

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA

FACULTAD DE CIENCIAS

Escuela Académico Profesional de Biología Microbiología

**“Evaluación comparativa de rentabilidad en el crecimiento de trucha
Arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes bajo una
alimentación comercial y otra de elaboración propia en
Faro-Pomata, Provincia de Puno, 2013.”**

Tesis presentada por:

Bach. Miriam Maribel Quispe Chara

Para optar el Título Profesional de:

BIÓLOGO MICROBIÓLOGO

TACNA-PERÚ

2014

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA

FACULTAD DE CIENCIAS

Escuela Académico Profesional de Biología Microbiología

TESIS N° 209

Título Profesional de Biólogo Microbiólogo

El Secretario Académico Administrativo de la Facultad de Ciencias, certifica que el Consejo de Facultad mediante resolución N° 7656-2014-FACI/UNJBG ha designado como jurados para la sustentación de la tesis: "Evaluación comparativa de rentabilidad en el crecimiento de trucha Arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes bajo una alimentación comercial y otra de elaboración propia en Faro-Pomata, Provincia de Puno, 2013."; El mismo conformado por:

PRESIDENTE : MSc. Cesar Efrain Rivaspiata Cabanillas.

SECRETARIO : MSc. Vicente Freddy Chambilla Quispe.

VOCAL : Blgo. Victor Hugo Carbajal Zegarra.

Para Examinar y calificar el trabajo de Tesis sustentado en acto público el día jueves 13 de marzo del 2014, presentado por la señorita Bachiller MIRIAM MARIBEL QUISPE CHARA de la Escuela Académico Profesional de Biología-Microbiología, para optar el título profesional de Biólogo-Microbiólogo.

El jurado calificador, en forma individual y secreta, emitieron su calificación, con el siguiente resultado: Aprobado por unanimidad con el calificativo de bueno con la nota de 16 (DIECISEIS).

Para calificar lo detallado, firman:


Blgo. Victor Hugo Carbajal Zegarra

VOCAL


MSc Vicente Freddy Chambilla Quispe

SECRETARIO


MSc. César Efrain Rivaspiata Cabanillas

PRESIDENTE

DEDICATORIA

A mi Padre Celestial por haberme dado la vida, por sus bendiciones, por ser siempre mi guía y por haberme dado a los mejores padres del mundo, gracias Señor.

A mi abuelito Mauro Quispe Chambilla en paz descanse, a quien con cariño siempre llamé papagrande, por haberme dado su cariño y haberme enseñado a amar mis raíces.

A mis padres Ceferino Quispe Illachura y Graciela Chara Galindo, por haberme guiado en esta vida, por su apoyo incondicional a lo largo de mi vida y demostrarme que todo se puede con esfuerzo y perseverancia.

A mi hermana gemela Miriam Elizabeth Quispe Chara, por regalarme siempre una sonrisa hasta en los momentos más difíciles.

AGRADECIMIENTOS

A mi asesor Dr. Blgo. Mblgo. César Julio Cáceda Quiroz, profesor de la Escuela Académico Profesional de Biología Microbiología de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna, por su apoyo y paciencia.

A mi co-asesor Ing. Luis Arnaldo Galindo Salazar, consultor, asesor y asistente técnico en: crianza, transformación y elaboración de alimento balanceado para truchas, por su apoyo y ayuda a resolver las dudas que surgieron a lo largo del desarrollo de la presente tesis.

A los profesores de la Escuela Académico Profesional de Biología Microbiología de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna, por sus enseñanzas a lo largo de mi formación como profesional.

A la Empresa de cultivo de truchas AQUARIUS TWINS S.C.R.L. ubicado en Faro Pomata y su equipo de trabajo por su cooperación y entusiasmo que hicieron posible la presente tesis.

A mis amigos Edith Mayra Briceño Huayta, Jhon Centeno Torres y Said Joel Zuñiga Rodríguez por su amistad.

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN	
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 OBJETIVOS.....	3
1.1.1 OBJETIVO GENERAL.....	3
1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
1.2 HIPÓTESIS.....	4
II. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 ACUICULTURA, PISCICULTURA	5
2.1.1 Conceptos generales.....	5
2.1.2 Antecedentes.....	8
2.2 LA TRUCHA ARCO IRIS.....	10
2.2.1 Taxonomía.....	10
2.2.2 Biología.....	11
2.2.3 Hábitat.....	12
2.2.4 Ciclo de vida.....	13
2.2.5 Alimentación	15
2.3 PARÁMETROS GENERALES PARA EL CULTIVO DE LA TRUCHA.....	18
2.3.1 Oxígeno disuelto.....	18

2.3.2	Temperatura.....	19
2.3.3	pH.....	20
2.3.4	Turbidez.....	21
2.3.5	Amonio.....	21
2.4	VENTAJAS DEL CULTIVO DE LA TRUCHA ARCO IRIS.....	23
2.4.1	Siembra escalonada.....	23
2.4.2	Biológicas y tecnológicas.....	23
2.4.3	Economía.....	24
2.5	ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE TRUCHA.....	24
2.5.1	Requerimientos nutricionales.....	24
2.5.2	Alimento balanceado.....	29
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	36
3.1	LUGAR EXPERIMENTAL.....	36
3.2	MATERIAL EN ESTUDIO.....	36
3.3	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	38
3.4	METODOLOGÍA.....	39
3.4.1	Instalación de las unidades experimentales en el área acuícola.....	39

3.4.2	Determinación de los parámetros físico-químicos del área acuícola.....	40
3.4.3	Elaboración de alimento propio.....	40
3.4.4	Alimentación de las truchas con alimento balanceado..	41
3.4.5	Toma de muestra.....	42
3.4.6	Medición del peso y talla de las truchas	43
3.4.7	Evaluación del crecimiento de las truchas (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) en estadio juvenil	43
3.4.8	Evaluación de la rentabilidad en el crecimiento de la trucha Arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	48
3.4.9	Análisis estadístico (ISEA et al., 2008).....	48
IV.	RESULTADOS.....	49
V.	DISCUSIÓN.....	87
VI.	CONCLUSIONES.....	94
VII.	RECOMENDACIONES.....	96
VIII.	BIBLIOGRAFÍA.....	98
IX.	ANEXOS.....	103

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 01: Promedio de la ración diaria de alimento para la trucha arco iris durante ocho semanas de alimentación.....	52
Cuadro 02: Análisis de varianza para la talla en la primera evaluación.....	54
Cuadro 03: Análisis de varianza para la talla en la segunda evaluación.....	55
Cuadro 04: Prueba de significación de Duncan para la talla en la segunda evaluación.....	55
Cuadro 05: Análisis de varianza para la talla en la tercera evaluación.....	56
Cuadro 06: Prueba de significación de Duncan para la talla en la tercera evaluación.....	56
Cuadro 07: Análisis de varianza para la talla en la cuarta evaluación.....	57
Cuadro 08: Prueba de significación de Duncan para la talla en la cuarta evaluación.....	57
Cuadro 09: Análisis de varianza para la talla en la quinta evaluación.....	58
Cuadro 10: Prueba de significación de Duncan para la talla en la quinta evaluación.....	58
Cuadro 11: Análisis de varianza para la talla en la sexta evaluación.....	59

Cuadro 12: Prueba de significación de Duncan para la talla en la sexta evaluación.....	59
Cuadro 13: Análisis de varianza para la talla en la séptima evaluación.....	60
Cuadro 14: Prueba de significación de Duncan para la talla en la séptima evaluación.....	60
Cuadro 15: Análisis de varianza para la talla en la octava evaluación.....	61
Cuadro 16: Prueba de significación de Duncan para la talla en la octava evaluación.....	61
Cuadro 17: Análisis de varianza para el peso en la primera evaluación.....	63
Cuadro 18: Prueba de significación de Duncan para el peso en la primera evaluación.....	63
Cuadro 19: Análisis de varianza para el peso en la segunda evaluación.....	64
Cuadro 20: Prueba de significación de Duncan para el peso en la segunda evaluación.....	64
Cuadro 21: Análisis de varianza para el peso en la tercera evaluación.....	65
Cuadro 22: Prueba de significación de Duncan para el peso en la tercera evaluación.....	65

Cuadro 23: Análisis de varianza para el peso en la cuarta evaluación.....	66
Cuadro 24: Prueba de significación de Duncan para el peso en la cuarta evaluación.....	66
Cuadro 25: Análisis de varianza para el peso en la quinta evaluación.....	67
Cuadro 26: Prueba de significación de Duncan para el peso en la quinta evaluación.....	67
Cuadro 27: Análisis de varianza para el peso en la sexta evaluación.....	68
Cuadro 28: Prueba de significación de Duncan para el peso en la sexta evaluación.....	68
Cuadro 29: Análisis de varianza para el peso en la séptima evaluación.....	69
Cuadro 30: Prueba de significación de Duncan para el peso en la séptima evaluación.....	69
Cuadro 31: Análisis de varianza para el peso en la octava evaluación.....	70
Cuadro 32: Prueba de significación de Duncan para el peso en la octava evaluación.....	70
Cuadro 33: Biomasa obtenida al inicio y final del ensayo.....	72

Cuadro 34: Análisis de varianza para el incremento de biomasa (Kg) entre los tratamientos.....	73
Cuadro 35: Prueba de significación de Duncan para el incremento de biomasa (Kg) en ocho semanas de alimentación.....	73
Cuadro 36: Análisis de varianza para el costo de alimentación (s/.) por jaula entre los tratamientos después de ocho semanas de alimentación.....	74
Cuadro 37: Prueba de significación de Duncan para el costo de alimentación (s/.) en ocho semanas de alimentación.....	74
Cuadro 38: Promedios del factor de conversión alimentaria para cada tratamiento	76
Cuadro 39: Análisis de varianza para el factor de conversión alimentaria para cada tratamiento.....	77
Cuadro 40: Prueba de significación de Duncan para el fca en ocho semanas de alimentación.....	77
Cuadro 41: Promedio de la tasa de crecimiento específico (tce) en ocho semanas de alimentación.....	79
Cuadro 42: Promedio del factor de condición corporal (k) de truchas arco iris en ocho semanas de alimentación.....	81

Cuadro 43: Promedios del índice de rentabilidad (s/. / kg) para cada tratamiento después de ocho semanas de alimentación..... 84

Cuadro 44: Análisis de varianza para el índice de rentabilidad..... 85

Cuadro 45: Prueba de significación de Duncan para el índice rentabilidad (s/./kg) en ocho semanas de alimentación..... 85

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 01: Fluctuación del oxígeno disuelto durante las ocho semanas de alimentación en los meses de septiembre y octubre del 2013.....	49
Gráfico 02: Fluctuación de la temperatura durante las ocho semanas de alimentación en los meses de septiembre y octubre del 2013.....	50
Gráfico 03: Regresión lineal del oxígeno disuelto en relación a la temperatura.....	51
Gráfico 04: Ración diaria de alimento, expresada como % del peso corporal de las truchas, por tratamiento.....	53
Gráfico 05: Evolución de la talla (cm) de las truchas sometidas a diferentes tipos de alimentación durante ocho semanas de alimentación.....	62
Gráfico 06: Evolución del peso (g) total de las truchas sometidas a diferentes tipos de alimentación durante ocho semanas de alimentación.....	71
Gráfico 07: Incremento de biomasa (kg) y costo de alimentación (s/.) promedio por tratamiento a las ocho semanas de alimentación.....	75
Gráfico 08: Comparación del FCA promedio de los tratamientos a las ocho semanas de alimentación.....	78
Gráfico 09: Tasa de crecimiento específico (TCE) (%/día) de truchas arco iris propia durante 8 semanas.....	80

Gráfico 10: Factor de condición corporal (k) de truchas arco iris durante 8 semanas..... 82

Gráfico 11: Relación entre talla-peso de truchas arco iris durante ocho semanas de alimentación..... 83

Gráfico 12: Comparación del índice de rentabilidad de los tratamientos a las ocho semanas de alimentación..... 86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01: Características físico químicas del agua para la truchicultura.....	22
Tabla 02: Requerimiento nutricional para truchas de diferentes estadíos.....	28
Tabla 03: Tipo de alimento de acuerdo al estadío.....	30
Tabla 04: Frecuencia de alimentación.....	31
Tabla 05: Racionamiento de alimento por día.....	35
Tabla 06: Tasa de alimentación.....	41

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 01: Esquema de la distribución de tratamientos para el crecimiento de truchas arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>).....	104
Anexo 02: Cuadro de la fluctuación de la temperatura y oxígeno disuelto del área experimental durante el mes de octubre y septiembre del 2013.....	104
Anexo 03: Efecto de los tratamientos en la talla de la trucha en estadio juvenil durante ocho semanas de alimentación.....	105
Anexo 04: Efecto de los tratamientos en el peso de la trucha en estadio juvenil durante ocho semanas de alimentación.....	106
Anexo 05: Promedios de la biomasa para cada tratamiento después de ocho semanas de alimentación.....	107
Anexo 06: Cantidad total de alimento suministrado a cada unidad experimental después de ocho semanas de alimentación.....	107
Anexo 07: Tasa de crecimiento específico de truchas arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) durante ocho semanas de alimentación.....	108

Anexo 08: Efecto de los tratamientos en el factor de condición corporal (K) de la trucha en estadio juvenil durante ocho semanas de alimentación.....	109
Anexo 09: Resultado de análisis del alimento balanceado de elaboración propia de la empresa AQUARIUS TWINS S. C. R. L.....	110
Anexo 11: Mapa de ubicación de la empresa AQUARIUS TWINSS. C. R. L.....	111
Anexo 12: Flujo de procesamiento del alimento balanceado propio.....	112
Anexo 13: Fotos tomadas durante la etapa experimental.....	113

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la rentabilidad en el crecimiento de la trucha Arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes mediante la comparación entre una alimentación comercial y otra de elaboración propia en la zona de Faro-Pomata en la provincia de Puno.

Se realizó un diseño completamente aleatorizado con dos tratamientos y un tratamiento control, con tres repeticiones, haciendo así 9 unidades experimentales, las cuales constaban de una jaula conteniendo 10 000 truchas en estadio juvenil cada una. Se determinaron los parámetros físico químicos como la temperatura, con un rango de 13,2 a 13,6 °C y el oxígeno disuelto con un rango de 6,2 a 6,6 ppm en ocho semanas durante los meses de septiembre y octubre del 2013. Se evaluó el crecimiento de las truchas juveniles (*Oncorhynchus mykiss*) en 2 meses de alimentación determinándose que el T2 (alimento balanceado de ELABORACIÓN PROPIA) presentó mayor incremento en el crecimiento con respecto a la talla y peso, seguido del T1 (alimento balanceado NICOVITA) y en último lugar se encuentra el tratamiento control (alimento balanceado PURINA). Se evaluó la rentabilidad en el crecimiento de la trucha Arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) para cada tratamiento, determinando el valor del índice de rentabilidad expresado como el costo de alimentación por kilogramo de peso ganado para el T1 con 3,43 S./Kg, para el T2 con 5,13 S./Kg y para el Tc con 4,68 S./Kg.

I. INTRODUCCIÓN

La trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), es una especie íctica perteneciente a la familia Salmonidae, originaria de las costas del Pacífico de América del Norte, debido a su fácil adaptación al cautiverio, su crianza ha sido ampliamente difundida casi en todo el mundo. El cultivo de truchas es la práctica acuícola más antigua de América Latina y en América del Sur, se encuentra distribuida en Argentina, Brasil, Bolivia, Chile, Colombia Ecuador, Perú y Venezuela con fines comerciales. En términos de cantidad y valor agregado, la trucha es una de las tres especies acuáticas más importantes en la región de Puno. Sólo en Puno existen más de 370 pequeños productores que cultivan la trucha de forma artesanal y se dirigen a los mercados de las ciudades de Puno y Cusco.

En un sistema intensivo de producción, donde los peces son cultivados en jaulas suspendidas en los cuerpos de agua, el alimento artificial de origen exógeno es usualmente la única fuente nutricional a la que acceden los peces. Por lo tanto, la correcta presentación del alimento junto con un adecuado nivel de alimentación son aspectos de suma importancia que no se deben subestimar.

Algunos años atrás los resultados poco satisfactorios de proyectos truchícolas en Perú, tales como problemas relativos a la oferta, la calidad, la falta de insumos y

el costo excesivo del alimento para las “truchas”, ha conllevado a los productores adoptar con éxito la iniciativa de la altipesca, el utilizar el “ispi” fue rentable gracias a su bajo costo, aunque para producir un kg de carne de “trucha” se necesitaban 4 kg de “ispi” fresco, frente a los 2 kg de los alimentos comerciales.

Por otra parte, la producción de “trucha Arco iris”, el alimento y los costos de alimentación generalmente representan el mayor costo operativo en una explotación intensiva puede llegar a constituir hasta el 65% de los costos de producción se ha propiciado la formulación y experimentación de nuevas alternativas alimenticias, así como también las estrategias de alimentación que reduzcan la inversión económica a este rubro.

En base a estos antecedentes y dado a que cada día se suma a mayor importancia el aspecto económico en el aspecto de la alimentación de la trucha es que se ha optado por realizar el trabajo presente, que pudiera servir a futuro a truchicultores que opten por hacer su propio alimento balanceado de truchas a un costo accesible.

1.1 OBJETIVOS:

1.1.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la rentabilidad en el crecimiento de la trucha Arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes mediante la comparación entre una alimentación comercial y otra de elaboración propia en Faro-Pomata, Provincia de Puno, 2013.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los parámetros físicos químicos del área acuícola de estudio.
- Evaluar el crecimiento de las truchas juveniles (*Oncorhynchus mykiss*) para cada tratamiento, en 2 meses de alimentación.
- Evaluar la rentabilidad en el crecimiento de la trucha Arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) para cada tratamiento.
- Comparar la rentabilidad entre cada uno de los tratamientos evaluados mediante análisis estadístico.

1.2 HIPÓTESIS

La alimentación balanceada de elaboración propia presenta una mejor rentabilidad en el crecimiento de la trucha Arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) criadas en jaulas flotantes en Faro-Pomata, Puno – 2013.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 ACUICULTURA, PISCICULTURA

2.1.1 Conceptos generales

La FAO (2003) define **acuicultura** como el cultivo de organismos acuáticos en áreas continentales o costeras, que implica por un lado la intervención en el proceso de crianza para mejorar la producción y por el otro la propiedad individual o empresarial del stock cultivado. En forma global, el término acuicultura reúne a todas aquellas acciones que tienen por objeto la producción, el crecimiento y comercialización de organismos acuáticos animales o vegetales de aguas dulces, salobres o saladas. Implica el control de las diferentes etapas de desarrollo hasta la cosecha, proporcionando a los organismos los medios adecuados para su crecimiento y engorde (DINARA, 2010).

En el mundo se han desarrollado diferentes sistemas de acuicultura, ya sea en ambiente marino, de agua salobre o dulce de superficie, para el cultivo de una amplia variedad de organismos acuáticos. Los sistemas pueden ser de base terrestre o de base acuática (ISEA, 2008):

Los sistemas de base terrestre, son aquellos sistemas que comprenden principalmente estanques, arrozales y otras instalaciones construidas sobre tierra firme. Los estanques constituyen los sistemas de acuicultura más comunes, pudiendo variar desde pequeños, rudimentarios, con equipos de alimentación por gravedad, hasta los grandes geométricos, construidos empleando maquinarias que implican un sofisticado régimen de gestión del agua. Carpas, cachamas, truchas y tilapias, especies de peces ampliamente cultivados, crecen comúnmente en estanques de agua dulce, mientras que camarones y peces de aleta tolerantes a aguas más salinas son cultivadas en estanques de agua salobre.

Los sistemas de base acuática, son aquellos que incluyen recintos, corrales, jaulas y balsas, que se colocan habitualmente en costas protegidas o aguas interiores. Los recintos son formados mediante el cierre de una bahía natural, con una barrera sólida, de red o malla. Los corrales o jaulas son estructuras cerradas, hechas con estacas, redes y mallas. Los corrales descansan en el fondo de la masa de agua, mientras que las jaulas permanecen suspendidas de postes o balsas que flotan en la superficie del agua. De manera semejante a los sistemas de producción ganaderos que varían desde los sistemas pastorales extensivos hasta los sistemas de cría en establo, la acuicultura es practicada con diferentes grados de intensidad.

Piscicultura, es el cultivo de peces, bajo condiciones controladas o semi controladas (MENDOZA, 2004).

Según la densidad de carga y el manejo existen diferentes tipos de piscicultura: extensiva, semi-intensiva, intensiva.

Extensiva, es el cultivo extensivo la cual depende exclusivamente de los alimentos naturalmente disponibles en el medio acuático, como plancton, detritos, organismos bentónicos y organismos en suspensión, sin aportación de ningún alimento suplementario.

Semi-intensiva, su cultivo es en ambientes naturales o artificiales, comprende la adición de alimentos de bajo contenido proteico, preparados a base de insumos locales o subproductos agrícolas, para complementar la alimentación natural. Los métodos extensivos y semi-intensivos sólo resultan adecuados para peces planctívoros, omnívoros o que se alimenten de organismos bentónicos, flotantes o de detritos, y no son aptos para peces con grandes exigencias de proteínas, tal es el caso del cultivo de truchas, o que no estén adaptados, desde el punto de vista anatómico, fisiológico o de comportamiento, para consumir esos tipos de alimentos.

Intensiva, en este cultivo se usa tecnología avanzada y un mayor nivel de manejo para tener un rendimiento más elevado, los peces se

alimentan exclusivamente con alimentos balanceados ricos en proteínas. Las especies carnívoras, como los salmónidos y muchos bagres no pueden cultivarse con éxito sin recurrir a métodos intensivos, utilizando alimentos basadas sobre todo en proteínas de pescado.

2.1.2 Antecedentes

En el siglo XIV, monjes franceses desarrollaron el cultivo de la trucha Arco iris. A fines del siglo XVIII se logró fecundar huevos de trucha y de salmón artificialmente, a partir del desarrollo de una técnica que un siglo más tarde contribuyó a la repoblación con alevines de estas especies. En el siglo XX, hacia fines de la década de los 40, los países de la región del Indo-Pacífico Taiwán y Filipinas, practicaban la acuicultura de numerosas especies como carpas, tilapias y moluscos bivalvos en forma intensiva, con tecnologías más avanzadas, permitiendo la comercialización masiva de la producción, cubriendo la demanda de proteína en sus mercados locales (DINARA, 2010).

La trucha “Arco iris” (*Oncorhynchus mykiss*), es una especie íctica perteneciente a la familia Salmonidae, originaria de las costas del Pacífico de América del Norte, que debido a su fácil adaptación al cautiverio, su crianza ha sido ampliamente difundida casi en todo el mundo. En América del Sur se encuentra distribuida en Argentina, Brasil, Bolivia, Chile, Colombia Ecuador, Perú y Venezuela. La introducción de

esta especie en el Perú tuvo lugar en el año 1928, desde los Estados Unidos de Norteamérica, con una cantidad de 50 000 huevos, los mismos que fueron instalados en un criadero a orillas del río Tishgo, en La Oroya-Junín, distribuyéndose a los ríos y lagunas de Junín y Pasco. En el año de **1930** fueron transportados 50 truchas adultas a la Estación Piscícola El Ingenio. En 1941 fueron transportadas 25 000 huevos de trucha desde la Estación Piscícola El Ingenio a la Estación Piscícola de Chucuito-Puno, poblándose todo el sistema hidrográfico del Lago Titicaca y otras lagunas, como la de Languilayo-Cusco, donde inicialmente se llegaron a sembrar 2 000 alevines de esta especie; a partir de esas fechas se han venido poblando paulatinamente ríos y lagunas de varios departamentos de la sierra en forma natural o artificialmente. A partir de la década del 70, se comenzaron a instalar varias piscigranjas o centros de cultivo de peces, los cuales fueron construidos siguiendo sistemas tradicionales de crianza, utilizando estanques de concreto; actualmente con los avances en la técnica y nuevas tecnologías de cultivo, la truchicultura se viene constituyendo en una alternativa para la producción masiva de pescado fresco, así como para la generación de puestos de trabajo de manera directa e indirecta (RAGASH, 2009).

2.2 LA TRUCHA ARCO IRIS

2.2.1 Taxonomía

A continuación se presenta la clasificación taxonómica de la trucha arco iris (RAGASH, 2009).

Reino Animal

Sub Reino Metazoa

Phylum Chordata

Sub Phylum Vertebrata

Clase Osteichthyes

Sub Clase Actinopterygii

Orden Isospondyli

Sub Orden Salmoneidei

Familia Salmonidae

Género *Oncorhynchus*

Especie *Oncorhynchus mykiss*

Nombre común "Trucha Arco iris"

2.2.2 Biología

La trucha posee un cuerpo de forma oblonga perfectamente adaptado a su medio. Su cuerpo mide de cuatro a cinco veces la longitud de la cabeza y puede desarrollar velocidades de natación de hasta 37 kilómetros por hora. Es una especie de talla media que llega a medir 60 centímetros, aunque existen ejemplares que superan este tamaño.

Es de fácil identificación puesto que posee (al igual que todos los salmónidos) una aleta adiposa o segunda aleta dorsal situada cerca de la cola y compuesta de radio rudimentarios hundidos en una especie de saco membranoso lleno de tejido adiposo (MOLINA, 2004).

Esta especie se caracteriza por tener el cuerpo cubierto con finas escamas y de forma fusiforme (forma de huso), la coloración de la trucha varía de acuerdo al ambiente en que vive, edad, estado de maduración sexual y otros factores, como por ejemplo la influencia del ambiente en riachuelos sombreados presentan color plomo oscuro mientras que en un estanque bien expuesto a los rayos del sol ofrece una tonalidad mucho más clara, verde oliva en su parte superior luego una franja rojiza para finalizar con el abdomen blanco; además posee gran número de máculas negras en la piel, a manera de lunares, por lo que en otros lugares se le llama también trucha pecosa. La denominación de trucha arco iris se

debe a la presencia de una franja de colores de diferentes tonalidades, con predominio de una franja rojiza sobre la línea lateral en ambos lados del cuerpo (RAGASH, 2009).

Su aparato digestivo está preparado para el aprovechamiento de proteínas animales y sólo pueden digerir y aprovechar una variedad muy limitada del producto vegetal (ORNA, 2010).

2.2.3 Hábitat

El hábitat natural de la trucha son los ríos, lagos y lagunas de aguas frías, limpias y cristalinas; típicas de los ríos de alta montaña. La “trucha Arco iris” prefiere las corrientes moderadas y ocupa generalmente los tramos medios de fondos pedregosos y moderada vegetación. Son peces de agua fría, aunque el grado de tolerancia a la temperatura es amplio, pudiendo subsistir a temperaturas de 25°C durante varios días y a límites inferiores cercanos a la congelación (RAGASH, 2009).

El agua a utilizar en la crianza de trucha debe poseer características adecuadas en cuanto a su cantidad (caudal) y calidad (factores físico-químicos y biológicos). Dentro de las propiedades físicas, la temperatura es un factor clave para la cría y se considera que el rango de 10 a 18°C es ideal para el desarrollo y las mejores utilidades en la explotación de la

trucha. Fuera de estas condiciones se detiene todo proceso de consumo de alimento y el crecimiento (MOLINA, 2004).

2.2.4 Ciclo de vida

Se describen generalmente cinco etapas en el ciclo de vida de la trucha, de las cuales se describen a continuación (GEM, 2006):

- **Huevo:** una vez que se ha llevado la fertilización de los huevos, éstos son incubados en el nido construido por la hembra; la velocidad de desarrollo de los huevos depende en gran medida de la temperatura del agua, la óptima se sitúa entre los 8 y 12°C. a una temperatura de 10°C la eclosión del alevín será a los 31 días, mientras que a 15,6°C la eclosión será a los 19 días.
- **Alevín:** al concluir el desarrollo embrionario, el alevín eclosiona y se alimenta de las reservas nutricionales contenidas en el saco vitelino durante dos o cuatro semanas dependiendo de la temperatura. Una vez que estas reservas han sido agotadas y el saco vitelino ha sido absorbido, el alevín se transforma en cría y asciende a la superficie; esta fase dura entre 14 y 20 días.
- **Cría:** en esta fase empiezan a nadar más libremente y procurarse el alimento por sí mismos. Conforme crecen y sobreviven, las crías

continúan su desarrollo, cuyo ritmo depende de una serie de factores, tales como la duración del día, la temperatura y la abundancia de alimento.

- Juvenil: en esta etapa los organismos tienen todas las características de los adultos, es decir, ya tiene hábitos propios de la especie, como ser activos y nadar contra la corriente, atrapar sus presas para alimentarse haciéndolo con pequeños peces (si este viviese en el río). Se diferencian de los adultos en que aún no han madurado sexualmente.
- Adulto: dependiendo de las condiciones físicas del hábitat, una buena parte de las truchas de una determinada población maduran entre los 15 y 18 meses de edad, sin embargo, la mayoría alcanza su madurez dos meses después. Cuando ocurre la maduración, los peces cambian de coloración, de tal manera que adquiere las características típicas de la trucha adulta.
- Reproducción: Los machos de la trucha "Arco iris siempre son de mayor tamaño y durante la etapa de reproducción suelen desarrollar dimorfismo sexual. La trucha tiene un ciclo reproductor anual, siendo una condición indispensable que el macho y la hembra sean adultos y sexualmente maduros. Los machos pueden adquirir la madurez sexual a los 15 ó 18 meses, mientras que en las hembras es un poco

más tardado, ya que necesitan mínimo de dos años. Durante el proceso de maduración sexual, las truchas van pasando una serie de cambios morfológicos en su aspecto, los cuales hacen que uno pueda distinguir fácilmente los machos de las hembras, dos de los cambios más notorios sucede en el macho, uno de ellos es en el maxilar inferior debido a que este sufre un proceso de prolongación, así como una ligera curvatura dorsal del cuerpo.

Etapas en el proceso de producción de la trucha (MARISCAL et-al, 2010):

- Etapa de alevinos: comprende el cultivo de truchas de 1 mes de edad (3,5cm hasta 13 cm de talla), con peso de 0,19 a 12,5gr.
- Etapa de juveniles: son truchas de 13 cm a 17 cm de longitud, con peso 26 a 66 gramos.
- Etapa de engorde: se empieza a engordar desde los 17 cm, para obtener una talla comercial de 250 a 330 gramos.

2.2.5 Alimentación

La trucha es un pez de hábito carnívoro y se alimenta en la naturaleza de presas vivas, como insectos en estado larvario, moluscos, crustáceos, gusanos, renacuajos y peces pequeños (RAGASH, 2009).

En la truchicultura se utilizan alimentos artificiales balanceados puesto que la trucha arco iris es una especie carnívora.

Los alimentos proporcionados a las truchas deben ser de alta calidad nutritiva, esto con la finalidad de que satisfagan los requerimientos de los peces y gocen de una buena salud.

La alimentación en la truchicultura es el costo más alto en cuanto a inversión (60 a 70% aproximadamente); disminuir este rubro es un paso importante para lograr mejor rentabilidad. El mercado ofrece alimentos balanceados (extruido o pelletizado) (MARISCAL FLORES et-al, 2010).

El alimento suministrado debe ser el adecuado con relación al tamaño de los peces, existen en el mercado diversas marcas de alimentos peletizados con una amplia variedad de tamaños de los gránulos, con el fin de promover la alimentación adecuada en relación con el tamaño del pez (GEM, 2006).

Los alevines deben de ser alimentados entre siete y ocho veces al día para evitar pérdidas de peso y retraso en el crecimiento. Las truchas más grandes deberán ser alimentadas 2 a 3 veces al día con el 5% del peso total de peces por jaula aproximadamente; no obstante se les debe dar mayor cantidad de alimento de lo que normalmente comen.

Reglas de alimentación (MOLINA, 2004).

- Un buen programa de alimentación incluye alimentar a los peces los 7 días de la semana.
- Se debe tener cuidado de no dar alimento cerca de la compuerta de salida y/o extremo donde la corriente puede llevarse al alimento fuera del estanque o jaula antes que el pez pueda consumirlo.
- Los peces deben muestrearse cada cierto tiempo para determinar si están logrando la tasa de crecimiento esperado. De lo contrario la ración debe ser modificada.
- Los peces deben mantenerse sin alimentación 24 horas antes de seleccionarlos, manipularlos y/o transportarlos.
- Se debe llevar registros individuales en las jaulas, las conversiones, la ganancia de peso, los flujos de agua, el oxígeno disuelto y la mortalidad.
- Es de suma importancia tomar en cuenta los incrementos de peso de las truchas. Debido al incremento rápido de peso de los peces se debe incrementar el balanceado cada 3 días para evitar un déficit entre el requerimiento y el suministro de balanceado.

A pesar de que existan alimentadores automáticos en el mercado, realizar la alimentación a mano es el mejor método, pues la persona que realiza esta actividad puede observar el comportamiento de los peces,

distribuyendo uniformemente el alimento para que todos los peces presentes en el estanque puedan comer su ración correspondiente correctamente, además el encargado podrá darse cuenta inmediatamente cuando las truchas estén satisfechas, cesando el aporte de alimento a los estanques (GEM, 2006).

2.3 PARÁMETROS GENERALES PARA EL CULTIVO DE LA TRUCHA

2.3.1 Oxígeno disuelto

Existen diversos factores físico, químicos y biológicos que determinan la cantidad de oxígeno presente en el agua, uno de los factores es la temperatura, puesto que cuanto más alta sea, menor será la cantidad de oxígeno disuelto en el agua y mayor las exigencias de oxígeno de las truchas. La cantidad de oxígeno disuelto en el agua es limitante para la sobrevivencia de los peces. En caso de estanques, los encargados de producir oxígeno son el fitoplancton y las plantas acuáticas. Esta producción tiene variantes a lo largo del día, siendo alta durante las horas de luz solar y mínima antes del amanecer. Cada especie tiene sus requerimientos óptimos de oxígeno, sin embargo, de forma general se recomienda que los valores permanezcan por encima del 75 al 80% de saturación. De igual forma, el contenido del oxígeno

puede disminuir si la cantidad de materia orgánica y vegetación acuática sumergida es muy abundante. Cuando el oxígeno disminuye a valores críticos, generalmente se observa a los peces en la superficie intentando aspirar aire (boquean) (DINARA, 2010).

Respecto a la concentración de oxígeno, el agua debe ser de buena calidad, con abundante oxígeno disuelto, que puede variar entre los 7 a 15 mililitros por litro, con un promedio de 9 mililitros por litro, según la tasa de carga y la temperatura del agua. Este contenido solo se encuentra en aguas renovadas cuya temperatura permanece por debajo de los 20°C.

El agua debe contener por lo menos 5 partes por millón de oxígeno no disuelto para que exista una buena estabilidad de los peces (MOLINA, 2004).

2.3.2 Temperatura

La temperatura está ligada a la concentración de oxígeno en el agua, ya que existe una relación inversa entre ambos factores. La temperatura condiciona igualmente la alimentación, afecta la densidad, viscosidad, solubilidad y en particular la concentración de oxígeno así como las reacciones químicas y bioquímicas peces (MOLINA, 2004).

La temperatura es la variable más importante y determinante para el cultivo, y a su vez la más difícil de controlar. Cada especie posee un rango óptimo para crecer y desarrollarse. Conocer las variaciones de la temperatura a lo largo del día, así como de una estación a otra, permitirá decidir la especie a cultivar y determinar el tipo de manejo a realizar (DINARA, 2010).

2.3.3 pH

El pH se expresa a través de una escala que va de 0 a 14. El valor 7 corresponde a un agua neutra, si su pH es inferior a este valor es ácida, y de ser superior es alcalina. Es importante que se conozca no sólo el valor de pH, sino la estabilidad o inestabilidad del mismo, ya que cambios bruscos de pH son perjudiciales para las especies presentes en el cultivo (DINARA, 2010). La mejor agua para la crianza de truchas es la que tiene un valor neutro o ligeramente alcalino. Este factor para la crianza de truchas oscila entre 7 como mínimo y 9 como máximo. Se considera como óptimo de 7 a 8. El pH está asociado a los valores de temperatura, oxígeno disuelto y mineralización total. Las aguas que contienen 60 a 120 miligramos por litro de calcio son óptimas para la productividad piscícola; por encima de los 160 miligramos por litro de calcio las aguas

son muy duras y no permiten una adecuada vida acuática (MOLINA, 2004).

2.3.4 Turbidez

La turbidez del agua depende de la cantidad y tamaño de las partículas suspendidas. El color y la turbidez (o transparencia) son indicadores de la calidad del agua y mediante su observación se puede inferir la escasez de oxígeno y disponibilidad de nutrientes. Cuando el material en suspensión impide el paso de la luz, existe una disminución de la fotosíntesis y por tanto una merma de oxígeno. El color es el resultado de la relación existente entre la luz incidente y el material disuelto en el agua. Si la coloración del agua es verdosa, ello indica una cantidad suficiente de fitoplancton productor de oxígeno. En caso de que el agua presente coloración marrón o rojiza estará indicando la escasa presencia de fitoplancton y por tanto bajos niveles de oxígeno disuelto. (DINARA, 2010).

2.3.5 Amonio

La composición química de las aguas de un criadero de truchas se puede ver afectada por el metabolismo de los mismos peces que en ellos

habitan o por la degradación de la materia orgánica presente en el agua. De especial importancia es el contenido de amoníaco, pues su toxicidad y efectos sobre el organismo varían con el pH y la temperatura del agua. El pH es el más importante, cuando el pH aumenta una unidad causa que se incremente 10 veces la producción de amonio tóxico (GEM, 2006).

TABLA 01: Características físico-químicas básicas del agua para la truchicultura:

Características	Rangos permisibles	Rangos óptimos
Temperatura °C	6 – 18	10 – 15
pH	7 – 9	7
Oxígeno disuelto (ppm)	6 – 10	8
Anhídrido carbónico (ppm)	0 – 4	0 – 2
Dureza total (ppm)	50 – 250	50 – 250
Alcalinidad total (ppm)	150 - 180	150 - 180

FUENTE: Mariscal Flores et al, 2010.

2.4 VENTAJAS DEL CULTIVO DE LA TRUCHA ARCO IRIS

2.4.1 Siembra escalonada

Es una excelente alternativa, ya que consiste en realizar siembras de alevinos en forma periódica (dos a cuatro siembras por año, cada 3 ó 4 meses) en base a la capacidad de inversión del productor y la demanda del mercado.

2.4.2 Biológicas y tecnológicas

- Es una especie que se puede cultivar con éxito en la mayor parte de la sierra y centro del país.
- La trucha “Arco iris” cuenta con índices de crecimiento alto que permiten obtener en algunos casos hasta dos cosechas anuales en tallas comerciales.
- La tecnología diseñada y adaptada para el cultivo de trucha “Arco iris” está plenamente dominada en todas sus fases, lo que asegura el éxito de las operaciones y una alta rentabilidad de las inversiones.

2.4.3 Economía

- Es importante el cultivo de esta especie, debido a la facilidad de cultivo de esta especie y al impacto que puede tener en la economía de los inversionistas y los productores.
- La uniformidad en tallas y alta calidad de su carne hace de la trucha un producto muy atractivo para el mercado nacional e internacional.

2.5 ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE TRUCHA

2.5.1 Requerimientos nutricionales

La acuicultura se basa en un proceso que involucra el crecimiento y la supervivencia de los organismos acuáticos durante un determinado período de tiempo. Siendo un requerimiento indispensable el suministro de alimento para su desarrollo. Por ello, es necesario el conocimiento de los requerimientos nutricionales de las especies en cultivo, así como de las fuentes de dichos nutrientes, tanto para el caso de dietas naturales, como para las de formulación artificial (DINARA, 2010).

La mayoría de las mezclas utilizadas inicialmente para la alimentación de las truchas domésticas criadas para consumo se obtuvieron por sentido común y prueba de acierto-error. La dieta básica puede formularse desde un punto de vista práctico, pudiéndose afirmar

que el mejor pienso para truchas es aquel que contiene mayor cantidad de proteína de origen animal; un pienso de baja calidad debe contener un 28 a 35% y uno de alta calidad un 45 a 50%, el contenido proteico total de la mayoría de los piensos se logra por adición de proteína de origen vegetal. Ésta sólo puede ser aprovechada por los peces relativamente pequeños y cuando estos ingieren grandes cantidades pueden ejercer un efecto perjudicial (ORNA, 2010).

La trucha necesita energía para su crecimiento y desarrollo, esta energía la obtiene de las proteínas (para crecer), los lípidos y carbohidratos (para mantenerse), y de otros elementos vitales como las vitaminas y minerales (MARISCAL FLORES et-al, 2010):

a. Proteínas

Son nutrientes importantes para el crecimiento y formación de los órganos de la trucha, son de origen animal se recomienda la harina de pescado y vegetal (harina de soya).

b. Grasas

Las grasas en la dieta de la trucha son aprovechadas para ahorrar energía, no deben exceder de 8 a 10% (el exceso se acumula en el hígado y le causa daño).

c. Carbohidratos

Es fuente de energía, no debe exceder entre 9 y 12% en la dieta de la trucha, ya un exceso afectaría su hígado. Se encuentra presente en harina de trigo, maíz, cebada, polvillo de arroz, etc. Si se suministran grandes cantidades de carbohidratos durante mucho tiempo se puede provocar cuantiosas pérdidas. Los peces muertos aparecen hinchados y cuando se diseccionan el hígado se observa considerablemente incrementado de tamaño y de color muy pálido. Esto se debe al almacenamiento de un exceso de glucógeno. Los carbohidratos presentes en las harinas de cereales que se mezclan con los piensos pueden ser suministrándose cantidades relativamente elevadas, ya que prácticamente no son digeridas por las truchas, por lo que no causan daño (ORNA, 2010).

d. Vitaminas

Regulan el buen funcionamiento y desarrollo de los órganos de la trucha, se requiere en cantidades muy pequeñas, pero su carencia causa retardo en el crecimiento y enfermedades. Actualmente se sabe que las truchas necesitan vitamina C. también precisan de vitaminas liposolubles (A, D, E y K), las cuales se incluyen normalmente en la mayoría de los piensos comerciales (ORNA, 2010).

e. Minerales

Ayuda la formación de los huesos, facilita la circulación de la sangre, regula el funcionamiento del organismo de la trucha. La trucha requiere mínimas cantidades y son absorbidas a través del agua y alimento. El organismo de un pez está constituido por un 70-75% de agua, y el agua es un nutriente esencial. Si un análisis del agua de una piscifactoría que trabaja con agua dulce revela una escasez, natural de elementos minerales se puede añadir al pienso hasta un 2% de minerales. Se ha demostrado que la adición de sal marina yodada a los piensos, hasta de un 4% de la ingesta tiene un efecto beneficiosos. Se considera esencial, la presencia de trazas de iodo en la dieta (0,0006-0,00011 mg por kg de peso vivo) (ORNA, 2010).

En cuanto a los requerimientos calóricos, las truchas presentan una escasa capacidad de aprovechamiento de los carbohidratos y las grasas como fuentes de energía, por lo que la mayoría de la energía potencial de la trucha debe ser obtenida a partir de las proteínas. La trucha arco iris sólo puede aprovechar aproximadamente un 15% de la proteína de origen vegetal, por lo que en la práctica casi toda la energía metabolizable se obtiene a partir de las proteínas de origen animal de la dieta. Algunos fabricantes indican la energía metabolizable de sus piensos (M.E.– Kcal/kg), pero se trata de una

indicación muy aproximada del valor real, ya que los requerimientos calóricos de la trucha arco iris no se conocen con seguridad (ORNA, 2010). Al momento de elegir el alimento comercial que proporcionaremos a las truchas se deben tomar en cuenta que cumplan con los siguientes requerimientos nutricionales:

TABLA 02: Requerimiento nutricional para truchas de diferentes estadios

Nutrientes	Truchas alevinos %	Truchas juveniles %	Truchas adultas %	Truchas reproductoras %
Proteínas (mínimo)	45,0	42,0	40,0	40,0
Carbohidratos (máximo)	22,0	24,0	25,0	25,0
Grasas (mínimo)	10,0	10,0	10,0	10,0
Ceniza (máximo)	10,0	10,0	10,0	10,0
Humedad (máximo)	10,0	10,0	10,0	10,0
Fibra (máximo)	2,0	3,0	3,0	3,0
Calcio (mínimo)	1,5	1,5	1,5	1,5
Fósforo (mínimo)	1,0	1,0	1,0	1,0

FUENTE: Mariscal Flores et al, 2010.

2.5.2 Alimento balanceado

El alimento balanceado es el alimento preparado a partir de la mezcla de insumos de origen animal (harina de pescado, aceite de pescado, otros) y de origen vegetal (harina de maíz, harina de soya, sub producto de trigo, etc.) en cantidades determinadas y formuladas en relación a los requerimientos nutricionales de la trucha (MARISCAL Flores et-al, 200-).

En la truchicultura se utilizan alimentos artificiales balanceados puesto que la trucha arco iris es una especie carnívora. Como nutrientes necesarios se puede citar proteínas, hidratos de carbono, grasas, minerales, fibras y vitaminas (RAGASH, 2009). El alimento suministrado debe ser el adecuado con relación al tamaño de los peces, existen en el mercado diversas marcas de alimentos peletizados con una amplia variedad de tamaños de los gránulos, con el fin de promover la alimentación adecuada en relación con el tamaño del pez (GEM, 2006).

La formulación del alimento y tasa de alimentación diaria, se hace de acuerdo a los requerimientos del pez, tomando como referencia determinados parámetros como: tamaño, peso y estadio sexual del animal. Para estimar la cantidad de alimento a suministrar diariamente a un estanque o jaula, se debe tener en cuenta la temperatura del agua,

estadio del pez, biomasa total por estanque o jaula. Hay que tener en cuenta que la calidad y rendimiento del alimento se puede medir a través del índice de conversión alimenticia (cantidad de alimento que come y se transforma en peso vivo) (RAGASH, 2009).

a. Forma y tamaño del alimento

La presentación del alimento es en gránulos o pellets y su tamaño va de acuerdo a la etapa de crecimiento de la trucha, a fin de ser digerido y aprovechado eficientemente. De acuerdo a su proceso de elaboración, el mercado ofrece dos tipos de alimento: pelletizado y extruído.

TABLA 03: Tipo de alimento de acuerdo al estadio:

Estadio	Tipo de alimento	Diámetro de Pellet Rango (mm)	Peso del pez (gr)	Talla del pez (cm)
Alevinos	Inicio-Crecimiento	1,0-2,5	0,18-12,5	2,5-9,8
Pre-juvenil	Crecimiento	2,5-4,0	12,5-25,0	9,8-12,5
Juvenil	Crecimiento-acabado	4,5-8,0	25,0-66,0	12,5-17,5
Adulto	Acabado-pigmentante	4,5-8,0	66,0-500,0	17,5-33,0
Reproductores	Reproductor	8,0	500,0-más	33,0-más

FUENTE: Mariscal Flores et al, 2010.

b. Calidad de alimento

Se mide en función a su valor nutritivo, fácil digestión, esto permite que las truchas tengan mejor crecimiento, textura y buena presentación, menor factor de conversión y mayor resistencia a enfermedades.

c. Frecuencia de alimentación

Se refiere al número de veces por día que se debe alimentar a las truchas, se divide la cantidad de alimento calculado para cada día en varias raciones.

TABLA 04: Frecuencia de alimentación:

Estadío	Nº raciones al día
Post larva	Saciedad
Alevinos	10 a 6
Pre-juveniles	6-4
Juveniles	4 a 3
Adultos	2

FUENTE: Mariscal Flores et al, 2010.

d. Hora de alimentación

Es aconsejable establecer una rutina diaria de alimentación a fin de acostumbrar al pez a este ritmo; alimentar en horas de la mañana, desde las 07:00 am hasta antes del atardecer 03:00 pm.

e. Forma de alimentación

Depende directamente del manejo, el tipo de producción y la edad de los peces, la alimentación en truchas es al “boleo” con el uso de paletas esparciendo uniformemente el alimento balanceado en la superficie del agua.

f. Cantidad de alimento

Precisar la cantidad de alimento a suministrar es importante, con esto evitamos su mal uso (sobre alimentados o mal nutridos). El requerimiento de alimento diario; se calcula con el uso de tablas diseñadas como la tabla de Leitritz (Tabla 06) y Klontz.

Para aplicar la tabla correctamente se necesita conocer los siguientes datos:

- ✓ Temperatura del agua.
- ✓ Cantidad de peces.
- ✓ Peso y/o talla promedio unitario por pez (gr).
- ✓ Biomasa (kg).

- ✓ Tasa alimentaria (%), este TA se obtiene de la tabla de alimentación

Se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{Alimento diario} = \frac{\text{Biomasa} \times \text{TA}}{100}$$

$$\text{La biomasa (kg)} = \frac{\text{Número de peces} \times \text{peso promedio (gr)}}{1000}$$

g. Factor de conversión alimenticia

Es la cantidad de alimento (kg) para obtener 1kg de carne de trucha.

Se mide matemáticamente en forma simple el nivel de incremento en el peso de la población de truchas, en relación al alimento que han consumido en un tiempo determinado y se expresa con la siguiente fórmula:

$$\text{FCA} = \frac{\text{Cantidad de alimento suministrado en el periodo (kg)}}{\text{Ganancia de peso de la población en el periodo (kg)}}$$

Una buena conversión se refleja cuando el valor es igual a 1. Pero un factor de conversión mayor a 1,2 indica una conversión alta, es decir,

que el tipo de alimento empleado no es óptimo. Ejemplo, el factor es 1,13 hallado indica un buen nivel de conversión.

Cada estadio de trucha presenta un factor variable de acuerdo al tamaño y aprovechamiento del alimento (alevinos están entre 0,5 a 0,8 juveniles 0,8 a 1,0 y adultos entre 1,0 a 1,2), de acuerdo a la calidad del agua.

h. Almacenamiento del alimento

Se considera los siguientes:

- ✓ Contar con un ambiente amplio y ventilado.
- ✓ Protección de temperaturas altas y humedad, para evitar oxidación de grasa (ranciamiento), proliferación de hongos.
- ✓ Mantener limpio el almacén diariamente.
- ✓ Evitar que ingresen roedores, insectos o aves.
- ✓ Desinfectar cada cierto tiempo el almacén.
- ✓ Colocar el saco de alimento sobre tarimas de madera que aislen el piso para una adecuada ventilación y evitar la humedad.
- ✓ Apilar los sacos apropiadamente evitando que se rompan.
- ✓ Manejar un kardex de alimento del almacén.

- ✓ Verificar en los sacos de alimento la fecha de vencimiento y recomendaciones de uso.

TABLA 05: Racionamiento de alimento por día:

Peso (g)	Talla (cm)	Tasa alimento	Conversión alimento	Dieta	Estadio
0,19-0,7	2,56-4,0	10%	1,7:1	Inicio (polvo) 0,6mm	Dedinos
0,7-3,0	4,0-6,5	8%	1,8:1	Inicio	Alevinos
3,0-11	6,5-10	7%	1,9:1	1,0mm	
				Crecimiento	
11,0-40	10-15	6%	1,7:1	1 (1,5mm)	Juveniles
40-90	15-20	4%	1,6:1	2 (3,0mm)	
90-180	20-25	3%	1,9:1	Acabado	Talla comercial
180-333	25-31	2%	2:1	(4,8mm)	
333	31	1%	1,5:1	Acabado granulado (6mm)	Reproductores

FUENTE: Mariscal Flores et al, 2010.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LUGAR EXPERIMENTAL

El presente trabajo se realizó en el área de producción de truchas de la empresa AQUARIUS TWINS S. C. R. L. ubicada en el Lago Titicaca de la zona de Faro-Pomata de la Región Puno (ANEXO 11).

3.2 MATERIAL EN ESTUDIO

El material en estudio fueron 90 000 truchas (*Oncorhynchus mykiss*) importadas en estadio juvenil, todas hembras, con medidas promedio de 15,5 cm. a 15,9 cm. y, 50 gramos de las cuales fueron divididas en nueve jaulas, tres tratamientos y tres repeticiones por tratamiento, de tal forma que se colocaron 10 000 individuos por jaula (ANEXO N° 12). Para cada tratamiento se utilizaron tres jaulas que representaban sus repeticiones, cada grupo de tres jaulas fueron alimentados durante ocho semanas con un alimento balanceado diferente; uno de tipo comercial (NICOVITA), un alimento balanceado de ELABORACIÓN PROPIA, y un alimento balanceado de tipo comercial (PURINA) como tratamiento control más utilizado en la zona de Faro-Pomata, Puno. Estos tratamientos fueron asignados por los códigos T1, T2 y TC respectivamente. La evaluación fue realizada durante los meses de setiembre y

octubre del año 2013. La composición nutricional de los alimentos balanceados fueron:

NICOVITA de tipo crecimiento III (T1):

Proteína	42 % MÍN.
Humedad	12 % MÁX.
Ceniza	15 % MÁX.
Fibra	3 % MÍN.
Grasa	12 % MÍN.

ELABORACIÓN PROPIA de tipo crecimiento III (T2) (ANEXO 09):

Proteína	38,15 %	Grasa	20,32 %
Humedad	10,95 %	Carbohidratos	17,81 %
Ceniza	9,31 %	Energía	406,72 Kcal/100g
Fibra	3,46 %		

PURINA de tipo crecimiento III (TC):

Proteína	40 % MÍN.
Humedad	14 % MÁX.
Ceniza	12 % MÁX.
Fibra	3 % MÍN.
Grasa	12 % MÍN.

3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño Completamente Aleatorizado con un Control, constituido por tres tratamientos y tres repeticiones, haciendo un total de 9 unidades experimentales distribuidas en el área experimental de acuerdo al ANEXO 01:

Los tratamientos fueron:

T1: NICOVITA de tipo crecimiento III

T2: ELABORACIÓN PROPIA de tipo crecimiento III

T control: PURINA de tipo crecimiento III

Las variables en estudio fueron:

- Variable independiente:
 - ✓ Tipo de Alimento balanceado.
- Variable dependiente:
 - a. Crecimiento
 - Indicadores:
 - ✓ Peso, talla
 - b. Rentabilidad
 - Indicadores:
 - ✓ Costo de alimentación por Kg de peso ganado.

3.4 METODOLOGÍA

3.4.1 Instalación de las unidades experimentales en el área acuícola

a. Armado de jaulas flotantes

Para el armado de jaulas se utilizaron estructuras de metal de 6 x 6 metros a la cual se adicionaron 4 boyas de 8 x 5" amarillas unidas a cada esquina de la estructura atadas con sogas de polipropileno, también se colocaron tapas hechas a base de hilo alquitranado separadas a 40 cm. para proteger las truchas de la posible predación de las aves. Se utilizaron mallas con calibre de tejido de 1/2 pulgada.

b. Siembra de truchas

Se realizó una siembra de un lote de 100 000 alevines de truchas (*Oncorhynchus mykiss*) importadas de 5 gramos y 5 cm en una jaula de 3 x 3 m, los cuales fueron alimentados durante 1 mes hasta llegar al estadio juvenil, luego se tomaron 90 000 truchas del lote inicial con un tamaño promedio de 15,5 cm. a 15,9 cm. y un peso de 50 gramos los cuales fueron divididos en 3 grupos experimentales homogéneos con tres repeticiones cada tratamiento haciendo 10 000 truchas por jaula distribuidas de forma separada. Las dimensiones de las jaulas utilizadas fueron de 6 metros de largo, 6 metros de ancho y 6 metros de profundidad.

3.4.2 Determinación de los parámetros físico-químicos del área acuícola (MORALES, 2004)

Se determinaron los parámetros físico-químicos como la concentración de oxígeno disuelto en el agua (OD) en mg/L y la temperatura media (°C) del agua (TM) a una profundidad constante de 1 metro, estos parámetros fueron medidos 3 veces al día: 09 hrs, 12 hrs y 17 hrs cada semana, en ocho semanas de alimentación durante los meses de septiembre y octubre del 2013.

3.4.3 Elaboración de alimento propio

El alimento de elaboración propia, fue de tipo extruído (comprimido y cocido) es decir, se ha combinado diversas operaciones unitarias como el mezclado, amasado y el moldeo, debido a esto se sometió a una temperatura de 100°C y un máximo de 120°C a elevada compresión e intenso esfuerzo cortante (cizallamiento). Para este proceso se necesitaron de los siguientes maquinarias: un molino desintegrador de granos tipo martillo, un molino pulverizador de martillos, una extrusora, un generador de vapor, un secador, un tamizador. Se consideraron materias primas según la disponibilidad que hubo en el mercado (según la estación pueden variar): harina de pescado, torta de soya, melaza de caña, harina de trigo, arrocillo, otros (ANEXO 12).

3.4.4 Alimentación de las truchas con alimento balanceado

El alimento se suministró en forma manual y controlada tratando de evitar las pérdidas por deriva. La entrega se efectuó en dos raciones diarias entre las 9:00 am y 12:00 pm, y otra ración entre las 2:00 pm y 4:00 pm.

Se alimentó cada jaula con el respectivo tratamiento de acuerdo al diseño experimental. Se determinó la ración diaria de alimento con el propósito de que el alimento cubra los requerimientos metabólicos diarios de la trucha. Se utilizó como base el modelo de crecimiento de Leitritz (1959), que tiene como finalidad la deducción de la tasa de alimentación (TA%) expresada en porcentaje. Para calcular la ración diaria de alimento se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Alimento diario (kg)} = \frac{\text{Biomasa} \times \text{TA \%}}{100}$$

Teniendo como referencia la Tabla de alimentación que se muestra a continuación:

TABLA 06: Tasa de alimentación:

Talla (cm)	Peso (gr)	Temperatura (°C)											Tasa de alimentación (% de Peso Corporal) (TA%)
		7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
2 - 5	-0,18	3,9	4,2	4,5	5,2	5,0	5,7	6,2	6,7	7,3	7,7	8,3	
2,5 - 5,0	0,18 - 1,5	3,2	3,5	3,8	4,3	4,5	4,8	5,2	5,6	6,0	6,4	6,8	
5,0 - 7,5	1,5 - 5,0	2,6	2,8	3,1	3,4	3,6	3,9	4,2	4,5	5,0	5,2	5,6	
7,5 - 10,0	5,0 - 12,0	2,0	2,2	2,4	2,7	2,8	3,0	3,2	3,5	3,7	4,1	4,4	
10,0 - 12,5	12,0 - 23,0	1,6	1,7	1,8	2,0	2,1	2,3	2,4	2,6	2,8	3,1	3,3	
12,5 - 15,0	23,0 - 40,0	1,3	1,4	1,5	1,7	1,7	1,8	2,0	2,1	2,3	2,5	2,7	
15,0 - 17,5	40,0 - 60,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	
17,5 - 20,0	60,0 - 90,0	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	
20,5 - 22,5	90,0 - 130,0	0,8	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	
22,5 - 25,0	130,0 - 180,0	0,8	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	
25,0+	180 +	0,7	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	

FUENTE: Leiritz, 1960.

Se comparó la ración diaria de alimento expresado en relación al porcentaje del peso corporal (TA %) entre los tratamientos para observar el comportamiento alimentario hasta la finalización del experimento a las ocho semanas de alimentación. Se calculó la cantidad de alimento suministrado (ANEXO 06).

3.4.5 Toma de muestra:

Se realizó un muestreo aleatorizado tomando 20 truchas por jaula de cada tratamiento y sus respectivas repeticiones. Estas truchas fueron

tomadas de diferentes lugares de la jaula y profundidades. Se realizaron un total de ocho muestreos cada semana durante dos meses de alimentación.

3.4.6 Medición del peso y talla de las truchas

Para la medición de la talla se utilizó un ictiómetro de hasta 40 cm. de medición y una sensibilidad de 1 mm. Para la medición del peso se utilizó una balanza electrónica.

3.4.7 Evaluación del crecimiento de las truchas (*Oncorhynchus mykiss*) en estadio juvenil durante ocho semanas de alimentación (GRUMBERG, 1986):

3.4.7.1 Elaboración de la curva de crecimiento de la trucha “Arco iris” en estadio juvenil durante ocho semanas de evaluación:

Se elaboraron curvas de crecimiento para la talla y el peso, con la finalidad de comparar el crecimiento de las truchas entre los tratamientos en estudio. También se registró la mortalidad diaria, recolectando y contando los peces muertos encontrados sobre la superficie del agua.

3.4.7.2 Determinación de los índices productivos para la evaluación del crecimiento:

La evaluación del crecimiento se realizó mediante la determinación de índices de producción como: Biomasa (Kg), Factor de conversión alimentaria (FCA), Incremento de Biomasa (IB) (Kg), Costo de alimentación (CA) (S/.), Tasa de crecimiento específico (TCE) (%/día), Factor de condición corporal (K); también se determinó la relación entre talla-peso (cm, g).

a. Determinación de la Biomasa (GALINDO et al., 1999):

Para la determinación de la biomasa (kg) se utilizó el valor del peso promedio en gramos al inicio y final del ensayo. La biomasa permitió estimar el peso total por jaula (unidad experimental), para lo cual se usó la siguiente fórmula:

$$\text{Biomasa (kg)} = \frac{\text{Número de peces} \times \text{Peso promedio (g)}}{1000}$$

b. Determinación del incremento de Biomasa (IB) (kg) (PERDOMO, 2013):

Se determinó el incremento de biomasa al final de la etapa experimental a las ocho semanas de alimentación con la finalidad de comparar el efecto de los tratamientos en el

incremento de biomasa de la trucha. Este valor se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{IB (Kg)} = \text{Biomasa}_f \text{ (Kg)} - \text{Biomasa}_i \text{ (Kg)}$$

Donde: IB, Incremento de Biomasa (Kg); Biomasa_f, Biomasa final (Kg); Biomasa_i, Biomasa inicial (Kg).

c. Determinación del Factor de conversión alimentaria (FCA) (GALINDO et al., 1999):

Este factor permitió medir matemáticamente en forma simple el nivel de incremento en el peso de la población de truchas, en relación al alimento que han consumido por tratamiento en un rango de tiempo determinado y se expresó con la siguiente fórmula:

$$\text{FCA} = \frac{\text{Alimento consumido (kg)}}{\text{Incremento de biomasa (kg)}}$$

De tal forma que un FCA igual o menor a 1,0 indicó que las truchas asimilaron adecuadamente el alimento, en cambio en un FCA mayor a 1,2 indicó que las truchas no estaban asimilando adecuadamente el alimento.

d. Determinación de la Tasa de crecimiento específico (TCE) (%/día) (PERDOMO, 2013):

La tasa de crecimiento específico (TCE) se utilizó para evaluar el crecimiento de los peces en función del peso final, peso inicial y días de crecimiento, para ello se empleó la siguiente ecuación:

$$\text{TCE (\%/día)} = \frac{(\ln P_f - \ln P_i) * 100}{T}$$

Donde: P_f, Peso final; P_i, peso inicial; T, días de crecimiento.

e. Determinación del Factor de condición corporal (K) (MORALES, 2006):

Este factor se determinó con la finalidad de relacionar la talla (L) (cm) de un pez con su peso (P) (g) y viceversa, este valor fue determinado mediante la división del peso entre el cubo de la longitud. Este factor demostró que entre dos peces de la misma longitud, el mejor alimentado fue el que presentó un valor de K mayor, por lo tanto se encontró en mejores condiciones físicas.

$$K = \frac{P \times 100}{L^3}$$

De tal forma que un resultado K mayor a 1, indica que el pez está gordo; K igual a 1, indica que el pez está normal y un K menor a 1, indica que el pez está delgado.

f. Determinación de la relación entre Talla-peso (PERDOMO , 2013):

Para evaluar la relación entre el peso y la talla de las truchas durante la etapa experimental, se realizó un análisis de regresión lineal donde se determinó el valor R, R² y la ecuación de regresión.

g. Determinación del costo de alimentación (CA) (S/.) (POKNIAK, 2004):

El costo de alimentación (CA) se obtuvo multiplicando el alimento consumido (Kg) utilizado durante las ocho semanas de alimentación de la trucha arco iris en etapa juvenil con el costo por Kg de cada alimento balanceado, este valor fue determinado mediante la siguiente fórmula:

$$\text{CA} = \text{Alimento consumido (Kg)} \times \text{Costo Kg de alimento (S/./Kg)}$$

3.4.8 Evaluación de la rentabilidad en el crecimiento de la trucha Arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en dos meses de alimentación (OVELAR, 2000):

Para evaluar la rentabilidad de cada alimento balanceado se utilizó el indicador para la rentabilidad, el cual se obtuvo dividiendo el costo de alimentación por tratamiento entre el incremento de biomasa durante dos meses de alimentación. Por lo tanto se determinó mediante la siguiente fórmula:

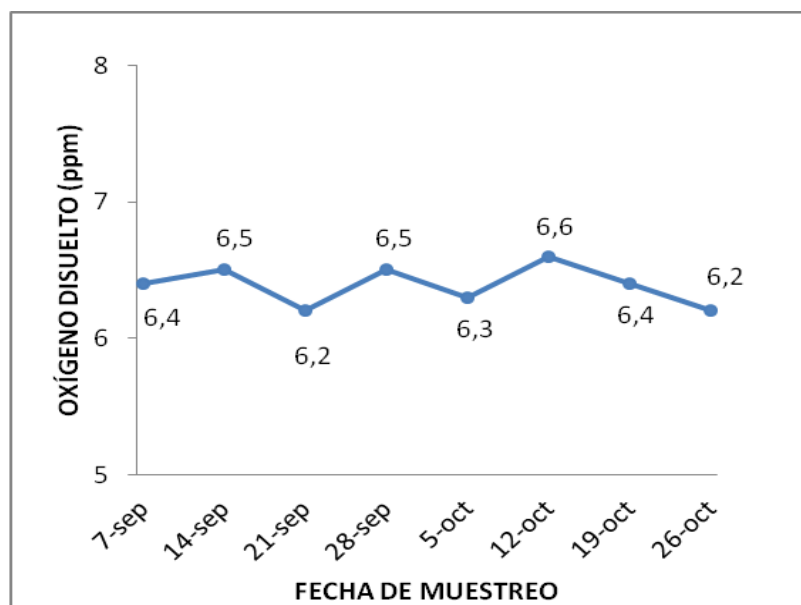
$$\text{IR} = \frac{\text{Costo de alimentación (S/.)}}{\text{Incremento de biomasa (kg)}}$$

3.4.9 Análisis estadístico (ISEA et al., 2008):

Se utilizó la técnica del análisis de varianza para la comparación de promedios entre los tratamientos mediante la prueba de F de 0,05 y 0,01 de probabilidad, y para la comparación entre tratamientos se utilizó la prueba de significancia de Duncan al 95% de confianza. Asimismo se empleó el análisis de correlación y regresión lineal para establecer la relación que existe entre la temperatura y la concentración de oxígeno, se empleó también el coeficiente de correlación de Pearson R y el coeficiente de determinación. Todos estos análisis estadísticos se realizaron mediante el programa estadístico Statgraphics plus.

IV. RESULTADOS

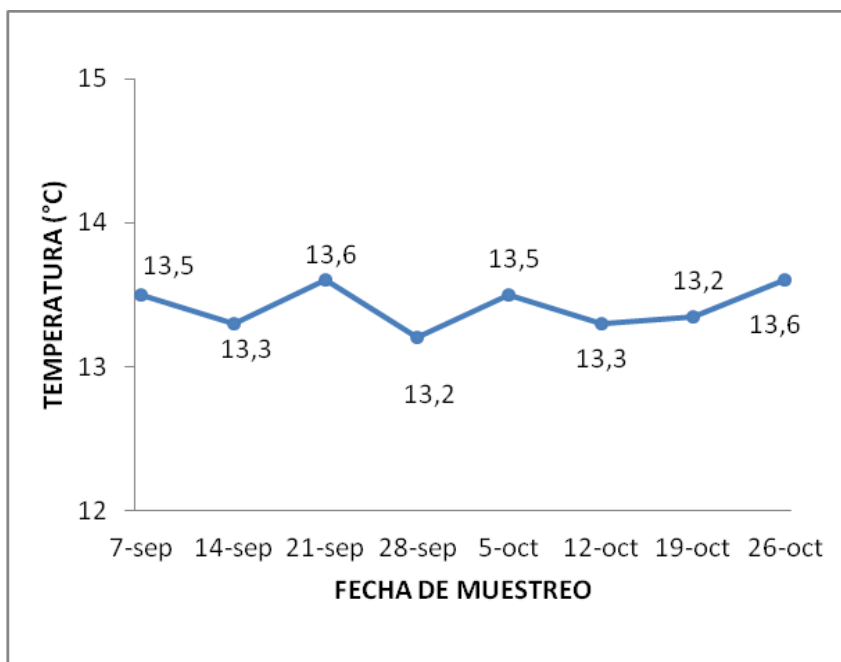
PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DEL ÁREA ACUÍCOLA DURANTE LOS MESES DE SEPTIEMBRE Y OCTUBRE DEL 2013



FUENTE: Gráfico obtenido a partir de los datos del ANEXO N° 02.

Gráfico 01: Fluctuación del oxígeno disuelto durante las ocho semanas de alimentación en los meses de septiembre y octubre del 2013

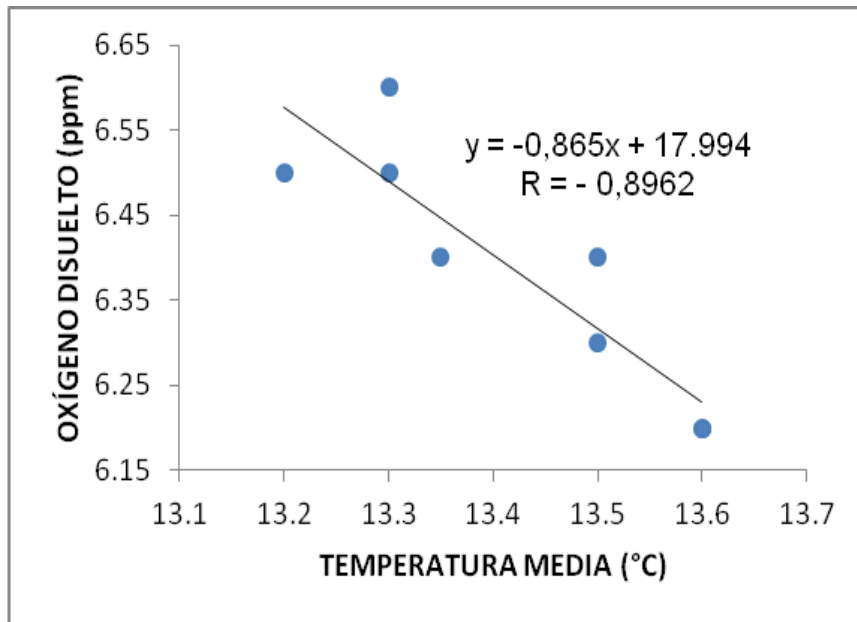
En el Gráfico 01 se observa la fluctuación del Oxígeno disuelto (ppm) en ocho semanas de alimentación. El menor valor de Oxígeno disuelto fue de 6,2 ppm en el tercer muestreo y un máximo de 6,6 ppm en el sexto muestreo.



FUENTE: Gráfico obtenido a partir de los datos del ANEXO N° 02.

Gráfico 02: Fluctuación de la temperatura durante las ocho semanas de alimentación en los meses de septiembre y octubre del 2013

En el Gráfico 02 se observa la fluctuación de la temperatura del área experimental el cual se encuentra entre 13,2 a 13,6 °C.



FUENTE: Gráfico obtenido mediante análisis estadístico.

Gráfico 03: Regresión lineal del oxígeno disuelto en relación a la temperatura

El GRÁFICO N° 03, muestra que a mayor temperatura la concentración de oxígeno disminuye, la ecuación lineal fue de $y = -0,865x + 17,994$, el coeficiente de correlación de Pearson $R = -0,8962$ señala que existe una correlación alta y negativa entre las variables en estudio, el coeficiente de determinación (R^2) nos da a conocer que el 80,3% de la concentración de oxígeno es atribuible a la temperatura.

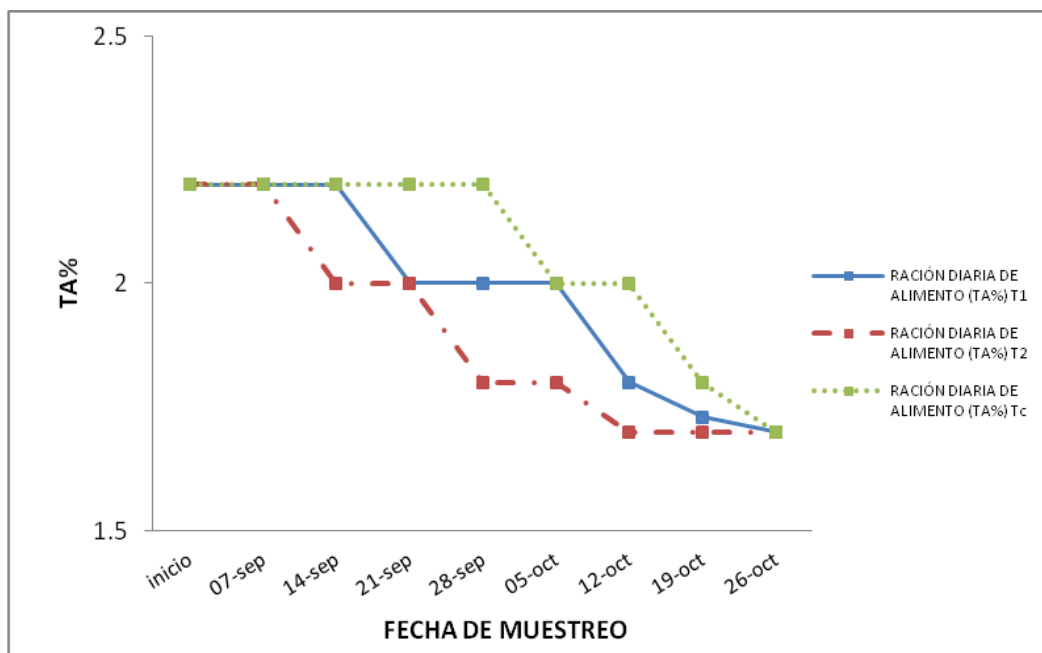
RACI3N DIARIA DE ALIMENTO EXPRESADA COMO PORCENTAJE DEL PESO CORPORAL (TA %) A 13 3C PARA LOS TRATAMIENTOS DURANTE OCHO SEMANAS DE ALIMENTACI3N

Cuadro 01: Promedio de la raci3n diaria de alimento para la trucha arco iris durante ocho semanas de alimentaci3n

FECHA DE MUESTREO	RACI3N DIARIA DE ALIMENTO (TA%)		
	T ₁	T ₂	T _c
01-sep (inicio)	2,2	2,2	2,2
07-sep	2,2	2,2	2,2
14-sep	2,2	2,0	2,2
21-sep	2,0	2,0	2,2
28-sep	2,0	1,8	2,2
05-oct	2,0	1,8	2,0
12-oct	1,8	1,7	2,0
19-oct	1,73	1,7	1,8
26-oct	1,7	1,7	1,7
PROMEDIO	1,98	1,90	2,06

FUENTE: Raci3n diaria de alimento (TA%) obtenida de la tabla de alimentaci3n de truchas.

En el Cuadro 01 se observa el promedio de la raci3n diaria de alimento expresado como porcentaje del peso corporal (%) de las truchas donde el tratamiento control T_c (PURINA) present3 un promedio de 2,06 %, el tratamiento T₁ (NICOVITA) con 1,90 % y el tratamietoT₂ (ELABORACI3N PROPIA) con 1,98 %.



FUENTE: Gráfico obtenido mediante análisis estadístico.

Gráfico 04: Ración diaria de alimento, expresada como porcentaje (%) del peso corporal de las truchas, por tratamiento.

En el Gráfico 04 se muestra la ración diaria de alimento expresado en porcentaje del peso corporal (TA%) durante el transcurso del experimento, se puede observar que el T2 (alimento de elaboración propia) presentó valores de TA% bajos en el transcurso del experimento llegando a disminuir hasta 1,7 % el 12 de octubre (muestreo 06) a comparación del T1 (NICOVITA) y Tc (PURINA) los cuales presentaron una mayor TA%. Todos los tratamientos presentaron una tendencia decreciente llegando en el último muestreo hasta 1,7%.

CRECIMIENTO DE LAS TRUCHAS (*Oncorhynchus mykiss*) EN ESTADIO JUVENIL EN DOS MESES DE ALIMENTACIÓN (GRUMBERG, 1986).

Cuadro 02: Análisis de varianza para la talla en la primera evaluación

Fuentes de variabilidad	G.L.	S.C	C.M.	F.C.	F	
					0,05	0,01
Tratamientos	2	0,384	0,192	1,986	5,140	10,920 NS
Error experimental	6	0,580	0,096			
Total	8	0,964				

C.V: 1,934 %

NS: no significativo

FUENTE: Cuadro obtenido mediante análisis estadístico.

El Cuadro 02 del análisis de varianza indica que no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos, por lo tanto los promedios son estadísticamente similares, el coeficiente de variabilidad de **1,934%** es aceptable para las condiciones del experimento.

Cuadro 05: Análisis de varianza para la talla en la tercera evaluación

Fuentes de variabilidad	G.L.	S.C	C.M.	F.C.	F	
					0,05	0,01
Tratamientos	2	6,543	3,271	122,502	5,140	10,920 **
Error experimental	6	0,160	0,026			
Total	8	6,703				

C.V: 0,909 %

** altamente significativo

FUENTE: Cuadro obtenido mediante análisis estadístico.

El Cuadro 05 del análisis de varianza indica que existen diferencias estadísticas entre los tratamientos, por lo tanto los promedios son estadísticamente diferentes el coeficiente de variabilidad de 0,909 % es aceptable para las condiciones del experimento.

Cuadro 06: Prueba de significación de Duncan para la talla en la tercera evaluación

O.M.	Tratamientos	Promedio (cm)	Significación (0,05)
1	T ₂	19,058	a
2	T ₁	17,870	b
3	T _C	16,976	c

FUENTE: Cuadro obtenido mediante análisis estadístico.

En el Cuadro 06 se observa que la mayor talla lo obtuvo el T₂ con 19,058 cm, en el segundo lugar lo ocupó el tratamiento T₁ con 17,870 cm en el último lugar se ubicó el T_C con 16,976 cm.

Cuadro 07: Análisis de varianza para la talla en la cuarta evaluación

Fuentes de variabilidad	G.L.	S.C	C.M.	F.C.	F	
					0,05	0,01
Tratamientos	2	9,732	4,866	197,995	5,140	10,920 **
Error experimental	6	0,147	0,024			
Total	8	9,879				

C.V: 0,834 % ** altamente significativo
 FUENTE: Cuadro obtenido mediante análisis estadístico.

El Cuadro 7 del análisis de varianza indica que existen diferencias estadísticas entre los tratamientos, por lo tanto los promedios son estadísticamente diferentes el coeficiente de variabilidad de 0,834 % es aceptable para las condiciones del experimento.

Cuadro 08: Prueba de significación de Duncan para la talla en la cuarta evaluación

O.M.	Tratamientos	Promedio (cm)	Significación (0,05)
1	T ₂	20,118	a
2	T ₁	18,703	b
3	T _C	17,576	c

FUENTE: Cuadro obtenido mediante análisis estadístico.

En el Cuadro 08 se observa que la mayor talla lo obtuvo el T₂ con 20,118 cm, superando estadísticamente al resto, en el segundo lugar lo ocupó el tratamiento T₁ con 18,703 cm en el último lugar se ubicó el T_C con 17,576 cm.

Cuadro 09: Análisis de varianza para la talla en la quinta evaluación

Fuentes de variabilidad	G.L.	S.C	C.M.	F.C.	F	
					0,05	0,01
Tratamientos	2	10,408	5,204	174,290	5,140	10,920 **
Error experimental	6	0,179	0,029			
Total	8	10,587				

C.V: 0,858 % ** altamente significativo
 FUENTE: Cuadro obtenido mediante análisis estadístico.

El cuadro 09 del análisis de varianza indica que existen diferencias estadísticas altamente significativa entre los tratamientos, por lo tanto los promedios son estadísticamente diferentes el coeficiente de variabilidad de 0,858 % es aceptable para las condiciones del experimento.

Cuadro 10: Prueba de significación de Duncan para la talla en la quinta evaluación

O.M.	Tratamientos	Promedio (cm)	Significación (0,05)
1	T ₂	21,178	a
2	T ₁	19,763	b
3	T _C	18,546	c

FUENTE: Cuadro obtenido mediante análisis estadístico.

En el Cuadro 10 se observa que la mayor talla la obtuvo el T₂ con 21,178 cm, superando estadísticamente al resto, en el segundo lugar lo ocupó el tratamiento T₁ con 19,763 cm en el último lugar se ubicó el T_C con 18,546 cm.

Cuadro 11: Análisis de varianza para la talla en la sexta evaluación

Fuentes de variabilidad	G.L.	S.C	C.M.	F.C.	F	
					0,05	0,01
Tratamientos	2	7,761	3,880	133,707	5,140	10,920 **
Error experimental	6	0,174	0,029			
Total	8	7,935				

C.V: 0,810 %

** altamente significativo

FUENTE: Cuadro obtenido mediante análisis estadístico.

El Cuadro 11 del análisis de varianza indica que existen diferencias estadísticas altamente significativa entre los tratamientos, por lo tanto los promedios son estadísticamente diferentes el coeficiente de variabilidad de 0,810 % es aceptable para las condiciones del experimento.

Cuadro 12: Prueba de significación de Duncan para la talla en la sexta evaluación

O.M.	Tratamientos	Promedio (cm)	Significación (0,05)
1	T ₂	22,113	a
2	T ₁	21,146	b
3	T _C	19,846	c

FUENTE: Cuadro obtenido mediante análisis estadístico.

En el Cuadro 12 se observa que la mayor talla lo obtuvo el T₂ con 22,113 cm, superando estadísticamente al resto en el segundo lugar lo ocupó el tratamiento T₁ con 21,146 cm en el último lugar se ubicó el T_C con 19,846 cm.

Cuadro 13: Análisis de varianza para la talla en la séptima evaluación

Fuentes de variabilidad	G.L.	S.C	C.M.	F.C.	F	
					0,05	0,01
Tratamientos	2	4,834	2,417	101,385	5,140	10,920 **
Error experimental	6	0,143	0,023			
Total	8	4,977				

C.V: 0,702 %

** altamente significativo

FUENTE: Cuadro obtenido mediante análisis estadístico.

El Cuadro 13 el análisis de varianza indica que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos, por lo tanto los promedios son estadísticamente diferentes, el coeficiente de variabilidad de 0,702 % es aceptable para las condiciones del experimento.

Cuadro 14: Prueba de significación de Duncan para la talla en la séptima evaluación

O.M.	Tratamientos	Promedio (cm)	Significación (0,05)
1	T ₂	22,811	a
2	T ₁	22,156	b
3	T _C	21,036	c

FUENTE: Cuadro obtenido mediante análisis estadístico.

En el Cuadro 14 se observa que la mayor talla lo obtuvo el T₂ con 22,811 cm superando estadísticamente al resto, en el segundo lugar lo ocupó el tratamiento T₁ con 21,156 cm en el último lugar se ubicó el T_C con 21,036 cm.

Cuadro 15: Análisis de varianza para la talla en la octava evaluación

Fuentes de variabilidad	G.L.	S.C	C.M.	F.C.	F	
					0,05	0,01
Tratamientos	2	1,188	0,594	83,931	5,140	10,920 **
Error experimental	6	0,042	0,007			
Total	8	1,230				

C.V: 0,366 %

** altamente significativo

FUENTE: Cuadro obtenido mediante análisis estadístico.

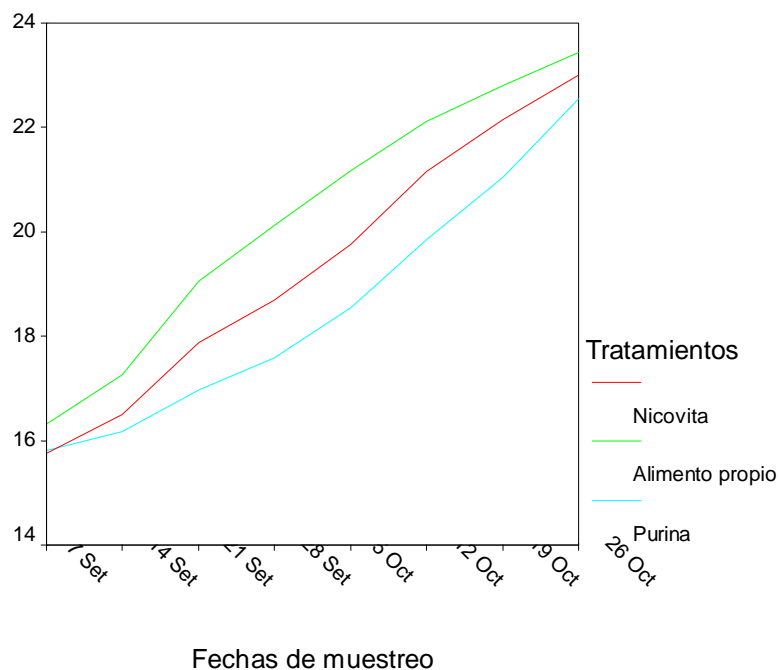
El Cuadro 15 del análisis de varianza indica que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos, por lo tanto los promedios son estadísticamente diferentes, el coeficiente de variabilidad de 0,366 % es aceptable para las condiciones del experimento.

Cuadro 16: Prueba de significación de Duncan para la talla en la octava evaluación

O.M.	Tratamientos	Promedio (cm)	Significación (0,05)
1	T ₂	23,436	a
2	T ₁	23,00	b
3	T _c	22,546	c

FUENTE: Cuadro obtenido mediante análisis estadístico.

En el Cuadro 16 se observa que la mayor talla lo obtuvo el T₂ con 23,436 cm superando estadísticamente al resto, en el segundo lugar lo ocupó el tratamiento T₁ con 23,00 cm en el último lugar se ubicó el T_c con 22,546 cm.



FUENTE: Gráfico obtenido mediante análisis estadístico de los datos del ANEXO N° 03.

Gráfico 05: Evolución de la talla (cm) de las truchas sometidas a diferentes tipos de alimentación durante ocho semanas de alimentación

En el Gráfico 05 se observa la evolución de la talla de las truchas durante ocho semanas de alimentación en el cual el alimento comercial (Nicovita) y el alimento de elaboración propia son mayores al tratamiento control. El alimento de elaboración propia produce un mayor crecimiento en relación a la talla en comparación al alimento comercial (Nicovita).

Cuadro 17: Análisis de varianza para el peso en la primera evaluación

Fuentes de variabilidad	G.L.	S.C	C.M.	F.C.	F	
					0,05	0,01
Tratamientos	2	51,569	25,784	65,771	5,140	10,920 **
Error experimental	6	2,352	0,392			
Total	8	53,921				

C.V: 1,171 %

** altamente significativo

FUENTE: Cuadro obtenido mediante análisis estadístico.

El Cuadro 17 del análisis de varianza para el peso indica que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos, por lo tanto los promedios son estadísticamente diferentes, el coeficiente de variabilidad de 1,171 % es aceptable para las condiciones del experimento.

Cuadro 18: Prueba de significación de Duncan para el peso en la primera evaluación

O.M.	Tratamientos	Promedio (g)	Significación (0,05)
1	T ₂	56,866	a
2	T ₁	51,960	b
3	T _C	51,633	b

FUENTE: Cuadro obtenido mediante análisis estadístico.

En el Cuadro 18 se observa que el mayor peso lo obtuvo el T₂ con 56,866 g superando estadísticamente al resto, en el segundo lugar lo ocupó el tratamiento T₁ con 51,960 g, en el último lugar se ubicó el T_C con 51,633 g.

Cuadro 19: Análisis de varianza para el peso en la primera evaluación

Fuentes de variabilidad	G.L.	S.C	C.M.	F.C.	F	
					0,05	0,01
Tratamientos	2	348,829	174,414	64,188	5,140	10,920 **
Error experimental	6	16,303	2,717			
Total	8	365,132				

C.V: 2,712 %

** altamente significativo

FUENTE: Cuadro obtenido mediante análisis estadístico.

El Cuadro 19 del análisis de varianza para el peso indica que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos, por lo tanto los promedios son estadísticamente diferentes, el coeficiente de variabilidad de 2,712 % es aceptable para las condiciones del experimento.

Cuadro 20: Prueba de significación de Duncan para el peso en la segunda evaluación

O.M.	Tratamientos	Promedio (g)	Significación (0,05)
1	T ₂	69,526	a
2	T ₁	57,356	b
3	T _C	55,483	b

FUENTE: Cuadro obtenido mediante análisis estadístico.

En el Cuadro 20 se observa que el mayor peso obtuvo el T₂ con 56,866 g superando estadísticamente al resto, en el segundo lugar lo ocupó el tratamiento T₁ con 51,960 g, en el último lugar se ubicó el T_C con 51,633 g.

Cuadro 21: Análisis de varianza para el peso en la tercera evaluación

Fuentes de variabilidad	G.L.	S.C	C.M.	F.C.	F	
					0,05	0,01
Tratamientos	2	1356,573	678,286	58,098	5,140	10,920 **
Error experimental	6	70,048	11,674			
Total	8	1426,621				

C.V: 4,659 % ** altamente significativo

FUENTE: Cuadro obtenido mediante análisis estadístico.

El Cuadro 21 del análisis de varianza para el peso indica que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos, por lo tanto los promedios son estadísticamente diferentes, el coeficiente de variabilidad de 4,659 % es aceptable para las condiciones del experimento.

Cuadro 22: Prueba de significación de Duncan para el peso en la tercera evaluación

O.M.	Tratamientos	Promedio (g)	Significación (0,05)
1	T ₂	90,533	a
2	T ₁	66,863	b
3	T _c	62,633	b

FUENTE: Cuadro obtenido mediante análisis estadístico.

En el Cuadro 22 se observa que el mayor peso obtuvo el T₂ con 90,533 g superando estadísticamente al resto, en el segundo lugar lo ocupó el tratamiento T₁ con 66,863 g, en el último lugar se ubicó con el T_c con 62,633 g.

Cuadro 23: Análisis de varianza para el peso en la cuarta evaluación

Fuentes de variabilidad	G.L.	S.C	C.M.	F.C.	F	
					0,05	0,01
Tratamientos	2	2185,208	1092,604	383,449	5,140	10,920 **
Error experimental	6	17,096	2,849			
Total	8	2202,304				

C.V: 2,001 %

** altamente significativo

FUENTE: Cuadro obtenido mediante análisis estadístico.

El Cuadro 23 del análisis de varianza para el peso indica que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos, por lo tanto los promedios son estadísticamente diferentes, el coeficiente de variabilidad de 2,001 % es aceptable para las condiciones del experimento.

Cuadro 24: Prueba de significación de Duncan para el peso en la cuarta evaluación

O.M.	Tratamientos	Promedio (g)	Significación (0,05)
1	T ₂	104,330	a
2	T ₁	82,473	b
3	T _C	66,303	c

FUENTE: Cuadro obtenido mediante análisis estadístico.

En el Cuadro 24 se observa que el mayor peso pertenece al tratamiento T₂ con 104,330 g superando estadísticamente al resto, en el segundo lugar lo ocupó el tratamiento T₁ con 82,473 g, en el último lugar se ubicó el T_C con 66,303 g.

Cuadro 25: Análisis de varianza para el peso en la quinta evaluación

Fuentes de variabilidad	G.L.	S.C	C.M.	F.C.	F	
					0,05	0,01
Tratamientos	2	3949,339	1974,669	295,067	5,140	10,920 **
Error experimental	6	40,153	6,692			
Total	8	3989,492				

C.V: 2,589 %

** altamente significativo

FUENTE: Cuadro obtenido mediante análisis estadístico.

El Cuadro 25 del análisis de varianza para el peso indica que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos, por lo tanto los promedios son estadísticamente diferentes, el coeficiente de variabilidad de 2,589 % es aceptable para las condiciones del experimento.

Cuadro 26: Prueba de significación de Duncan para el peso en la quinta evaluación

O.M.	Tratamientos	Promedio (g)	Significación (0,05)
1	T ₂	126,803	a
2	T ₁	97,250	b
3	T _C	75,700	c

FUENTE: Cuadro obtenido mediante análisis estadístico.

En el Cuadro 26 se observa que el mayor peso se obtuvo en el T₂ con 126,803 g superando estadísticamente al resto, en el segundo lugar lo ocupó el tratamiento T₁ con 97,250, en el último lugar se ubicó el T_C con 75,700 g.

Cuadro 27: Análisis de varianza para el peso en la sexta evaluación

Fuentes de variabilidad	G.L.	S.C	C.M.	F.C.	F	
					0,05	0,01
Tratamientos	2	4341,807	2170,904	611,457	5,140	10,920 **
Error experimental	6	21,302	3,550			
Total	8	4363,109				

C.V: 1,560 % ** altamente significativo
 FUENTE: Cuadro obtenido mediante análisis estadístico.

El Cuadro 27 del análisis de varianza para el peso indica que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos, por lo tanto los promedios son estadísticamente diferentes, el coeficiente de variabilidad de 1,560 % es aceptable para las condiciones del experimento.

Cuadro 28: Prueba de significación de Duncan para el peso en la sexta evaluación

O.M.	Tratamientos	Promedio (g)	Significación (0,05)
1	T ₂	147,773	a
2	T ₁	120,596	b
3	T _C	93,973	c

FUENTE: Cuadro obtenido mediante análisis estadístico.

En el Cuadro 28 se observa que el mayor peso se obtuvo con el T₂ con 147,773 g superando estadísticamente al resto, en el segundo lugar lo ocupó el tratamiento T₁ con 120,596 g, en el último lugar se ubicó el T_C con 93,973 g.

Cuadro 29: Análisis de varianza para el peso en la séptima evaluación

Fuentes de variabilidad	G.L.	S.C	C.M.	F.C.	F	
					0,05	0,01
Tratamientos	2	2040,214	1020,107	203,561	5,140	10,920 **
Error experimental	6	30,067	5,011			
Total	8	2070,281				

C.V: 1,581 %

** altamente significativo

FUENTE: Cuadro obtenido mediante análisis estadístico.

El Cuadro 29 del análisis de varianza para el peso indica que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos, por lo tanto los promedios son estadísticamente diferentes, el coeficiente de variabilidad de 1,581 % es aceptable para las condiciones del experimento.

Cuadro 30: Prueba de significación de Duncan para el peso en la séptima evaluación

O.M.	Tratamientos	Promedio (g)	Significación (0,05)
1	T ₂	157,370	a
2	T ₁	146,143	b
3	T _C	121,333	c

FUENTE: Cuadro obtenido mediante análisis estadístico.

En el Cuadro 30 se observa que el mayor peso lo obtuvo el T₂ con 157,370 g superando estadísticamente al resto, en el segundo lugar lo ocupó el tratamiento T₁ con 146,143 g, en el último lugar se ubicó el T_C con 121,333 g.

CUADRO 31: Análisis de varianza para el peso en la octava evaluación

Fuentes de variabilidad	G.L.	S.C	C.M.	F.C.	F	
					0,05	0,01
Tratamientos	2	702,146	351,073	83,285	5,140	10,920 **
Error experimental	6	25,291	4,215			
Total	8	727,437				

C.V: 1,281 %

** altamente significativo

FUENTE: Cuadro obtenido mediante análisis estadístico.

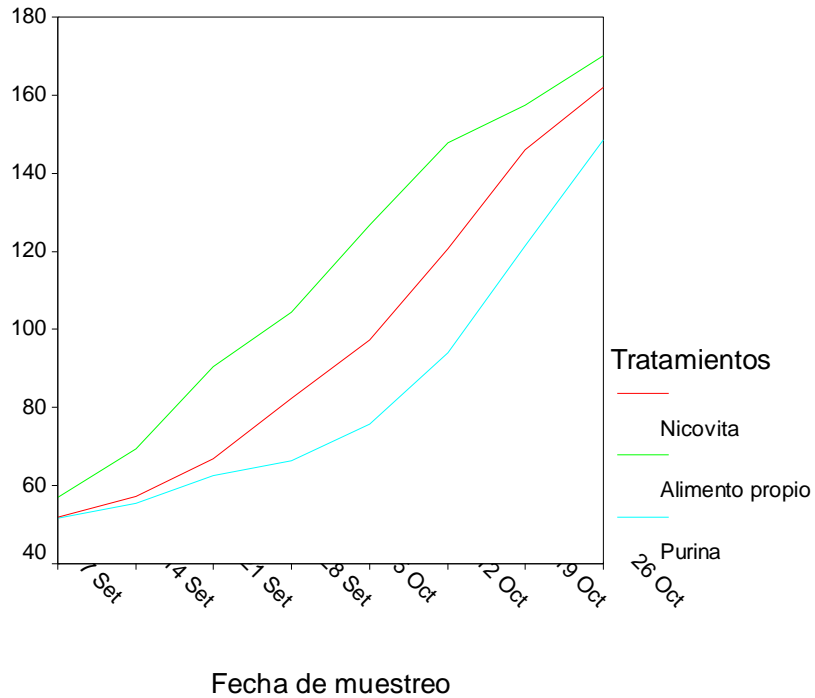
El Cuadro 31 del análisis de varianza para el peso indica que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos, por lo tanto los promedios son estadísticamente diferentes, el coeficiente de variabilidad de 1,281 % es aceptable para las condiciones del experimento.

Cuadro 32: Prueba de significación de Duncan para el peso en la octava evaluación

O.M.	Tratamientos	Promedio (g)	Significación (0,05)
1	T ₂	170,05	a
2	T ₁	162,00	b
3	T _C	148,633	c

FUENTE: Cuadro obtenido mediante análisis estadístico.

En el Cuadro N° 32 se observa que el mayor peso se obtuvo en el T₂ con 170,05 g superando estadísticamente al resto, en el segundo lugar lo ocupó el tratamiento T₁ con 162,00 g, en el último lugar se ubicó con el T_C con 148,633 g.



FUENTE: Gráfico obtenido mediante análisis estadístico de los datos del ANEXO N° 04.

Gráfico 06: Evolución del peso (g) total de las truchas sometidas a diferentes tipos de alimentación durante ocho semanas de alimentación

En el Gráfico 06 se observa la evolución del peso de las truchas durante ocho semanas de alimentación en el cual el alimento comercial (Nicovita) y el alimento de elaboración propia son mayores al tratamiento control. El alimento de elaboración propia produce un mayor crecimiento en relación al peso en comparación al alimento comercial (Nicovita).

BIOMASA PARA CADA TRATAMIENTO AL INICIO Y FINAL DEL ENSAYO EN OCHO SEMANAS DE ALIMENTACIÓN (ETAPA JUVENIL)

Cuadro 33: Biomasa obtenida al inicio y final del ensayo

BIOMASA INICIAL (Kg)	T1	T2	T3
R1	500	500	500
R2	500	500	500
R3	500	500	500
BIOMASA FINAL (Kg)	T1	T2	T3
R1	1614,36	1697,97	1445,18
R2	1606,15	1679,34	1510,56
R3	1617,06	1701,24	1482,15

FUENTE: Cuadro obtenido mediante análisis estadístico de los datos del ANEXO N° 05.

INCREMENTO DE BIOMASA (Kg) POR TRATAMIENTO DESPUÉS DE OCHO SEMANAS DE ALIMENTACIÓN

Cuadro 34: Análisis de varianza para el incremento de biomasa (Kg) entre los tratamientos

Fuentes de variabilidad	G.L.	S.C	C.M.	F.C.	F 0,05
Tratamientos	2	69806,6	34903,3	83,98	0,0000
Error experimental	6	2493,57	415,595		
Total	8	72300,2			

FUENTE: Cuadro obtenido mediante análisis estadístico.

El Cuadro 34 del análisis de varianza para el incremento de biomasa indica que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos a un nivel de significancia de 0,05 %, por lo tanto los promedios son estadísticamente diferentes.

Cuadro 35: Prueba de significación de Duncan para el incremento de biomasa (Kg) en ocho semanas de alimentación

O.M.	Tratamientos	Promedio (Kg)	Significación (0,05)
1	T ₂	1192,85	a
2	T ₁	1112,53	b
3	T _C	979,30	c

FUENTE: Cuadro obtenido mediante análisis estadístico.

En el Cuadro 35 se señalan los resultados de la prueba de comparaciones de DUNCAN realizado a los promedios del incremento de biomasa obtenida para cada tratamiento. De acuerdo a esta prueba se obtuvieron tres grupos homogéneos por lo tanto cada tratamiento es diferente significativamente uno del otro.

Cuadro 36: Análisis de varianza para el costo de alimentación (S/.) por jaula entre los tratamientos después de ocho semanas de alimentación

Fuentes de variabilidad	G.L.	S.C	C.M.	F.C.	F 0,05
Tratamientos	2	4,12568E6	2,06284E6	1367,04	0,0000
Error experimental	6	9053,87	1508,98		
Total	8	4,13473E6			

FUENTE: Cuadro obtenido mediante análisis estadístico.

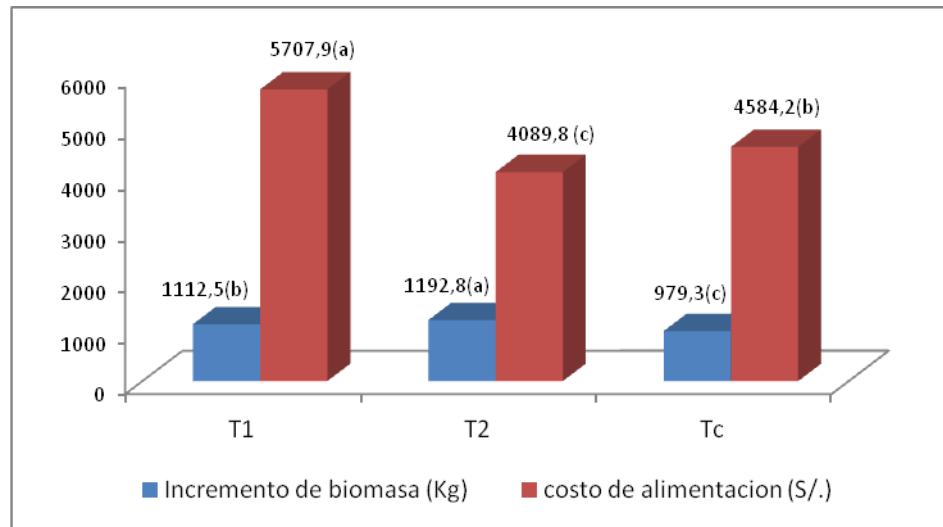
El Cuadro 36 del análisis de varianza para el costo de alimentación indica que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos a un nivel de significancia de 0,05 %, por lo tanto los promedios son estadísticamente diferentes.

Cuadro 37: Prueba de significación de Duncan para el costo de alimentación (S/.) en ocho semanas de alimentación

O.M.	Tratamientos	Promedio (S/.)	Significación (0,05)
1	T ₁	5707,95	a
2	T _C	4584,21	b
3	T ₂	4089,80	c

FUENTE: Cuadro obtenido mediante análisis estadístico.

En el Cuadro 37 se señalan los resultados de la prueba de comparaciones de Duncan realizado a los promedios del costo de alimentación obtenida para cada tratamiento. De acuerdo a esta prueba se obtuvieron tres grupos homogéneos por lo tanto cada tratamiento es diferente significativamente uno del otro.



FUENTE: Gráfico obtenido mediante análisis estadístico.

Gráfico 07: Comparación entre el incremento de biomasa (Kg) y costo de alimentación (S/.) promedio por tratamiento a las ocho semanas de alimentación

FACTOR DE CONVERSIÓN ALIMENTARIA PARA CADA TRATAMIENTO OBTENIDAS DESPUÉS DE 8 SEMANAS DE EVALUACIÓN (ETAPA JUVENIL) (GALINDO et al., 1999)

Cuadro 38: Promedios del factor de conversión alimentaria para cada tratamiento

	FCA		
	T ₁	T ₂	T _c
R ₁	0,89	0,85	0,95
R ₂	0,90	0,87	0,91
R ₃	0,90	0,86	0,92
Promedio (x)	0,90	0,86	0,93

FUENTE: Cuadro obtenido mediante análisis estadístico.

En el Cuadro 38 se encuentran los valores del factor de conversión alimentaria para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones, también se encuentran los promedios del FCA los cuales son menores a 1,00 por lo cual indica que las truchas asimilan de forma eficiente los alimentos balanceados utilizados en el presente trabajo.

Cuadro 39: Análisis de varianza para el factor de conversión alimentaria para cada tratamiento

Fuentes de variabilidad	G.L.	S.C	C.M.	F.C.	F 0,05
Tratamientos	2	66,889	33,444	17,706	0,003
Error experimental	6	11,333	1,889		
Total	8	78,222			

FUENTE: Cuadro obtenido mediante análisis estadístico.

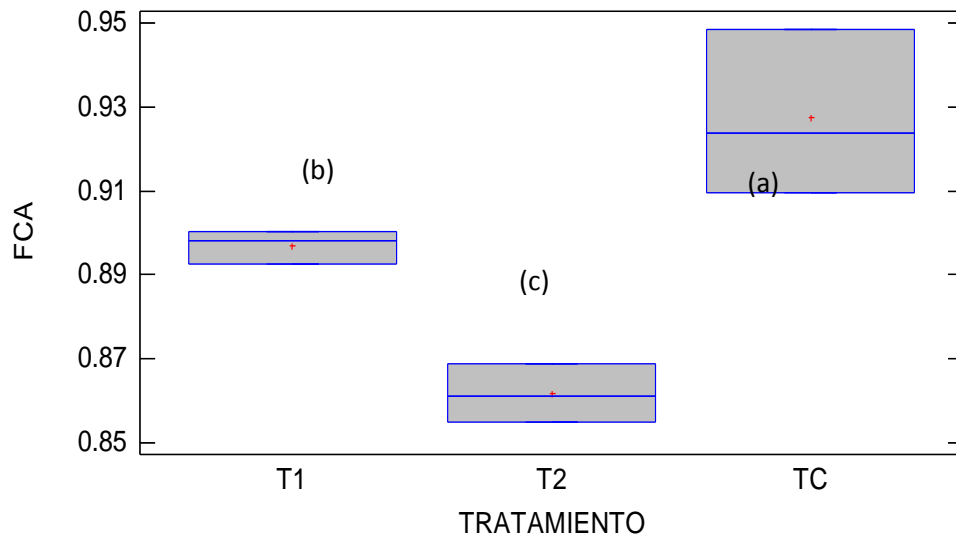
El Cuadro 39 del análisis de varianza para el FCA indica que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos a un nivel de significancia de 0,05 %, por lo tanto los promedios son estadísticamente diferentes.

Cuadro 40: Prueba de significación de Duncan para el FCA en ocho semanas de alimentación

O.M.	Tratamientos	Promedio (Kg alimento/Kg de biomasa ganado)	Significación (0,05)
1	T _c	0,93	a
2	T ₁	0,90	b
3	T ₂	0,86	c

FUENTE: Cuadro obtenido mediante análisis estadístico.

En el Cuadro 40 se señalan los resultados de la prueba de comparaciones de Duncan realizado a los promedios del FCA obtenida para cada tratamiento. De acuerdo a esta prueba se obtuvieron tres grupos homogéneos por lo tanto cada tratamiento es diferente significativamente uno del otro.



FUENTE: Gráfico obtenido mediante análisis estadístico.

Gráfico 08: Comparación del FCA promedio de los tratamientos a las ocho semanas de alimentación

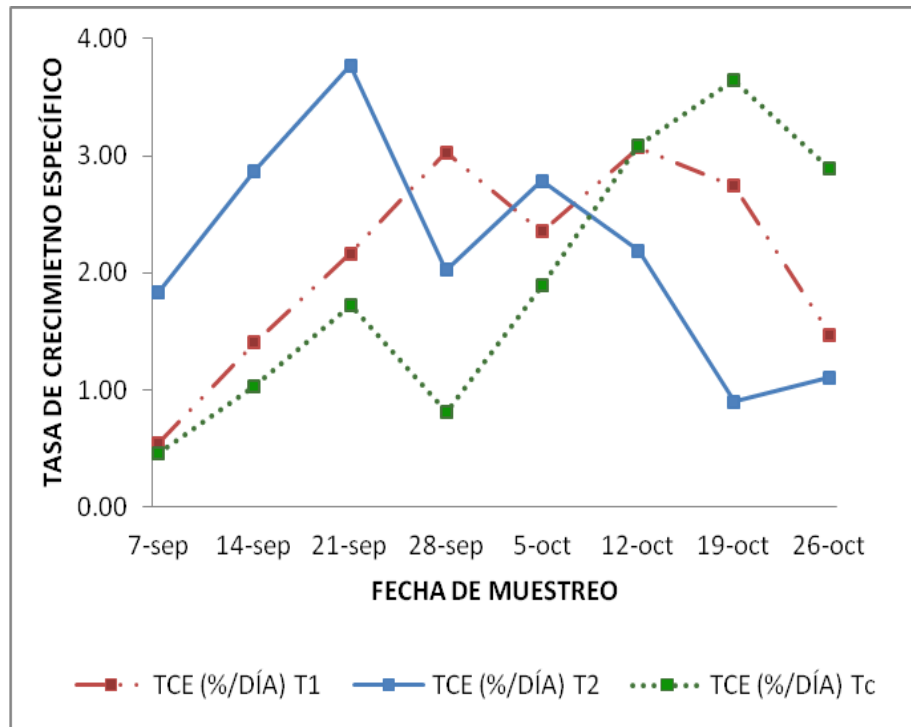
En el Gráfico 08 se señalan los resultados de la prueba de comparaciones múltiples de DUNCAN realizada a los promedios del factor de conversión alimentaria. En dicho gráfico se observa que la menor conversión alimentaria obtenida fue para el T₂ (alimento de elaboración propia) con un promedio de 0,86. Este promedio indica que el alimento de elaboración propia presenta una mejor tasa de asimilación por parte de las truchas en comparación con el T₁ y T_c, es decir que presenta una mayor eficiencia alimentaria. Seguido del T1 con un promedio de 0,9 y por último el Tc (PURINA) presenta un FCA promedio de 0,93 por lo que en comparación con el T1 y el T2 la asimilación del alimento es menos eficiente.

TASA DE CRECIMIENTO ESPECÍFICO (TCE) (%/DÍA) DE TRUCHAS ARCO IRIS SOMETIDAS A UN ALIMENTO DE TIPO COMERCIAL Y OTRO DE ELABORACIÓN PROPIA DURANTE 8 SEMANAS

Cuadro 41: Promedio de la tasa de crecimiento específico (TCE) en ocho semanas de alimentación

FECHA DE MUESTREO	TASA DE CRECIMIENTO ESPECÍFICO (TCE)		
	T ₁	T ₂	T _c
07-sep	0,55	1,84	0,46
14-sep	1,40	2,87	1,03
21-sep	2,16	3,77	1,73
28-sep	3,03	2,02	0,82
05-oct	2,35	2,78	1,89
12-oct	3,07	2,19	3,09
19-oct	2,74	0,90	3,65
26-oct	1,47	1,11	2,90
PROMEDIO (X)	2,10	2,19	1,95

FUENTE: Cuadro obtenido mediante análisis estadístico.



FUENTE: Gráfico obtenido mediante análisis estadístico de los datos del ANEXO 07.

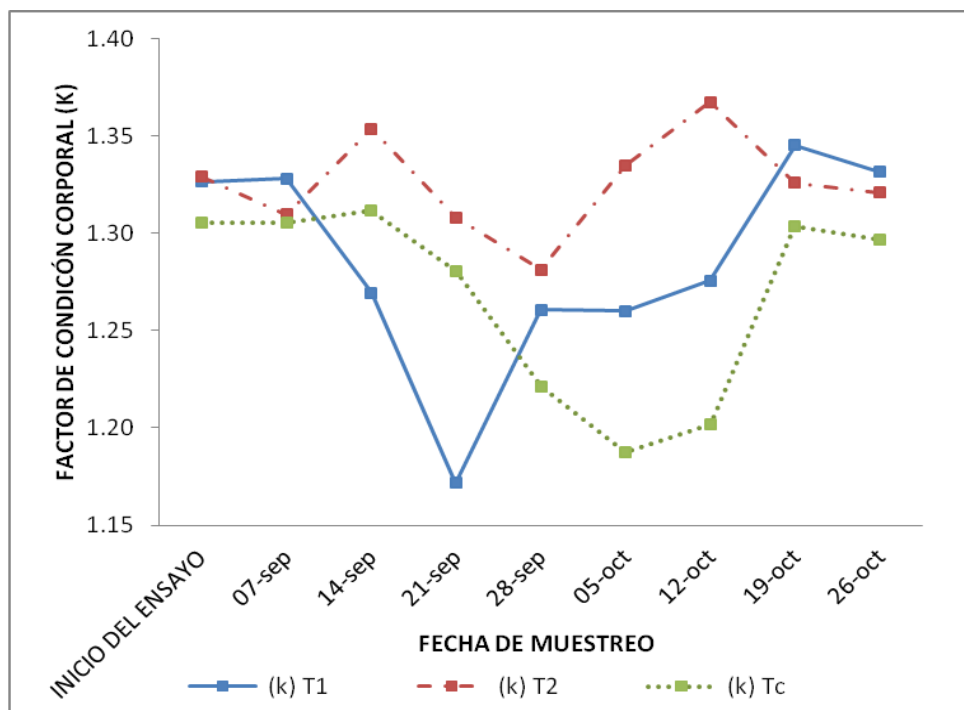
Gráfico 09: Tasa de crecimiento específico (TCE) (%/día) de truchas arco iris sometidas a un alimento de tipo comercial y otro de elaboración propia durante 8 semanas

**FACTOR DE CONDICIÓN CORPORAL (K) DE TRUCHAS ARCO IRIS
SOMETIDAS A UN ALIMENTO DE TIPO COMERCIAL Y OTRO DE
ELABORACIÓN PROPIA DURANTE 8 SEMANAS**

**Cuadro 42: Promedio del factor de condición corporal (K) de truchas arco iris
en ocho semanas de alimentación**

FECHA DE MUESTREO	FACTOR DE CONDICIÓN CORPORAL (K)		
	T ₁	T ₂	T _c
INICIO DEL ENSAYO	1,33	1,33	1,31
07-sep	1,33	1,31	1,31
14-sep	1,27	1,35	1,31
21-sep	1,17	1,31	1,28
28-sep	1,26	1,28	1,22
05-oct	1,26	1,33	1,19
12-oct	1,28	1,37	1,20
19-oct	1,35	1,33	1,30
26-oct	1,33	1,32	1,30
PROMEDIO (X)	1,29	1,33	1,27

FUENTE: Cuadro obtenido mediante análisis estadístico.

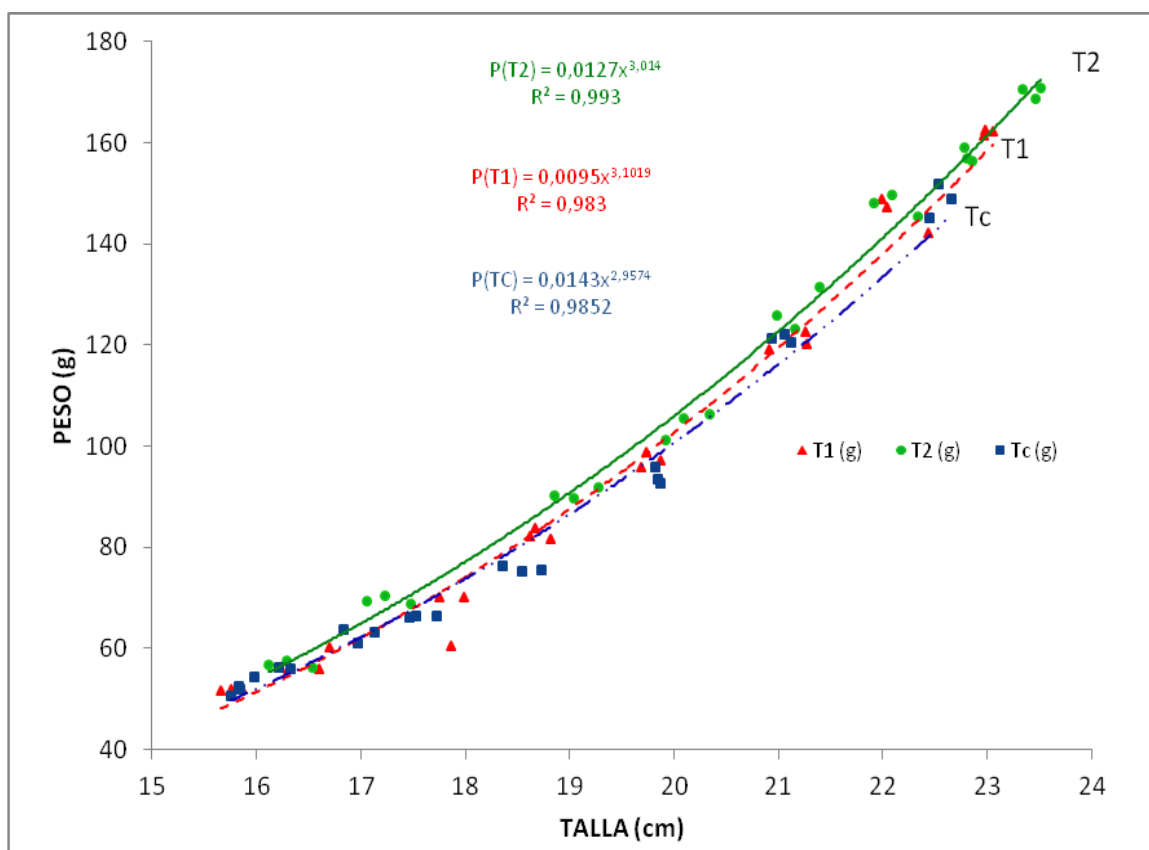


FUENTE: Gráfico obtenido mediante análisis estadístico de los datos del ANEXO N° 08.

Gráfico 10: Factor de condición corporal (K) de truchas arco iris sometidas a un alimento de tipo comercial y otro de elaboración propia durante 8 semanas

En el Gráfico 10 se observa el factor de condición para las truchas sometidas a diferentes tipos de alimento balanceado se ha observado que para el T1 y Tc presentaron valores bajos en la tercera evaluación y quinta evaluación, respectivamente. En cuanto al T2 se obtuvo un menor valor de K en la cuarta evaluación, en cambio sus valores no fueron muy variables como sucedieron con los tratamientos T1 y Tc.

RELACIÓN ENTRE TALLA - PESO DE TRUCHAS ARCO IRIS SOMETIDAS A UN ALIMENTO DE TIPO COMERCIAL Y OTRO DE ELABORACIÓN PROPIA DURANTE OCHO SEMANAS



FUENTE: Gráfico obtenido mediante análisis estadístico.

Gráfico 11: Relación entre talla-peso de truchas arco iris durante ocho semanas de alimentación

ÍNDICE DE RENTABILIDAD (S/. / Kg) EN EL CRECIMIENTO DE LA TRUCHA ARCO IRIS (*Oncorhynchus mykiss*) ETAPA JUVENIL EN OCHO SEMANAS DE ALIMENTACIÓN (OVELAR, 2000):

Cuadro 43: Promedios del índice de rentabilidad (S/. / Kg) para cada tratamiento después de ocho semanas de alimentación

	ÍNDICE DE RENTABILIDAD (S/. / Kg)		
	T ₁	T ₂	T _c
R ₁	5,10	3,40	4,79
R ₂	5,15	3,46	4,59
R ₃	5,14	3,43	4,67
Promedio (x)	5,13	3,43	4,68

FUENTE: Cuadro obtenido mediante análisis estadístico.

En el cuadro 43 Se encuentran los valores del índice de rentabilidad para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones y los promedios. Donde el menor valor perteneciente al tratamiento T₂ con 3,43 S./Kg el cual indica que con una inversión de 3,43 S/. en la elaboración del alimento de elaboración propia conlleva a un incremento del peso de 1 Kg por jaula.

Cuadro 44: Análisis de varianza para el índice de rentabilidad

Fuentes de variabilidad	G.L.	S.C	C.M.	F.C.	F 0,05
Tratamientos	2	4,66036	2,33018	595,78	0,0000
Error experimental	6	0,0234667	0,00391111		
Total	8	4,68382			

FUENTE: Cuadro obtenido mediante análisis estadístico.

El cuadro 44 del análisis de varianza para el índice de rentabilidad indica que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos a un nivel de significancia de 0,05 %, por lo tanto los promedios son estadísticamente diferentes.

Cuadro 45: Prueba de significación de Duncan para el índice rentabilidad (S./Kg) en ocho semanas de alimentación

O.M.	Tratamientos	Promedio(S./ Kg)	Significación (0,05)
1	T ₁	5,13	a
2	T _C	4,68	b
3	T ₂	3,43	c

FUENTE: Cuadro obtenido mediante análisis estadístico.

En el cuadro 45 se señalan los resultados de la prueba de comparaciones de Duncan realizado a los promedios del índice de rentabilidad obtenida para cada tratamiento. De acuerdo a esta prueba se obtuvieron tres grupos homogéneos por lo tanto cada tratamiento es diferente significativamente uno del otro.

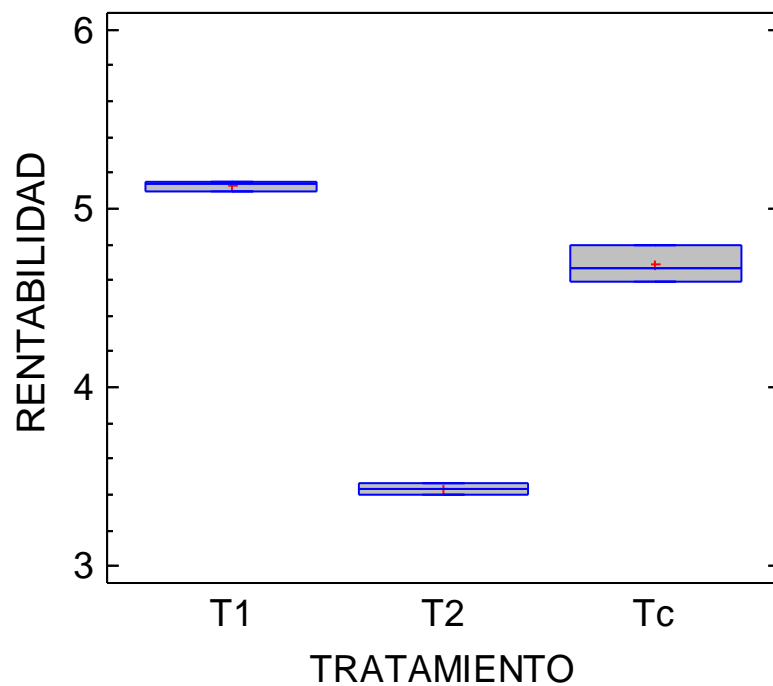


Gráfico 12: Comparación del índice de rentabilidad de los tratamientos a las ocho semanas de alimentación

En el Gráfico 12 se señalan los resultados de la prueba de comparaciones múltiples de DUNCAN realizada a los promedios del Índice de rentabilidad.

V. DISCUSIÓN

Respecto al oxígeno, los valores de oxígeno disuelto obtenidos estuvieron en un rango de 6,2 a 6,6 ppm durante los meses de septiembre y octubre del 2013, estos resultados son apropiados para el cultivo de trucha arco iris, de acuerdo a lo mencionado por Molina (2004) y GEM (2006) en la truchicultura el valor mínimo para su desarrollo es en un rango de 5,0 a 5,5 ppm. El valor de OD obtenido en el presente trabajo es inferior a lo obtenido por Perdomo (2013) el cual obtuvo un rango de 7,65 a 10,3 ppm en cultivo de truchas en estanques. En cuanto a la temperatura se obtuvo un rango de 13,2 a 13,6 °C, lo cual es un valor dentro del rango permisible de acuerdo a Mariscal (2010) lo cual hace una temperatura apropiada para el cultivo de truchas. De acuerdo a lo mencionado por Bastardo (2003), la temperatura del agua es un factor físico-químico que afecta directamente al crecimiento de la trucha por lo que en el presente trabajo se tuvo consideración.

La relación entre el oxígeno disuelto y la temperatura fue inversamente proporcional con un valor $R=-8962$ el cual indica que a menor temperatura mayor será el oxígeno disuelto en el agua. Esto concuerda con la teoría mencionada por DINARA (2010) con respecto al oxígeno disuelto el cual está influenciado al cambio de temperatura.

La ración diaria de alimento suministrado correspondió a un tipo de alimentación de “ración de crecimiento”, de acuerdo al trabajo realizado por MORALES (2004) donde comparó tres tipos de regímenes de alimentación, como: ración de mantenimiento, ración de crecimiento y ración a saciedad (alimentación ad-libitum) en el cual determinó que la ración de crecimiento se aproxima al óptimo biológico para el crecimiento de la trucha Arco iris.

En el Gráfico 04 se muestra la tasa de alimentación (TA %) donde el TA % del tratamiento 2 (alimento de elaboración propia) fue disminuyendo a medida que el consumo de alimento fue superior al tratamiento 1 (T1: alimento balanceado nicovita) y tratamiento control (Tc: alimento balanceado purina), esto dio como resultado un mayor incremento en el peso individual por trucha y la biomasa total por jaula.

De acuerdo al crecimiento de las truchas en el presente trabajo se obtuvo mayor peso con el tratamiento 2 (T2: alimento balanceado de elaboración propia) el cual en 28 días se obtuvo un incremento de 55, 37 gramos a comparación del tratamiento 1 (T1) el cual tuvo un incremento de 31, 59 gramos, el valor del peso de T2 en comparación con el trabajo realizado por MORALES (2004) el cual obtuvo un incremento de 48,3 gramos en 30 días de alimentación mediante una ración de crecimiento fue mayor. Esta diferencia en el incremento de peso puede estar influenciada por la temperatura, ya que Morales (2004) reportó en su trabajo

fluctuaciones de 13,8 a 16,4°C durante el experimento que duró 30 días a diferencia del presente trabajo, que tuvo una fluctuación de 13,2 a 13,6°C.

Existe muchas diferencias con respecto al crecimiento de las truchas criadas bajo condiciones similares a menudo varia ampliamente por muchas razones, entre ellas, el tipo de alimento, frecuencia de alimentación, densidad de cría, oxígeno y la línea de origen del pez (Smith et al., 1988). Blanco (1984), indica que la ganancia de peso que pueda experimentar un lote de truchas está bajo la influencia de factores genéticos, nutricionales, de anejo, sanitarios, de calidad de agua y de crecimiento individual.

La densidad de truchas por jaula influye en el crecimiento tanto en el peso como en la TCE de acuerdo al trabajo de Alvarado (1999) donde evaluó diferentes densidades de truchas por jaula (50 truchas/m³, 100 truchas/m³, 200 truchas/m³, 400 truchas/m³) determinando que a una densidad de 50 truchas/m³ se obtuvo mejor crecimiento, en el presente trabajo se utilizó una densidad aproximada de 46,3 truchas/m³ haciendo una densidad óptima para obtener una mejor eficiencia en el crecimiento y producción.

Se ha observado que la talla de la trucha fue mayor en los tratamientos T1 y T2, por lo tanto esto demuestra se debió a un aumento de volumen de los mismos, sino que

hubo también una mayor longitud, dando cuenta de un apropiado crecimiento en los peces.

Respecto al Factor de Conversión Alimenticia (FCA), los valores obtenidos en este trabajo indicaron que los peces requirieron una menor cantidad de alimento que otros de la misma especie de salmónidos criados en jaulas como en el trabajo de Perdomo (2013) en los que se encontraron valores entre $1,28\pm 0,05$ y $1,37\pm 0,05$.

De acuerdo a la Tasa de crecimiento, la investigación realizada por Bastardo (2003) obtuvo una tasa de crecimiento específico (TCE) para truchas de ambos sexos de $1,63\pm 1,1$ a comparación de la presente tesis el cual obtuvo una mayor tasa de crecimiento específico para el T2 con 2,19 y un menor para el Tc 1,95; esta diferencia posiblemente se debe a la ubicación geográfica y condiciones físico-químicas del medio acuático.

Las evidencias indican que el incremento de la TCE es seguido de un aumento en el consumo de alimento, en la eficiencia alimenticia y en el crecimiento (Morales, 2007; Guzel, 2011; Holm, 1999).

La progresión de la TCE durante el periodo experimental muestra que, el T2 (alimento de elaboración propia) inicia con una mayor TCE el cual fue incrementando sostenidamente hasta el tercer muestreo (21 de septiembre) con un

máximo valor de 3,77 %/día, en cuanto el T1 incrementó hasta el cuarto muestreo (28 de septiembre) con 3,03 %/día y en el sexto muestreo (12 de octubre) con 3,07 %/día, para luego disminuir en el último muestreo con 1,47 %/día. El Tc presenta un incremento máximo en el séptimo muestreo con 3,65 %/día este tratamiento presentó valores bajos durante las seis primeras semanas. El mayor promedio del TCE es para el T2. Por lo tanto esto indica que el alimento de elaboración propia presenta un mejor desempeño productivo.

Los resultados de la TCE de este estudio fueron superiores a las reportadas con anterioridad por diferentes autores. Así, Bórquez y col. (1999) en *O. mykiss* informaron valores de 1,07 y 1,17 %/día mediante dietas peletizada y expandida, respectivamente, mientras que Pokniak y col. (1994) en la misma especie (*O. mykiss*) encontraron valores que oscilaron entre 1,30 y 1,39 %/día, suministrando dietas con diferentes niveles de proteína. En el salmón del pacífico (*Oncorhynchus kisutch*), Pokniak y col. (2004) encontraron valores que variaron entre 1,11-1,12 %/día. Asimismo, las TCE de este estudio fueron intermedias respecto a las encontradas por Morales y Quirós, en especímenes de la misma especie criados en jaulas flotantes, con valores de 0,07; 1,94 y 3,35%/día, siendo este último, correspondiente al grupo alimentado a saciedad.

En contraposición a esto, los resultados de esta variable fueron ligeramente inferiores a las reportadas por Bhat y col. (2011) quienes encontraron una TCE que osciló entre 2,83 y 3,54 %/día, y varió según las estrategias alimenticias aplicadas.

Asimismo, difirieron de la obtenida en cachama (*Colossoma macrospomum*) bajo condiciones intensivas de crianza, cuyo valor fue de 2,6 %/día Andrade y col. (2011), probablemente debido a que las especies de aguas cálidas, como la anteriormente citada, presentan un metabolismo más acentuado, influenciado por la temperatura.

En cuanto al Factor de Condición, el trabajo realizado por Lee y Putnam (1973) y Hernández y col. (2001), que trabajando con “truchas Arco iris” y “sargo picudo”, respectivamente, observaron que el factor de condición aumentaba a medida que disminuía la proporción proteína-lípidos (P/L) de las dietas. Se ha observado una buena condición corporal de las truchas en todos los tratamientos evaluados en el presente trabajo a comparación del trabajo realizado por Bastardo (2003) a pesar de poseer en su alimento un porcentaje de proteínas de 55,39 % obtuvo un máximo valor de K para ambos sexos de 1,2 y valores por debajo de uno en cambio en presente trabajo se obtuvo un máximo de 1,37 considerando que se trabajó sólo con hembras

De acuerdo al consumo de alimento, en el presente trabajo se obtuvo un mayor consumo de alimento en el T2, este tratamiento presenta un mayor contenido energético este resultado de consumo no concuerda con lo que se esperaba, en el

sentido de que a un mayor contenido energético de la dieta debería haber un menor consumo de alimento como lo sugieren Cho y Kaushik (1990) y Silverstein y col. (1999). También se utilizó una misma tabla de tasa de alimentación para los tres tratamientos esto permitió establecer una alimentación de acuerdo al porcentaje del peso corporal para así evitar el efecto de esta variable y encontrar diferencias entre estos tratamientos de acuerdo a la composición nutricional de los alimentos ya que de acuerdo al trabajo realizado por morales (2004) existe diferencias estadísticamente significativas entre el tipo de alimentación que se somete a las truchas.

Se ha observado que el índice de rentabilidad fue menor para el tratamiento (T2) por lo tanto presenta un menor costo de alimentación por peso ganado de trucha arco iris. Existe diferencia significativa entre el costo de alimentación por kg de peso ganado entre el T2 (alimento de elaboración propia), T1 (alimento balanceado NICOVITA) y el T control, donde el tratamiento T2 es 26,71 % más rentable que el Tc (alimento balanceado PURINA) y 33,14 % más rentable que el alimento balanceado NICOVITA; por lo tanto el costo de alimentación para incrementar un kilogramo de peso de trucha arco iris sometidas al alimento balanceado de elaboración propia (T2) es menor que el Tc y T1 en un 26,71 y 33,14 % respectivamente.

VI. CONCLUSIONES

- Se determinaron los parámetros físico químicos como la temperatura con un rango de 13,2 a 13,6 °C y el oxígeno disuelto con un rango de 6,2 a 6,6 ppm en ocho semanas durante los meses de septiembre y octubre del 2013.
- Se evaluó el crecimiento de las truchas juveniles (*Oncorhynchus mykiss*) para cada tratamiento en 2 meses de alimentación, determinándose que el T2 presentó mayor incremento en el crecimiento en cuanto a la talla y peso, seguido del T2 (alimento balanceado NICOVITA) y en último lugar se encuentra el tratamiento control (alimento balanceado PURINA).
- Se evaluó la rentabilidad en el crecimiento de la trucha Arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) para cada tratamiento, determinándose el valor del índice de rentabilidad expresado como el costo de alimentación por kilogramo de peso ganado para el T2 con 3,43 S./Kg, para el T1 con 5,13 S./Kg y para el Tc con 4,68 S./Kg.
- Se comparó la rentabilidad entre cada uno de los tratamientos mediante análisis estadístico, encontrando diferencias significativas entre los tratamientos

en el cual el T2 (alimento de elaboración propia) resultó el más rentable entre los tratamientos con una reducción del costo de alimentación en truchas en estadio juvenil de 33,14 % en relación al T1 (alimento balanceado NICOVITA) y 26,71 % en relación al Tcontrol (alimento balanceado PURINA).

VII. RECOMENDACIONES

- Evaluar la rentabilidad en un ciclo productivo en la crianza de truchas arco iris sometidas a alimentos balanceados de elaboración propia.
- Establecer una dieta óptima y más rentable mediante la formulación de alimentos balanceados para truchas arco iris en sus diferentes estadios de un ciclo productivo.
- Evaluar el efecto que causa la composición de aminoácidos en porcentaje de diferentes alimentos balanceados de elaboración propia en el crecimiento de las truchas arco iris criadas en jaulas flotantes.
- Evaluar la rentabilidad en el crecimiento de truchas sometidas a un alimento balanceado de elaboración propia en diferentes estaciones del año.
- Determinar la cantidad de alimento que se pierde durante la alimentación manual en el lago durante un ciclo productivo.

- Evaluar diariamente los factores físico-químicos para el control de la cantidad de alimento a suministrar y prevenir la mortalidad mediante medidas sanitarias.
- Utilizar fuentes alternativas de proteínas, como las micro algas (*Spirulina spp*, *Cladophora glomerata*), unicelulares (proteínas bacterianas: *Methylophilus methylotropus*, *Micrococcus glutamicus*, *Brevibacterium lactofermentum* y *Bacterium glutamaticum*), hongos filamentosos (*Geotrichum candidum*), levaduras (*Candida spp*, *Hansenula anomala*, *Phaffia rhodosyma*) para disminuir el costo de elaboración de alimentos balanceados para truchas y salmónidos.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

ALVARADO, H. 1999. Crecimiento y sobrevivencia de la trucha arco iris cultivada en diferentes tipos de estanques y densidades. Revista: veterinaria Trop. 24(2): 121-129. Táchira- Venezuela.

ANDRADE, G.; MÉNDEZ, Y.; PERDOMO, D.A. 2011. Engorde experimental de cachama (*Colossoma macropomum*) en la Estación Local El Lago, estado Zulia, Venezuela. Zoot. Trop. 29(2): 213-219.

BASTARDO, Hilda Y SOFÍA, Sara. 2003. Crecimiento de truchas todas hembras y de ambos sexos en un criadero venezolano. Revista zootecnia tropical. Vol. 21, 17-26 p.

BHAT, S.; CHALKOO, S.; SHAMMI, Q. 2011. Nutrient utilization and food conversion of rainbow trout, *Onchorhynchus mykiss*, subjected to mixed feeding schedules. Turk. J. Fish. Aquat. Sci. 11: 273-281.

BLANCO CACHAFEIRO, M.C. 1984. La Trucha. Cría Industrial. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. 238 p.

BÓRQUEZ, R.; VALDEBENITO, I.; DANTAGNAN, H.; BARILES, S. 1999. Rendimientos productivos de dietas extruidas y peletizadas en cultivo intensivo de trucha arco iris, *Oncorhynchus mykiss*. Rev. Invest. Cient. Tecnol., Ser. Cienc. Mar. 5:50-55.

CHO, C.Y., S.J. KAUSHIK. 1990. Nutritional Energetics in Fish: Energy and Protein Utilization in in Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*). World Review of Nutrition and Dietetics 61: 132-172.

DIRECCIÓN NACIONAL de RECURSO ACUÁTICOS – DINARA. 2010. Manual básico de Piscicultura en estanques. Montevideo, Uruguay, 50p.

GLOBAL ENVIRONMENTAL MANAGEMENT – EDUCATION CENTER. (2006). Manual básico para el cultivo trucha Arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) Manual de capacitación para la participación comunitaria. MÉXICO D.F. 26p

GUZEL, S.; ARVAS, A. 2011. Effects of different feeding strategies on the growth of young rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Afr. J. Biotechnol. 25: 5048-5052.

HERNANDEZ, M.D., M.A. EGEA, F.M. RUEDA, F. AGUADO, F.J. MARTINEZ, B. GARCIA. 2001. Effects of commercial diets with different P/E ratios on sharpnose seabream (*Diplodus puntazzo*) growth and nutrient utilization. Aquaculture 195: 321-329.

HOLM, J.; REFSTIE, T. 1990. The effect of fish density and feeding regimes on individual growth rate and mortality in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquacult. 89:225-232.

ISEA L. F. & et al. 2008. Estudio de digestibilidad aparente de la harina de lombriz (*Eisenia andre*) en la alimentación de trucha arco iris (*Onchorinchus mykiss*). Francia.

LEE, D.J., G.B. PUTNAM. 1973. The response of rainbow trout to varying protein/energy ratios in a test diet. J. Nutr. 103: 916-922.

MANUAL DE CRIANZA TRUCHA (*Oncorhynchus mykiss*). RAGASH. 2009. Peru.

MARISCAL, J. Y et al. 2010. Proyecto “MEJORANDO LA RENTABILIDAD DE LA TRUCHICULTURA EN EL LAGO TITICACA CON VISIÓN EMPRESARIAL Y RESPONSABILIDAD SOCIAL AMBIENTAL” Modulo de buenas prácticas de producción truchicola. PRIMERA EDICIÓN. Puno, Perú.

MOLINA A., Christian.2004. Producción y comercialización de trucha “Arco iris” (*Oncorhynchus mykiss*) para exportación. Quito, Ecuador.

MORALES A., Gabriel. 2004. CRECIMIENTO Y EFICIENCIA ALIMENTARIA DE TRUCHA arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas bajo diferentes regímenes de alimentación. Buenos Aires. Argentina.

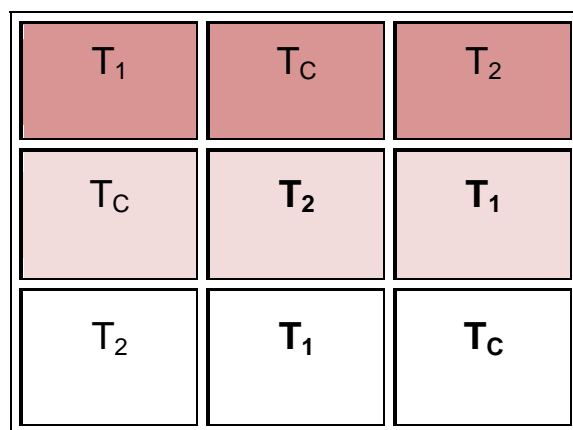
ORNA R., Edwin. 2010. Manual de alimento balanceado para truchas. [En línea]. Puno, Peru.

OVELAR C., Rubén Alejandro. 2000. Nutrición rentable del lechón moderno. [S.I].

- PERDOMO, Daniel & et al. 2013. Efecto de la estrategia alimenticia en el desempeño productivo de la trucha Arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). Revista científica, vol. XXIII, núm. 4, 341-349 p.
- POKNIAK, J.; ESPINOZA, M.; HAARDT, E.; GALLEGUILLOS, C. 1994. Dietas de engorda con diferentes niveles de proteína para trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). Avanc. Cien. Vet. 9(2): 93-100.
- POKNIAK, J.; MUÑOZ, S.; DÍAZ, N.; GONZÁLEZ, C.; DÍAZ, I. 2004. Efecto de dietas con diferentes proporciones de proteínas y lípidos sobre la respuesta productiva y características de la canal del salmón del Pacífico (*Oncorhynchus kisutch*). Arch. Med. Vet. XXXVI (2):163-172.
- SILVERSTEIN, J., K. SHEARER, W. DICKHOFF, E. PLISETSKAYA. 1999. Regulation of nutrient intake and energy balance in salmon. Aquaculture 177: 161-169.
- SMITH R. R., H. L. KINCAID, J. M. REGENSTEIN Y G. I. RUMSEY. 1988. Growth, carcass composition and taste of rainbow trout of different strains fed diets containing primarily plant or animal protein. Aquaculture, 70:309-321.

IX. ANEXOS

Anexo 01: Esquema de la distribución de tratamientos para el crecimiento de truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) sometidas a un alimento comercial y otro de elaboración propia



Leyenda: Área externa (próximo a la orilla) Intermedio Área interna
 Fuente: Esquema de elaboración propia.

Anexo 02: Cuadro de la fluctuación de la temperatura y oxígeno disuelto del área experimental en ocho semanas durante el mes de octubre y septiembre del 2013

FECHA	7 Set	14 Set	21 Set	28 Set	5 Oct	12 Oct	19 Oct	26 Oct
T.M.	13,2	13,3	13,4	13,3	13,2	13,4	13,6	13,5
O.D.	6,4	6,5	6,25	6,5	6,3	6,3	6,4	6,2

Leyenda: T.M.: Temperatura media; O.D.: Oxígeno disuelto.
 Fuente: Datos obtenidos mediante medición en el área experimental del lago Titicaca en la zona del Faro-Pomata

Anexo 03: Efecto de los tratamientos en la talla de la trucha en estadio juvenil durante ocho semanas de alimentación

	REPETICIONES	T ₁ (cm)	T ₂ (cm)	T _c (cm)
INICIO DEL ENSAYO	R1	15,7	15,95	15,80
	R2	15,35	15,80	15,63
	R3	15,45	15,95	15,67
MUESTREO N° 01	R1	15,66	16,12	15,76
	R2	15,86	16,54	15,85
	R3	15,76	16,30	15,83
MUESTREO N° 02	R1	16,30	17,06	15,98
	R2	16,60	17,48	16,33
	R3	16,70	17,24	16,21
MUESTREO N° 03	R1	17,86	18,86	16,97
	R2	17,99	19,28	16,83
	R3	17,76	19,04	17,13
MUESTREO N° 04	R1	18,62	19,92	17,47
	R2	18,67	20,34	17,53
	R3	18,82	20,10	17,73
MUESTREO N° 05	R1	19,68	20,98	18,36
	R2	19,73	21,40	18,55
	R3	19,88	21,16	18,73
MUESTREO N° 06	R1	20,91	21,92	19,85
	R2	21,26	22,34	19,87
	R3	21,27	22,09	19,82
MUESTREO N° 07	R1	22,04	22,78	20,93
	R2	22,44	22,85	21,06
	R3	21,99	22,81	21,12
MUESTREO N° 08	R1	23,05	23,34	22,45
	R2	22,97	23,46	22,53
	R3	22,98	23,51	22,66

LEYENDA: R1: Repetición N° 01; R2: Repetición N° 02; R3: Repetición N° 03.

T1: Tratamiento N°01; T2: Tratamiento N° 02; T3: Tratamiento N° 03.

FUENTE: Datos obtenidos durante la evaluación del crecimiento de las truchas.

**Anexo 04: Efecto de los tratamientos en el peso de la trucha en estadio juvenil
durante ocho semanas de alimentación**

	REPETICIONES	T ₁ (g)	T ₂ (g)	T _c (g)
INICIO DEL ENSAYO	R1	48,60	49,60	51,10
	R2	50,00	50,90	50,00
	R3	51,40	49,50	48,90
MUESTREO N° 01	R1	51,78	56,80	50,65
	R2	52,17	56,30	51,9
	R3	51,93	57,50	52,35
MUESTREO N° 02	R1	55,89	69,35	54,30
	R2	55,93	68,73	55,95
	R3	60,25	70,50	56,20
MUESTREO N° 03	R1	60,37	90,15	60,90
	R2	70,15	91,70	63,80
	R3	70,07	89,75	63,20
MUESTREO N° 04	R1	82,15	101,25	66,20
	R2	83,68	106,37	66,40
	R3	81,59	105,37	66,31
MUESTREO N° 05	R1	95,93	125,85	76,40
	R2	98,72	131,41	75,30
	R3	97,10	123,15	75,40
MUESTREO N° 06	R1	119,07	148,16	93,56
	R2	122,53	145,39	92,60
	R3	120,19	149,77	95,76
MUESTREO N° 07	R1	147,35	158,93	121,30
	R2	142,15	156,33	122,10
	R3	148,93	156,85	120,60
MUESTREO N° 08	R1	162,15	170,53	145,20
	R2	161,39	168,71	151,80
	R3	162,47	170,91	148,90

LEYENDA: R1: Repetición N° 01; R2: Repetición N° 02; R3: Repetición N° 03.

T1: Tratamiento N°01; T2: Tratamiento N° 02; T3: Tratamiento N° 03.

FUENTE: Datos obtenidos durante la evaluación del crecimiento de las truchas.

Anexo 05: Promedios de la biomasa para cada tratamiento después de ocho semanas de alimentación:

INCREMENTO DE BIOMASA (Kg)			
	T1	T2	T3
R1	1114,36	1197,97	945,18
R2	1106,15	1179,34	1010,56
R3	1117,06	1201,24	982,16
Promedio(x)	1112,53	1192,85	979,30

LEYENDA: R1: Repetición N° 01; R2: Repetición N° 02; R3: Repetición N° 03.
T1: Tratamiento N°01; **T2:** Tratamiento N° 02; **T3:** Tratamiento N° 03.
FUENTE: Datos obtenidos durante la evaluación del crecimiento de las truchas.

Anexo 06: Cantidad total de alimento suministrado a cada unidad experimental después de ocho semanas de alimentación:

ALIMENTO CONSUMIDO (Kg)			
	T1	T2	T3
R1	994,55	1023,97	896,67
R2	995,83	1024,62	919,33
R3	1003,30	1034,17	907,28
Promedio(x)	997,89	1027,58	907,76

LEYENDA: R1: Repetición N° 01; R2: Repetición N° 02; R3: Repetición N° 03.
T1: Tratamiento N°01; **T2:** Tratamiento N° 02; **T3:** Tratamiento N° 03.
FUENTE: Datos obtenidos durante la evaluación del crecimiento de las truchas.

Anexo 07: Tasa de crecimiento específico de truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) durante ocho semanas de alimentación.

	REPETICIONES	T ₁ (%/Día)	T ₂ (%/Día)	T _c (%/Día)
MUESTREO 01	R1	0,50	1,82	0,18
	R2	0,61	1,70	0,53
	R3	0,54	2,00	0,66
MUESTREO 02	R1	1,09	2,85	0,99
	R2	0,99	2,85	1,07
	R3	2,12	2,91	1,01
MUESTREO 03	R1	1,10	3,75	1,64
	R2	3,24	4,12	1,88
	R3	2,16	3,45	1,68
MUESTREO 04	R1	4,40	1,66	1,19
	R2	2,52	2,12	0,57
	R3	2,17	2,29	0,69
MUESTREO 05	R1	2,22	3,11	2,05
	R2	2,36	3,02	1,80
	R3	2,49	2,23	1,84
MUESTREO 06	R1	3,09	2,33	2,89
	R2	3,09	1,44	2,95
	R3	3,05	2,80	3,41
MUESTREO 07	R1	3,04	1,00	3,71
	R2	2,12	1,04	3,95
	R3	3,06	0,66	3,29
MUESTREO 08	R1	1,37	1,01	2,57
	R2	1,81	1,09	3,11
	R3	1,24	1,23	3,01

LEYENDA: R1: Repetición N° 01; R2: Repetición N° 02; R3: Repetición N° 03.

T1: Tratamiento N°01; T2: Tratamiento N° 02; T3: Tratamiento N° 03.

FUENTE: Datos obtenidos durante la evaluación del crecimiento de las truchas.

Anexo 08: Efecto de los tratamientos en el factor de condición corporal (k) de la trucha en estadio juvenil durante ocho semanas de alimentación


	REPETICIONES	T ₁	T ₂	T _C
INICIO DEL ENSAYO	R1	1,26	1,22	1,30
	R2	1,38	1,29	1,31
	R3	1,39	1,22	1,27
MUESTREO N° 01	R1	1,35	1,36	1,29
	R2	1,31	1,24	1,30
	R3	1,33	1,33	1,32
MUESTREO N° 02	R1	1,29	1,40	1,33
	R2	1,22	1,29	1,28
	R3	1,29	1,38	1,32
MUESTREO N° 03	R1	1,06	1,34	1,25
	R2	1,20	1,28	1,34
	R3	1,25	1,30	1,26
MUESTREO N° 04	R1	1,27	1,28	1,24
	R2	1,29	1,26	1,23
	R3	1,22	1,30	1,19
MUESTREO N° 05	R1	1,26	1,36	1,23
	R2	1,29	1,34	1,18
	R3	1,24	1,30	1,15
MUESTREO N° 06	R1	1,30	1,41	1,20
	R2	1,28	1,30	1,18
	R3	1,25	1,39	1,23
MUESTREO N° 07	R1	1,38	1,34	1,32
	R2	1,26	1,31	1,31
	R3	1,40	1,32	1,28
MUESTREO N° 08	R1	1,32	1,34	1,28
	R2	1,33	1,31	1,33
	R3	1,34	1,32	1,28

LEYENDA: R1: Repetición N° 01; R2: Repetición N° 02; R3: Repetición N° 03.


T1: Tratamiento N°01; T2: Tratamiento N° 02; T3: Tratamiento N° 03.

FUENTE: Datos obtenidos durante la evaluación del crecimiento de las truchas.

Anexo 09: Resultado de análisis del alimento balanceado de elaboración propia de la empresa Aquarius Twins S. C. R. L.



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
 Ciudad Universitaria, Av. Sesquicentenario N° 1130, Telf: (051)366000 - IP: 10301



LABORATORIO DE EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE ALIMENTOS

INFORME DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS
Nro. - 0080 -2013

SOLICITANTE	Sr. (a) MERIAM QUISPE CHARA
PROCEDENCIA	LARO - POMATA
PRODUCTO	ALIMENTO BALANCEADO PARA TRUCHA
TAMAÑO DE MUESTREO	03 KILO APROXIMADO
ANÁLISIS SOLICITADO	FÍSICO QUÍMICO
FECHA DE RECEPCIÓN	29/11/2013
FECHA DE ENSAYO	29/11/2013
FECHA DE EMISIÓN	02/12/2013

RESULTADOS:
 De acuerdo al Informe de los Análisis de Laboratorio que obra en los archivos los resultados son:

DETERMINACIONES FÍSICO QUÍMICAS:


ENSAYOS	RESULTADOS
HUMEDAD %	10,95
CENIZAS %	9,31
PROTEÍNA % (F x 6,25)	38,15
GRASA %	20,32
FIBRA %	3,46
CARBOHIDRATOS %	17,81
ENERGÍA KCAL/100g	406,72

CONCLUSIÓN : La muestra analizada se encuentra dentro de los límites permisibles, es conforme según la Especificaciones Técnicas Nacionales.


• Los resultados de Físico Químicos están conformes.

El presente Informe de Ensayo es válido solo para el producto, en la fecha de análisis y el documento es de papel original, siendo válido por 90 días a partir de la fecha de emisión.

C. U. 02 de Diciembre del 2013



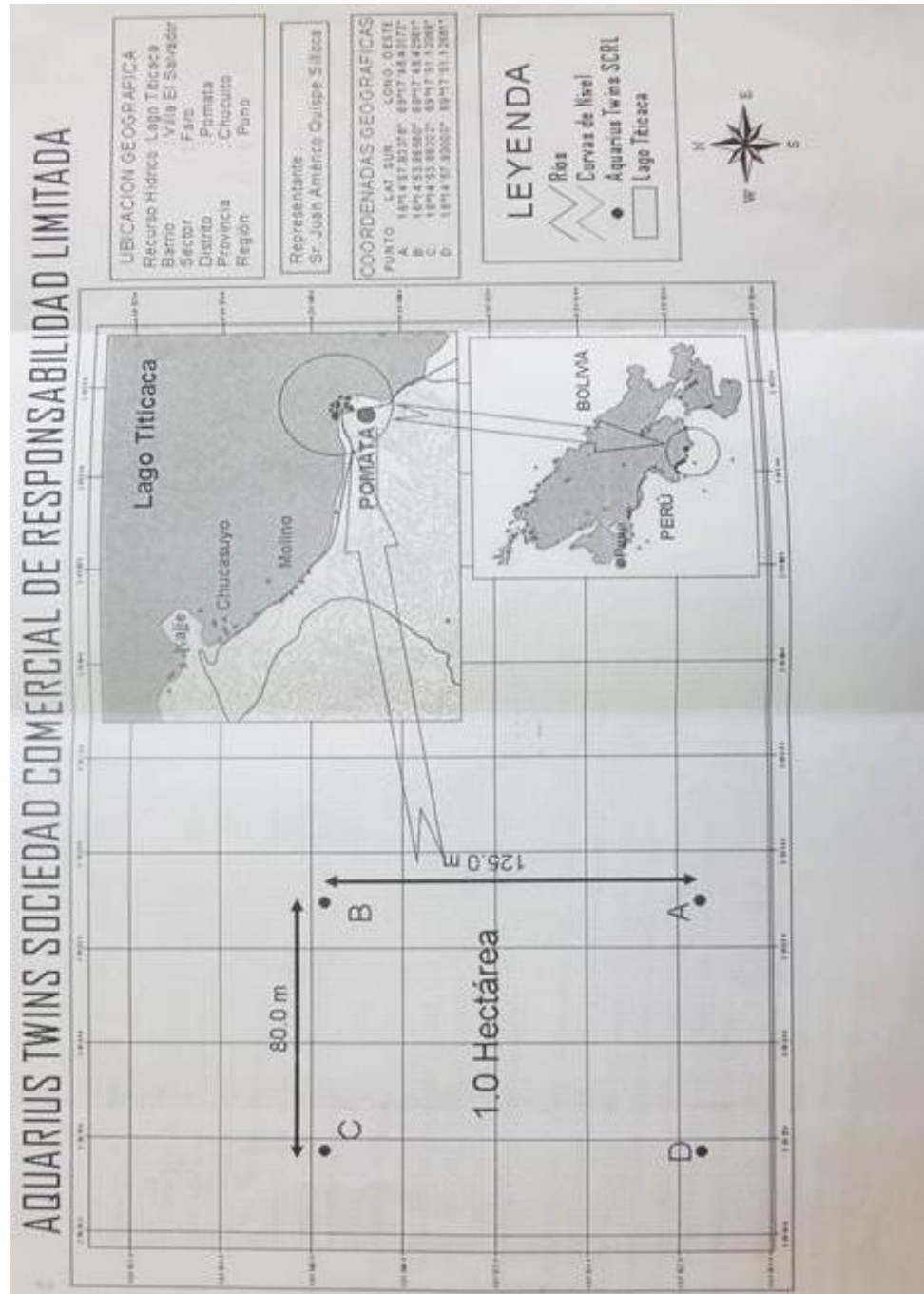
ANALISTA
 MERIAM QUISPE CHARA
 Ingeniera Agrónoma



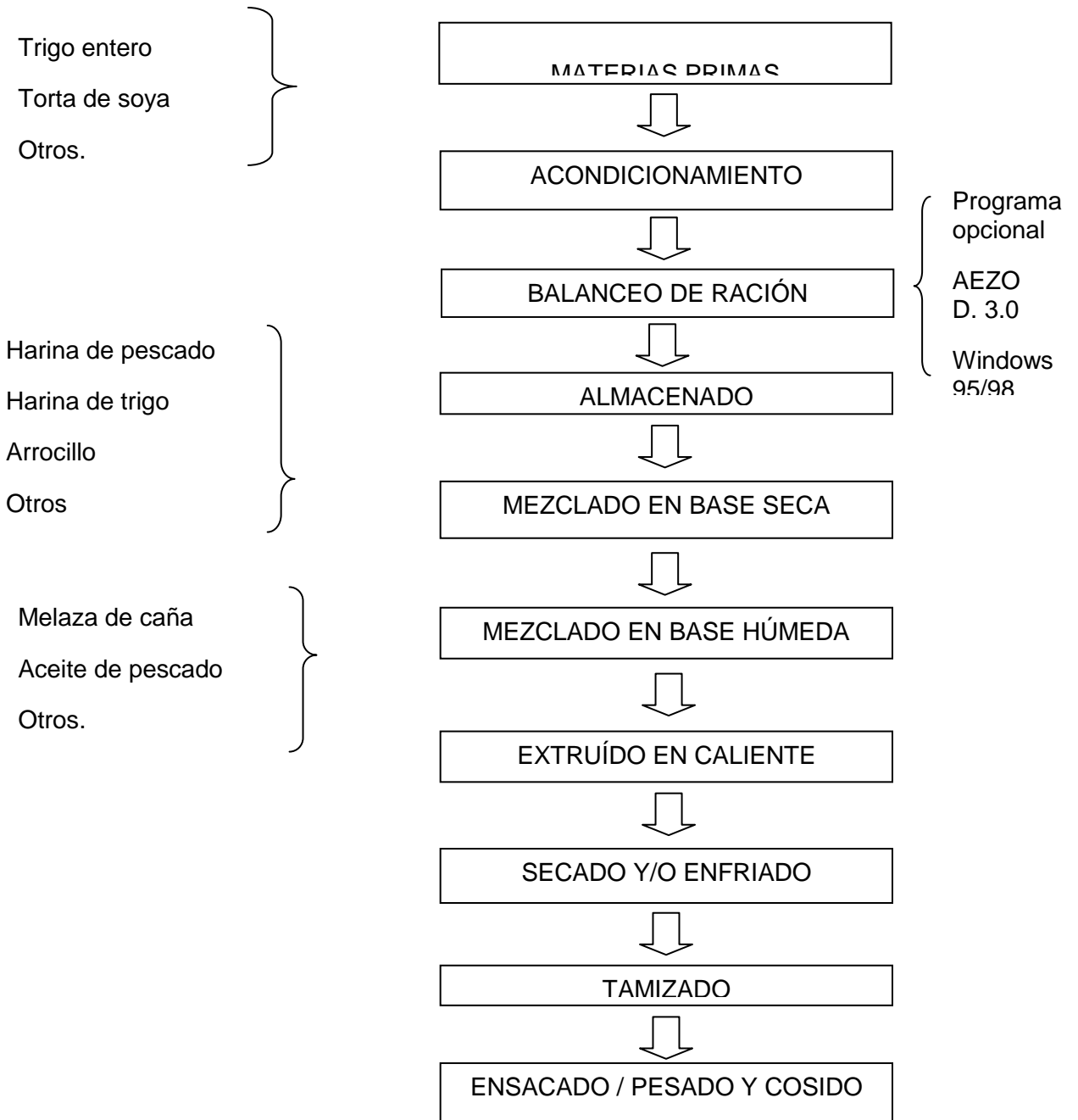
JEFE TITULAR
 Ph.D. Juan Marcos Aro Aro
 Director
 E.I. Ingeniería Agroindustrial

www.epiagroindustrial-unap.edu.pe
direccion.epi@unap.edu.pe

ANEXO 11: Mapa de ubicación de la empresa AQUARIUS TWINS S. C. R. L.



ANEXO 12: Flujo de procesamiento del alimento balanceado propio



ANEXO 13: Fotos tomadas durante la etapa experimental



Foto 01: Vista panorámica de jaula alevinera, medida de 3x3.



Foto 02: Proceso de la medición de talla de la trucha en el ictiómetro.



Foto 03: Equipo de trabajo de la Empresa de cultivo de truchas AQUARIUS TWINS S.C.R.L.



Bach. Miriam Maribel Quispe Chara.
Tesisista.



MSc. César Julio Cáceda Quiroz.
Asesor