron al realizar la biometría anteriormente descrita, seguidamente a ese dato se dividió entre la longitud total de cada trucha arco iris pero elevada al cubo. El resultado obtenido fue el factor de condición, si el resultado del factor de condición fuese 1 la trucha estaba en óptimas condiciones, si fuese menor a 1 la trucha está siendo subalimentada y si el resultado fuese mayor a 1 la trucha está siendo sobre alimentada.

Determinación de la tasa de crecimiento especifica (TCE) de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes en la etapa de engorde alimentadas ad libitum y convencionalmente, en Chucasuyo-Juli

Se obtuvo la taza específica de crecimiento mediante la fórmula propuesta por Rowe y Thorpe 1990:

$$TCE = \frac{\ln\ peso\ prom\ final - \ln\ peso\ prom\ inicial}{tiempo} \times 100$$

Para la determinación de la tasa de crecimiento específica, utilizamos los datos de peso promedio inicial y peso promedio final, los cuales obtuvimos después de realizar la biometría, además del tiempo que transcurrió desde la primera biometría hasta la última biometría. Se obtuvo el logaritmo natural del peso promedio final y el peso promedio inicial, seguidamente se restaron estos dos datos y este resultado se dividió entre el tiempo transcurrido entre la primera y última biometría. Este procedimiento se repitió en las 4 jaulas.

2.4.2 METODO ESTADISTICO

Para el análisis estadístico se utilizó el software InfoStat, con la aplicación de este software se realizó un análisis de varianza el cual nos indicó si existía nivel de significancia entre los tratamientos, además se realizó la prueba de tukey, que es una prueba de contraste para ver si existe diferencia entre los tratamientos. Esta metodología se aplicó a los tres objetivos.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Determinación del factor de conversión alimenticia de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes en la etapa de engorde alimentadas ad libitum y convencionalmente, en Chucasuyo-Juli.

Para la determinación del factor de conversión alimenticia, primero se realizó biometrías durante toda la evaluación (Figura 2) y los resultados se aprecian en la figura 2 y 3, luego se calculó la cantidad de alimento balanceado que se suministró cada día a las 4 jaulas (Figura 4), finalmente se determinó el factor de conversión alimenticia.

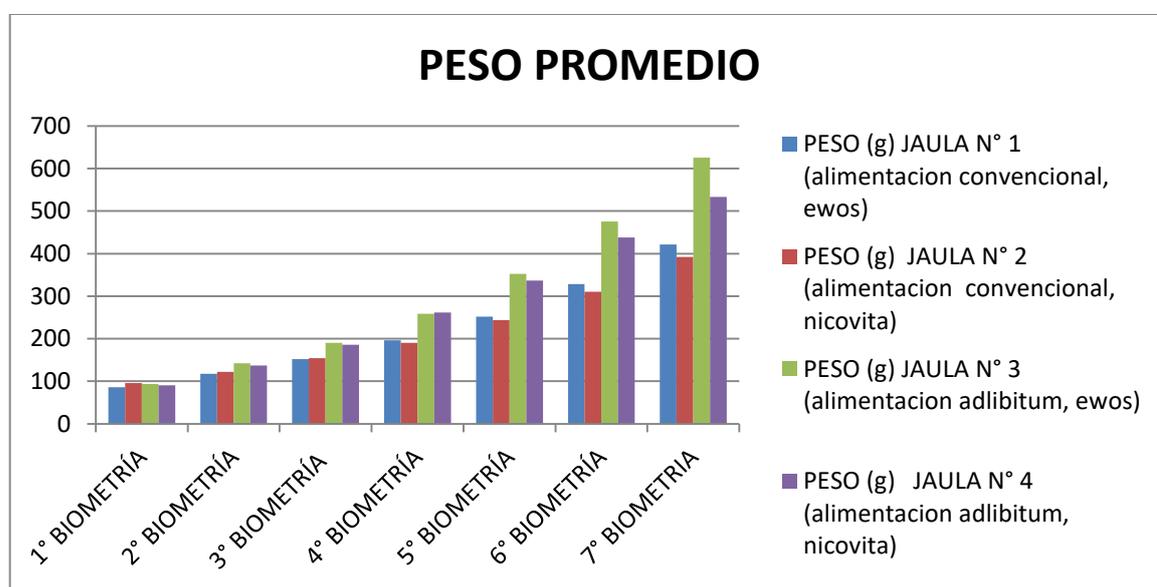


Figura 2. Incremento quincenal de peso de truchas arco iris producidas con alimentación convencional y ad libitum, en Chucasuyo-Juli entre los meses de Junio y Setiembre del 2015.

La jaula 1 inicio con un peso promedio de 85.8 g, que fue incrementando hasta 421.5 g de peso promedio, del inicio al final del tratamiento hubo un incremento en peso de 335.7 g.

En la jaula 2 se inició la evaluación del tratamiento con un peso promedio de 95.9 g hasta llegar a 392 g de peso promedio, incrementando a 291.7 g en los tres meses de evaluación del tratamiento.

La jaula 3 inicio la evaluación con un peso promedio de 93.4 g, al finalizar de los tres meses de evaluación del tratamiento llego a un peso promedio de 625.8 g, hubo un incremento de 532.4 g.

La jaula 4 tuvo un peso promedio inicial de 90.4 g, luego de los tres meses de evaluación del tratamiento, tuvo un peso promedio final de 533.3 g, incrementando 442.9 g.

En su investigación Coela (2011), en un periodo de 3 meses obtuvo un incremento de 200 g, en cambio, en nuestra investigación obtuvimos un incremento de 335.7 g en el mismo periodo, esta diferencia de resultados se debe a que Coela trabajó con alimento balanceado naltech y nosotros trabajamos con alimento balanceado ewos y nicovita, además trabajamos en el Lago Titicaca a diferencia del Coela (2011) que trabajó en la Laguna Lagunillas, la cual presenta diferentes factores fisicoquímicos. Sin embargo coincidimos con los valores obtenidos por Flores (2012), que en tres meses de investigación, obtuvo un incremento de 360 g, debido a que también trabajo en el Lago Titicaca y con la misma marca de alimento balanceado.

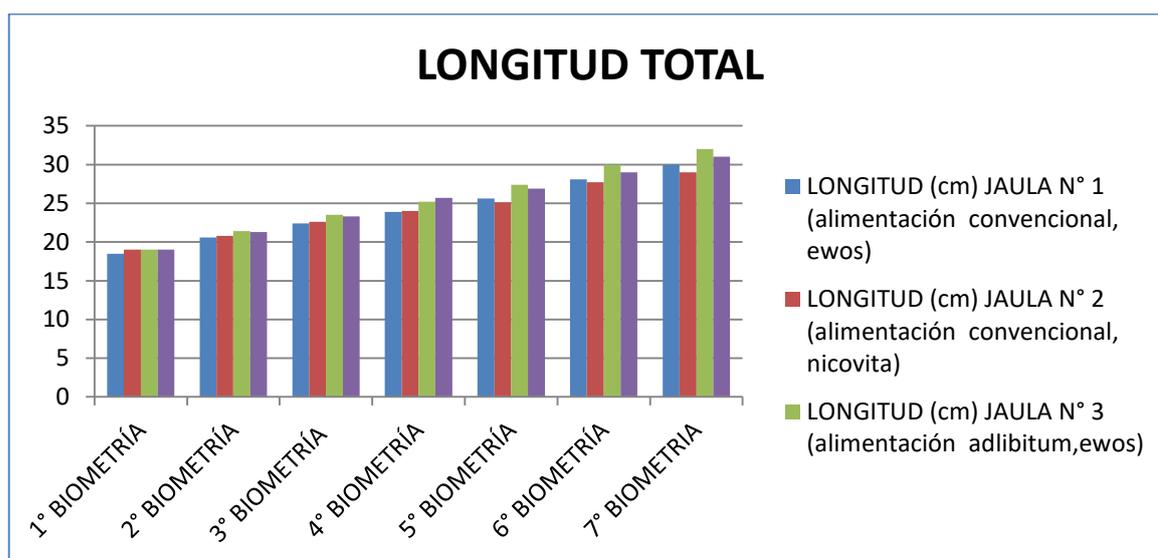


Figura 3. Incremento quincenal de longitud promedio de truchas arco iris producidas con alimentación convencional y ad libitum, en Chucasuyo-Juli en los meses de Junio a Setiembre del 2015.

Durante el periodo de evaluación se realizaron 7 biometrías durante la evaluación (Figura 3), en cada una de ellas se obtuvo una longitud promedio, descrito a continuación.

La jaula 1 al inicio de la evaluación tenía una longitud promedio de 18.5cm, al concluir la evaluación, la longitud promedio fue de 30 cm, llegando a un incremento de 11.5 cm en tres meses de experimentación.

La jaula 2 inició la evaluación del tratamiento con una longitud promedio de 19 cm, al cabo de los tres meses de evaluación la longitud promedio fue de 29 cm, habiendo incrementado 10 cm en el periodo de evaluación.

La jaula 3 inició la evaluación con 19 cm de longitud promedio, al final de la evaluación la longitud promedio fue de 32 cm, habiendo incrementado 13 cm en el periodo de prueba.

La jaula 4 al inicio de la evaluación tenía una longitud promedio de 19 cm la cual al final del periodo de la evaluación tuvo una longitud promedio de 31 cm, llegando a incrementar 12 cm.

Coela (2011), evaluó el crecimiento de trucha arco iris, en 3 meses obtuvo un incremento de 8.7 cm, en cambio nosotros obtuvimos un incremento de 11.5 cm, esta diferencia de resultados se debe a que Coela utilizo alimento balanceado naltech y nosotros utilizamos alimento balanceado ewos y nicovita los cuales tienen mayores aportes nutricionales, por otro lado, trabajamos en el Lago Titicaca a diferencia de Coela (2011) que trabajó en la Laguna Lagunillas, que presenta diferentes factores fisicoquímicos, de la misma manera Flores (2012), en su evaluación de incremento de longitud durante tres meses obtuvo un incremento de 10 cm, resultado similar al obtenido en nuestro trabajo, debido a que trabajamos en el lago Titicaca y la misma marca de alimento.

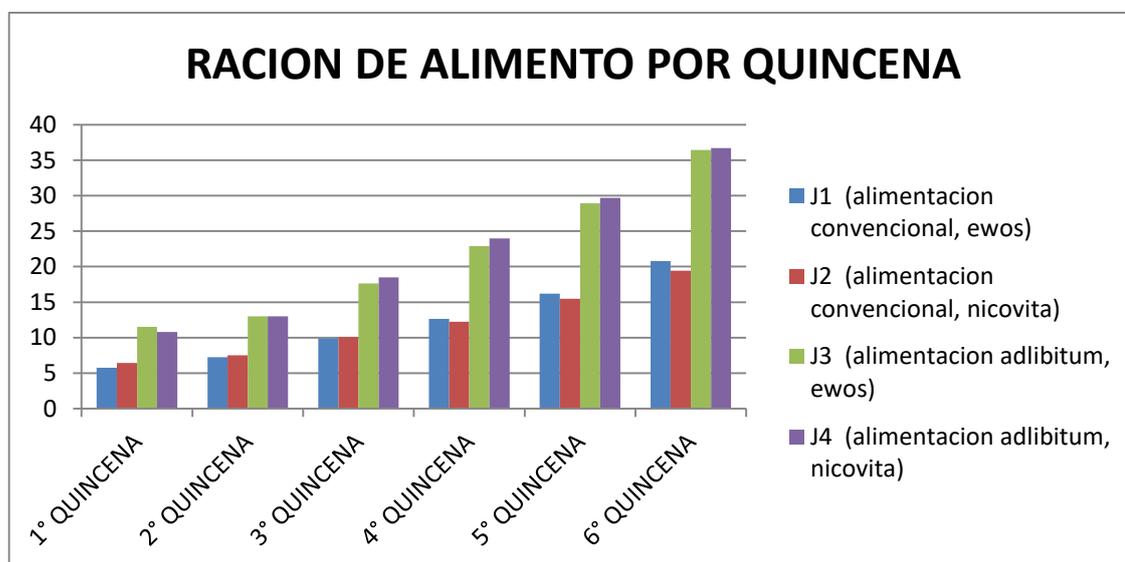


Figura 4. Ración de alimento suministrado quincenalmente durante el periodo de experimentación en las 4 jaulas en Chucasuyo-Juli entre Junio-Setiembre del 2015.

El consumo de alimento balanceado, fue mucho mayor en las jaulas 3 y 4, a las cuales se les dio alimentación ad libitum, con respecto a las jaulas 1 y 2 a las cuales se les alimento con la tabla de ración alimenticia, llegando casi a duplicar la ración, debido a que en las jaulas 1 y 2, se les restringió la ración alimentaria de acuerdo a la fórmula utilizada, en cambio en las jaulas 3 y 4, se les dio alimento al zaceo sin restricción alguna (Figura 4).

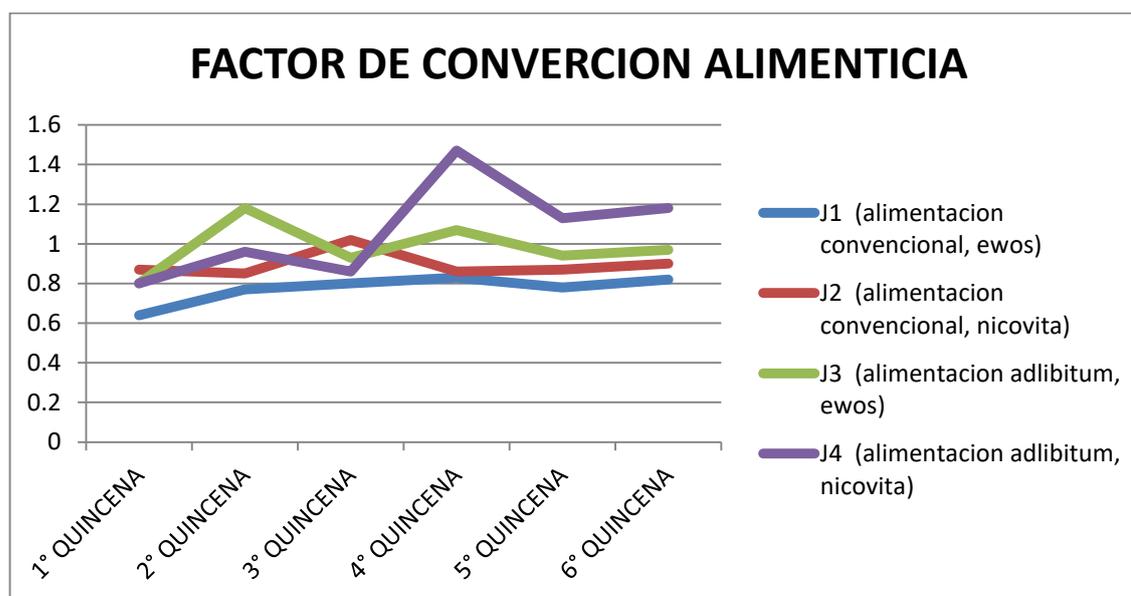


Figura 5. Factores de conversión alimenticia de las jaulas 1, 2,3 y 4 obtenidas durante el periodo de experimentación en Chucasuyo-Juli entre Junio a setiembre del 2015.

Se aprecia los valores del factor de conversión alimenticia en la primera jaula están por debajo de 1 y tienen un promedio de 0.77, de manera similar los valores de la jaula 2 obtuvieron valores menores a 1, factor de conversión promedio fue de 0.90, cabe mencionar que a ambas jaulas se hizo uso de la tabla de ración alimenticia, en cambio en las jaulas 3 y 4 en las que se alimentó ad libitum los valores fueron cercanos a 1 en la jaula 3 fue 0.98, en la jaula 4 el valor fue de 1.07, esto nos indica que el tratamiento 1 (alimentación convencional) fue más eficiente que el tratamiento 2 (alimentación ad libitum).

En su investigación Morales (2004) sobre la restricción alimentaria, obtuvo un FCA de 1.32 en alimentación ad libitum y un FCA de 1.13 en alimentación por tabla, estos valores son mayores a los obtenidos en nuestra investigación, cabe decir que nuestro factor de conversión alimenticio obtenido fue más eficiente, debido a que nosotros trabajamos con

densidades por debajo de los 5 kg/m³, en cambio el autor trabajó con densidades de cultivo que normalmente se trabaja, 9 kg/m³, sin embargo Coela (2011) obtuvo 1.07 de FCA, su resultado fue más eficiente que los obtenidos por Morales, debido a que trabajó con producciones de altas densidades, en cambio Mamani (2006) obtuvo un factor de conversión de 0.72 en trucha arco iris, este valor fue más eficiente y similar a nuestros resultados de 0.77, debido a que Mamani trabajó con alevinos y juveniles de trucha arco iris, ya que en la etapa de alevinos estos consumen fitoplancton y zooplancton.

Por otro lado Arias (2014) obtuvo FCA de 1.52 y 1.53 alimentando a tilapia roja durante 15 y 20 minutos diarios, estos FCA son mucho mayores a los nuestros debido a que la tilapia tiene factores de conversión mayores a los de la trucha, Alemán (2013) también evaluó la alimentación ad libitum de tilapias, obteniendo un factor de conversión alimenticia de 1.6, estos resultados son similares a los obtenidos por Arias.

Tabla 3. Análisis de varianza del factor de conversión alimenticia, de las 4 jaulas experimentales, realizadas en Chucasuyo-Juli durante los meses de Junio a Setiembre del 2015.

F.V.	SC	gl	CM	E	p-valor
Modelo	819.34	1	819.34	17.58	0.0004
Columna2	819.34	1	819.34	17.58	0.0004
Error	1025.36	22	46.61		
Total	1844.71	23			

El análisis de varianza del factor de conversión alimenticia de truchas alimentadas con tabla y ad libitum, de acuerdo a los resultados obtenidos se acepta la hipótesis alterna y rechaza la hipótesis nula, debido a que hay diferencia significativa entre los tratamientos, p-valor $0.0004 < 0.05$.

Determinación del factor de condición de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes en la etapa de engorde alimentadas ad libitum y convencionalmente, en Chucasuyo-Juli

Se obtuvo el factor de condición promedio por quincena, de las 4 jaulas con dos tratamientos, los resultados son descritos a continuación.

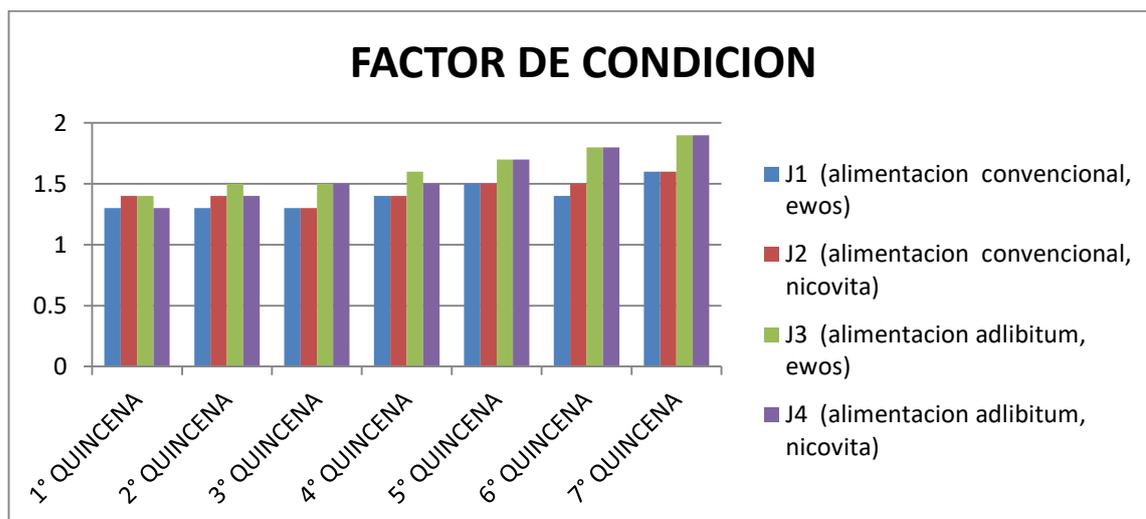


Figura 6. Valores del factor de condición obtenidos en las 4 jaulas, realizado en Chucasuyo-Juli entre los meses de Junio a Setiembre del 2015.

En las cuatro jaulas, se observa valores mayores a 1, incluso valores máximos de 1.9, en la primera quincena los peces de las cuatro jaulas empezaron con factores de condición relativamente adecuados, pero al término del periodo de experimentación, los valores son altos por encima de 1.5 (Figura 6).

Flores (2012), en su investigación obtuvo un factor de condición de 1.5 en tres meses de experimentación, los cuales son similares al factor de condición obtenido en nuestro trabajo el cual fue 1.51 en alimentación por tabla debido a que trabajamos en similares comediones, en cambio Arias (2014) obtuvo valores de 1.93 debido a que trabajo con otra especie, según Villenas (2010) si los peces tienen valores del factor de condición menores a 1, quiere decir que los peces están siendo sub alimentados, si los peces tienen valores entre 1-1.5 están siendo alimentados correctamente, pero si los valores sobrepasan 1.5 los peces están siendo sobrealimentados.

Tabla 4. Análisis de varianza del factor de condición, de las 4 jaulas experimentales, realizadas en Chucasuyo-Juli durante los meses de Junio a Setiembre del 2015.

F.V.	SC	gl	CM	E	p-valor
Modelo	0.24	1	0.24	9.92	0.0041
Columna2	0.24	1	0.24	9.92	0.0041
Error	0.63	26	0.22		
Total	0.87	27			

En el análisis de varianza del factor de condición de truchas arco iris alimentadas con tabla y ad libitum, de acuerdo a los resultados obtenidos se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula, debido a que hay diferencia significativa entre los tratamientos, p-valor $0.0041 < 0.05$.

Determinación de la tasa de crecimiento específica (TCE) de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes en la etapa de engorde alimentadas ad libitum y convencionalmente, en Chucasuyo-Juli

Se obtuvo la tasa de crecimiento específica por quincena, de las 4 jaulas con dos tratamientos, los resultados son descritos a continuación.

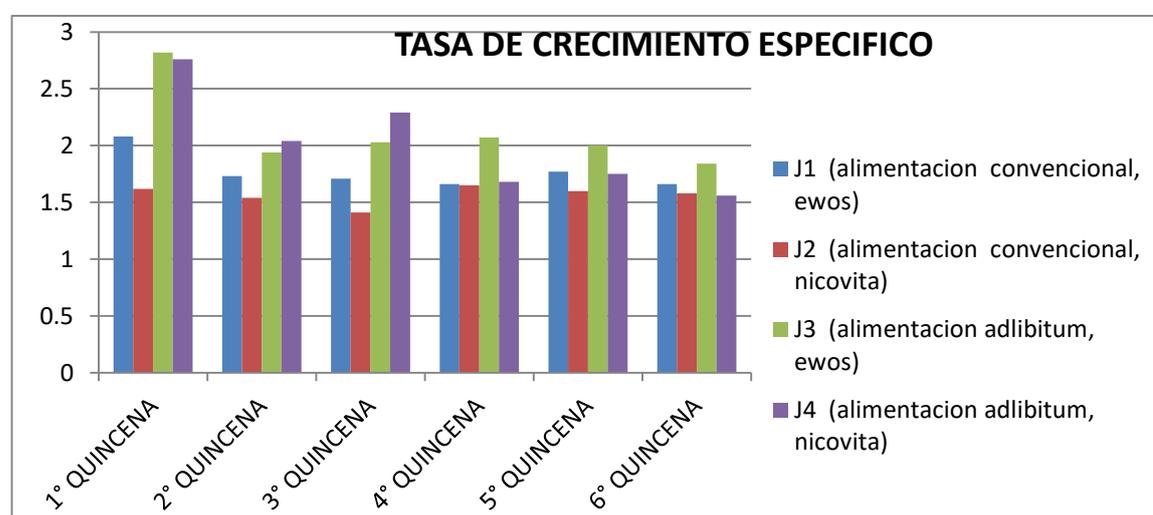


Figura 7. Valores de la tasa específica de crecimiento obtenidos de las 4 jaulas, realizado en Chucasuyo-Juli entre Junio a Setiembre del 2015.

Los valores de la tasa de crecimiento específica en la primera quincena en las jaulas 1, 2, 3 y 4 son valores altos y disminuyen desde que se inició el tratamiento, los últimos valores de la tasa específica de crecimiento llegan a valores menores a 2 (Figura 7).

En nuestro trabajo de investigación obtuvimos una tasa específica de crecimiento promedio de 1.66 en alimentación por tabla y 2.06 en alimentación ad libitum, estos resultados difieren de los resultados obtenidos por Morales (2004) que obtuvo una TCE de 3.35 en alimentación ad libitum y 1.94 en alimentación por tabla, mientras que Jover (2000), con alimentación ad libitum obtuvo una tasa específica de crecimiento de 2.6, existiendo una variación de resultados entre los tres investigadores debido a que la zona de trabajo de cada

investigador fue diferente Jover trabajo en condiciones de laboratorio, Morales trabajo en ambientes comerciales, y nosotros realizamos el estudio en jaulas de experimentación de menor escala.

Tabla 5. Análisis de varianza de la tasa específica de crecimiento, de las 4 jaulas experimentales, realizadas en Chucasuyo-Juli durante los meses de Junio a Setiembre del 2015.

F.V.	SC	gl	CM	E	p-valor
Modelo	0.32	1	0.32	2.68	0.1159
Columna2	0.32	1	0.32	2.68	0.1159
Error	2.59	22	0.12		
Total	2.91	23			

En el análisis de varianza de la tasa específica de crecimiento de truchas alimentadas con tabla y ad libitum, de acuerdo a los resultados obtenidos se rechaza la hipótesis alterna y acepta la hipótesis nula, debido a que no hay diferencia significativa entre los tratamientos, $p\text{-valor } 0.1159 > 0.05$.

IV. CONCLUSIONES

El crecimiento de truchas arco iris alimentadas diariamente durante 3 meses de forma convencional (con tabla de alimentación), obtuvo un incremento de peso de 335.7 g y un incremento de longitud de 11.5 g en la jaula 1 mientras que en la jaula 2 el incremento de peso fue de 296.1 g y de longitud fue 10 g, a diferencia de las truchas alimentadas ad libitum, que obtuvieron un crecimiento, de 532.4 g en peso y 13 cm en longitud en la jaula y en la jaula 4 el incremento de peso fue de 442.9 g de longitud fue de 12 cm.

El factor de conversión alimenticia promedio obtenido con alimentación convencional fue de 0.83 a 1, es decir se necesitó 0.8 k de alimento balanceado extruido para convertirlo en 1 k de carne. Mientras que en alimentación ad libitum fue de 1.02 a 1, es decir se necesitó 1.2 k de alimento balanceado extruido para convertirlo en 1 k de carne

El factor de condición alimenticia en alimentación convencional fue de 1.42, lo cual nos indica que los peces están creciendo de forma normal, en cambio en alimentación ad libitum el factor de condición fue de 1.61, indicándonos según Villenas, una sobre alimentación en la trucha.

La tasa de crecimiento específica en la alimentación convencional fue de 1.66 sin embargo en la alimentación ad libitum fue de 2.06.

V. RECOMENDACIONES

Realizar un estudio de la cantidad de alimento no consumido en sistemas de alimentación ad libitum y convencional.

Estudiar el efecto que causa que el factor de condición sea mayor a 1.5, hasta qué valor es permisible para que el pez se encuentre en óptimas condiciones.

Investigar la tasa específica de crecimiento en jaulas con dimensiones comunes utilizadas por los diferentes productores de trucha.

VI. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- ALEMAN, E. Evaluación productiva de tres protocolos para alimentar tilapia del Nilo. Recuperado marzo, 15 2015 de <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2008/1/T1659.pdf>
- ARIAS, A. Efecto de la estrategia de alimentación con tiempo definido sobre el crecimiento y la conversión alimenticia para tilapia roja (*Oreochromis ssp*) fase engorde. Recuperado diciembre 22, 2014 de <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/1712>
- BERNARD, B. (2007). El Cultivo De La Trucha. Barcelona-España. Ediciones Omega, S.A.154 pág.
- BLANCO, M. (1984). La Trucha Cría Industrial. Madrid- España. Ediciones Mundo Prensa. 224 Pág.
- BLONDET, A. (1996). Dinámica de poblaciones de peces. Puno-Perú. Universidad Nacional Del Altiplano. 21 pág.
- CÁRDENAS, E. determinación del factor de conversión alimentaria para tres dietas alimentarias de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) y su relación con los parámetros de temperatura y pH en la zona de producción de Faro-Pomata, provincia de Chucuito región de Puno. Recuperado diciembre 25, 2015 de http://www.repositorio.concitec.gob.pe/bitstream/CONCITEC/83/1/cardenas_ce.pdf
- CIRNMA. Centro de Comunicación investigación y Documentación Europa-América Latina. (2004). Manual de crianza de truchas en jaulas flotantes. Puno- Perú. Editorial Bartolomé. 115, pág.
- COELA, E. (2011). Análisis técnico económico en la producción de trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes, utilizando dos marcas diferentes de alimento extruido en la Laguna-Lagunillas. Tesis de pregrado. Universidad Nacional Del Altiplano. Puno-Perú. 2011. 48 pág.

- DEJOUX, C. & ILTIS, A. (1991). El lago Titicaca síntesis del conocimiento limnológico actual. La Paz-Bolivia. Ediciones HISBOL. 108-111 pág.
- EMPRESA EWOS. Información nutricional de engorde. Recuperado mayo 05, 2015 de <http://www.ewos.com/wps/wcm/connect/ewos-content-chile/ewos-chile>.
- FAO. (2004). Food and Agriculture Organization. Glosario de acuicultura. Recuperado diciembre 28, 2014 de http://www.fao.org/fishery/collection/glossary_aquaculture/es
- FLORES, M. (2013). Crecimiento de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) producidas con alimento fresco y balanceado en jaulas flotantes, muelle Barco Lago Titicaca. Tesis de pregrado. Universidad Nacional Del Altiplano. Puno-Perú. 2013. 30-40 pág.
- FONDEPES, (2004). Fondo nacional de desarrollo pesquero. Manual De Cultivo De Trucha Arcoiris en Jaulas Flotantes. Lima-Perú. 33, 36-38, 58 pág.
- FONDEPES, (2014). Fondo nacional de desarrollo pesquero. Manual De Crianza De Trucha en ambientes convencionales. Lima-Perú. Impreso por EINS PERU S.A.C. 58 pág.
- FRANCESSO, O. (2013). Piscicultura Marina en Latinoamérica. Bases científicas y técnicas para su desarrollo., Barcelona-España. Edición Universitat. 50 pág.
- GARCIA, J. & MORENO, M. & BADELL, E. (2009). Granjas acuáticas modernas. España. Ediciones Bellisco. 48 pág.
- GUILLAUME, J. & KAUSHIC, S. & BERGOT, P. (2004). Nutrición y alimentación de peces y crustáceos. Madrid- España. Ediciones Mundi Prensa. 405 pág.
- JOVER, M. (2000). Estimación del crecimiento, tasa de alimentación y producción de desechos en piscicultura mediante un modelo bioenergético. Valencia-España. Revista aquatic.
- LIÑAN, W. (2007). Crianza de truchas. Lima-Perú. Editora Macro EIRL. 12 pág.

- MALPICA, A. Evaluación de la restricción alimenticia sobre el crecimiento compensatorio en alevinos de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*). Recuperado mayo 17, 2014 de <http://revistas.lasalle.edu.co/index.php/ca/article/view/2929ncia>
- MAMANI, E. (2006). Evaluación del crecimiento de salmónidos trucha dorada (*Salmo aguabonita*) y trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). Tesis de pregrado. Universidad Nacional Del Altiplano. Puno-Perú. 2006. 47-48 pág.
- MANTILLA, B. (2004). Acuicultura cultivo de truchas en jaulas flotantes. Lima. Editor general E.R.L.
- MORALES, G. Efecto del tamaño de ración sobre el crecimiento y eficiencia alimentaria de trucha arco iris en jaulas. Recuperado diciembre 12, 2014 de www.produccion-animal.com.ar/produccion_peces/.../17-crecimiento_truchas.pdf
- ORGANISMO PÚBLICO DESCENTRALIZADO SIERRA EXPORTADORA, SEDE PUNO (OPDSE). (2011). Guía para la producción, alimentación y sanidad de truchas en jaulas flotantes. Lima-Perú. Biblioteca nacional de Perú n° 2010-14623. 9, 25-27 pág.
- PERDOMO, D. CASTELLANOS, K. GONZALES, M. & PEREA, F. efecto de la estrategia alimenticia en el desempeño productivo de trucha arcoiris (*Oncorhynchus mikiss*). Recuperado mayo 15, 2015 de <http://www.redalyc.org/pdf/959/95926991006.pdf>
- RICKER, W. (1975). Computation And Interpretation Of Biological Statistics Of Fish Populations. Bulletin Fisheries Research Each. Board of Canada. 191:382 pág.
- ROWE, D. A. I. J. E. THORPE (1990). Differences In Growth Between Ween Maturing And Non-Maturing Male Atlantic salmon *Salmo Salar* L.Parr. J.FISH.BIOL.36:643-658 pag.
- SANZ, F. (2009). Nutrición Y Alimentación En Piscicultura. Madrid-España. DiScript Pre impresión, S. L. 62, 711 pág.

- SMITH & STEARLEY. Sociedad Americana de Ictiólogos y Herpetólogos a través del Comité de nombres científicos de peces, American Fisheries Society, recuperado junio 15, 2006 de <http://web.fisheries.org/main/2006>.
- TRESIERRA, A. (1995). Dinámica de poblaciones de peces. Callao-Perú. Editorial Libertad E.I.R.L. 37 pág.
- VILLENAS, J. (2010). Criterios Técnicos y Sanitarios Para La Crianza De Truchas En Jaulas Flotantes. Puno-Perú. Imprenta Arcoiris E.I.R.L. 29-56 pág.
- WESTRS, H. (1995). Feed and feeding strategies to reduce acuaculture waste. Aquaculture Bioengineering Corporation, aquaculture engineering and waste management: improsedding from the acuaculture expo VIII and acuaculture in the mit-atlantic conference, Washington 65-376 pag.

ANEXOS

ANEXO 1



Figura: Instalación de jaulas en el Lago.

ANEXO 2



Figura: Pesado del alimento balanceado en la balanza gramera.

ANEXO 3



Figura: Alimentación de las truchas con alimento ewos.

ANEXO 4



Figura: Traslado de peces del centro de producción hacia tierra.

ANEXO 5



Figura: Inmersión de peces en solución de agua y tricaina.

ANEXO 6



Figura: Efecto de la tricaina en la trucha arcoíris.

ANEXO 7



Figura: Pesado de la trucha anestesiada.

ANEXO 8



Figura: Recuperación de las truchas del efecto del anestésico.

ANEXO 9

Tabla: Formato de biometría

N°	Jaula N° 1		Jaula N° 2		Jaula N° 3		Jaula N° 4	
	Peso	Talla	Peso	Talla	Peso	Talla	Peso	Talla
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
sumatoria								
promedio								

ANEXO 11

Tabla de alimentación (nicovita)

PESO (G)		TEMPERATURA DEL AGUA (°C)									
desde	Hasta	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
0	0.17	4.5	4.85	5.2	5.6	6	6.8	7	7.8	8.9	9.2
0.18	1.41	3.8	4.1	4.4	4.7	5	5.7	6	6.6	7.5	7.8
1.42	4.9	2.9	3.1	3.3	3.55	3.8	4.4	5	5.3	5.8	6
5	12.4	2.5	2.65	2.8	3	3.2	3.7	4	4.2	4.6	5
12.5	24.9	1.9	2.05	2.2	2.35	2.5	2.9	3.2	3.6	3.8	4.2
25	39.9	1.7	1.73	1.75	1.88	2	2.3	2.6	3	3.2	3.4
40	59.9	1.5	1.6	1.7	1.85	2	2.2	2.6	2.8	3	3.2
60	79.9	1.45	1.48	1.51	1.71	1.9	2.1	2.4	2.6	2.9	3.1
80	99.9	1.4	1.45	1.51	1.65	1.8	2	2.2	2.4	2.8	3
100	119.9	1.25	1.35	1.45	1.58	1.7	1.9	2.1	2.25	2.5	2.65
120	139.9	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.8	2	2.1	2.2	2.3
140	159.9	1.1	1.23	1.35	1.43	1.5	1.65	1.8	1.9	2	2.1
160	179.9	1.08	1.19	1.3	1.35	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9
180	199.9	1.06	1.18	1.3	1.33	1.37	1.47	1.57	1.67	1.77	1.87
200	249.9	1	1.12	1.23	1.28	1.33	1.43	1.53	1.63	1.73	1.83
250	299.9	0.99	1.1	1.2	1.25	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8
300	909	0.9	0.95	1	1.05	1.1	1.2	1.4	1.5	1.6	1.7

ANEXO 12

Tabla: Incremento de peso de truchas arco iris producidas con alimentación convencional y ad libitum, en Chucasuyo-Juli entre Junio y Setiembre 2015.

	PESO (g)	PESO (g)	PESO (g)	PESO (g)
BIOMETRÍA	JAULA 1 (alimentación convencional, ewos)	JAULA 2 (alimentación convencional, nicovita)	JAULA 3 (alimentación ad libitum, ewos)	JAULA 4 (alimentación ad libitum, nicovita)
1° BIOMETRÍA	85.8	95.9	93.4	90.4
2° BIOMETRÍA	117.3	122.3	142.5	136.9
3° BIOMETRÍA	151.9	154.1	190.6	185.7
4° BIOMETRÍA	196.4	190.6	258.4	261.8
5° BIOMETRÍA	252	244	352.3	337
6° BIOMETRÍA	328.6	310.1	475.2	438.1
7° BIOMETRIA	421.5	392	625.8	533.3
Incremento de peso en 90 días	335.7	296.1	532.4	442.9

ANEXO 13

Tabla: Mortalidad de peces por quincena

MORTALIDAD				
PERIODO	J1	J2	J3	J4
1° QUINCENA	4	4	3	3
2° QUINCENA	6	4	17	5
3° QUINCENA	3	14	0	3
4° QUINCENA	3	5	14	16
5° QUINCENA	3	3	4	3
6° QUINCENA	1	4	3	0
MORTALIDAD TOTAL	20	34	41	30
% DE MORTALIDAD	6.7	11.3	13.7	10

ANEXO 14

Tabla: Incremento quincenal de longitud de truchas arco iris producidas con alimentación convencional y ad libitum, en Chucasuyo-Juli en los meses de Junio a Setiembre del 2015.

BIOMETRÍA	JAULA N° 1	JAULA N° 2	JAULA N° 3	JAULA N° 4
1° BIOMETRÍA	18.5	19	19	19
2° BIOMETRÍA	20.6	20.8	21.4	21.3
3° BIOMETRÍA	22.4	22.6	23.5	23.3
4° BIOMETRÍA	23.9	24	25.2	25.7
5° BIOMETRÍA	25.6	25.1	27.4	26.9
6° BIOMETRÍA	28.1	27.7	30	29
7° BIOMETRÍA	30	29	32	31
Incremento de longitud en 90 días	11.5	10	13	12

ANEXO 15

Tabla: Ración de alimento suministrado quincenalmente durante el periodo de experimentación en las 4 jaulas en Chucasuyo-Juli entre Junio-Setiembre del 2017.

PERIODO	CANTIDAD DE ALIMENTO			
	J1 (alimentación convencional, ewos)	J2 (alimentación convencional, nicovita)	J3 (alimentación ad libitum, ewos)	J4 (alimentación ad libitum, nicovita)
1°				
QUINCENA	5.77	6.44	11.49	10.774
2°				
QUINCENA	7.215	7.527	13	13
3°				
QUINCENA	9.87	10.08	17.65	18.5
4°				
QUINCENA	12.62	12.25	22.9	24
5°				
QUINCENA	16.212	15.47	28.95	29.7
6°				
QUINCENA	20.762	19.446	36.45	36.7
TOTAL DE ALIMENTO	72.449	71.213	130.44	132.674

ANEXO 16

Tabla: Factor de conversión alimenticia de las jaulas 1, 2,3 y 4 obtenidas durante el periodo de experimentación en Chucasuyo-Juli entre los meses de Junio a Agosto del 2017.

FACTOR DE CONVERSION ALIMENTICIA				
	J1 (alimentación convencional, ewos)	J2 (alimentación convencional, nicovita)	J3 (alimentación ad libitum, ewos)	J4 (alimentación ad libitum, nicovita)
1°				
QUINCENA	0.64	0.87	0.8	0.8
2°				
QUINCENA	0.77	0.85	1.18	0.96
3°				
QUINCENA	0.8	1.02	0.93	0.86
4°				
QUINCENA	0.83	0.86	1.07	1.47
5°				
QUINCENA	0.78	0.87	0.94	1.13
6°				
QUINCENA	0.82	0.9	0.97	1.18
PROMEDIO	0.77	0.90	0.98	1.07

ANEXO 17

Tabla: Valores del factor de condición obtenidos en las 4 jaulas, realizado en Chucasuyo-Juli entre los meses de Junio a Setiembre del 2015.

PERIODO	FACTOR DE CONDICION			
	J1 (alimentación convencional, ewos)	J2 (alimentación convencional, nicovita)	J3 (alimentación ad libitum, ewos)	J4 (alimentación ad libitum, nicovita)
1°				
QUINCENA	1.3	1.4	1.4	1.3
2°				
QUINCENA	1.3	1.4	1.5	1.4
3°				
QUINCENA	1.3	1.3	1.5	1.5
4°				
QUINCENA	1.4	1.4	1.6	1.5
5°				
QUINCENA	1.5	1.5	1.7	1.7
6°				
QUINCENA	1.4	1.5	1.8	1.8
7°				
QUINCENA	1.6	1.6	1.9	1.9

ANEXO 18

Tabla: Valores de la tasa específica de crecimiento obtenidos de las 4 jaulas, realizado en Chucasuyo-Juli entre los meses de Junio a Setiembre del 2015.

PERIODO	TAZA DE CRECIMIENTO ESPECIFICA			
	J1	J2	J3	J4
	(alimentación convencional, ewos)	(alimentación convencional, nicovita)	(alimentación ad libitum, ewos)	(alimentación ad libitum, nicovita)
1° QUINCENA	2.08	1.62	2.82	2.76
2° QUINCENA	1.73	1.54	1.94	2.04
3° QUINCENA	1.71	1.41	2.03	2.29
4° QUINCENA	1.66	1.65	2.07	1.68
5° QUINCENA	1.77	1.6	2	1.75
6° QUINCENA	1.66	1.58	1.84	1.56