

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO-PUNO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



CRECIMIENTO DE TRUCHA ARCO IRIS (*Oncorhynchus mykiss*) PRODUCIDAS CON ALIMENTO FRESCO Y BALANCEADO EN JAULAS FLOTANTES, MUELLE BARCO LAGO TITICACA – 2013

TESIS

PRESENTADO POR:

Br. MARIA DANAY FLORES ENCINAS

PARA OPTAR EL TITULO DE:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PUNO-PERÚ

2014

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO -PUNO

Facultad De Ciencias Biológicas

Escuela Profesional De Biología

TESIS

CRECIMIENTO DE TRUCHA ARCOIRIS (*Oncorhynchus mykiss*) PRODUCIDAS CON ALIMENTO FRESCO Y BALANCEADO EN JAULAS FLOTANTES, MUELLE BARCO LAGO TITICACA - 2013

TESIS PRESENTADO POR:

Br. Maria Daney Flores Encinas

PARA OPTAR EL TITULO:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE DE JURADO:

Ing. M.Sc. FELIX RODOLFO MEZA ROMUALDO

PRIMER MIEMBRO:

Lic. M. Sc. GILMAR GOYZUETA CAMACHO

SEGUNDO MIEMBRO:

Lic. MARIA ELENA SUÑA QUISPE

DIRECTOR DE TESIS:

Ph.D. SABINO ATENEJO LIMACHI

ASESOR DE TESIS:

BIOG. RENE ALFARO TAPIA

PUNO-PERÚ

2014

AREA: Pesquería

TEMA: Cuenca del lago titicaca (Introducidas)

DEDICATORIA

Dedicado con mucho cariño a mi madre; la razón de mi vida, por su esfuerzo y su inmenso amor.



AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento a mi director de tesis Ph.D. Sabino Atencio Limachi por su apoyo, su optimismo y el aporte en la culminación de este trabajo.

Un profundo agradecimiento a mi asesor Blgo. Rene Alfaro Tapia, por su paciencia, constante apoyo, su aporte académico en la realización de esta tesis.

Agradezco al Doctor Belisario Mantilla Mendoza, Director del CIPP-Chucuito por permitir realizar la ejecución de este trabajo de investigación en dicho centro y por habernos dado las facilidades del caso.

A los miembros del jurado: Ing. M. Sc. Félix Rodolfo Meza Romualdo, M. Sc. Gilmar Goyzueta Camacho, Lic. Maria Elena Suaña Quispe; por los aportes de conocimiento a este trabajo de investigación.

A mis docentes de metodología de la investigación y seminario de tesis: Dra. Youri Teresa Delcarpio, Mg. Marta Aparicio Saabedra, por haberme impartido conocimientos en el campo de la investigación, que facilitaron el desarrollo de este trabajo.

A los técnicos del CIPP- CHUCUITO, subsede Barco, por su apoyo incondicional durante todo el tiempo de ejecución de este trabajo de investigación.

A mis amigos y compañeros del área de pesquería: Margot Reyes, Maribel Mamani, Uriel Huanca, Ely Cari, Amelia Choque, Henry Maquera, Diego Cahui, Maritza Gutierrez; por haberme apoyado y dado ánimos para la culminación de este trabajo.

INDICE

RESUMEN	
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I: ANTECEDENTES	3
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL.....	5
2.1. Marco teórico	5
2.2. Marco conceptual	16
CAPITULO III: MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
3.6 Población.....	24
3.7 Muestra.....	¡Error! Marcador no definido.
3.8 Método estadístico	26
CAPITULO IV: CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO;	¡Error! Marcador no definido.
CAPITULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	¡Error! Marcador no definido.
5.1 Evaluación del crecimiento de trucha arcoiris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) producidas con alimento fresco y balanceado, en jaulas flotantes.	¡Error! Marcador no definido.
5.2 Determinación del factor de conversión alimenticia y el factor de condición en truchas criadas con alimento fresco y truchas criadas con alimento balanceado.	¡Error! Marcador no definido.
5.3 Evaluación del crecimiento real y el crecimiento esperado de la trucha arcoiris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) con los dos tipos de alimento.	¡Error! Marcador no definido.
5.4 Diseño Estadístico.....	¡Error! Marcador no definido.
CAPITULO VI: CONCLUSIONES	¡Error! Marcador no definido.
CAPITULO VII: RECOMENDACIONES	¡Error! Marcador no definido.
CAPITULO VIII: REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA ..	¡Error! Marcador no definido.
ANEXOS	

RESUMEN

El estudio del crecimiento de trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) producidas con alimento fresco y balanceado en jaulas flotantes, se realizó en el Centro de Investigación y Producción Pesquera de Chucuito CIPP-Chucuito, sub sede Barco, entre los meses de setiembre y diciembre del 2013, siendo los objetivos los siguientes: evaluar el crecimiento, determinar el factor de conversión y factor de condición de trucha arcoiris producidas con alimento fresco y alimento balanceado, evaluar el crecimiento real y crecimiento esperado. Se trabajó con 4 jaulas de 2 x 2 x 1.5, cada una con 100 peces, con un promedio de 102.3 g, cada jaula recibió un tratamiento diferente, el tratamiento de la jaula 1 fue exclusivamente alimento balanceado, el tratamiento de la jaula 2 fue de 50% alimento balanceado y 50% alimento fresco, el tratamiento de la jaula 3 fue 75% alimento balanceado y 25% alimento fresco, el tratamiento de la jaula 4 fue exclusivamente alimento fresco; el cálculo de ración de alimento diario se obtuvo con la fórmula de ración alimentaria diaria, a los peces que eran tratados con alimento fresco, se les triplicó la ración. Para el primer objetivo se usó el método biométrico, que consistía en pesar y medir la longitud total de las truchas en forma individual, en el segundo objetivo se aplicó la fórmula del factor de conversión, la cual consistía en dividir el alimento consumido entre la ganancia de peso, también se aplicó la fórmula del factor de condición, que consistía en multiplicar el peso del pez por cien y el resultado dividirlo entre la longitud del pez elevada al cubo, para el tercer objetivo se realizó una comparación entre el crecimiento real y el crecimiento esperado. Los resultados del primer objetivo fueron: la jaula 1 tuvo un incremento de 357.04 g de peso y 9.75 cm de longitud, la jaula 2 tuvo un incremento de 341.22 g y 9.24 cm, en la jaula 3 el incremento de peso fue de 357.12 g y 9.04 cm y en la jaula 4 el incremento de peso fue 252.04 g y 8.10 cm, siendo las jaulas 1 y 3 las que obtuvieron mayor crecimiento. Los resultados del segundo objetivo fueron: en la jaula 1 el factor de conversión fue de 1.07, mientras que en la jaula 4 el factor de conversión de 3.77; el factor de condición en la jaula 1 incremento de 0.94 al inicio del tratamiento a 1.36 al final del tratamiento, en la jaula 2 el factor de condición incremento de 0.86 a 1.34, en la jaula 3 el factor de condición incremento de 0.83 a 1.33 y en la jaula 4 el factor de condición incremento de 0.90 a 1.25. Los resultados del tercer objetivo fueron: el crecimiento real de las truchas de la jaula 1 tratadas con alimento balanceado fue de 462.64 g en 3 meses de cultivo, mientras que el crecimiento esperado fue de 300 g en tres meses de cultivo para el productor Darwin Gómez y de 250 g en tres meses de cultivo para el tesista Tito Coela; el crecimiento real de las truchas tratadas con alimento fresco y balanceado fue de 444.12 mientras que el crecimiento esperado del productor Edwin Marca fue de 250 g.

INTRODUCCIÓN

La producción de truchas en el departamento de Puno incrementó progresivamente en los últimos años, llegando a ubicar al departamento de Puno como primer productor de trucha con 17.739 TM en el año 2012 (PRODUCE 2013) debido al gran interés y dedicación en su crianza. Los productores artesanales ubicados en el anillo circunlacustre del Lago Titicaca fueron quienes contribuyeron significativamente con la producción regional de truchas, llegando a posicionar a esta región en los últimos tres años como la primera zona productora de truchas a nivel nacional. Sin embargo, la mayor parte de esta producción no cumple con estándares de comercialización, esto debido al desconocimiento de los productores en algunos aspectos de crianza de la trucha.

El crecimiento de la trucha arco iris es modificada por una serie de factores que incluyen temperatura, oxígeno, densidad de carga del cultivo, manejo técnico, alimentación, de todos los factores mencionados, uno de mayor importancia es la alimentación, el tipo de alimento a utilizar, la cantidad de ración alimentaria, la calidad del alimento.

El alimento balanceado representa uno de los mayores costos de producción, llegando a representar entre el 50% y 60% del costo total de producción (FONDEPES 2004), siendo costos muy elevados, es por ello que los productores buscan alternativas de alimentación, para reducir costos de producción; como es el caso de la utilización del alimento fresco (*Orestias ispi*), los productores ven como alternativa al ispi para alimentar a sus truchas, debido a que el ispi es la especie más abundante del Lago Titicaca; también por su bajo costo y tienen fácil acceso en su adquisición y utilización como alimento para truchas, pero los productores no miden las consecuencias de la utilización de esta especie, como la sobrepesca, la disminución de la especie.

El propósito de este trabajo de investigación es: conocer cuál es el crecimiento en longitud y peso, también conocer cuál es el factor de conversión, el factor de condición de las truchas producidas con alimento balanceado extruido, frente a las truchas producidas con alimento fresco (*Orestias ispi*). A partir de este trabajo de investigación muchos productores tendrán conocimiento del crecimiento, factor de conversión y factor de condición de truchas producidas con alimento balanceado y fresco.

Y habiéndonos planteado los siguientes objetivos:

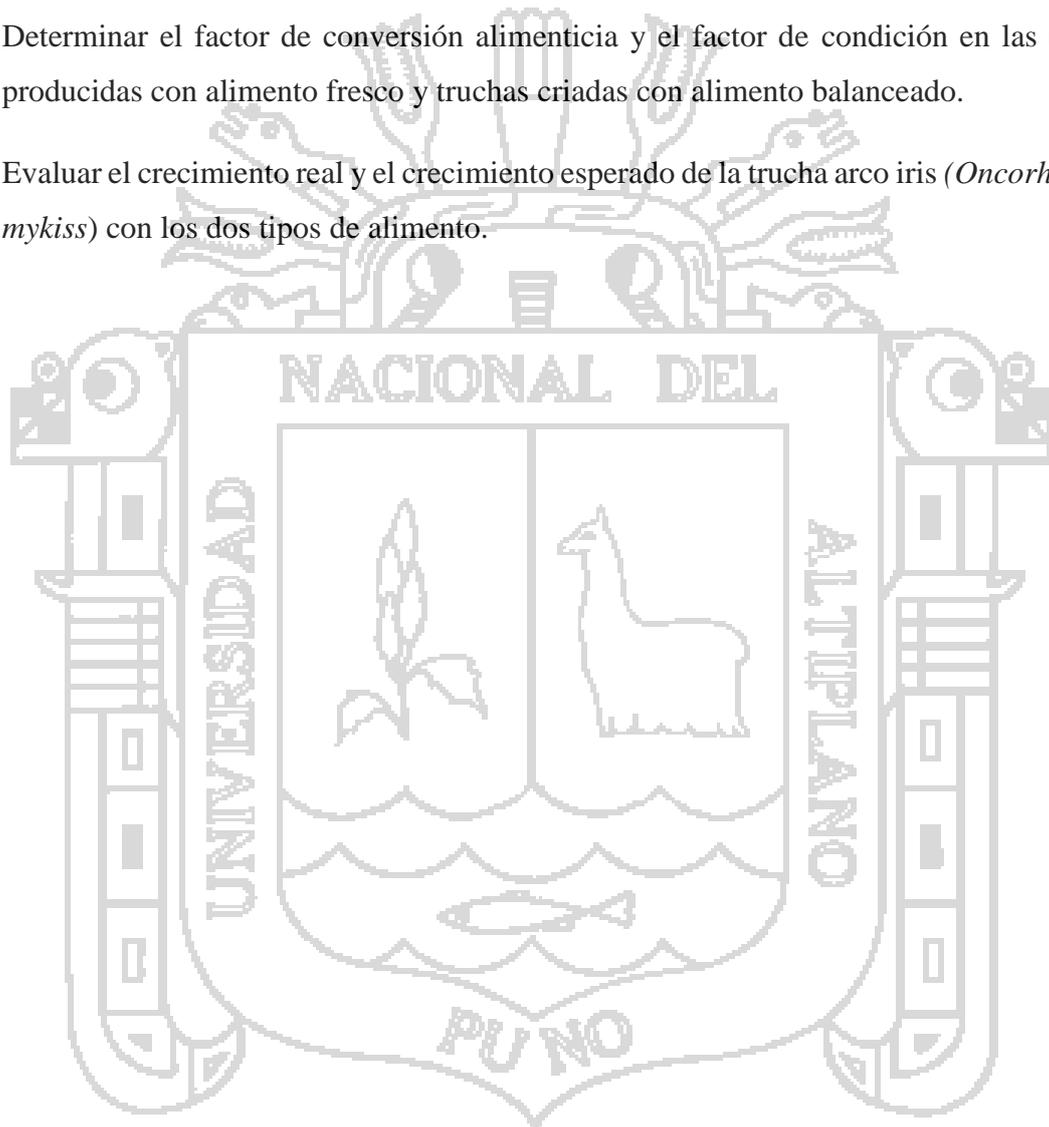
OBJETIVO GENERAL:

Evaluar el crecimiento de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) producidas con alimento fresco y balanceado, en jaulas flotantes en Muelle-Barco en el Lago Titicaca.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Determinar el factor de conversión alimenticia y el factor de condición en las truchas producidas con alimento fresco y truchas criadas con alimento balanceado.

Evaluar el crecimiento real y el crecimiento esperado de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) con los dos tipos de alimento.



CAPITULO I: ANTECEDENTES

1.1 Antecedentes

Arredondo (1996) cultivo trucha arcoiris en sistemas de recirculación y reacondicionamiento de agua con alimento balanceado extruido en la planta experimental de producción acuícola, departamento de hidrobiología de la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, utilizo truchas con un peso promedio de 98.24 g y una longitud de 22.47 cm, al cabo de 39 días de alimentación obtuvo 238.70 g de peso promedio y 26.46 cm, el factor de conversión fue de 1.4 a una temperatura de 19.8 °C y una densidad de 0.483 kg/m³.

Blanco (1984) calculó que era necesario siete kilogramos de pescado fresco, para producir un kilo de trucha, por lo que las piscifactorías industriales de España no podían conseguir una gran producción por las dificultades que este tipo de alimento conllevaba.

Anguas (2003) alimentó a cabrilla arenera *Palabrax maculatofasciatus* en el laboratorio de biología experimental de playa Palao en Santa Rita- México, con una dieta que contenía filetes de sardina 17.5% y calamar 17.5%, trabajó con dos densidades y tres temperaturas obteniendo factores de conversión de 3.84 a 24 °C con una densidad de 266 peces/m³, a 24° C con una densidad de 400 peces/m³ el factor de conversión fue 2.77, a 27° C con una densidad de 266 peces/m³ el factor de conversión fue 3.39, a 27 °C y una densidad de 400 peces/m³ el factor de conversión fue 2.03, con 30° C y una densidad de 266 peces se tuvo un factor de conversión de 3.58, a 30° y una densidad de 400 peces/m³ el factor de conversión fue 3.20.

Mamani (2006) realizó la evaluación del crecimiento de trucha arcoiris en el centro de investigación CIPP-Chucuito de la Universidad Nacional del Altiplano con alimento extruido, en alevinos hasta el estado juvenil a 13.6 °C, el factor de conversión fue 0.7:1, el factor de condición fue 1.26.

Bernard (2007) calculó factores de conversión entre cuatro y seis en el alimento que suministraban los antiguos salmonicultores en España, este alimento era en base a restos de pescado fresco.

Coela (2011) alimentó truchas, criadas en jaulas flotantes en la Laguna Lagunillas con alimento extruido a una temperatura de 13.8 °C, obteniendo un factor de conversión alimenticia de 1.07 a 1, al final del 5° mes de cultivo obtuvo un peso de 80.2 g y una talla de 17.5 cm, al octavo mes obtuvo truchas con 279.8 g de peso y una talla de 26.2 cm.

Gómez (2013) productor de truchas con alimento balanceado, en jaulas flotantes, en la provincia de Chucuito distrito de Juli de la comunidad de Chucasuyo, obtuvo un incremento de peso de 100 g hasta 300 g en un periodo de 3 meses.

Marca (2014) productor de truchas con alimento balanceado más alimento fresco en jaulas flotantes, en la provincia de Chucuito, sector Barco, obtuvo un incremento de 100 g hasta 250 g en un periodo de 3 meses.

FAO (s.f.) menciona que diversos productores de Puno adoptaron la iniciativa de utilizar ispi como alimento para las truchas, ya que el alimento balanceado tenía un alto costo, pero para producir 1 kg de carne de trucha se necesitaban 4 kg de ispi fresco.



CAPITULO II: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1 Marco teórico

2.1.1 Generalidades de la trucha

a) Descripción de la trucha:

La trucha arcoíris es una especie típica de aguas continentales, que vive en ambientes loticos y lenticos, originaria de la vertiente del pacifico de norte américa cuyo nombre científico inicialmente fue propuesto en 1963 por Richardson como *Salmo gairdneri*.

La trucha arcoiris pertenece a la familia Salmonidae, se caracteriza por presentar cuerpo fusiforme, es de color plateado y parte ventral de color crema, presenta manchas, lunares negros y marrones (Mantilla, 2004).

b) Taxonomía de la trucha arcoiris:

REINO	: Animalia
PHYLLUM	: Chordata
SUB PHYLLUM	: 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 COMÚN	: Trucha Arcoiris (Smith & Stearley)

c) Criterios para la selección de centros de producción en lagos:

- Batimetría

Tiene por finalidad determinar la ubicación adecuada para las instalaciones de crianza de trucha, y calcular la cantidad de cabos a utilizar para el anclaje y templadores. Se recomienda en forma general ubicar la zona de producción sobre profundidades mayores a 15 m (OPDSE, 2011)

- Calidad De Agua

Para la instalación de la infraestructura acuícola (jaulas flotantes) se debe efectuar previamente un análisis físico, químico y microbiológico del agua donde se realiza la crianza de las truchas (OPDSE, 2011)

- Factores Físicos Del Agua

Los factores abióticos del agua, deben guardar compatibilidad con los requerimientos vitales de la trucha, los factores físicos, más importantes que se deben tener en cuenta son:

- Temperatura

La trucha arcoiris, como todos los peces, no tiene capacidad propia para regular su temperatura corporal, esta depende del medio acuático en la que vive. La trucha en condiciones naturales es un pez que puede vivir en aguas comprendidas entre 0° y 25° C. sin embargo los límites entre los cuales su desarrollo y crecimiento son correctos, corresponden a 9° C como límite inferior y a 17° C como límite superior. La temperatura más adecuada de la trucha arcoiris, en la que las funciones fisiológicas se realizan de forma óptima es 15° C, la temperatura destinada a la alimentación de una piscifactoría industrial, esta no debe sobrepasar al menos notoriamente, los límites antedichos, para que haya un buen funcionamiento (Blanco, 1984).

El Lago Titicaca presenta variaciones de temperatura, todos los meses del año, oscilando entre 11. 25° C como temperatura mínima en el mes de julio, y 14.35 °C como temperatura máxima en el mes de marzo, teniendo un promedio anual de 13° C (Dejoux & Iltis, 1991).

- Potencial de hidrogeno (pH)

El valor de pH viene determinado por la concentración de hidrogeniones (H⁺) del agua, se expresa en una escala que varía entre 0 y 14. Si el pH es igual a 7,0 el agua es neutra; inferior a 7,0 es acida y si es superior es alcalina. El pH es por si solo es un factor importante en la cría de truchas, para este tipo de explotación es deseable un pH de 6.5 a 7 (Blanco, 1984).

Los valores de pH son relativamente estables. En el lago menor, se tienen valores comprendidos entre 8.55 y 8.65, en la parte peruana del lago mayor los valores de pH son entre 8.6 en un periodo estratificado y 8.5 en un periodo de isoterma. Los pH son en

promedio un poco más elevados en lago menor que en el lago mayor, posiblemente a una actividad fotosintética más alta de fitoplancton y de las muy abundantes macrófitas bentónicas (Dejoux & Iltis, 1991).

- Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto en el agua es para la trucha, como para todos los seres acuáticos, un elemento esencial para la vida. El agua es capaz de absorber oxígeno del aire hasta que su presión parcial este en equilibrio con la del oxígeno del aire, en la interface aire-agua. La trucha es bastante exigente frente a este factor, cifras inferiores a 5,5-5 mg/ l de oxígeno la trucha tiene una gran dificultad para extraer, el oxígeno del agua y transportarlo a través de las branquias al torrente circulatorio (Blanco, 1984).

Las truchas son exigentes en el nivel de oxígeno disuelto requerido. En toda piscigranja, debido a las altas densidades de carga por jaula, que se manejan, el oxígeno deberá encontrarse entre los rangos adecuados que están entre 7 a 9 ppm (FONDEPES, 2004).

Los primeros factores de control de oxígeno disuelto son la presión atmosférica y la temperatura, a la altitud del lago Titicaca, la presión media es de 646 hPa (para aproximadamente 1,020 hPa al nivel del mar la temperatura relativamente baja de las aguas compensa en parte ese efecto de presión y se tiene así una concentración de saturación del orden de 7 mg/l (Dejoux & Iltis, 1991).

- Dióxido de carbono

Es producto de la respiración de los peces y plantas así como de la descomposición de la materia orgánica, para la truchicultura no es recomendable valores mayores a 6 ppm (MANTILLA, 2004)

- Alcalinidad

Esta referida a la presencia de carbonato de calcio, el rango adecuado para la truchicultura fluctúa de 150 a 180 ppm (FONDEPES, 2004)

- Dureza total

La dureza del agua depende de las concentraciones de sales de calcio y magnesio expresado en ppm, para la truchicultura es recomendable que las aguas sean moderadamente duras entre rangos de 50 a 250 ppm (MANTILLA, 2004).

- **Transparencia**

La transparencia depende si el lago es rico en nutrientes, así como también de la iluminación, época del año, de la zona, y se mide con el disco secchi (FONDEPES, 2004).

La transparencia medida con el disco secchi es más importante en el lago mayor que en el lago menor. En el lago menor los valores extremos observados son 1.2 y 9 m con transparencias más débiles en verano-otoño y más fuertes en invierno la relación entre la transparencia del disco secchi y el coeficiente k de atenuación vertical es 1.12, excepto en las zonas más profundas del lago menor, la zona eufótica está frecuentemente limitada por el fondo, las partículas en suspensión juegan un papel importante, en el lago mayor los valores varían entre 4.5 y 10.5 m (Dejoux & Iltis, 1991).

d) Hábitat y costumbres

La trucha se queda generalmente en aguas frías y con corriente propia de la parte superior de los ríos. Es solitaria y vive en su refugio, en cualquier lugar que la corriente afloje un poco, su espacio vital aumenta con su tamaño (Bernard, 2007).

e) Nutrición

La trucha es carnívora y come invertebrados y también pequeños peces, que normalmente lo acompañan, se traga las presas enteras. El 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).

La trucha arco iris en el Lago Titicaca, vive en ríos y se alimenta de insectos acuáticos como anfípodos (62 %) y peces como el ispi (14%), el único posible predador es el pejerrey, también especie introducida (Dejoux & Iltis, 1991).

2.1.2 Generalidades del Ispi

Pez pelágico que vive a media agua entre 30 y 50 m, vive en cardúmenes, especie planctívora, está distribuida en el lago menor y lago mayor, es la especie más abundante de la biomasa del lago Titicaca (PRODUCE, S. F.).

Presenta cuerpo alargado muy comprimido, la cabeza es pequeña y estrecha, mandíbula forma con la línea inferior de la cabeza un ángulo generalmente es superior a 90° excepto en los especímenes más grandes en los que el ángulo puede ser inferior a 90° , cuerpo protegido por escamas ctenoideas, pedúnculo caudal con puntos negros, redondeados hasta la línea lateral, la parte ventral es de color blanco y los flancos de color plateado con escasas puntuaciones, entre las líneas lateral y ventral.

El aparato digestivo inicia en la boca con pre maxilar y maxilar pro táctil provisto de dientes pequeños; posee una lengua pequeña y lisa, a los lados de la cavidad bucofaríngea se encuentran las branquias. A partir del esófago no existe un estómago propiamente dicho, le sigue una región más dilatada del intestino que termina en un ciego pilórico con una curvatura poco distinguible, continuado con el intestino de mayor longitud que la cavidad celómica y se repliega en el interior.

El hígado es voluminoso, de color rojizo, además aquí se encuentra la vesícula biliar casi esférica y de color verde amarillento. El corazón pequeñísimo se halla situado cerca de la cavidad opercular (Asoc. IIP Qollasuyo, 2003)

a) Taxonomía del Ispi

Phyllum	: chordata
Sub-phyllum	: vertebrata
Super-clase	: pisces
Clase	: osteichthyes
Sub-clase	: actinopterygii
Super-orden	: teleostei

Orden	: cyprinodontiformes
Familia	: ciprinodontidae
Subfamilia	: orestiinae
Género	: <i>Orestias</i>
Especie	: <i>Orestias ispi</i>
Nombre común	: ispi (Lauzanne, 1981)

b) Biomasa

Cuadro N° 1 biomasa del ispi en el Lago Titicaca desde el año 1995-2004

ESPECIE/ años	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Ispi (Kg)	4580	24	10771	3261	939	4595	1979	157	3278	2679
	49	90	12	14	15	71	81	13	78	44

c) Madurez sexual

El macho presenta un testículo de forma alargada y la hembra presenta un ovario. El testículo y el ovario se conectan con el orificio genital de ambos órganos sexuales. La longitud promedio a la cual el 50% de la población de machos alcanza su madurez a los 64.5 mm de longitud, pudiendo presentarse individuos sexualmente inmaduros hasta los 92 mm y en las hembras el 50% de la población alcanza su primera madurez a los 74.0 mm de longitud, pudiendo presentarse individuos hasta los 107 mm como casos aislados (Asoc. IIP Qollasuyo 2003).

c) Distribución geográfica

Esta especie se encuentra distribuida por lo general en la zona norte del lago Titicaca, particularmente en las siguientes zonas: Yapura, Llachon-Capachica, Isla Amantani, Vilquechico, Huarisani, Quellahuyo, Jacantalla, Muelle Cariquita, Moho, Corina y Villa Tilali (Asoc. IIP Qollasuyo, 2003).

2.1.3 Jaulas flotantes

Una jaula flotante es una estructura compuesta por estructuras rígidas, sobre la cual se apoya un sistema de flotación que a su vez sostiene una bolsa o vivero, confeccionado de redes y que tiene un objetivo confinar a una población de peces que se cría, en un ambiente controlado y que cae hacia el fondo, cerrado por los lados. Todo el sistema 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 (FONDEPES, 2004).

Recintos cerrados semi sumergidos, que flotan en un medio acuático, con flujo permanente de agua, donde se cultivan 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, y esta función está principalmente influenciada por el volumen, la forma y el material que se emplea en el montaje y construcción de la infraestructura piscícola (Mantilla, 2004).

2.1.3.1 Partes de una Jaula Flotante

a) Estructura Flotante o Rígida

La estructura rígida se constituye en base a palos de eucalipto, en número de 8, los cuales unidos en sus extremos y fijados a un cilindro plástico por cada extremo, conforman un cuadro que da forma y flotabilidad a la jaula en esta se sujetan la bolsa o red constituida de paños, cabos e hilos cultivo (FONDEPES, 2004).

b) Bolsa

Es el medio que limita el volumen de agua donde se encuentran los peces sometidos al cultivo y debe estar formado por paño anchovetero, con aberturas de malla que no permita el escape de los mismos. La abertura de las mallas permite el (FONDEPES, 2004).

c) Templadores o fijadores de corriente

Tienen como finalidad mantener la jaula fija en un determinado lugar, dependiendo de muchos factores como: forma y dimensión de la jaula, características del fondo, profundidad, fuerza de la corriente de agua, oleaje, viento, variación del nivel de agua. Los materiales utilizados para la fijación son: cabos, boyas y sacos para lastre (FONDEPES, 2004).

2.1.3.2 Tipos de jaulas

➤ Jaulas rectangulares

Las jaulas rectangulares artesanales, son estructuras flotantes de 8 palos de eucalipto, formando un cuadrado, es recomendable el sistema de flotación en base a cilindros metálicos o de PVC, el sistema de flotación de boyas es más económico, 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 utilizadas tienen medidas de 5x5x3 (CIRNMA, 2004).

Las jaulas rectangulares conforman estructuras paralelepípedicas, básicamente los elementos son similares al de las jaulas circulares, en la parte inferior de las redes se distribuyen pesos que tensan las mismas y contribuyen a contrarrestar las corrientes de agua (García, 2009).

2.1.4 Alimento balanceado

Es un alimento elaborado con la combinación de distintos ingredientes o insumos de origen animal como harina de pescado, harina de huesos, aceite de pescado entre otros y de origen vegetal como harina de maíz, harina de soya, sub producto de trigo, entre otros. Este alimento está elaborado con una formulación determinada en función a los requerimientos nutritivos de la trucha (CIRNMA, 2004).

La composición del alimento balanceado para truchas debe ser similar al alimento natural en su composición nutricional, al fin de lograr el máximo crecimiento y desarrollo en el menor tiempo posible. En truchicultura 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 (FONDEPES, 2004).

Las truchas son peces con hábitos carnívoros, son aptos 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 múltiples ingredientes como: carbohidratos, grasas, proteínas, minerales, vitaminas (Mantilla, 2004).

2.1.4.1 Alimento nicovita

Nicovita truchas es un alimento extruido de óptima calidad, elaborada a partir de los mejores ingredientes. Nicovita garantiza una trucha con excelente presentación, uniformidad de tamaño, sabor y color, las presentaciones que tiene son:

Cuadro N° 2 Análisis químico proximal del alimento Nicovita.

Análisis Químico Proximal

	Truchas pre inicio, inicio KR1 Y KR2 (%)	Truchas crecimiento 1 y 2 (%)	Truchas engorde LHU (%) acabado P LHU	Truchas acabado E (%)	Truchas reproductor y reproductor P (%)
Proteínas, min.	45	42	42	40	40
Grasa, min.	11	11	11	14	11
Ceniza, max.	10	10	10	10	10
Humedad, max.	9.5	10	10	10	10
Fibra, max.	2.5	3	3.5	3.5	3.5

Truchas acabado:

Con 42 % de proteína, 11% de grasa, 3.5 % de fibra, 10 % de ceniza y un 10 % de humedad (Nicovita, s.f.).

a) Forma de suministro del alimento

Distribuir el alimento al boleó (esparciéndolo al aire), es recomendable distribuir el alimento desde el almacén, de acuerdo a la ración diaria que corresponde a cada una de las jaulas. Es importante distribuir el alimento por raciones al día, dar el alimento por intervalos, esperando que los peces lo consuman íntegramente (OPDSE, 2011).

b) Cálculo de ración alimentaria

Se calcula 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 fórmula: (Organismo Público Descentralizado Sierra Exportadora, 2011)

$$a \quad d = \frac{\text{porcentaje de peso corporal x biomasa}}{100}$$

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).

2.1.4.2 Alimentos húmedos

Son alimentos en estado natural sin elaboración en base a anchoveta o ispi, entero o picado y respecto a su uso se ha comprobado que es un alimento inadecuado para la producción de trucha, factor de conversión inadecuado, disminución significativa de la calidad, conduciendo a una textura mala con alta flacidez del músculo (Villenas 2010).

2.1.5 Crecimiento

Es un fenómeno de ganancia de peso y talla que logra el pez en el desarrollo de su vida, 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. El crecimiento en longitud o talla es la ganancia del tamaño, mientras la ganancia en peso, es la misma ganancia en longitud, pero expresada proporcionalmente a la tercera potencia (Blondet, 1996).

El crecimiento es el cambio de masa corporal 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).

2.1.6 Crecimiento por unidad térmica (CUT)

El crecimiento por unidades térmicas relaciona el crecimiento en longitud de los peces de acuerdo a los grados de temperatura existentes en el agua en el lapso de tiempo determinado. El CUT es altamente dependiente de los niveles de alimentación, los cuales deben ser óptimos de manera que los peces aprovechan mejor la temperatura del agua para crecer. El rango del CUT para salmones debe oscilar entre 0.002 y 0.007 cm/°C/día (COOFOPRO, 2013).

2.1.7 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 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). En Puno muchos productores obtienen Fc entre 1.6-1.7. 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).

2.1.8 Anestésicos

2.1.8.1 Tricaína metano sulfonato 80%

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

2.2 Marco conceptual

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

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

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.

Crecimiento: Ganancia de tamaño, en talla o peso de cualquier especie.

Factor de conversión alimentaria: eficacia o conversión alimentaria, indica el número de kilogramos de un determinado alimento, que se requiere para producir un kilogramo de pez.

Factor de condición (fc): es la relación que existe entre el largo y el ancho del pez, es una manera de determinar si los peces se están alimentando adecuadamente.

Frecuencia de alimentación: es el número de veces por día que se debe de suministrar alimento a los peces.

Jaulas flotantes: recintos cerrados por redes que flotan en un medio acuático, con un flujo permanente de agua, donde se mantienen o cultivan peces en forma controlada.

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.

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.

Ración alimentaria: cantidad de alimento a suministrar en kilogramos por jaula diariamente a un pez.

CAPITULO III: MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

El trabajo es de tipo descriptivo experimental.

Método de campo (fundamento): es el proceso que, utilizando el método científico, permite obtener nuevos conocimientos en el campo de la realidad social. (Investigación pura), o bien estudiar una situación para diagnosticar necesidades y problemas a efectos

de aplicar los conocimientos con fines prácticos (investigación aplicada). Este tipo de investigación es también conocida como investigación *in situ* ya que se realiza en el sitio donde se encuentra el objeto de estudio. Ello permite el conocimiento más a fondo del investigador, este puede manejar los datos con más seguridad y podrá soportarse diseños exploratorios, descriptivos y experimentales, creando una situación de control en la cual manipula sobre una o más variables dependientes.

Pasos previos al proceso metodológico:

3.1 Instalación de jaulas

- Se armaron 4 estructuras cuadradas, de 2.5 x 2.5 metros, con palos de eucalipto estas estructuras de palo se sujetaron a estructuras metálicas rígidas, por ambos extremos, con cabo de $\frac{1}{2}$ para que tengan soporte, luego se le agregaron 4 balizas una cada extremo.

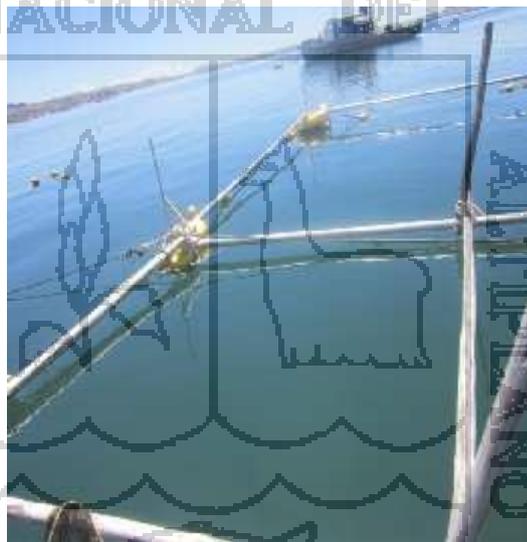


Figura N° 1 Armado de estructura con palos de eucalipto

- Seguidamente se instalaron las bolsas de malla de $\frac{1}{4}$ sin nudo, en las 4 estructuras.



Figuras N° 2 y 3 Instalación de las bolsas en las estructuras de palo de eucalipto.

- Una vez que se instalaron las jaulas, se trasladaron a los peces, que se encontraban en una jaula a 50 metros de distancia
- En cada jaula se pusieron 100 peces, los peces tenían un promedio de 102.7 g.
- En cada jaula se puso una tapa de malla de ¼, para evitar la pérdida de peces por predadores.
- El tipo de alimento que se utilizó fue alimento balanceado extruido de marca NICOVITA y alimento fresco (ispi) y se suministró de la siguiente manera:
 - Peces de la primera jaula se les suministro, exclusivamente, alimento balanceado extruido de la marca NICOVITA.
 - Peces de la segunda jaula se les suministro alimento balanceado extruido NICOVITA y alimento fresco (ispi), en un 50% respectivamente,
 - Peces de la tercera jaula se suministró 75% de alimento balanceado más un 25% de alimento fresco.
 - Peces de la cuarta jaula se le suministro exclusivamente alimento fresco (ispi).
- Para calcular la ración diaria de alimento, se hizo uso de la siguiente fórmula:

$$a \quad d = \frac{\text{porcentaje de peso corporal} \times \text{biomasa}}{100}$$

- Para obtener el % de peso corporal, se necesitaron datos de temperatura, la cual se midió diariamente con un termómetro digital como se muestra en la figura n° 4 y también se necesitó el peso promedio de los peces, con estos datos de T° y peso

promedio, se recurrió a la tabla comercial para truchas de la marca NICOVITA, la cual se muestra en el anexo n° 5 al hacer una intersección entre T° y peso promedio obtuvimos el dato del porcentaje del peso corporal.

- Para obtener la biomasa se utilizó la siguiente formula:

$$\text{Biomasa} = \text{peso promedio} \times \text{número de peces}$$

- Se multiplicó el peso promedio de los peces de cada jaula por el número de peces.
- Una vez obtenidos los datos de porcentaje de peso corporal y biomasa, estos datos se multiplicaron y este resultado se dividió entre 100 obteniendo así la ración de alimento diario.



Figura N° 4 Medida de la temperatura del agua del Lago Titicaca en Barco.

- A los peces de las jaulas 2, 3 y 4 que se les trato con alimento fresco (ispi) se les triplico la ración diaria de alimento, esto se debió a los antecedentes indican que es necesario entre 3 a 7 kilos de alimento fresco para obtener 1 kilo de carne.
- Las raciones de alimento balanceado y alimento fresco, se pesaron diariamente en una balanza digital, con capacidad de 5000 gramos.



Figura N° 5 Pesado del alimento fresco.



Figura N° 6 Pesado del alimento balanceado.

- Se alimentó a los peces diariamente, con el tratamiento que le correspondía a cada jaula.
- Se registró la cantidad de alimento que se suministró diariamente a cada jaula.

3.2 Evaluación del crecimiento de truchas producidas con alimento balanceado y fresco.

Para evaluar el crecimiento de las truchas se aplicó el método biométrico y la fórmula de crecimiento por unidad térmica (CUT).

Biometría (fundamento): cálculo del peso y talla de la población de peces. Permite controlar mediante muestreos como va desarrollando el pez a través del tiempo de crianza, es recomendable que estos muestreos sean quincenal o mensualmente, de acuerdo a la población y biomasa.

3.2.1 Uso de anestésicos para realizar biometría

Para realizar la biometría de los peces, se usó Tricaina Metanosulfonato 80% como anestésico, se pesó 1 gramo de Tricaina Metanosulfonato 80% y se disolvió el anestésico en 10 litros de agua que fueron vertidos en una tina de 50 litros de capacidad, se mesclo hasta que tuvo una apariencia uniforme, luego se pusieron los peces, en la solución, después de 3 minutos el anestésico hizo efecto como se muestra en la figura N° 7, y los peces fueron pesados en la balanza digital, se obtuvieron datos exactos del peso y también

de longitud ya que los peces no realizaban ningún movimiento, después de que fueron medidos y pesados, se les puso en una tina de agua para que se recuperen del efecto del anestésico y luego fueron devueltos a su respectiva jaula.



Figura N° 7 Efecto del anestésico sobre las truchas.

3.2.2 Biometría

Se evaluó el crecimiento (biometría) de truchas producidas con alimento balanceado y fresco cada 15 días, se registró los datos de cada evaluación.

- Se midió la longitud total de las truchas, en un ictiometro de madera de 50 cm de longitud, poniendo la mandíbula en la base del ictiometro y la aleta caudal del otro extremo.



Figura N° 8 Medida de longitud total de la trucha.

- Después de ser medidas, se pesaron las truchas en forma individual en una balanza digital con capacidad de 5000 gramos, se pesó un balde con agua suficiente para poder poner a la trucha, se taro la balanza con el peso del balde con agua, quedando la balanza en cero, seguidamente se puso a las truchas dentro del balde y se registró el peso que indicaba la balanza, luego las truchas fueron puestas en una tina con agua y luego devueltas a su respectiva jaula.



Figura N° 9 Pesado de la trucha.

3.2.3 Crecimiento Por Unidad Térmica (CUT)

Una vez obtenidos los datos de biometría, se procedió a aplicar la fórmula del crecimiento por unidad térmica, para tener un control adecuado del crecimiento de las truchas, se aplicó la fórmula de CUT a las 4 jaulas.

$$C = \frac{(\text{Longitud Final} - \text{Longitud Inicial})}{(\text{Temperatura Media Diaria} - \text{Tiempo})}$$

3.3 Determinación del factor de conversión alimenticia (FCA) con alimento fresco y balanceado en trucha arcoíris.

Factor De Conversión Alimentaria (FCA): permite medir matemáticamente en forma simple el nivel de incremento en peso de la población de peces en relación al alimento consumido en un rango de tiempo determinado.

Se determinó el factor de conversión alimenticia del alimento fresco y alimento balanceado en trucha arcoíris, para saber la eficiencia del alimento, el factor de conversión se obtuvo mediante la siguiente formula:

$$F = \frac{\text{alimento consumido}}{i \cdot d \cdot p}$$

- El factor de conversión alimenticia se calculó cada 15 días, primero se sumó la cantidad de alimento consumido en 14 días.
- Luego se calculó el incremento de peso (diferencia del peso final menos el peso inicial de las dos últimas biometrías).
- Una vez que se obtuvimos el resultado de los dos datos, se dividió el resultado del alimento consumido entre el resultado del incremento de peso.
- Esto se repitió en la jaula 1 y 4 con diferentes tratamientos, cada vez que se determinó el FCA se registraron los resultados.

3.4 Determinación del factor de condición en truchas alimentadas con alimento natural y balanceado.

Factor de condición (fundamento): el factor de condición indica si la población de peces están alimentados; adecuadamente, si el factor de condición es mayor a 1: el pez esta gordo, si el factor de condición es igual a 1 el pez está normal y si el factor de condición del pez es menor a 1 el pez esta delgado.

Se determinó el factor de condición en truchas tratadas con alimento fresco y alimento balanceado, para ello se usó la siguiente formula:

$$f \quad d \quad c = \frac{\text{peso del pez (g)} \times 100}{(\text{talla del pez en cm})^3}$$

- Primero se multiplicó el peso individual de cada pez por 100.
- Seguidamente se elevó al cubo el dato de longitud total de cada uno de los peces.

- Se dividió el (resultado del peso del pez multiplicado por 100) entre el (resultado de la talla del pez elevada al cubo).
- Se aplicó el mismo procedimiento para las 4 jaulas con diferentes tratamientos.
- Esos resultados fueron registrados, quincenalmente.

3.5 Evaluación del crecimiento real y el crecimiento esperado de la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*).

- Se evaluó el crecimiento real (peso) de la trucha Arcoiris de las 4 jaulas, desde el inicio del tratamiento hasta la culminación de este.
- Se revisó antecedentes en los que se evaluó el crecimiento de trucha arcoiris alimentadas con alimento balanceado y con alimento fresco.
- Se buscó bibliografía del crecimiento de trucha arcoiris respecto al tiempo de crecimiento.
- Se entrevistó a productores de trucha arcoiris de la zona de Chucasuyo y la zona de Barco (Chucuito) consultándoles el tiempo de crecimiento de sus truchas.
- Se hizo una comparación entre el crecimiento real (con nuestros tratamientos), el crecimiento obtenido por autores de nuestros antecedentes y el crecimiento que obtienen los productores de trucha.

3.6 Población

Se trabajó con juveniles de trucha arcoiris de 102.3 gr de peso promedio.

3.7 Muestra

Nuestra muestra será de 400 Juveniles de trucha arcoiris, distribuidos en 4 jaulas, 100 juveniles por jaula.

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

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

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%)

$$T = \frac{(1.96)^2 \times (1.4337)^2}{(0.05)^2}$$

TM= 3159

Para saber el número de individuos se aplica la siguiente formula:

$$N = \frac{TM}{\left(1 + \frac{TM}{N}\right)}$$

$$N = \frac{3}{\left(1 + \frac{3}{1}\right)}$$

N= 96

Se agregó un 4 % por mortandad natural, por lo cual cada tratamiento tendrá 100 individuos por cada bolsa.

Tratamiento 1: el T1 fue exclusivamente con alimento balanceado extruido de la marca NICOVITA.

Tratamiento 2: T2 50 % alimento balanceado más 50 % de ispi.

Tratamiento 3: T3 75% alimento balanceado y alimento fresco (ispi) en un 25%.

Tratamiento 4: T4 fue exclusivamente alimento fresco (ispi).

A los tratamientos 2, 3 y 4 con alimento fresco (ispi) se les triplico la ración, esto se debió a los antecedentes indican que es necesario entre 3 a 7 kilos de alimento fresco para obtener 1 kilo de carne.

3.8 Método estadístico

Se utilizó el análisis de varianza (ANDEVA), es un modelo estadístico para pruebas dependientes, se usa para investigación descriptiva experimental, se realizó el análisis estadístico con ayuda del programa SPSS. Se utilizó el análisis de varianza, para los datos de crecimiento.

Cuadro N° 3 Análisis de varianza del crecimiento de trucha arco iris producidas en jaulas flotantes en muelle Barco

F. de V.	G. de L.	S.C.	C.M.	F calculado
Tratamiento	$t - 1$	$\sum_{i=1}^t \frac{Y_{i.}^2}{r_i} - \frac{Y_{..}^2}{\sum_{i=1}^t r_i}$	$\frac{S_{t.}}{t - 1}$	$\frac{C_{t.}}{C_{e.e.}}$
Error experimental	$\sum_{i=1}^t (r_i - 1)$	$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - \sum_{i=1}^t \frac{Y_{i.}^2}{r_i}$	$\frac{S_{e.e.}}{\sum_{i=1}^t (r_i - 1)}$	
Total	$\sum_{i=1}^t r_i - 1$	$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - \frac{Y_{..}^2}{\sum_{i=1}^t r_i}$		

Para los datos del factor de conversión se utilizó el análisis de U de Mann-Whitney, del programa SPSS, esta prueba se utiliza, cuando se compara dos tratamientos.

CAPITULO IV: CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

4.1 Ámbito de estudio

El lugar donde se realizó la experimentación del proyecto será en Muelle-Barco, que tiene una latitud de a $15^{\circ}53'33.7137''$ S y una longitud de $69^{\circ}53'52.685''$ O. el trabajo de investigación se realizó en la concesión que pertenece a la Universidad Nacional del Altiplano, Muelle Barco, en las jaulas flotantes, producto del convenio de la UNA-P con la empresa ALICORP.



Figura N° 10 Área de ubicación del ámbito de estudio

4.2 Ubicación

Altitud: 3871 m.s.n.m.

Lugar: Lago Titicaca

Provincia: Chucuito

Departamento: Puno

Temperatura: 12.2° C

CAPITULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Evaluación del crecimiento de trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) producidas con alimento fresco y balanceado, en jaulas flotantes.

La evaluación del crecimiento de trucha arcoiris producidas con alimento balanceado y alimento fresco se realizó quincenalmente a los peces de las 4 jaulas mediante el método biométrico y el crecimiento por unidades térmicas (CUT).

5.1.1 Crecimiento quincenal de peso

Se realizaron 8 biometrías durante toda la evaluación, y en cada una de ellas se obtuvo un peso promedio, descrito a continuación.

La jaula n° 1 inicio con un peso promedio de 105.6 g, que fue incrementando hasta 462.64 g de peso promedio al final del tercer mes de evaluación, del inicio al final del tratamiento de la jaula n° 1 hubo un incremento de peso de 357.04 g.

En la jaula n° 2 se inició la evaluación del tratamiento con un peso promedio de 102.9 g hasta llegar a un peso de 444.12 g de peso promedio, incrementando 341.22 g en los tres meses de evaluación del tratamiento.

La jaula n° 3 inicio la evaluación con un peso promedio de 100 g, al finalizar los tres meses de evaluación del tratamiento llego a un peso promedio de 457.12 g, hubo un incremento de 357.12 g.

La jaula n° 4 tuvo un peso promedio inicial de 100.8 g, luego de los tres meses de evaluación del tratamiento, tuvo un peso promedio final de 352.84 g, incrementando 252.04 g.

Cuadro N° 4 Incremento quincenal de peso de truchas arco iris producidas en jaulas flotantes en muelle barco 2013.

BIOMETRÍA	PESO (g) JAULA N° 1 (AB 100%)	PESO (g) JAULA N° 2 (AB 50% + I 50%)	PESO (g) JAULA N° 3 (AB 75% + I 25 %)	PESO (g) JAULA N° 4 (I 100%)
1° BIOMETRÍA	105.6	102.9	100	100.8
2° BIOMETRÍA	132.8	135.6	138.5	120.2
3° BIOMETRÍA	175.3	175.5	193.56	157.8
4° BIOMETRÍA	215.8	198.5	238	207.6
5° BIOMETRÍA	242.1	267	275.76	239.4
6° BIOMETRÍA	341.0	331.8	329.36	278.4
7° BIOMETRÍA	421.4	400.4	406.48	320.8
8° BIOMETRÍA	462.6	444.1	457.12	352.8
Incremento de peso en 90 días	357.04	341.22	357.12	252.04

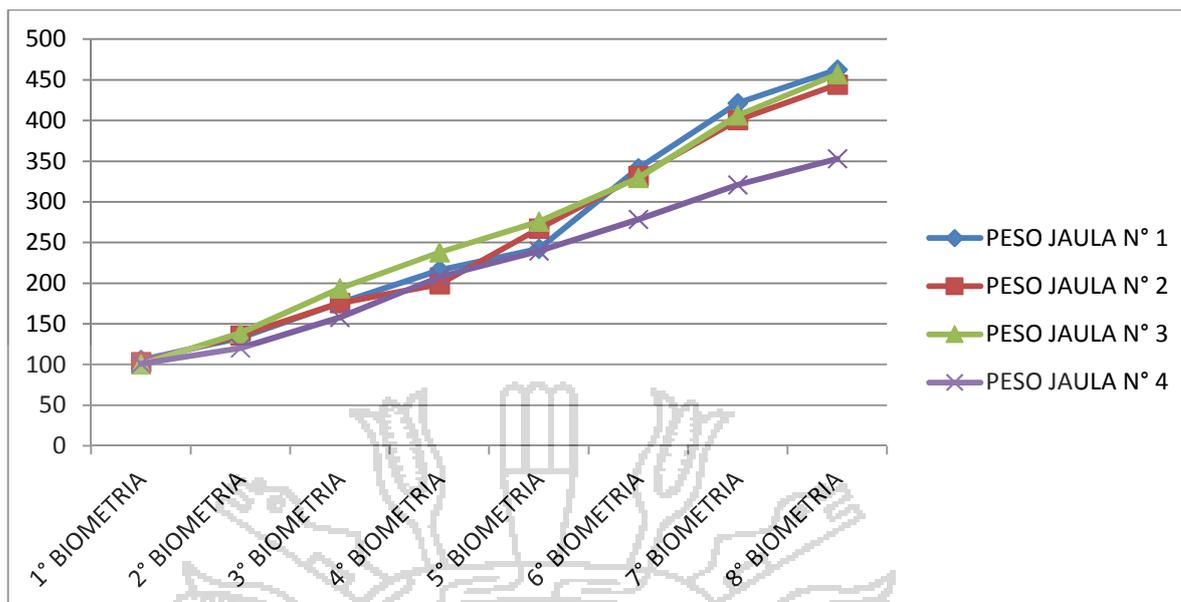


Grafico N° 1 Comparación de crecimiento de peso de las jaulas 1, 2, 3 y 4.

En el grafico n° 1 se puede apreciar el incremento del peso respecto al tiempo, de las truchas de las 4 jaulas, la gráfica muestra que los pesos de las jaulas n° 1, n° 2 y n° 3, representados por las curvas de crecimiento, se encuentran distantes de la curva de crecimiento de la jaula n° 4, esto debido a que el tratamiento de la jaula n° 4 tuvo un incremento menor en peso respecto a las jaulas n° 1 n° 2 y n° 3.

Coela tuvo un peso inicial de 80.2 g, al octavo mes obtuvo truchas con 279.8 g de peso, teniendo un incremento solo de 199.6 g, comparando con 357.04 g de incremento de peso en tres meses, supera el resultado del tesista Coela, debido a que el trabajo con una temperatura promedio de 13.8 °C y nosotros a 15.42 °C, y al tener mayor temperatura, el requerimiento de alimento fue mayor, por lo tanto hubo más incremento de peso.

Arredondo utilizó truchas con un peso inicial promedio de 98.24 g al cabo de 39 días de alimentación obtuvo 238.70 g de peso promedio, incrementando 140.26 g, nosotros tuvimos un peso inicial de 105.6 como se muestra en el cuadro n° 4 y a los 45 días o cuarta biometría el peso fue de 215.84 g habiendo un incremento de 110.24 g, siendo mayor el incremento de Arredondo, puesto que el trabajo a una temperatura de 19.8 °C por lo tanto la exigencia de alimento fue mayor y mayor fue el crecimiento, hay que aclarar también que trabajo con una densidad muy baja 0.483 kg/m³, nuestra densidad fue mayor a 1 kg/m³ como se muestra en el anexo 2, y a menor densidad los peces tienen mayor libertad, mas oxígeno y menor crecimiento .

5.1.2 Incremento quincenal de longitud

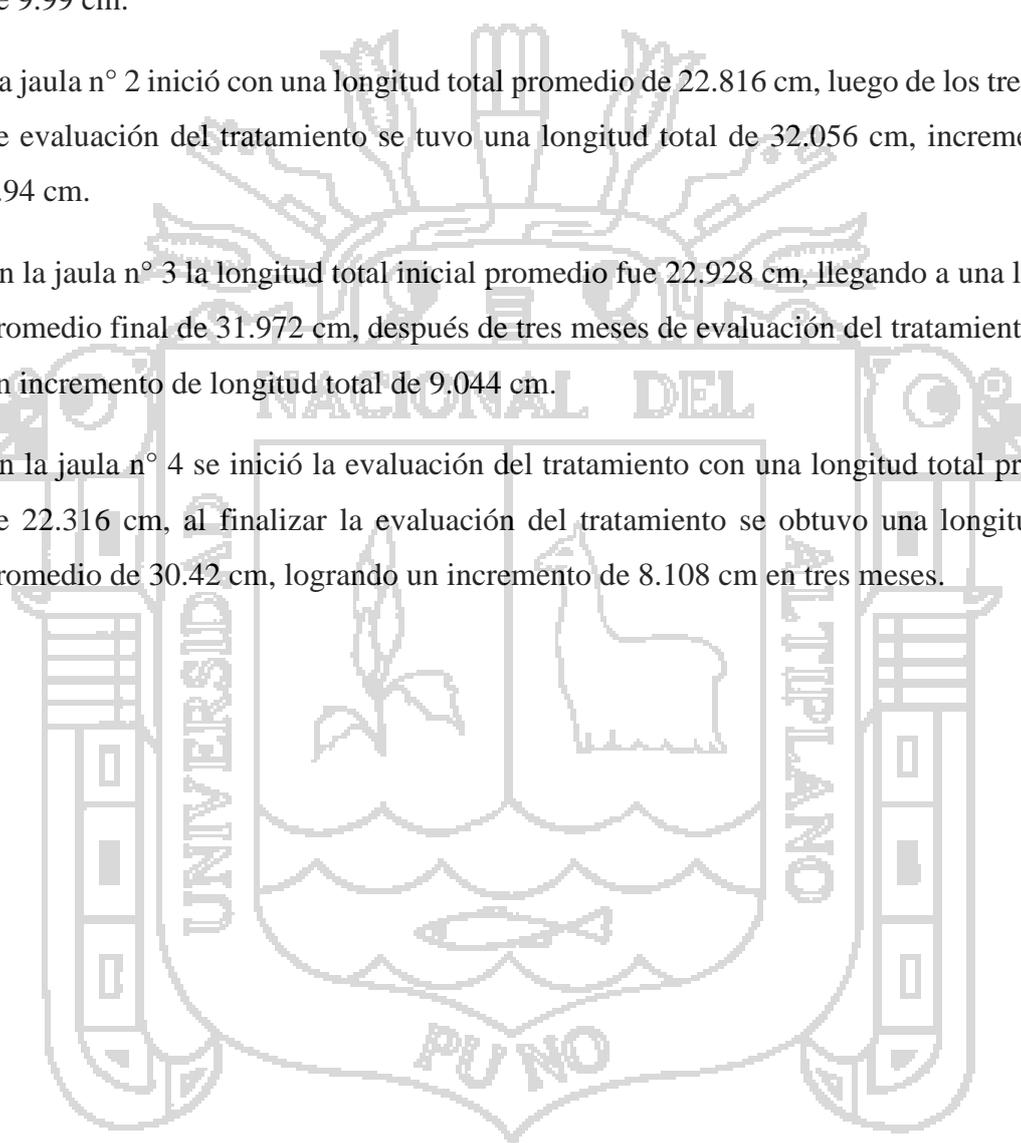
Se realizaron 8 biometrías en las que se obtuvo la longitud total de las truchas de las 4 jaulas.

En la jaula n° 1 los peces tuvieron una longitud total inicial promedio de 22.37 cm, hasta llegar a una longitud total de 32.36 cm al final del tercer mes de tratamiento, incremento de 9.99 cm.

La jaula n° 2 inició con una longitud total promedio de 22.816 cm, luego de los tres meses de evaluación del tratamiento se tuvo una longitud total de 32.056 cm, incrementando 9.94 cm.

En la jaula n° 3 la longitud total inicial promedio fue 22.928 cm, llegando a una longitud promedio final de 31.972 cm, después de tres meses de evaluación del tratamiento, hubo un incremento de longitud total de 9.044 cm.

En la jaula n° 4 se inició la evaluación del tratamiento con una longitud total promedio de 22.316 cm, al finalizar la evaluación del tratamiento se obtuvo una longitud total promedio de 30.42 cm, logrando un incremento de 8.108 cm en tres meses.



Cuadro N° 5 Incremento quincenal de longitud de truchas arco iris producidas en jaulas flotantes en muelle Barco 2013.

BIOMETRÍA	LONGITUD JAULA N° 1	LONGITUD JAULA N° 2	LONGITUD JAULA N° 3	LONGITUD JAULA N° 4
1° BIOMETRÍA	22.37	22.816	22.928	22.316
2° BIOMETRÍA	23.08	23.896	23.164	23.02
3° BIOMETRÍA	25.03	24.584	25.668	24.36
4° BIOMETRÍA	25.52	25.888	26.904	26.396
5° BIOMETRÍA	27.02	28.064	28.376	27.588
6° BIOMETRÍA	29.28	29.612	29.336	28.428
7° BIOMETRÍA	31.12	31.156	31.168	29.424
8° BIOMETRÍA	32.36	32.056	31.972	30.42
Incremento de longitud en 90 días	9.75	9.24	9.04	8.10

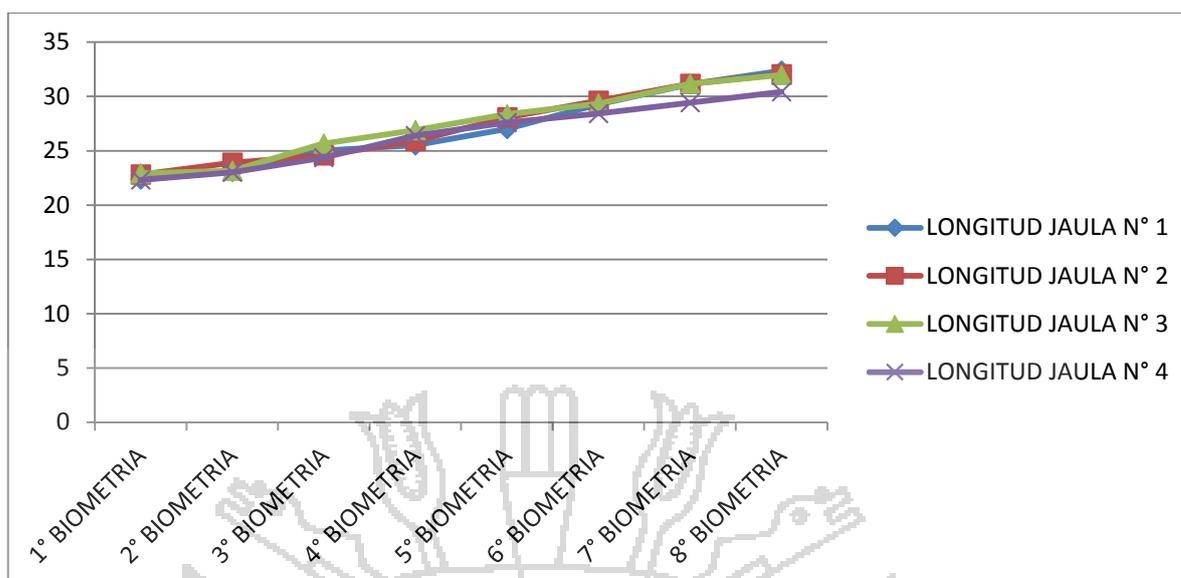


Grafico N° 2 Incremento quincenal de longitud de las jaulas 1, 2, 3 y 4.

El grafico n° 2 muestra las curvas de crecimiento de longitud total, de las cuatro jaulas, se aprecia que en las curvas de las jaulas n° 1, n° 2 y n° 3 están por encima de las curvas de crecimiento de la jaula n° 4, esto debido a que el incremento de longitud total fue mayor en las 3 primeras jaulas, respecto a la jaula n° 4.

Arredondo (1996) inicio su investigación con una longitud de 22.47 cm, al cabo de 39 días de alimentación 26.46 cm, incrementando 3.99 cm, nosotros iniciamos con 22.37 cm, después de 45 días o cuarta biometría como se aprecia en el cuadro n° 5 se obtuvo 25.52 cm habiendo un incremento de 3.15, siendo mayor el incremento obtenido por Arredondo, ya que las temperaturas con las que trabajó fueron mayores a las nuestras y la densidad de Arredondo fue menor a la nuestra 0.483 kg/m³, estos dos factores permitieron el mayor crecimiento de las truchas.

Coela al final del 5° mes de cultivo obtuvo una talla de 17.5 cm, luego de tres meses obtuvo truchas con una talla de 26.2 cm habiendo un incremento de 8.7 cm, nosotros iniciamos con 22.37 cm, luego de tres meses obtuvimos 32.36 cm, habiendo un incremento de 9.99 cm, siendo este incremento mayor al obtenido por el tesista Coela, ya que la temperatura con la que Coela trabajó fue de 13.6 °C y la nuestra fue de 15.42 °C, a mayor temperatura mayor requerimiento de alimento y por lo tanto mayor crecimiento.

5.1.3 Crecimiento de unidad térmica (CUT)

Se aplicó la fórmula del CUT a las cuatro jaulas, en la jaula 1 el menor crecimiento de unidad térmica se dio en la cuarta biometría con $0.002493 \text{ cm}/^{\circ}\text{C}/\text{día}$ y el mayor CUT se dio en la séptima biometría con $0.011487 \text{ cm}/^{\circ}\text{C}/\text{día}$.

La jaula 2, tuvo mayor CUT en la cuarta biometría con $0.010847 \text{ cm}/^{\circ}\text{C}/\text{día}$ y el menor CUT, se dio en la segunda biometría con $0.003494 \text{ cm}/^{\circ}\text{C}/\text{día}$.

La jaula 3, tuvo mayor CUT en la segunda biometría con $0.012717 \text{ cm}/^{\circ}\text{C}/\text{día}$ y el menor CUT se dio en la primera biometría con $0.001421 \text{ cm}/^{\circ}\text{C}/\text{día}$.

La jaula 4, tuvo mayor CUT en la tercera biometría con $0.009845 \text{ cm}/^{\circ}\text{C}/\text{día}$ y el menor CUT se dio en la quinta biometría con $0.003857 \text{ cm}/^{\circ}\text{C}/\text{día}$.

Cuadro N° 6 CUT de truchas arco iris producidas en jaulas flotantes en mulle Barco.

N° de biometría	jaula 1	jaula 2	jaula 3	jaula 4
1° biometría	0.004287 cm/ $^{\circ}$ C/día	0.006502 cm/ $^{\circ}$ C/día	0.001421 cm/ $^{\circ}$ C/día	0.004238 cm/ $^{\circ}$ C/día
2° biometría	0.009914 cm/ $^{\circ}$ C/día	0.003494 cm/ $^{\circ}$ C/día	0.012717 cm/ $^{\circ}$ C/día	0.006805 cm/ $^{\circ}$ C/día
3° biometría	0.007215 cm/ $^{\circ}$ C/día	0.006306 cm/ $^{\circ}$ C/día	0.005977 cm/ $^{\circ}$ C/día	0.009845 cm/ $^{\circ}$ C/día
4° biometría	0.002493 cm/ $^{\circ}$ C/día	0.010847 cm/ $^{\circ}$ C/día	0.007338 cm/ $^{\circ}$ C/día	0.005942 cm/ $^{\circ}$ C/día
5° biometría	0.010340 cm/ $^{\circ}$ C/día	0.007107 cm/ $^{\circ}$ C/día	0.004408 cm/ $^{\circ}$ C/día	0.003857 cm/ $^{\circ}$ C/día
6° biometría	0.008836 cm/ $^{\circ}$ C/día	0.007398 cm/ $^{\circ}$ C/día	0.008778 cm/ $^{\circ}$ C/día	0.004772 cm/ $^{\circ}$ C/día
7° biometría	0.011487 cm/ $^{\circ}$ C/día	0.008310 cm/ $^{\circ}$ C/día	0.007424 cm/ $^{\circ}$ C/día	0.009197 cm/ $^{\circ}$ C/día
promedio	0.007796 cm/ $^{\circ}$ C/día	0.007138 cm/ $^{\circ}$ C/día	0.006866 cm/ $^{\circ}$ C/día	0.006379 cm/ $^{\circ}$ C/día

El promedio del crecimiento de unidades térmicas en la jaula 1 fue $0.007796 \text{ cm}/^{\circ}\text{C}/\text{día}$, $0.007138 \text{ cm}/^{\circ}\text{C}/\text{día}$ en la jaula 2, $0.006866 \text{ cm}/^{\circ}\text{C}/\text{día}$ en la jaula 3 y en la jaula 4 el promedio fue $0.006379 \text{ cm}/^{\circ}\text{C}/\text{día}$, como se muestra en el cuadro n° 6.

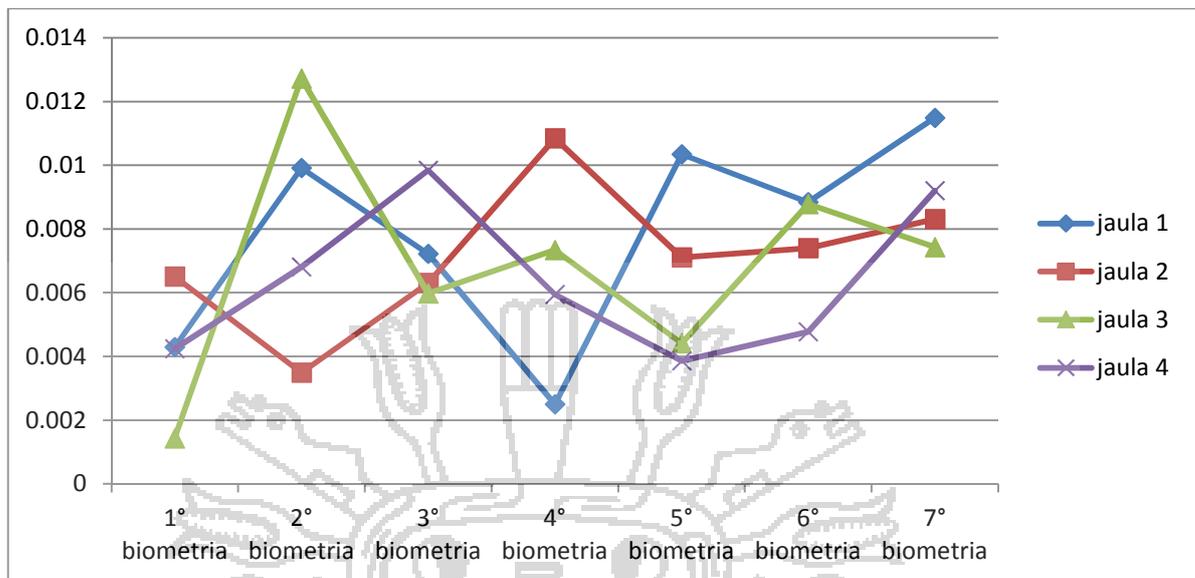


Grafico N° 3 Representación de crecimiento por unidades térmicas de las 4 jaulas.

El grafico n° 3 representa el CUT de las 4 jaulas, en siete biometrías, en el cual no existe mucha dispersión, el pico más alto pertenece a la jaula 3 en la segunda biometría y también presenta el dato más bajo en la primera biometría.

(COOFOPRO 2013) menciona: el rango del CUT debe oscilar entre $0.002 \text{ cm}^{\circ}\text{C}/\text{día}$ y $0.007 \text{ cm}^{\circ}\text{C}/\text{día}$, nuestros resultados con $0.007796 \text{ cm}^{\circ}\text{C}$ para la jaula 1, la jaula 2 con $0.007138 \text{ cm}^{\circ}\text{C}/\text{día}$, la jaula 3 con $0.006866 \text{ cm}^{\circ}\text{C}/\text{día}$ y la jaula 4 con $0.006379 \text{ cm}^{\circ}\text{C}/\text{día}$, se encuentran dentro del rango aceptable, esto debido a que las truchas de las 4 jaulas se alimentaron adecuadamente con la cantidad resultante de la tabla de temperatura y la fórmula de alimentación.

5.2 Determinación del factor de conversión alimenticia y el factor de condición en truchas criadas con alimento fresco y truchas criadas con alimento balanceado.

5.2.1 Determinación quincenal del factor de conversión

Se determinó el factor de conversión de las jaulas 1 y 4, para ello primero se obtuvo los datos del alimento consumido catorcenalmente, los datos del incremento de peso entre una biometría a otra.

Cuadro N° 7 Consumo de alimento balanceado y fresco, de las jaulas 1 y 4.

fecha	jaula n° 1		jaula n° 4	
	AB	ISPI	AB	ISPI
28-09-13/11-10-13	2.683	0	0	7.743
12-10-13/25-10-13	3.788	0	0	10.526
26-10-13/08-11-13	4.199	0	0	13.023
09-11-13/22-11-13	4.676	0	0	14.21
23-11-13/06-12-13	5.035	0	0	17.604
07-12-13/20-12-13	4.682	0	0	19.352
21-12-13/27-12-13	2.688	0	0	10.675
alimento total (Kg)	27.751	0	0	93.133

El cuadro N° 7 muestra las raciones de alimento balanceado y alimento fresco, consumido en las jaulas 1 y 4, se aprecia que la ración de alimento incrementa con el tiempo, esto debido a que los peces incrementaban su crecimiento y la ración era mayor, la cantidad de alimento, también incremento cuando la temperatura fue mayor y disminuía si la temperatura era menor, a mayor temperatura, los peces necesitaban mayor cantidad de alimento, puesto que su digestión era más rápida.

También se aprecia en el cuadro N° 7, que la jaula n° 1 consumió 27.751 kg de alimento balanceado, la jaula n° 4 consumió 93.133 kg de alimento fresco (ispi), la jaula n° 4 fue la que consumió mayor cantidad de alimento 93.13 kg, mientras que la jaula n° 1 consumió menor cantidad de alimento 27.751 kg de alimento balanceado.

Cuadro N° 8 Incremento de peso de trucha arco iris producidas en jaulas flotantes en muelle Barco 2013.

incremento de peso (g) en catorce días	Jaula n° 1	Jaula n° 4
--	------------	------------

1° incremento de peso	27.2	19.4
2° incremento de peso	42.56	37.64
3° incremento de peso	40.48	49.76
4° incremento de peso	26.28	31.8
5° incremento de peso	98.96	39.04
6° incremento de peso	80.36	42.44
7° incremento de peso	41.2	31.96
incremento total de peso	357.04	252.04

El cuadro N° 8 muestra el incremento de peso cada 14 días, de las jaulas n° 1 y n° 4, de las cuales, la jaula n° 1 tubo el mayor incremento de peso de 357.04 g, seguida por la jaula n° 4 con un incremento de 252.04, existiendo una diferencia de 105 g entre las 2 jaulas.

Cuadro N° 9 Factor de conversión de trucha arco iris de las jaulas 1 y 4 producidas en muelle Barco.

FCA	FACTOR DE CONVERSIÓN (JAULA 1)	FACTOR DE CONVERSIÓN (JAULA 4)
1° FCA	0.98	3.99
2° FCA	0.91	2.8
3° FCA	1.07	2.62
4° FCA	1.87	4.47
5° FCA	0.57	4.51
6° FCA	0.94	4.61
7° FCA	1.14	3.37
Promedio del FCA	1.07	3.77

El cuadro N° 9 se aprecia el Factor de Conversión Alimenticia (FCA) de la jaula n° 1 y la jaula n° 4, en el 4° FCA fue muy bajo para para la jaula n° 1, con respecto a los demás valores, esto debido a que entre esos días el agua del lago estaba turbia y hubo oleaje

fuerte, y al dar alimento a los peces, estos no tenían la visibilidad adecuada para captar todo el alimento, en el 5° FCA fue muy elevado, esto debido a que en esa fecha, hubo gran mortalidad de peces como se muestra en el anexo n° 1, de los 100 peces solo quedaron 67, reduciendo la densidad de carga como se muestra en el anexo n° 2 y al reducir la densidad de carga, incremento el peso de los peces y por consiguiente el FCA fue mayor, se tuvo un promedio del FCA que fue de 1.07: 1 es decir se necesitaron 1.07 kg de alimento balanceado para producir un kilo de carne.

En la jaula n° 4 el primer factor de conversión fue de 3.99, fue elevado comparándolo con el segundo FCA, esto debido a que los peces antes de empezar con el tratamiento, se les estaba alimentado con alimento balanceado, y el tratamiento que nosotros aplicamos, fue con alimento fresco, los peces no estaban acostumbrados a este alimento, por lo tanto las primeras veces estaban pasando por una etapa de acostumbramiento, y el alimento no fue aprovechado adecuadamente, en los siguientes factores de conversión ya los peces se adaptaron al tratamiento, obtuvimos un FCA de 3.77: 1, es decir se necesitaron 3.77 kg de alimento para producir 1 kg de carne.

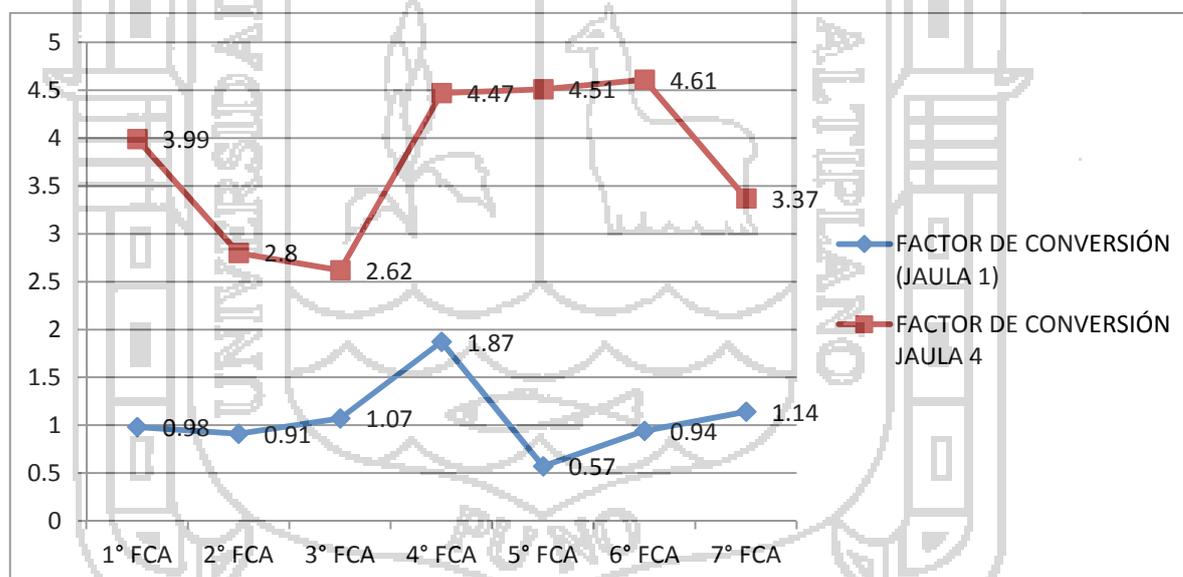


Grafico N° 4 Factor de conversión de las jaulas 1 y 4.

El grafico n° 4 muestra las curvas de crecimiento del FCA de las jaulas n° 1 y la jaula n° 4, las dos son muy distantes, en la jaula n° 1 los valores del FCA son menores a 2, siendo mejor que el FCA de la jaula n° 4 ya que los valores de esta son mayores a 2, y en

acuicultura el FCA del alimento es eficaz cuando su valor es 1 o menor a 1, cuando es mayor a 1 no es tan eficaz.

Arredondo obtuvo un factor de conversión fue de 1.4: 1 a una temperatura de 19.8 °C en truchas cultivadas con alimento balanceado, nosotros obtuvimos un factor de conversión de 1.07:1 a una temperatura de 15.42 °C, a mayor temperatura la ración alimentaria será mayor, pero según Blanco 1984, la temperatura para un buen crecimiento de la trucha debe estar entre 9° C y 17 °C en el caso de Arredondo la temperatura fue de 19.8 °C, las truchas recibieron mayor cantidad de alimento con esta temperatura, pero no asimilaron todo el alimento, porque el tenor de oxígeno baja y el organismo de las truchas se concentra en captar oxígeno, en cambio nosotros trabajamos con una temperatura de 15.42 °C, y está dentro del rango óptimo, por lo tanto la asimilación del alimento es eficiente.

Mamani obtuvo un factor de conversión de 0.7: 1, en trucha arcoiris en la etapa de alevinaje a juvenil, nosotros obtuvimos un factor de conversión de 1.07: 1 como se muestra en el cuadro n° 9, el resultado obtenido por Mamani es menor al nuestro porque su trabajo fue con alevinos, y nosotros trabajamos con juveniles, el factor de conversión es mucho menor en alevinos que en juveniles, ya que los alevinos captan alimento del medio donde se encuentran y el factor de conversión es menor, en cambio en juveniles el alimento captado del medio es mínimo por lo tanto el factor de condición se incrementa. En cambio Coela obtuvo un factor de conversión alimenticia de 1.07:1 a una temperatura de 13.8 °C, coincidiendo con nuestros resultados de 1.07:1, esto debido a que Coela alimento a las truchas utilizando la fórmula de ración alimentaria que de acuerdo a la temperatura y biomasa de las truchas que utilizamos nosotros.

Bernard indica que los antiguos salmonicultores de España obtenían factores de conversión entre 4:1 y 6:1 en pescado fresco, BLANCO calculó factores de conversión de 7:1 de pescado fresco, suministrado a salmones, FAO (s.f.) Menciona que el factor de conversión de ispi es de 4:1 obtenido por los productores de trucha de Puno, esto debido a que la alimentación se hacía y hace de forma empírica, sin el uso de tablas de alimentación, sin tener en cuenta la temperatura, y el alimento dado no es aprovechado en su totalidad, en cambio nuestros resultados fueron de 3.77:1 siendo menores, puesto que se dio el alimento de acuerdo a la ración correspondiente.

Anguas obtuvo un factor de conversión de 3.84:1 en cabrilla arenera, con 35% de alimento fresco y un 65% de alimento balanceado, a pesar que el tratamiento fue combinado con alimento balanceado, el factor de conversión fue mayor al nuestro que fue de 3.77:1 además la temperatura y demás condiciones de cultivo fueron diferentes a la nuestra.

5.2.2 Determinación quincenal del factor de condición

El factor de condición se calculó para las 4 jaulas en las 8 biometría que se realizó, como se aprecia en la cuadro N° 10.

Cuadro N° 10 Factor de condición de trucha arco iris de las jaulas 1, 2, 3 y 4 producidas en muelle Barco.

BIOMETRIA	FACTOR DE CONDICIÓN J1	FACTOR DE CONDICIÓN J2	FACTOR DE CONDICIÓN J3	FACTOR DE CONDICIÓN J4
1° BIOMETRIA	0.94	0.86	0.83	0.90
2° BIOMETRIA	1.07	0.99	1.11	0.98
3° BIOMETRIA	1.11	1.16	1.09	1.09
4° BIOMETRIA	1.14	1.12	1.17	1.11
5° BIOMETRIA	1.19	1.20	1.15	1.13
6° BIOMETRIA	1.35	1.26	1.25	1.20
7° BIOMETRIA	1.39	1.32	1.28	1.25
8° BIOMETRIA	1.36	1.34	1.33	1.25
Promedio	1.19	1.15	1.15	1.11

En la primera evaluación del factor de condición se muestran valores menores a la unidad en las 4 jaulas, indicando que los peces estaban relativamente flacos al inicio de la evaluación de los tratamientos, estos valores fueron incrementando, hasta llegar a un valor máximo de 1.36 en la jaula n° 1, 1.34 en la jaula n° 2, 1.33 en la jaula n° 3 y 1.25 en la jaula n° 4.

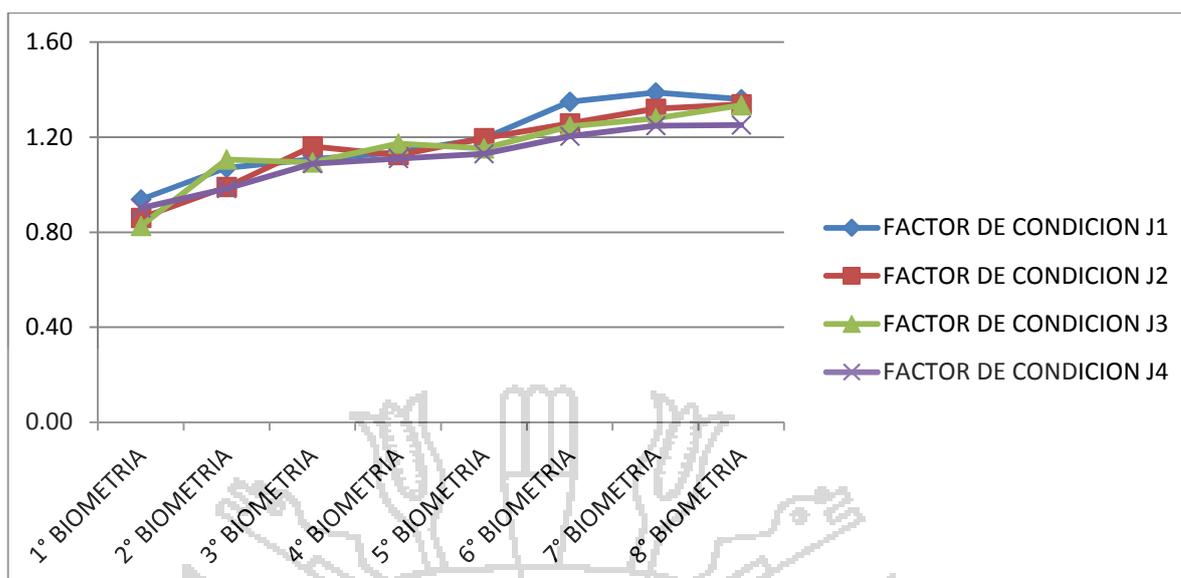


Grafico N° 5 Factor de condición de las jaulas 1, 2, 3 y 4.

El grafico n° 4 muestra los factores de condición de las 4 jaulas, de las cuales la curva de crecimiento de la jaula n° 4 se encuentra por debajo de las jaulas n° 1, n° 2 y n° 3.

Mamani obtuvo un factor de condición de factor de condición fue 1.26, nosotros obtuvimos un valor mínimo de 0.96 y un valor máximo de 1.39., Villenas indica si el Fc alcanza valores mayores a 1.5, indica que se está consumiendo mayor cantidad de alimento (sobrealimentación), nuestros resultados y los resultados obtenidos por Mamani están por debajo de 1.5, por lo tanto los peces no han sido sobrealimentados.

5.3 Evaluación del crecimiento real y el crecimiento esperado de la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) con los dos tipos de alimento.

Para la evaluación del crecimiento esperado se entrevistó a dos productores de trucha, de la zona de Chucasuyo y de Barco, también se tomó en cuenta los antecedentes respecto al crecimiento, como se muestra en el cuadro N° 11.

Cuadro N° 11 Comparación del crecimiento real y crecimiento esperado, de truchas producidas con alimento balanceado producidas en jaulas flotantes en muelle Barco.

crecimiento peso	Crecimiento esperado		Crecimiento real
	Productor Darwin Gomez	Tesista Tito Coela	Tesista Maria Flores
Peso inicial	100	80.2	105.6
Peso final	300	279.8	462.64
Incremento de peso	200	199.6	357.04

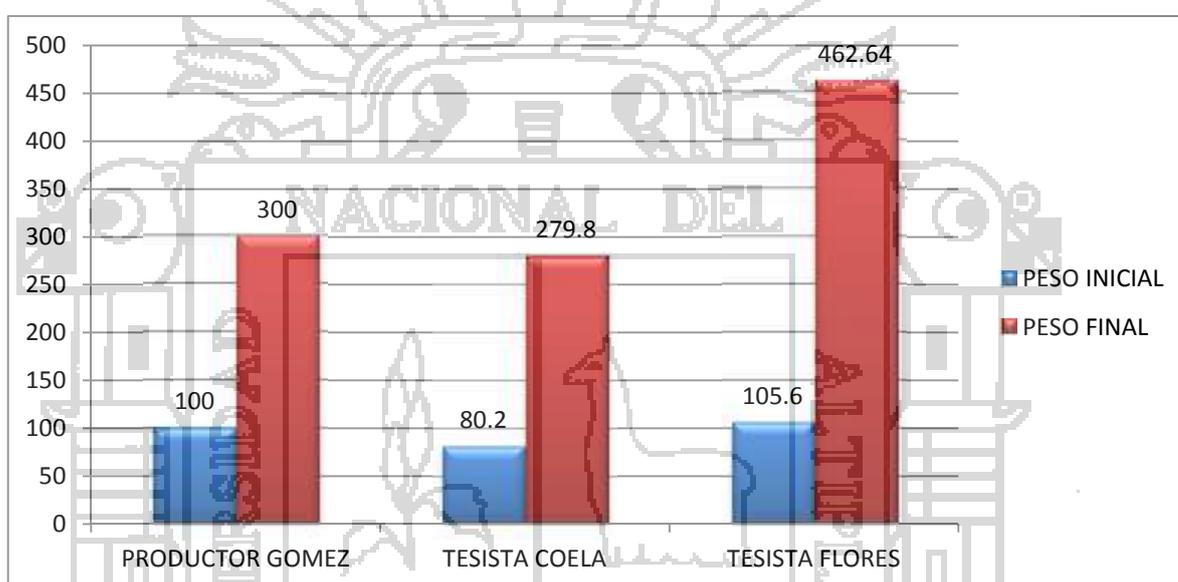


Grafico N° 6 Comparación del peso inicial y peso final del productor Gómez, y los tesista Coela y Flores

En el cuadro N° 11 se aprecia el incremento de peso obtenido por el productor Gomez, que fue de 200, el incremento del tesista Coela que fue de 199.6 g, se aprecia también en el grafico n° 6 que el mayor incremento de peso es el nuestro, seguido por Gomez y Coela, Coela utilizo tablas de alimentación, realizo biometrías, de forma adecuada pero sus resultados fueron menores al nuestro porque la temperatura con la que trabajo fue menor a la nuestra y al trabajar nosotros con temperaturas más altas, el requerimiento de alimento fue mayor, por lo tanto el crecimiento fue mayor, el productor Gomez también obtuvo resultados menores al nuestro, ya que el productor, alimenta a las truchas sin

darles la ración que corresponde de acuerdo a la tabla, no siendo suficiente la cantidad que les da para el requerimiento que las truchas tienen.

Cuadro N° 12 Comparación del crecimiento real y crecimiento esperado, de truchas producidas con alimento balanceado y alimento fresco (ispi).

	crecimiento esperado	crecimiento real
pesos	Productor Juan Marca	Tesista Maria Flores
peso inicial	100	102.8
peso final	250	444.12
incremento de peso	150	341.32

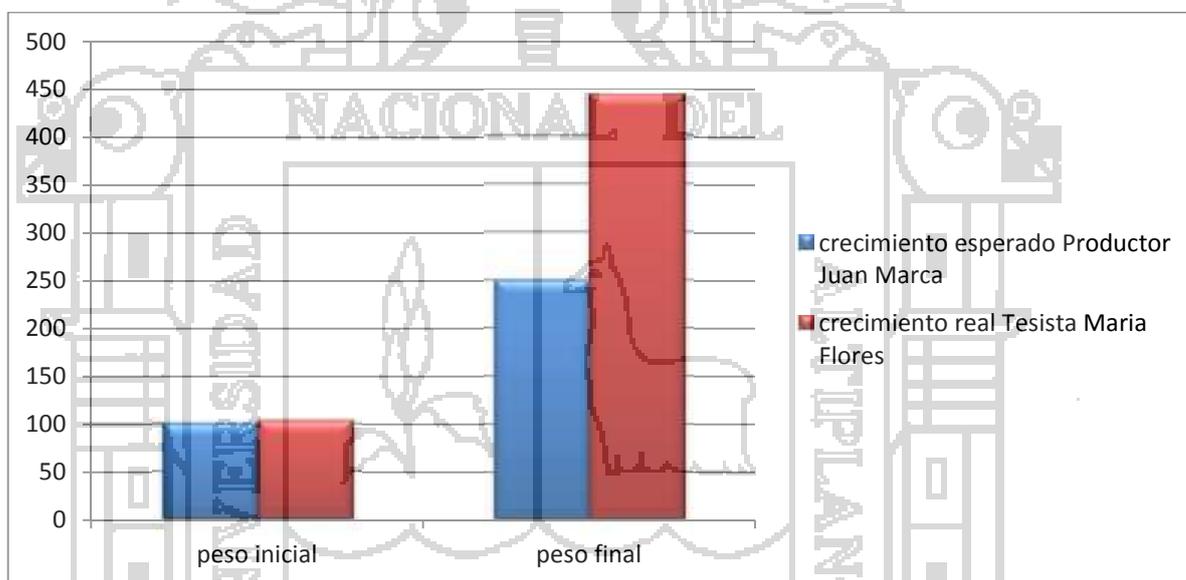


Gráfico N° 7 Comparación del crecimiento real y esperado del crecimiento inicial y crecimiento final

La cuadro N° 12 muestra el incremento de peso de las truchas producidas con alimento balanceado y alimento fresco, del Productor Marca y del presente trabajo de investigación, se aprecia que el incremento de peso del productor es de 150 g, en cambio el incremento de peso del trabajo de investigación es de 341.32, se aprecia también en el gráfico n° 7 que el peso esperado final, perteneciente a Marca es inferior al nuestro, esto debido a la forma de alimentación del productor, como pasa en la mayoría de productores, alimentan las truchas de forma empírica y no como se debe hacer, usando tablas de

alimentación, que están diseñadas de acuerdo al alimento y los requerimientos del pez, por ello nuestros resultados fueron mayores.

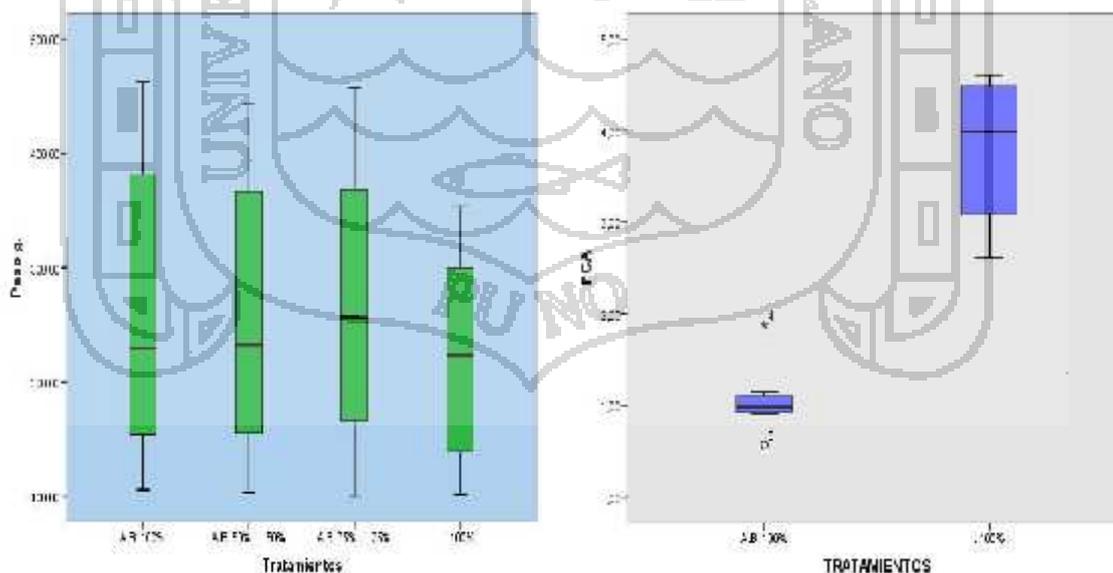
5.4 Diseño Estadístico

Se calculó el análisis de varianza (ANDEVA) como se muestra en la tabla n° 11 en el caso de crecimiento de peso, para saber si era o no significativo.

Cuadro n° 13 análisis de varianza del crecimiento de truchas arco iris.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	9981,369	3	3327,123	,231	,874
Intra-grupos	402923,372	28	14390,120		
Total	412904,741	31			

En el cuadro N° 13 se muestra el ANDEVA para los datos de peso, en el cual indica que la prueba de significancia representada por: sig, tiene un valor de 0,874, siendo mayor que F que tiene un valor de 0.231, por lo tanto, no es estadísticamente significativa.



En el Grafico N° 8 se muestra la comparación de pesos de truchas de las 4 jaulas, la línea del medio representa la media, se aprecia también que cada barra está dividida, en cuatro partes, esto representa a los cuartiles, las 4 barras se encuentran de forma casi paralela, puesto que no son significativamente diferentes.

El grafico N° 9 muestra la comparación del factor de conversión de la jaula 1 y 4, hay dos datos, representados por el asterisco y el círculo, los cuales representan datos por encima y por debajo de los demás datos, las dos barras se encuentran en diferentes posiciones ya que son significativamente diferentes.

Para los datos del factor de conversión alimenticia (FCA) se aplicó la prueba de U Mann-Whitney, del programa SPSS, los resultados obtenidos, se apresian en la cuadro N° 14.

Se observa que la prueba de significancia es 0.002, siendo menor a 0.005, por lo tanto existen diferencias estadísticamente significativas.

Cuadro N° 14 prueba de significancia de Mann-Whitney para el FCA.

	FCA
U de Mann-Whitney	,000
Sig. asintót. (bilateral)	,002
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	,001 ^b

CAPITULO VI: CONCLUSIONES

El crecimiento de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) producidas con alimento balanceado NICOVITA en la jaula 1, tuvo un incremento de 357.04 g de peso y 9.75 cm de longitud, el crecimiento en la jaula 2 producido con 50% alimento balanceado NICOVITA y 50% de alimento fresco (ispi) tuvo un incremento de 341.22 g de peso y 9.24 cm de longitud, la jaula 3 producida con 75% alimento balanceado NICOVITA y 25% alimento fresco (ispi) incremento 357.12 g de peso y 9.04 cm de longitud, la jaula 4 producida con alimento fresco (ispi) incremento 252.04 g de peso y 8.10 cm de longitud.

El Factor de Conversión en la jaula 1 producida con alimento balanceado NICOVITA fue de 1.07, mientras que el factor de conversión de la jaula 4 producida con alimento fresco (ispi) fue de 3.77 existiendo una diferencia del factor de conversión entre los dos tratamientos. El factor de condición en la jaula 1 incremento de 0.93 al inicio del tratamiento incrementando a 1.36 al final del tratamiento, el factor de condición en la jaula 2 al inicio del tratamiento fue de 0.86 incrementado a 1.84 al final del tratamiento, en la jaula 3 el factor de condición inicio con 0.83 y al final del tratamiento fue 1.33, mientras en la jaula 4 al inicio del tratamiento el factor de condición fue 0.90 y 1.25 al final del tratamiento.

El crecimiento real en cuanto a peso de peces tratados exclusivamente con alimento balanceado fue de 105.6 g hasta 462.64 en tres meses, a diferencia del crecimiento esperado que era de 100 g hasta 300 g en tres meses. El crecimiento real en cuanto al peso de peces tratados con alimento balanceado y alimento fresco fue de 102.9 g de peso al inicio hasta llegar a un peso de 444.12 al final del tercer mes, en cambio el crecimiento esperado fue de 100 g al inicio hasta llegar a 250 g al final del tercer mes.

CAPITULO VII: RECOMENDACIONES

Realizar estudios paralelos sobre el crecimiento de trucha arco iris, con otros productores.

Calcular la ración alimenticia diaria haciendo uso de la fórmula de alimento diario, tomando en cuenta la temperatura, biomasa, mortandad.

Realizar biometría a las truchas cultivadas dos veces por mes, para tener un mejor control del crecimiento y la correcta ración alimenticia.

Producir truchas arco iris con alimento balanceado exclusivo parra truchas, y no con alimento fresco como el ispi.

Utilizar el ispi como alimento para el consumo humano directo y no como alimento para truchas.



CAPITULO VIII: REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

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.
- 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.
- FLORES, M. (2013, diciembre). [Entrevista con Darwin Gomez, productor de trucha de la empresa Gomez Chucasuyo: Crecimiento de truchas con alimento balanceado]. Grabación en audio.
- FLORES, M. (2014, enero). [Entrevista con Edwin Marca, productor de la empresa marca: crecimiento de truchas con alimento balanceado y alimento fresco]. Grabación de audio.
- FONDEPES, (2004). Fondo nacional de desarrollo pesquero. Manual De Cultivo De Trucha Arcoiris en Jaulas Flotantes. Lima-Perú. 33, 36-38, 58 pág.
- GARCÍA, 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.
- LIÑAN, W. (2007). Crianza de Truchas. Miraflores -Lima-Perú. Empresa Editora E.I.R.L. 51 pág.
- MAMANI, E. (2006). Evaluación del crecimiento de salmónidos trucha dorada (*Salmo agua bonita*) y trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) cultivados en el Lago

Titicaca-Puno. Tesis de pregrado. Universidad Nacional del Altiplano. Puno – Perú. 2011.

MANTILLA, B. (2004). Acuicultura cultivo de truchas en jaulas flotantes. Lima. Editor general E.R.L.

ORGANISMO PÚBLICO DESCENTRALIZADO SIERRA EXPORTADORA, SEDE PUNO. (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.

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.

10.1 Web grafía

ANGUAS, B. & Civera, R. Efecto de la temperatura y la densidad de cultivo sobre el crecimiento de juveniles de la cabrilla arenera, *Paralabrax maculatofasciatus*. Laboratorio de biología experimental, centro interdisciplinario de ciencias marinas. Recuperado mayo 22, 2013 de <http://investigacion.izt.uam.mx/rehb/publicaciones/13-4PDF/309-316%20Anguas.pdf>

ARREDONDO, J. (1996). Evaluación del crecimiento, factor de conversión de alimento y calidad del agua de cultivo de trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) en sistema cerrado. Recuperado en abril 21, 2014 de http://www.bibliodigital.udec.cl/sdx/UDEC4/arredondo/doc/arredondo_r.pdf

CENTROVET, LABORATORIOS. Tricaina Metanosulfonato 80%. Recuperado enero 14, 2014 de http://www.centrovvet.cl/Documentos/FICHAS_TECNICAS_VADEMECUM2/ANTIINFLAMATORIOS_Y_ANESTESICOS/DOLICAL_80%25.pdf

COOPERACIÓN DE FOMENTO DE LA PRODUCCIÓN (COFOPRO). Taza de crecimiento en salmones. Recuperado diciembre 13, 2013 de http://repositoriodigital.corfo.cl/bitstream/handle/123456789/6411/90963_AN.pdf?sequence=6

CRUZ, J. (2011). Alertan pesca indiscriminada del ispi en el Titicaca. Recuperado mayo 28, 2013 de <http://www.pachamamaradio.org/19-10-2011/alertan-de-pesca-indiscriminada-de-ispi-en-el-lago-titicaca.html>

FAO (s.f.). Las pesquerías de aguas continentales frías en América Latina. Recuperado en julio 10 ,2013 de <http://www.fao.org/docrep/008/t4675s/t4675s04.htm>

Fondo Nacional De Desarrollo Pesquero (FONDEPES). Puno primer lugar en producción de trucha a nivel nacional. Recuperado setiembre 03 ,2013 de <http://www.larepublica.pe>.

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN, PRODUCCIÓN, SERVICIOS Y CAPACITACIÓN QOLLASUYO (IIP Qollasuyo). & CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y PRODUCCIÓN PESQUERA CHUCUITO UNA- PUNO. (2003). Compendio de publicaciones sobre especies ícticas nativas del lago Titicaca. Recuperado mayo 25, 2013 de http://www.altperubolivia.org/Web_Bio/PROYECTO/Docum_peru/21.24%20V3.pdf

KAREN SU (2011). Peces nativos del Titicaca van desapareciendo. Recuperado mayo 28, 2013 de <http://www.pachamamaradio.org/18-10-2011/peces-nativas-del-titicaca-van-desapareciendo.html>

Ministerio de la producción (PRODUCE). Línea de base del programa de apoyo a la pesca artesanal, la acuicultura y el manejo sostenible del ambiente-pro pesca. Recuperado en

junio 16, 2013 de

http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/1/jer/PROPESCA_OTRO/programaciony seguimiento/L%C3%ADnea%20base%20PROPESCA%20marzo%202008.pdf

NICOVITA (s.f.). Nicovita lento hundimiento. Recuperado setiembre 05, 2013 de

http://www.alicorp.com.pe/ohs_images/nicovita/popup/pop_truchas.html

SANTIAGO, J. & AMBROSIO, L. (1999). Estudio de las actividades y mejora de las Condiciones de producción acuícola en el lago Titicaca (Perú). Realizado por estudios biológicos E.B.S.L. Para la Agencia Española De Cooperación Internacional. Recuperado

en junio 14, 2013 de

<http://www.bvcooperacion.pe/biblioteca/bitstream/123456789/2036/1/BVCI0001832.pdf>

f





Anexo 1: mortalidad de peces

Jaula n° 1		Jaula n° 2	Jaula n° 3	Jaula n° 4
fecha	N° de muertos	N° de muertos	N° de muertos	N° de muertos
03/10/2013	1	0	0	0
09/10/2013	1	0	0	0
22/10/2013	1	1	0	0
26/10/13	0	1	0	0
09/11/2013	2	2	1	0
23/11/13	0	4	2	0
02/12/2013	28	2	2	0
07/12/2013	2	1	1	1
09/12/2013	3	1	1	0
13/12/13	0	1	0	0
21/12/2013	5	0	0	0
Total muertos	43	22	07	01
restantes	57	78	93	99

Anexo 2: densidad de carga de las 4 jaulas

BIOMETRIA	J1	J2	J3	J4
1° BIOMETRIA	1.76	1.72	1.67	1.68
2° BIOMETRIA	2.17	2.26	2.31	2.00
3° BIOMETRIA	2.83	2.87	3.23	2.63
4° BIOMETRIA	3.42	3.18	3.93	3.46
5° BIOMETRIA	2.70	4.09	4.50	3.99
6° BIOMETRIA	3.70	4.92	5.21	4.59
7° BIOMETRIA	4.00	5.81	6.37	5.29
8° BIOMETRIA	4.40	6.44	7.16	5.82



Anexo 3: 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 5: tabla de alimentación (NICOVITA)

PESO (G)		TEMPERATURA DEL AGUA (°C)									
desde	Hasta	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
0.0	0.17	4.5	4.85	5.20	5.60	6.00	6.80	7.00	7.80	8.90	9.20
0.18	1.41	3.8	4.10	4.40	4.70	5.00	5.70	6.00	6.60	7.50	7.80
1.42	4.9	2.9	3.10	3.30	3.55	3.80	4.40	5.00	5.30	5.80	6.00
5.0	12.4	2.5	2.65	2.80	3.00	3.20	3.70	4.00	4.20	4.60	5.00
12.5	24.9	1.9	2.05	2.20	2.35	2.50	2.90	3.20	3.60	3.80	4.20
25	39.9	1.7	1.73	1.75	1.88	2.00	2.30	2.60	3.00	3.20	3.40
40.0	59.9	1.5	1.60	1.70	1.85	2.00	2.20	2.60	2.80	3.00	3.20
60.0	79.9	1.45	1.48	1.51	1.71	1.90	2.10	2.40	2.60	2.90	3.10
80.0	99.9	1.4	1.45	1.51	1.65	1.80	2.00	2.20	2.40	2.80	3.00
100.0	119.9	1.25	1.35	1.45	1.58	1.70	1.90	2.10	2.25	2.50	2.65
120.0	139.9	1.20	1.30	1.40	1.50	1.60	1.80	2.00	2.10	2.20	2.30
140.0	159.9	1.10	1.23	1.35	1.43	1.50	1.65	1.80	1.90	2.00	2.10
160.0	179.9	1.08	1.19	1.30	1.35	1.40	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90
180.0	199.9	1.06	1.18	1.30	1.33	1.37	1.47	1.57	1.67	1.77	1.87
200.0	249.9	1.00	1.12	1.23	1.28	1.33	1.43	1.53	1.63	1.73	1.83
250.0	299.9	0.99	1.10	1.20	1.25	1.30	1.40	1.50	1.60	1.70	1.80
300.0	909.0	0.90	0.95	1.00	1.05	1.10	1.20	1.40	1.50	1.60	1.70

