

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMIA
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA**



TESIS DE GRADO

**EVALUACION DEL CRECIMIENTO Y LEVANTE DE LARVAS A
ALEVINOS DE TRUCHA ARCO IRIS (*Oncorhynchus mykiss*), CON
DIFERENTES NIVELES DE ALIMENTACION Y DIFERENTES
DENSIDADES EN LA COMUNIDAD DE LLAULLINI, MUNICIPIO DE
LA PAZ**

GONZALO VICTOR CONDORI CRUZ

LA PAZ – BOLIVIA

2019

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMIA
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA

EVALUACION DEL CRECIMIENTO Y LEVANTE DE LARVAS A ALEVINOS DE TRUCHA ARCO IRIS (*Oncorhynchus mykiss*), CON DIFERENTES NIVELES DE ALIMENTACION Y DIFERENTES DENSIDADES EN LA COMUNIDAD DE LLAULLINI, MUNICIPIO DE LA PAZ

Tesis de Grado como requisito parcial para optar el título de Ingeniero Agrónomo

GONZALO VICTOR CONDORI CRUZ

Asesores:

Ing. M.Sc. Carlos Ramiro Cruz Lafuente -----

Ing. M.Sc. Héctor Cortez Quispe -----

Ing. Celia Zelada Pérez -----

Revisores:

M.Sc. Martha Gutiérrez Vásquez -----

Ing. M. Sc Wilfredo Blanco Villacorta -----

Ing. M.Sc. Daniel Choque Sánchez -----

Aprobado
Presidente tribunal examinador -----

La Paz- Bolivia
2019

Dedicatoria

A nuestro amado Señor que nos ofrece el milagro de vivir y amar.

A mí querido papá Pascual Condori, quien me apoyo durante toda la vida.

A mi querida mamá Carmen Cruz, que desde el cielo esta tan emocionada como mi familia y yo, aunque no está físicamente a mi lado, sé que me está acompañando en esta etapa.

A mis hermanos: Modesta Condori, Leandro Condori, Nico Condori.

AGRADECIMIENTOS

A nuestro Señor Jesucristo que día a día nos ofrece el milagro de estar presente en este mundo lleno de maravillas.

Agradezco sinceramente al Gobierno Autónomo Municipal de La Paz por la oportunidad que me brindó para mi superación profesional y el apoyo durante mis estudios.

A la Sub-Alcaldía de Zongo que financió la tesis y me permitió desarrollar al trabajo de investigación.

A la Facultad de Agronomía por haberme acogido y a todo el plantel docente que formaron en mi a un agrónomo de vocación y por transmitirme todos sus conocimientos.

Mis sinceros agradecimientos a mis asesores Ing. M.Sc. Carlos Cruz, Ing. Celia Zelada e Ing. M.Sc. Héctor Cortes, por la orientación, que hizo posible el desarrollo del presente trabajo.

A mis revisores Ing. M.Sc. Wilfredo Blanco, M.Sc. Martha Gutiérrez e Ing. M.Sc. Daniel Choque por las observaciones y aportes realizados en el presente trabajo que ayudaron a enriquecer el trabajo y por la amistad que me brindaron.

Al equipo de trabajo de la Sub-Alcaldía de Zongo que realizaron la planificación del estudio de la trucha arco iris en Llaullini: Lic. G. Cadena, Ing. M.Sc. C. Cruz, Ing. C. Zelada, M. Arce, R. Llusco, I. Limachi y H. Condori en Llaullini - La Paz.

Un agradecimiento especial al Sr. Enrique Colque Choque y su esposa Sra. Felipa García de Colque y a su hija Rosario Colque García, por haberme guiado con la tesis y inculcado sus buenos consejos para seguir adelante en la vida.

INDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE TABLAS.....	9
RESUMEN	11
1. INTRODUCCIÓN	12
2. OBJETIVOS	13
2.1. Objetivo general	13
2.2. Objetivos específicos.....	14
3. HIPÓTESIS	14
4. REVISION BIBLIOGRÁFICA.....	14
4.1. Origen y distribución geográfica	14
4.2. Inducción de triploidia en trucha arco iris.....	15
4.2.1. Métodos experimentales de triploidización	15
4.2.2. Ventajas de individuos triploides.....	17
4.3. Características generales de la trucha arco iris.....	18
4.3.1. Descripción taxonómica.....	18
4.3.2. Etapas de desarrollo de la trucha	18
4.3.3. Características externas	19
4.3.4. Características internas	20
4.3.5. Hábitos alimenticios durante la etapa de alevino	22
4.4. Manejo durante la etapa de alevino de trucha arco iris	22
4.4.1. Calidad del agua	22
4.4.2. Infraestructura para la crianza de alevinos de trucha arco iris	24
4.4.3. Densidad de siembra	25
4.4.4. Alimentación durante la etapa de alevinos	25
4.4.5. Formulación del Alimento	26
4.4.6. Frecuencia de alimentación	26
4.4.7. Requerimientos nutricionales para alevinos	27
4.4.8. Enfermedades.....	29
4.4.8.1 Enfermedades infecciosas.....	29
4.4.8.2 Enfermedades no infecciosas.....	29
4.4.9. Factores productivos y económicos.....	30

4.4.9.1	Crecimiento de la trucha arco iris	30
4.4.9.2	Factor de conversión alimenticia (FCA).....	32
5.	LOCALIZACIÓN	33
5.1	Clima	33
5.2	Fauna y flora	34
5.3	Actividades antropicas.....	34
6.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	35
6.1.	Materiales	35
6.1.1.	Material Biológico.....	35
6.1.2.	Material de campo	36
6.1.2.1	Infraestructura piscícola.....	36
6.1.2.2	Material para el muestro	36
6.2	Métodos.....	38
6.2.2	Actividades antes de la evaluación	38
6.2.2.1	Desinfección de artesas y tinas	38
6.2.2.2	Limpieza del sistema hidráulico	38
6.2.2.3	Llenado de agua a las tinas.....	39
6.2.2.4	Medición del caudal de entrada y salida.....	39
6.2.2.5	Medición del recambio del agua en tinas.....	39
6.2.2.6	Diseño experimental	39
6.2.2.7	Alimento balanceado para alevinos	42
6.2.2.8	Formulación del alimento.....	42
6.2.2.9	Periodos de alimentación	43
6.2.3	Actividades durante la evaluación.....	43
6.2.3.1	Medición del peso.....	43
6.2.3.2	Medición de la longitud	43
6.2.3.3	Medición de los parámetros físico – químicos del agua	44
6.2.3.4	Calculo de los factores productivos	45
6.2.3.5	Análisis económico	47
7	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	48
7.1	Crecimiento de alevines de trucha arco iris.....	48
7.1.1	Ganancia de peso (GP)	48
7.1.1.1	Velocidad de crecimiento en peso	51

7.1.2	Ganancia de longitud estándar (GLE).....	52
7.1.2.1	Velocidad de crecimiento en longitud	54
7.1.3	Relación peso – longitud.....	56
7.1.4	Factor de condición.....	58
7.1.5	Ganancia de la altura corporal (GAC).....	60
7.2	Efecto de la temperatura en el crecimiento de los alevines.....	62
7.3	pH y Oxígeno disuelto	63
7.4	Consumo de alimento.....	64
7.5	Factor de conversión alimenticia (FCA).....	66
7.6	Sobrevivencia de alevines.....	68
7.7	Rendimiento de la producción	70
7.8	Análisis económico.....	71
8	CONCLUSIÓN	74
9	RECOMENDACIONES.....	76
10.	BIBLIOGRAFÍA	77
	ANEXO 1. UBICACIÓN DE LA ECLOSERIA DE LLAULLINI	96
	ANEXO 2. TABLA DE ALIMENTACIÓN DE LEITRITZ.	97
	ANEXO 3. COSTOS DE PRODUCCIÓN DE TRUCHA ARCO IRIS.....	98
	ANEXO 4. FOTOGRAFÍAS DEL TRABAJO DE CAMPO.....	99

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de vida de la trucha arco iris.	19
Figura 2. Anatomía externa de un alevín.	20
Figura 3. Anatomía interna de una trucha.....	21
Figura 4. Suministro de agua a las tinas según la fase de desarrollo.	24
Figura 5. Ubicación de la comunidad de Llaullini - La Paz.....	33
Figura 6. Trucha arco iris triploide, etapa de levante (izq.) y etapa de alevín (der.).	35
Figura 7. Distribución de truchas en etapa de levante de larvas a las artesas. Fuente propia.....	41
Figura 8. Distribución de alevines a las tinas. Fuente propia.	41
Figura 9. Medidas morfométricas de los alevinos.	44
Figura 10. Prueba Duncan para la ganancia de peso.	49
Figura 11. Prueba Duncan para la ganancia de longitud estándar.	53
Figura 12. Relación peso – longitud estándar de alevines de trucha arco iris.	57
Figura 13. Factor de condición de trucha arco iris.	59
Figura 14. Ganancia de la altura corporal de alevinos.	61
Figura 15. Relación entre la ganancia de peso y la temperatura del agua	62
Figura 16. Cantidad de alimento utilizado para cada tratamiento.	64
Figura 17. Prueba Duncan para el factor de conversión alimenticia.	67
Figura 18. Prueba Duncan para la sobrevivencia de alevines.	69
Figura 19. Rendimiento Productivo de los alevinos para cada tratamiento.....	71
Figura 20. Comparación de beneficio –costo en los tres tratamientos.....	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Condiciones para la obtención de alevinos triploides.....	16
Tabla 2. Ingredientes del alimento balanceado para alevines.	26
Tabla 3. Requerimientos nutricionales de los alevinos de trucha.....	27
Tabla 4. Factor de condición de acuerdo a los valores calculados.	31
Tabla 5. Características nutricionales del alimento balanceado para alevinos.	42
Tabla 6. Análisis de varianza para la ganancia de peso.	48
Tabla 7. Prueba Duncan para la ganancia de peso.	48
Tabla 8. Velocidad de crecimiento en peso de alevines.	51
Tabla 9. Análisis de varianza para la ganancia de longitud estándar.....	52
Tabla 10. Prueba Duncan para la ganancia de longitud estándar.....	53
Tabla 11. Velocidad de crecimiento de longitud de alevines.....	55
Tabla 12 Análisis de varianza para el factor de conversión alimenticia.	66
Tabla 13. Prueba Duncan para el factor de conversión alimenticia.	67
Tabla 14 Análisis de varianza para la sobrevivencia de alevines.....	69
Tabla 15. Prueba Duncan para la sobrevivencia de alevines.....	69
Tabla 16. Relación de Beneficio/Costo.	72

LISTA DE ABREVIATURAS

FCA: Factor de conversión alimenticia

FC: Factor de condición

S: Porcentaje de sobrevivencia

AS: Alimento suministrado

GP: Ganancia de peso

Pf: Peso final

Pi: Peso inicial

Lf: Longitud final

Li: Longitud inicial

PPT: Peso total

PP: Peso promedio

NP: Número de especies

VI: Valor de Leitritz

GMD: Ganancia media diaria

GAC: Ganancia de la altura corporal

GLE: Ganancia de longitud estándar

RESUMEN

En la localidad de Llaullini del Distrito Rural Zongo (Departamento de La Paz), se realizó el trabajo de investigación con el objetivo de evaluar el efecto de tres densidades de siembra y los parámetros físico – químicos del agua, sobre los parámetros de crecimiento y el factor de conversión alimenticia de *Oncorhynchus mykiss* (trucha arco iris triploide). Para ello se emplearon 19755 truchas en etapa de levante de larva a alevino con 30 días de edad, con 0,08 g de peso vivo, 0,22 cm de altura corporal y 1,45 cm de longitud estándar, los que fueron distribuidos en un Diseño Completamente al Azar con 3 tratamientos, 3 repeticiones y cada unidad experimental con densidades de siembra de: 4 kg/m³; 5,7 kg/m³ y 8 kg/m³, generando los tratamientos T1, T2, y T3, respectivamente. Los resultados muestran que el T1 presentó una mejor velocidad de crecimiento en peso, conversión alimenticia, velocidad de crecimiento en longitud estándar, mayor altura corporal y sobrevivencia con 0,13 g/día; 0,0072; 0,08 cm/día; 0,25 cm y 91,24%, respectivamente, consumiendo solamente 11,5 kg de alimento balanceado; entretanto, los alevinos cultivados con densidades de 0,54 kg/m² y 0,79 kg/m² mostraron mejor biomasa 5,17 kg/m² y 6,91 kg/m², respectivamente consumiendo 11,6 kg (T2) y 14,1 kg (T3) de alimento balanceado. La temperatura del agua es un parámetro que afecta en el crecimiento de los alevinos, cuando la temperatura presenta niveles por debajo de 10°C los alevines presentan un incremento en el crecimiento y viceversa. En conclusión, las densidades de siembra y la temperatura del agua influyen en la respuesta biológica de los alevinos de trucha triploide; densidades menores reportan mejores respuestas a los parámetros de crecimiento, sin embargo, densidades altas muestran mayor rendimiento económico.

Palabras clave: trucha arco iris triploide (*Oncorhynchus mykiss*), densidad de siembra, niveles de alimentación, factor de conversión alimenticia, factor de condición, crecimiento.

1. INTRODUCCIÓN

La piscicultura es una actividad que se viene desarrollando desde tiempos antiguos. Recientemente su desarrollo ha tomado auge debido a las ventajas económicas que presenta. Estimaciones de la FAO indican que la acuicultura a nivel mundial alcanzó una producción de 171 millones de toneladas anuales, de los cuales 812 939 toneladas corresponden a la producción de salmónidos (FAO, 2018).

La producción de carne de pescado en Bolivia alcanza las 80 Tn/año, por esta razón es necesario coadyuvar con el incremento de este producto (IPD PACU, 2019).

Actualmente el índice per cápita de consumo de pescado en nuestro país, es de 2,2 kg/persona-año, una proporción mínima en comparación a otros países. En el Perú se tiene un consumo de 25 kilos anuales, y en el Japón el índice de consumo per cápita llega a 95 kilos, y lo recomendado por la FAO es de 12 Kg/persona-año y según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) es de 16 kg/per cápita/año, por esta razón es necesario coadyuvar con el incremento de este producto que es favorable para la salud del ser humano, por su alto potencial nutritivo (FAO, 2014).

En Bolivia, en la cuenca del altiplano la producción de alevines, se desarrolla en la actualidad mediante la cría extensiva y semi intensiva en tinajas con agua corriente, siendo la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) y el pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) las principales especies (FAO, 2018).

En acuicultura, una estrategia para mejorar la producción de alevines de trucha arco iris es a través de la inducción artificial a la triploidia que se ha convertido en una herramienta recomendable, debido a los cambios genéticos a nivel fisiológico que están relacionados con el incremento en el peso y tamaño corporal en los individuos en un corto periodo de tiempo, además esta estrategia puede permitir mantener un equilibrio dentro un ecosistema con los alevinos nativos (Palomino, 2004).

En Bolivia a pesar de que existen algunos estudios puntuales sobre la trucha arco iris (Huanca, 2013; Machicado, 2013; Batallas, 2018), en la actualidad no existen estudios sobre el crecimiento y la densidad de siembra de los alevinos de trucha arco iris triploide.

El crecimiento depende de varios factores como, por ejemplo: la densidad de siembra, la cantidad de alimento, la frecuencia de alimentación, entre otros. Además, el crecimiento depende también de parámetros físico-químicos del agua, como la temperatura, que ha sido identificado como importante, que al final influyen sobre la producción (Cárdenas, 2013).

La localidad de Llaullini, en el Valle de Zongo (departamento de La Paz) es conocida como punto para el desarrollo de diferentes investigaciones que permitan establecer las bases para el manejo técnico de la trucha arco iris triploide en sus diferentes etapas de desarrollo. En este lugar, se realiza la crianza de esta especie mejorada desde las ovas, cuyos factores nutricionales y ambientales para una producción adecuada, en esta zona es aún desconocido (Sub-alcaldía Zongo, 2017).

El presente trabajo de investigación pretende evaluar el crecimiento de la trucha arco iris triploide desde la etapa de alevino según parámetros físico-químicos del agua, densidad de siembra y cantidad de alimento suministrado a los alevinos, que condicionen su crecimiento (Sub-alcaldía Zongo, 2017).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar el crecimiento durante la etapa de levante de larvas a alevinos de trucha arco iris triploide (*Oncorhynchus mykiss*), bajo diferentes densidades de siembra, cantidades de alimento y los parámetros físico – químicos del agua en Llaullini (La Paz).

2.2. Objetivos específicos

- ✓ Evaluar el crecimiento y la sobrevivencia en alevines de trucha arco iris triploide.
- ✓ Evaluar y comparar el efecto de diferentes densidades de siembra y los parámetros físico-químicos del agua sobre los parámetros de crecimiento.
- ✓ Establecer niveles de alimentación en alevines de trucha arco iris en crecimiento inicial.
- ✓ Determinar el beneficio/costo de la producción de la trucha arco iris en etapa de levante de larva a alevín.

3. HIPÓTESIS

Ho: Las diferentes densidades de siembra, el empleo de diferentes dietas alimentarias y los parámetros físico – químicos del agua no tuvieron ningún efecto en el factor de conversión alimenticia y el crecimiento de alevines de la trucha arco iris triploide en la localidad de Llaullini.

H1: Las diferentes densidades de siembra, el empleo de diferentes dietas alimentarias y los parámetros físico – químicos del agua tuvieron efecto en el factor de conversión alimenticia y el crecimiento de alevines de la trucha arco iris triploide en la localidad de Llaullini.

4. REVISION BIBLIOGRAFICA

4.1. Origen y distribución geográfica

La trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) tiene origen en el hemisferio norte de los Estados Unidos y desde ahí fue introducida a muchos países tropicales y sub tropicales para la pesca deportiva y cultivo. En America del Sur, se encuentra distribuida en Argentina, Brasil, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela (De la Roche, 2012).

En Bolivia, la introducción de la trucha arco iris fue en el año de 1946, con la importación de ovas embrionadas y alevinos, los mismos que fueron instalados en

el Lago Titicaca, con resultados favorables y repercusiones económicas positivas en comunidades circunlacustres, distribuyéndose posteriormente a los ríos y lagunas de la zona del altiplano (De la Roche, 2012). Sin embargo, el escaso conocimiento sobre estrategias de manejo terminó por sobre explotar el recurso. Posteriormente, se implementó la crianza de trucha en jaulas flotantes, con lo que se volvió a tener resultados favorables (Maiz *et. al.*, 2010).

Actualmente, con los avances en técnicas de crianza y nuevas tecnologías de cultivo, en truchicultura se está realizando la inducción a la triploidia desde el año 1939, como una alternativa para la producción masiva de pescado fresco con mayores ganancias de peso (FAO, 2014).

4.2. Inducción de triploidia en trucha arco iris

La ploidía es un término utilizado para indicar el grado de repetición de los sets o conjuntos de cromosomas de una determinada especie, la mayoría de los seres vivos poseen dos conjuntos de cromosomas denominándose diploides, pero existen algunas plantas y animales que, de forma natural o inducida, presentan tres o cuatro conjuntos completos de cromosomas denominándose triploides y tetraploides. Esta característica no afecta su viabilidad y tienen como ventaja principal su esterilidad. Algunos alevinos y anfibios han presentado estas características inusuales siendo un tema importante para el estudio filogenético y taxonómico (Le Comber *et al.*, 2004). Esta metodología es eficiente y con baja mortalidad, cuya única desventaja es la pobre respuesta por parte de los machos. Sin embargo, el éxito total radica en las hembras (Díaz *et al.*, 2005).

4.2.1. Métodos experimentales de triploidización

Los métodos experimentales utilizados para la obtención de triploides corresponden a (Pineda *et al.*, 2003):

- 1. Métodos físicos:** choques térmicos de calor o frío, de presión o termoeléctricos.

2. **Métodos químicos:** aplicaciones de citocalasina B, colchicina o 6-dimetilaminopurina.
3. **Métodos genéticos:** cruzamientos de hembras diploides con machos tetraploides.

De todas estas técnicas la más utilizada por sus altos porcentajes de efectividad y costo razonable es el choque térmico a altas temperaturas. La base para su aplicación radica en que la temperatura es un factor primordial para el desarrollo de los alevinos; además se necesitan temperaturas muy definidas desde la fertilización artificial hasta el levantamiento de los alevines. El cambio drástico de temperatura durante los primeros momentos de la fertilización ocasiona que los procesos biológicos se vean alterados, específicamente en el número de cromosomas (Díaz *et al.*, 2005; Pineda *et al.*, 2003). El éxito de la operación usando el choque térmico se basa fundamentalmente, en el control exacto de la temperatura de choque, tiempo de duración y tiempo de inicio para actuar en el preciso momento que tiene lugar la triploidización. Este éxito se mide en porcentaje total de individuos triploides y supervivencia de los mismos. Cabe destacar que el índice de mortalidad se da por el estrés producido por el choque más no por la condición triploide. Las temperaturas adecuadas para el choque oscilan entre 26 – 30°C y el tiempo de duración de 10 minutos, a temperaturas mayores (30°C) se obtiene un 100% de triploidía, pero con supervivencia baja y a temperaturas menores (26°C) la relación es viceversa (Blanco, 1995).

Las condiciones apropiadas de choque térmico para un alto porcentaje de alevinos triploides en trucha arco iris se describe a continuación en la Tabla 1:

Tabla 1. Condiciones para la obtención de alevinos triploides.

Temperatura de Choque (°C)	Tiempo de Duración (min)	Tiempo Post-fertilización (min)	%
25 ± 0.5	3	8	Alto diploides
28 ± 0.5	3	8	Alto triploides
31 ± 0.5	3	8	Alta mortalidad
28 ± 0.5	3	10	Alto triploides

Se pueden obtener tanto triploides (sí el choque térmico se hace al poco tiempo después de la fertilización), como tetraploides (si el choque térmico se hace una vez se han iniciado las divisiones mitóticas) (Khan *et al.*, 2000).

4.2.2. Ventajas de individuos triploides

La producción de individuos triploides tiene varias aplicaciones posibles, siendo éstos total o parcialmente estériles. Tienen utilidad para aumentar la eficiencia de producción de carne al reducir el gasto de energía en el proceso de maduración sexual, incrementando el crecimiento, evitando el deterioro en la calidad de la carne y previniendo cambios en la coloración de la piel. Con la utilización de alevinos estériles se puede además retrasar las cosechas, logrando alevinos de mayor peso y edad. También se evita la aparición de machos precoces entre los alevinos destinados a cosecha (Pérez *et al.*, 1999). La venta de individuos estériles permite al productor mantener el control sobre las líneas comercializadas, beneficiándose de programas de selección generalmente costosos y de larga duración (Thorgaard, 1981). La esterilidad facilita también la introducción de especies exóticas en nuevos ecosistemas, previene la pérdida de biodiversidad causada por los escapes de alevinos en áreas que soportan niveles intensivos de acuicultura, y supone una importante medida de control en los experimentos con individuos manipulados genéticamente, alevinos transgénicos, (Pérez *et al.*, 1999). Los beneficios de producir individuos triploides con la ayuda de la biotecnología son mucho más evidentes en los aspectos productivos y económicos ya que se obtendría un aumento de la producción a un menor costo. Así mismo, una independencia de las importaciones obligadas de ovas triploides o sólo hembras, que en algunos casos generan una incertidumbre respecto de su calidad (Pineda *et al.*, 2003). En resumen, podemos destacar los beneficios de la eliminación de los alevinos sexualmente maduros en la población de trucha (Aquatic, 1999):

- Los alevinos estériles transfieren más energía al crecimiento que a los tejidos reproductivos.

- Más potencial en el margen de ganancia especialmente con truchas de tamaño grande.
- Crecimiento comparable durante el ciclo completo de vida con poblaciones regulares de truchas hembras.
- Uso más eficiente y productivo de las instalaciones de crianza al remover los alevinos reproductores innecesarios.
- Alevinos apropiados para regresar al medio ambiente sin impacto genético.

4.3. Características generales de la trucha arco iris

4.3.1. Descripción taxonómica

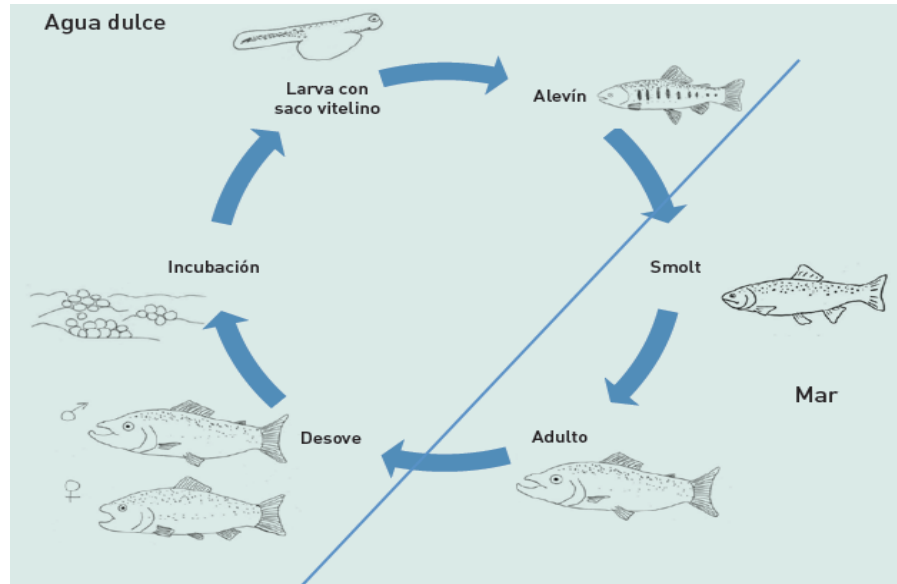
Según Orna (2010), la trucha Arco Iris pertenece a:

Reino:	Animal
Sub Reino:	Metazoa
Phylum:	Chordata
Sub Phylum:	Vertebrata
Clase:	Osteichtyes
Sub Clase:	Actinopterygii
Orden:	Isospondyli
Sub Orden:	Salmonidei
Familia:	Salmonidae
Género:	Oncorhynchus
Especie:	<i>Oncorhynchus mykiss</i>

4.3.2. Etapas de desarrollo de la trucha

El desarrollo biológico de la trucha arco iris comprende 5 etapas (Orna, 2010) (Figura 1).

Figura 1. Ciclo de vida de la trucha arco iris.



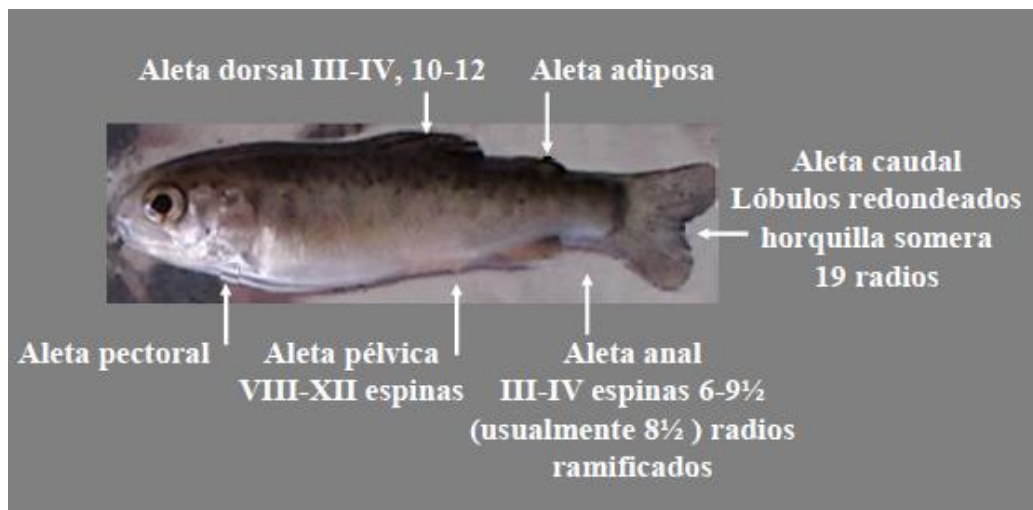
- a. **Ova:** Son los huevos fecundados que después de un promedio aproximado de 30 días de incubación, eclosionan para convertirse en larva.
- b. **Larva:** Las larvas tienen un gran saco vitelino que le cuelga por debajo del cuerpo que contiene reservas alimenticias. Una vez que estas reservas han sido agotadas y el saco vitelino ha sido absorbido, la larva se transforma en alevino y asciende a la superficie.
- c. **Alevino:** Son alevinos pequeños que miden de 3 cm a 10 cm con un peso que varía entre 1,5 a 20 g.
- d. **Juvenil:** Son alevinos que miden de 10 a 15 cm, cuyo peso oscila entre 20 a 140 g.
- e. **Engorde-acabado:** Es la etapa donde las truchas han recibido el proceso de engorde para ser comercializados, y miden de 15 cm a 25 cm, con un peso aproximado de 140 a 250 g.

4.3.3. Características externas

La trucha arco iris se caracteriza por presentar una coloración verde olivo en el dorso, con un tinte más claro en los flancos, posee una línea lateral iridiscente de coloración rosa, azul, violeta y cobrizo, producto del reflejo de la luz, parecido a un

arcoíris, del cual, deriva su nombre, y la parte ventral es de color blanco cremoso. A lo largo del cuerpo, a excepción de la cabeza y horquilla presenta manchas negras. El cuerpo tiene forma de torpedo, en el que se distribuyen las aletas de la siguiente manera: dos dorsales, la primera a la mitad del cuerpo y la segunda ubicada más caudalmente (aleta adiposa), una aleta caudal, la que es ligeramente bifurcada y con bordes romos, una aleta anal, dos ventrales y dos pectorales (Figura 2) (Cazorla, 2011).

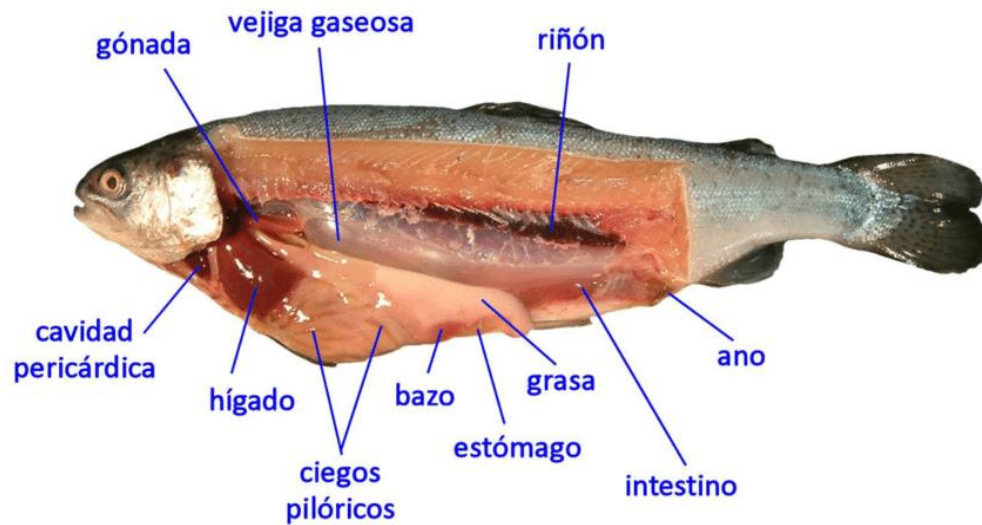
Figura 2. Anatomía externa de un alevín.



4.3.4. Características internas

El sistema digestivo de la trucha arco iris consta de boca, faringe con hendiduras branquiales, esófago, estómago, ciegos pilóricos, intestino y ano (Figura 3) (Núñez *et.al.*, 2010).

Figura 3. Anatomía interna de una trucha



- a) **Boca:** La cavidad bucal está compartida por los aparatos respiratorio y digestivo, su función digestiva se limita a seleccionar y dirigir el alimento hacia el estómago (Núñez *et.al.*, 2010).
- b) **Faringe:** La faringe actúa como un filtro evitando que pasen las partículas del agua a los delicados filamentos branquiales, participando también los rastrillos branquiales (Núñez *et.al.*, 2010).
- c) **Esófago:** Es corto, recto y musculoso, se inicia en la boca y termina en las cardias (Núñez *et.al.*, 2010).
- d) **Estómago:** Tiene la forma de saco muy extensible cubierto de numerosos pliegues con paredes musculares muy desarrolladas. La trucha posee ciegos pilóricos que se encuentran en la región de la válvula pilórica del intestino anterior. El estómago típico suele tener forma sigmoidea (más pronunciada en carnívoros) con un saco ciego, más o menos largo, dirigido caudalmente. El interior se puede dividir en tres regiones (cardias, fundus y porción pilórica). La mucosa es rica en glándulas secretoras de mucus, pepsina y ácido clorhídrico (Núñez *et.al.*, 2010).
- e) **Intestino:** Es corto y las enzimas que se encuentran desdoblan las grasas, proteínas y azúcares que luego de atravesar la pared intestinal

son llevados al hígado. El resto de alimentos como fibras, restos de caracoles, etc., se evacúan junto con las heces (Núñez *et.al.*, 2010).

4.3.5. Hábitos alimenticios durante la etapa de alevino

En estado natural, la trucha arco iris durante la etapa de alevino consume el plancton más pequeño, por ejemplo, cladóceros, copépodos y rotíferos. Paulatinamente, a medida que crece, sus preferencias alimenticias van cambiando hasta parecerse más y más a las de los adultos (Crespi, 2009). A su vez su comportamiento alimenticio es influenciado por la actividad de los insectos y la temperatura del agua; ya que es un pez poiquiloterma que interrumpe la ingesta en temperaturas inferiores a 5°C y superiores a 19°C (Landines & Rodríguez, 2011).

4.4. Manejo durante la etapa de alevino de trucha arco iris

4.4.1. Calidad del agua

La calidad del agua es fundamental para el cultivo de alevinos de trucha arco iris triploide, por ello debemos tener como prioridad la evaluación para determinar la calidad del recurso hídrico el cual abastecerá a la planta de producción. La calidad del agua implica la interrelación de los siguientes parámetros (Cazorla, 2011):

4.3.1.1 Temperatura del agua

La temperatura del agua que posibilita el normal desarrollo de los alevines se encuentra entre 10°C a 12°C (Salie *et al.*, 2008).

4.3.1.2 Transparencia

Tiene que ver con la visibilidad a través de la columna de agua, donde el enturbiamiento limita y reduce la actividad de los peces (NTP, 2014).

4.3.1.3 Oxígeno

La concentración óptima de oxígeno dependerá de la fase del ciclo a cultivar. La necesidad de oxígeno en alevines 1200 a 1800 mg de O₂/kg/hora según su edad. Las más jóvenes necesitan más oxígeno (Maximixe, 2010).

El rango óptimo es próximo a saturación (100%), pero los límites de cultivo para incubación de huevos y primeras fases embrionarias suelen rondar los 6 mg/L, en etapas posteriores el límite puede encontrarse en los 4-5 mg/L, aunque conviene mantenerlo en niveles superiores, ya que no sólo ha de permitir la supervivencia de los alevines sino un buen índice de conversión del alimento. La demanda de oxígeno aumenta significativamente durante la alimentación y digestión (Salie *et.al.*, 2008).

La cantidad de oxígeno disuelto tiene una estrecha relación con la temperatura y altitud. Si la temperatura es alta, la cantidad de oxígeno puede disminuir y en lugares de mayor altitud también el contenido de oxígeno disuelto en el agua disminuye (Woynarovich *et. al.*, 2011).

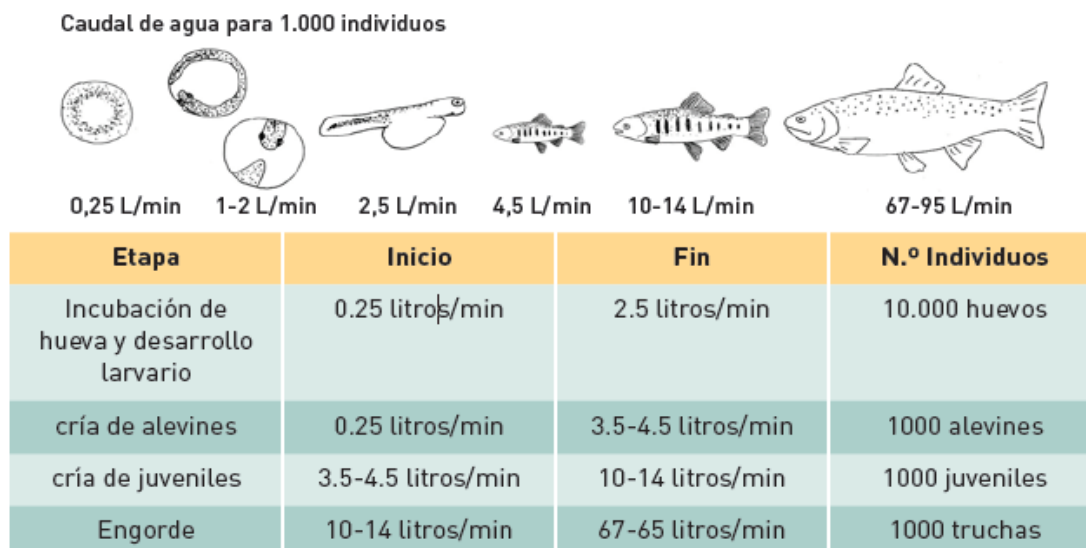
4.3.1.4 pH

Los valores normales de pH para el cultivo de alevines de truchas varían entre 5,5 y 9,5 siendo estos, los límites de alarma para los huevos y alevinos de salmónidos; la persistencia de estos valores puede ser causa de mortalidad (Woynarovich *et al.*, 2011).

4.3.1.5 Caudal

Cuando los alevinos están a punto de reabsorber completamente el saco vitelino, hay que elevar el nivel de agua y el caudal. Los alevines no son grandes nadadores en este momento, por lo que ha de mantenerse un caudal adecuado. En este momento los alevines emergen del fondo y pasan a nadar en patrón dorso-ventral «swim up fry», y comienzan a buscar comida. Sólo permanece un pequeño botón del saco vitelino. Con la primera alimentación suele haber un repunte de mortalidad (Maiz *et al.*, 2010) (Figura 4).

Figura 4. Suministro de agua a las tinas según la fase de desarrollo.



4.4.2. Infraestructura para la crianza de alevinos de trucha arco iris

La sala de incubación es una infraestructura dentro del centro de producción, diseñada para el desarrollo de las etapas iniciales del crecimiento de la trucha y así obtener alevinos necesarios para la etapa de engorde de la especie (Salie *et al.*, 2008).

En relación a la infraestructura, estas pueden ser construidas integralmente de concreto (ladrillo y cemento) o material de la zona. Los muros y el techo deben ser de un espesor y características adecuadas que la protejan de las posibles y fuertes variaciones de temperaturas ambientales, las ventanas deben estar preferentemente en la fachada norte para que el sol no incida directamente en el interior, suelo revestido de cemento y pendiente de 1% que facilite la evacuación del agua (Salie *et al.*, 2008).

Estas salas de incubación deberán estar dotadas de tinas de alevinaje, que por lo general son de forma rectangular de fibra de vidrio, también los hay de piedra (tipo americano), o de concreto y piso de tierra (tipo danés), también los hay circulares. Las tinas pueden ser distribuidos en rosario, paralelo o mixto, que viene hacer la combinación de tinas paralelos o continuos, las dimensiones de las

unidades productivas técnicamente están relacionadas entre sí, el ancho es la décima parte del largo (Salie *et al.*, 2008).

Además, dentro de cada tina se debe colocar por lo menos tres artesas, las cuales son estructuras individuales hechas de madera, fibra de vidrio, cemento, aluminio y plastificados donde se lleva a cabo la última etapa embrionaria de la “trucha” y el primer alevinaje. Las artesas son colocadas con la finalidad de ser perturbados durante su crecimiento y asegurar un desarrollo de corporal adecuado. Las dimensiones varían en longitudes de 3 a 5 m, ancho máximo: 0,6 m. (En artesas gemelas) y 0,8 m si son artesas individuales, con una altura de 0,25 a 0,35 m. (Salie *et al.*, 2008).

4.4.3. Densidad de siembra

La cantidad de alevines que puede mantener una tina es un factor determinante en un cultivo. Este factor se puede medir en número de alevines por m³ o kg/m³ (INCAGRO, 2008).

Una densidad de siembra de 1700/m³ durante la etapa de alevín sería adecuado y evitará la competencia por el recurso y pérdidas económicas por desperdicio del alimento, y habrá una buena disposición de oxígeno en las tinas, con una mayor sobrevivencia (Salie *et al.*, 2008; INCAGRO, 2008).

4.4.4. Alimentación durante la etapa de alevinos

En la acuicultura, la alimentación es un aspecto importante para el éxito del cultivo. Durante la etapa de alevinaje se debe cumplir con los requerimientos nutricionales adecuados a través de un alimento balanceado, para garantizar un crecimiento hasta la talla o peso de venta, en el menor tiempo posible y al más bajo costo (Alicorp, 2013). El alimento balanceado contribuye a uno de los factores más importantes para la producción de animales (alrededor de un 50% de los costos de producción se deben a la alimentación) (Alipez, 2010).

El alimento balanceado para alevines básicamente debe contener los siguientes ingredientes (Tabla 2):

Tabla 2. Ingredientes del alimento balanceado para alevines.

ingredientes
Proteína
Grasa
Carbohidratos
Colorante
Vitaminas

4.4.5. Formulación del Alimento

La formulación del alimento para los alevinos, se establece mediante tablas de alimentación difundidas por las empresas que fabrican alimento, las cuales según Alipez (2010), sobreestiman la cantidad de alimento a repartir y de esta manera son modelos teóricos basados en la temperatura del agua y el tamaño de los alevinos, que en algunos casos de limitación o restricción de espacios generan competencia por el alimento, lo que conlleva a un crecimiento desigual. No obstante, para estimar la cantidad de alimento a suministrar diariamente a una tina o jaula, se debe tener en cuenta además las condiciones específicas y las características propias del lugar de cultivo como, por ejemplo: el estadio del pez y biomasa total por tina o jaula (Orna, 2010). Además, se debe 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) (Sanz *et al.*, 2012).

4.4.6. Frecuencia de alimentación

Durante la alimentación diaria de los alevinos se debe considerar la frecuencia o las veces con que se realiza, esto debido a que se obtiene mejores resultados dividiendo la ración a suministrar el mayor número de veces durante el día (4-6 veces) (Araníbar *et al.*, 2013). Igualmente, la distribución del alimento en

diferentes puntos de la tina evita la competencia, ya que los alevines se turnan para acceder al alimento, siendo los más agresivos quienes se alimentan primero (Montesinos, 2014).

4.4.7. Requerimientos nutricionales para alevinos

Los requerimientos nutricionales de los alevinos son: proteínas, lípidos, carbohidratos, minerales y vitaminas. El conocimiento exacto del requerimiento permite eliminar excesos que puedan implicar un alto costo y un detrimento en la rentabilidad, de igual manera, una dieta mal balanceada puede provocar retrasos en el crecimiento de los animales en cultivo lo que también implica problemas de rentabilidad (Chimbor, 2011) (Tabla 3).

Tabla 3. Requerimientos nutricionales de los alevinos de trucha.

Etapa	Proteína cruda	Carbohidratos	Grasa	Fibra
Cría	50%	30%	10%	5%
Pre engorde	40%	40%	10%	4%
Engorda	30%	50%	10%	4%
Reproducción	25%	50%	20%	4%

a) Proteína

Las proteínas son los componentes más importantes para los alevinos y representan la mayor proporción química (55%) después del agua (75%). La proteína provee aminoácidos esenciales y no esenciales (Merino, 2005).

b) Lípidos

El aporte de ácidos grasos esenciales es necesario para el metabolismo, así mismo, estos funcionan como vectores de vitaminas liposolubles y pigmentos carotenoides en el momento de la absorción intestinal (Chimbor, 2011). La proporción óptima de grasa en la dieta se encuentra entre 15 a 20%, no obstante, se debe considerar el aporte proteico, buscando un buen balance proteína – grasa (Orna, 2010).

c) Carbohidratos

Los carbohidratos son fuente de energía, sin embargo, la trucha no puede digerir este nutriente en niveles altos. La cantidad de carbohidratos no debe exceder de 9 a 12% en la dieta; ya que en exceso provocaría afecciones al hígado (Chimbor, 2011).

d) Vitaminas

Son elementos esenciales requeridos para regular el funcionamiento del organismo del pez y lograr un buen desarrollo. La cantidad requerida por la trucha es mínima, pero su carencia causa retardo en el crecimiento y enfermedades (Chimbor, 2011).

e) Minerales

Los minerales (calcio, sodio, potasio y cloro) se encuentran en cantidades suficientes en el agua y cubre los requerimientos de los alevines, si esto no fuera así debe ser cubierto en la dieta, ya que influyen en la formación de huesos, escamas, dientes y afectan en los procesos de osmorregulación (intercambio de sales) a nivel celular (Orna, 2010).

f) Requerimiento energético.

La energía es necesaria para diferentes funciones como: metabolismo, digestión, respiración, excreción y el desplazamiento de los alevines y está ligada a diferentes factores como: la edad, especie, características físico – químicas del agua y el manejo productivo; sin embargo, la energía proporcionada no debe ser más de lo requerido, pues ocasionaría un incremento en el costo del alimento y la acumulación de grasa en los músculos del pez (Orna, 2010).

Las truchas aprovechan eficientemente la energía a partir de la proteína de la dieta. También es necesario considerar que algunos nutrientes que se encuentran de manera excesiva en la dieta serán eliminados por vía branquial o urinaria causando pérdida energética (Breton, 2005).

4.4.8. Enfermedades

4.4.8.1 Enfermedades infecciosas

- a) **Enfermedades bacterianas.** – Las bacterias son los agentes que causan problemas durante el cultivo de alevinos. Las enfermedades más comunes causadas por bacterias son: la enfermedad bacteriana del riñón, enfermedad entérica de la boca roja, forunculosis, piscirickettsias, enfermedad del agua fría y septicemia hemorrágica bacteriana (Heil, 2009).
- b) **Enfermedades fúngicas.** – En el cultivo de truchas se presentan dos tipos de enfermedades fúngicas, la primera es una enfermedad cutánea (saprolegniosis) y la segunda sistémica (ichthyophonosis). La primera se da por medio de una herida en la piel y las lesiones son de color blanco o grisáceo, de aspecto algodonoso y el tratamiento se realiza por inmersión en solución salina. En cambio, en la segunda enfermedad, las lesiones se dan en órganos internos, principalmente en el riñón causando una nefritis granulomatosa multifocal severa (Heil, 2009).
- c) **Enfermedades virales.** – Principalmente existen tres enfermedades de importancia: la Septicemia Hemorrágica Viral (VHS), la Necrosis Pancreática Infecciosa (IPN) y la Necrosis Hematopoyética Infecciosa (IHN). Estas enfermedades afectan principalmente a alevinos de estadio juvenil, con mortalidades de hasta 90%, la transmisión se da principalmente por huevos contaminados (Heil, 2009).

4.4.8.2 Enfermedades no infecciosas

- a) **Enfermedades psicológicas.** – El estrés se puede definir como un estado producido por un factor ambiental o de otro tipo, que extiende las respuestas adaptativas del individuo más allá del rango normal. Los factores que desencadenan un estrés agudo son las actividades cotidianas de cultivo como el recambio de jaulas. Y los factores que desencadenan un estrés crónico son la densidad de siembra y la calidad del agua. La respuesta clínica más común al estrés agudo es el incremento de cortisol circulante, lo que

genera un incremento de la actividad intestinal, hemoconcentración, leucocitosis y un aumento de amoniaco en la sangre (MAG, 2011).

b) Enfermedades nutricionales. – Las enfermedades nutricionales son difíciles de definir, ya que no es frecuente que se deba a una sola deficiencia, sin embargo, alimentos balanceados con una baja calidad y almacenamiento inapropiado producen en el pez un nivel de desnutrición con baja condición corporal, malformación del esqueleto, crecimiento lento, problemas reproductivos y en algunos casos canibalismo (MAG, 2011).

4.4.9. Factores productivos y económicos

4.4.9.1 Crecimiento de la trucha arco iris

Para la comprensión del crecimiento de los peces, se realizó modelos matemáticos, que toman en cuenta principalmente el peso y la longitud del pez. En truchicultura, la Ganancia de Peso (*GP*) y la Ganancia de Longitud (*GL*) definen el crecimiento de los peces (Villenas, 2010).

Dos fórmulas básicas del *GP* y *GL* de la trucha arco iris han sido definidas como:

$$GP = Pf - Pi \quad (1)$$

$$GL = Lf - Li \quad (2)$$

Dónde:

- *Pf* es el peso promedio final de los alevines,
- *Pi* es el peso promedio inicial de los alevines,
- *Lf* es la longitud promedio final de los alevines,
- *Li* es la longitud promedio inicial de los alevines,

Las fórmulas (1) y (2) indican que el *GP* y *GL* necesitan de cuatro parámetros que pueden ser obtenidos en terreno: (1) peso inicial (*Pi*), (2) peso final (*Pf*), (3) longitud inicial (*Li*) y (4) longitud final (*Lf*) (Villenas, 2010).

De estas fórmulas se puede inferir que más elevado el *Pf* o el *Lf* de un pez, más elevado es su ganancia en peso y/o longitud (Villenas, 2010).

Sin embargo, se debe tomar en cuenta que la *GP* y la *GL* son cifras que varían con las épocas del año, debido a que sus parámetros son dependientes de los parámetros físicos – químicos del agua. Por ejemplo, el peso y la longitud dependen de la temperatura del agua del lugar de crianza. También de la cantidad de alimento suministrado y la densidad de siembra hace que las truchas no presenten la misma *GP* y *GL* que se refleja en su peso y longitud (Villenas, 2010).

Analizando y comparando las *GP* y *GL* de diferentes grupos de peces con diferente cantidad de alimento suministrado y densidad de siembra en un lugar a una determinada época del año, se puede conocer cuáles son los grupos que presentan un crecimiento adecuado, y en qué momento lo son (es decir cuando la *GP* y la *GL* tiene un valor máximo) (Villenas, 2010).

Además, la *GP* y *GL* pueden combinarse en una fórmula para poder conocer la condición y estado de los peces y se expresa como:

$$FC = \frac{P*1000}{L} \quad (3)$$

Donde *P* es el peso y *L* es la longitud de la trucha. A continuación, se describe el valor del factor de condición de acuerdo a los valores calculados (Tabla 4) (Villenas, 2010):

Tabla 4. Factor de condición de acuerdo a los valores calculados.

Valor de FC	Condición	Estado del pez
Menor a 1	Baja calidad	Largos y flacos
Igual a 1	Calidad optima	Proporcionados
Mayor a 1	Buena calidad	Bien alimentados

Finalmente, existen también otras mediciones que nos ayudan a entender el crecimiento de la trucha arco iris en la zona de estudio, como, por ejemplo: el ancho corporal (cm) que nos ayuda a conocer si los peces se están alimentando

adecuadamente. Estas mediciones se pueden conocer en conjunto con las del peso y longitud (Villenas, 2010).

4.4.9.2 Factor de conversión alimenticia (FCA)

La GP y la cantidad de alimento suministrado (AS) pueden combinarse en otras fórmulas, como, por ejemplo, el Factor de Conversión Alimenticia (FCA) que nos permite tener conocimiento de la cantidad de alimento necesario para convertir un kilogramo de carne (FONDEPES, 2014). Esta fórmula ha sido definida como:

$$FCA = \frac{GP}{AS} \quad (4)$$

Dónde AS es la cantidad de alimento suministrado a los peces y el parámetro GP tiene el mismo significado que en la fórmula (1).

Dado que una condición importante para la producción de trucha arco iris en etapa de larva-alevín es la cantidad de alimento, diferentes investigaciones sobre nutrición utilizan diferentes métodos para calcular la ración necesaria diaria. Sin embargo, el método utilizado en la investigación, se basó en la Tabla de alimentación de Leitritz (Villenas, 2010) (Anexo 4).

Para ello, es necesario realizar un muestreo quincenal para determinar el peso, la longitud, el número de alevines de cada tina y la temperatura promedio del agua y así estimar la biomasa total, en base a lo cual se calcula la ración necesaria diaria. Además de esta manera también se puede vigilar el estado general y supervivencia del cultivo (Villenas, 2010).

De lo precedente, para la zona de Llaullini, las preguntas de investigación que se realizaron son:

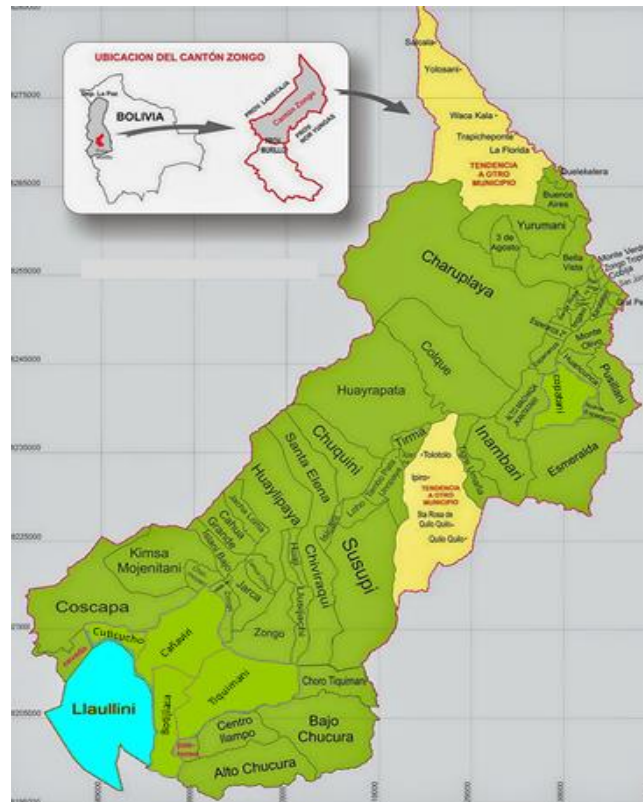
¿Cómo es el crecimiento de la trucha arco iris en etapa de alevinaje bajo el efecto de diferentes densidades de siembra y dietas en tinas artificiales?

¿Cuál es el factor de conversión alimenticia de los alevinos de trucha arco iris triploide bajo diferentes tratamientos empleados?

5. LOCALIZACIÓN

El presente estudio se llevó a cabo en la localidad de Llaullini (Latitud 16°11'S, Longitud 68°8'W, Altitud 3634 m.s.n.m), ubicada en el Distrito Rural Zongo del Municipio de Nuestra Señora de La Paz, en la provincia Murillo a 77 km al noroeste de la ciudad de La Paz (departamento de La Paz) (Subalcaldía - Zongo, 2017) (Figura 5) (Anexo 1).

Figura 5. Ubicación de la comunidad de Llaullini - La Paz.



5.1 Clima

En base a los datos obtenidos de la Estación de Meteorología de Cañaviri, monitoreada por la Unidad de Servicios Ambientales, dependiente de la Secretaría Municipal de Gestión Ambiental del GAMLP. Se considera un clima frío con precipitación media anual de 419,4 mm y la temperatura media anual de 9,5°C, con

máxima de 20,6°C durante la época húmeda (septiembre-enero) y mínima de -1,5°C durante la época seca (mayo - agosto) y la humedad relativa promedio es de 68,4 %, debido a que los ramales de la Cordillera Oriental se constituyen en obstáculos que hacen que la humedad no pase hacia las otras laderas (Subalcaldía - Zongo, 2017).

5.2 Fauna y flora

La vegetación está conformada principalmente por gramíneas y dicotiledóneas herbáceas que crecen en pampas y laderas. Los árboles tienden a desaparecer, debido a la fuerte radiación sobre la zona y a las fuertes heladas. Las gramíneas dominantes pertenecen a los géneros *Calamagrostis*, *Festuca* y *Stipa*. En las zonas con permanente humedad por la existencia de manantiales aguas de deshielo crece una variedad de especies muy importantes para el pastoreo. Entre las especies representativas están: *Distichia muscoides* y *Oxychloe andian* (Meneses, 1997).

Entre los mamíferos presentes destacan los roedores como *Akodon boliviensis* (ratón), *Lagidium viscacia* (vizcacha). Entre las aves acuáticas de la zona destacan los anátidos o patos, mientras que entre las aves terrestres las más típicas son las perdices (*Nothoprocta* spp). Entre las especies nativas de interés económico están las llamas y alpacas, también encontramos especies introducidas bien adaptadas de ovinos, bovinos, gatos y perros. En los ríos pueden encontrarse truchas introducidas para promover la pesca turística en la altura (Raffaillac, 2002).

5.3 Actividades antrópicas

En Llaullini, alrededor de 160 habitantes viven en 40 viviendas agrupadas. Se trata de agricultores de subsistencia y la mayoría de sus animales (principalmente llamas y ovejas) se encuentran en pequeños corrales cerca de las casas. Próximo a esta localidad se encuentra el río Zongo, cuyas aguas se alimentan del nevado Ancohuma lo cual permite la producción de la trucha arco iris. En este lugar también se lleva adelante la cría de trucha arco iris en etapa de larva-alevino en tinas artificiales, cuyos factores nutricionales y ambientales para una

producción óptima, aún se está evaluando para esta actividad productiva (Subalcaldía Zongo, 2017).

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1. Materiales

6.1.1. Material Biológico: Trucha arco iris triploide (Etapa de levante de larva a alevín)

Se utilizaron en total 19755 truchas arco iris triploide en etapa de levante de larva a alevín con un peso inicial promedio (P_i) de 0,08 g, una longitud estándar promedio (L_i) de 1,45 cm, una altura corporal promedio (AC) de 0,22 cm. Estos individuos fueron adquiridos y repartidos en tres tinas que contenía cada una tres artesas, en la eclosería del centro de producción piscícola de Llaullini, bajo consentimiento informado. Cada tina presentó 6272 alevines de trucha. Luego de tres semanas los alevinos que se encontraban en las artesas fueron distribuidos en otras seis tinas, obteniéndose un total de nueve tinas con producción de alevines (Sub-Alcaldía-Zongo, 2017) (Figura 6).

Figura 6. Trucha arco iris triploide, etapa de levante (izq.) y etapa de alevín (der.).



6.1.2. Material de campo

6.1.2.1 Infraestructura piscícola

La ecloserie (sala de incubación) de la comunidad de Llaullini es una infraestructura dentro del centro de producción, diseñada para el desarrollo de las etapas iniciales de la trucha arco iris (desde la etapa de ovas hasta alevinos) (Sub-Alcaldía Zongo, 2017).

La infraestructura, está construida de concreto (ladrillo y cemento). Los muros y el techo son de un espesor adecuado que protegen de las posibles fuertes variaciones de temperaturas ambientales, las ventanas se encuentran en la fachada norte para que el sol no incida directamente en el interior, el suelo está revestido de cemento y pendiente de 1% que facilite la evacuación del agua (Sub-Alcaldía Zongo, 2017).

La ecloserie está dotada de nueve tinas de alevinaje, que por lo general son de forma rectangular hechas de fibra de vidrio. Las tinas están distribuidas en sentido paralelo, cuyas dimensiones de las unidades productivas técnicamente están relacionadas entre sí, el ancho es la décima parte del largo. Las tinas deben estar con una pendiente de 3% para que el agua pueda que ingresa pueda evacuarse más rápidamente (Sub-Alcaldía Zongo, 2017).

Para la crianza de los alevines se colocó tres artesas individuales, las cuales fueron hechas de madera y malla milimétrica para evitar ser perturbados, además para evitar que los sedimentos de las aguas entren en contacto con los alevines se colocó un ladrillo por debajo de cada artesa, las dimensiones de una artesa son de 0,45 m de largo, por 0,31 m de ancho y con una altura de 0,21 m, haciendo un volumen de 0,03 m³ (Sub-Alcaldía Zongo, 2017).

6.1.2.2 Material para el muestro

- Tinas de fibra de vidrio
- Artesas

- Termómetro digital
- Balanza de precisión
- Pipetas de 5ml
- Redes pequeñas
- Baldes
- Bañadores
- Manguera succionadora
- Brochas
- Filtros
- Bastidores
- Jarras
- Ictiometro
- Cajas petri
- Papel milimetrado
- Guantes de agua
- Overol
- Botas
- Escoba
- Bandejas pequeñas
- Material de escritorio

Reactivos

- Hipoclorito de sodio
- Azul de metileno
- Formol
- alcohol

6.2 Métodos

6.2.2 Actividades antes de la evaluación

6.2.2.1 Desinfección de artesas y tinas

Antes de la crianza de levante de larvas a alevines de trucha arco iris triploide se realizó el lavado y desinfección de las tinas y artesas utilizando lavandina al 2%, cortando previamente el suministro de agua a las tinas (Acosta, 2011).

Posteriormente se dejó durante una semana para su secado de esta manera se aseguró la eliminación de cualquier tipo de microorganismos presentes en las tinas, luego se añadió 3 gotas de azul de metileno en la parte de la caída de la pileta de las tinas, para evitar las enfermedades en los alevines (Acosta, 2011).

Luego, durante el resto del periodo de estudio se realizó el lavado de las tinas y artesas cada 2 días, utilizando solamente agua y brochas de cerdas suaves, además de la limpieza diaria de los filtros y canales en las tinas de la toma de agua principalmente durante la época de lluvias para evitar problemas de bloqueo del paso del agua que pueda comprometer la llegada del agua, pues la falta de agua por unos pocos minutos, puede causar mortalidad en los alevines (FONDEPES, 2014).

Al limpiar y desinfectar las tinas se logró mantener una buena salud en los alevines, evitándose así la acumulación de los restos de alimento y los desechos en el fondo de las tinas (Consultoría, 2012).

6.2.2.2 Limpieza del sistema hidráulico

Las estructuras para desviar las aguas del río a las tinas presentan canales y tuberías, las cuales se mantuvieron a diario constantemente limpias, principalmente durante la época de lluvias donde se tiene un fuerte arrastre de materia orgánica que obstruye el ingreso del agua (Crespi, 2009).

6.2.2.3 Llenado de agua a las tinas

Luego de la limpieza y desinfección se realizó el llenado de agua a las tinas, realizando mediciones del caudal y el recambio de agua (Maiz *et al.*, 2010).

6.2.2.4 Medición del caudal de entrada y salida

El caudal es un parámetro que puede medirse en litros por segundo (l/s) o litros por minuto (l/min).

Para la medición del caudal se tomó el tiempo en que una jarra tarda en llenarse completamente. Se realizó al menos cuatro repeticiones y se obtuvo un promedio para que el valor sea lo más acertado posible. Finalmente, se procedió a dividir el volumen dentro del promedio de tiempo obtenido (Olivia, 2011).

El caudal del agua de ingreso fue de 0,22 l/s.

6.2.2.5 Medición del recambio del agua en tinas

El recambio del agua, es el tiempo que tarda en renovarse toda el agua de una tina. Para ello se realizó la medición, después de la limpieza de las tinas; es decir si la tina vacía de 0,32 metros cúbicos tarda 24 minutos en llenarse, significa que tiene 59 recambios al día (Olivia, 2011).

6.2.2.6 Diseño experimental

Para evaluar el efecto de las diferentes densidades de siembra y cantidad de alimento suministrado, sobre los parámetros de crecimiento; se realizó un Diseño completamente al Azar (DCA) utilizando el programa INFOSTAT (Calzada, 1982).

Modelo Lineal Aditivo

Según Calzada (1982), el modelo lineal aditivo es la siguiente ecuación:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij} \quad (6)$$

Dónde:

- Y_{ij} = Una observación cualquiera,
- μ = Media poblacional,
- α_i = Efecto del i -ésimo nivel del factor,
- ξ_{ij} = Error experimental.

Factor de estudio

El presente trabajo de investigación se basa en el factor de tres densidades de siembra.

Tratamientos de Estudio

Los tratamientos establecidos fueron: tres niveles de densidad ($T1 = 4 \text{ kg/m}^3$ (4473 alevines), $T2 = 5,7 \text{ kg/m}^3$ (6204 alevines) y $T3 = 8 \text{ kg/m}^3$ (9078 alevines)), con tres repeticiones por tratamiento, distribuidas al azar en las tres tinajas, con un total de 9 unidades experimentales.

Variables de respuesta

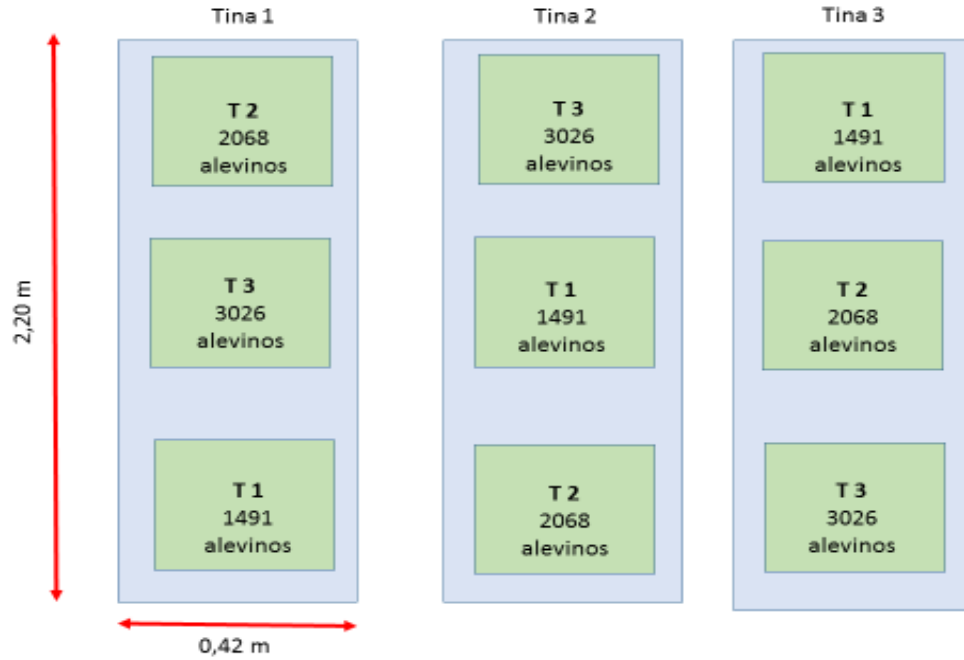
- Ganancia de peso (g)
- Ganancia de longitud estándar (cm)
- Factor de conversión alimenticia
- Porcentaje de sobrevivencia (%)

Croquis

En Llaullini, de acuerdo con el diseño experimental establecido, al principio los alevines fueron colocados en artesas que se encontraban dentro de cada tina. Obteniéndose así un total de nueve artesas. En cada artesa se distribuyó al azar los tratamientos establecidos (Figura 7), luego de tres semanas de crecimiento los alevines fueron sacados de las artesas y distribuidos en otras tinajas (Figura 8).

A. Para la etapa de levante de larvas a alevinos

Figura 7. Distribución de truchas en etapa de levante de larvas a las artesas. Fuente propia.



B. Para la etapa de alevino

Figura 8. Distribución de alevinos a las tinas. Fuente propia.

TINA 1	TINA 2	TINA 3	TINA 4	TINA 5	TINA 6	TINA 7	TINA 8	TINA 9
T1R1 1407 Alevinos	T2R1 1989 Alevinos	T3R1 2876 Alevinos	T1R2 1432 Alevinos	T2R2 2012 Alevinos	T3R2 2952 Alevinos	T1R3 1434 Alevinos	T2R3 2001 Alevinos	T3R3 2916 Alevinos

6.2.2.7 Alimento balanceado para alevinos

Cuando el saco vitelino de los alevinos se reabsorbió casi en su totalidad se inició con la alimentación en forma inmediata, en pocas cantidades y con mucha frecuencia. El alimento proporcionado a los alevinos fue de la línea AQUATECH, iniciando con el pellet para la etapa de pre inicio 1 (55% de proteína) y a medida que fueron creciendo se administró el alimento para etapa pre inicio 2 (50% de proteína). Las características nutricionales del alimento balanceado son (Aquatech, 2017) (Tabla 5):

Tabla 5. Características nutricionales del alimento balanceado para alevinos.

Nutriente	Porcentaje
Proteína mínima	55%
Grasa mínima	12%
Fibra máxima	2,0%
Ceniza máxima	12%
Humedad máxima	10%

6.2.2.8 Formulación del alimento

El cálculo de la ración (CR) para los diferentes tratamientos en cada tina, fue realizado en base al peso promedio, temperatura, cantidad de alevinos muestreados y con el valor de la tabla de alimentación de Leitritz (Anexo 2), cada quince días aproximadamente; este cálculo se realizó en base a las siguientes fórmulas (Leitritz *et. al.*, 1980):

$$PTP = \frac{Pp \cdot Np}{1000} \quad (7)$$

$$CR = \frac{PTP \cdot VI}{100} \quad (8)$$

Dónde:

- *PPT* es el peso total de los alevinos,
- *Pp* es el peso promedio del total de alevinos muestreados,
- *Np* es el número de alevinos muestreados,

- CR es el cálculo de la ración para los alevines,
- VI es el valor de Leitzitz determinado por la temperatura del agua

6.2.2.9 Periodos de alimentación

Durante el periodo de estudio los alevines fueron alimentados los siete días de la semana alimentándose con una frecuencia de 5 veces por día. Este alimento fue distribuido en varios puntos de la tina para evitar la competencia (Antamina *et. al.*, 2009).

6.2.3 Actividades durante la evaluación

El crecimiento de los alevines fue evaluado cada quince días dependiendo de la velocidad de crecimiento de los mismos. De cada tina y de cada tratamiento, se capturo cinco veces el 5% del total de los alevines con una pequeña red de mano, para su manipulación y medición corporal (peso, longitud estándar, altura corporal).

6.2.3.1 Medición del peso

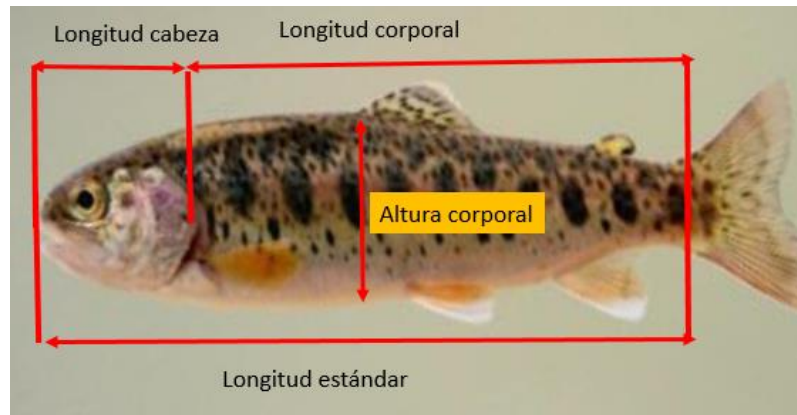
El peso de los alevines, es un parámetro que en la fórmula de la GP (ecuación 1), se representa como P_i y P_f . Este parámetro fue calculado para cada tratamiento antes (P_i) y después (P_f) de quince días de la siguiente manera: el peso total de los alevines se dividió entre el número de alevines capturados. Los valores del peso obtenidos fueron utilizados también para el cálculo de diferentes índices de crecimiento como, por ejemplo: la Ganancia media diaria (GMD), el Factor de Conversión Alimenticia (FCA) y el Factor de Condición (FC) (Núñez *et. al.*, 2010).

6.2.3.2 Medición de la longitud corporal

La longitud de las truchas, es un parámetro que en la fórmula de la GL (ecuación 2), se representa como L_i y L_f . La medición de la longitud estándar y otras medidas corporales (altura corporal y longitud estándar) se realizó utilizando un ictiometro milimétrico convencional (precisión de 0,1 mm), (Figura 9). Este parámetro también fue medido para cada tratamiento antes (L_i) y después (L_f) de quince días. Los valores de la longitud obtenidos fueron utilizados para el cálculo de

diferentes índices de crecimiento como, por ejemplo: la Ganancia media diaria (GMD), el Factor de Condición (*FC*) y la relación peso-longitud estándar (Núñez *et. al.*, 2010).

Figura 9. Medidas morfométricas de los alevinos.



Luego de realizar las mediciones correspondientes, los alevines fueron devueltos a las tinas para evitar su deterioro. Cada grupo de alevines presentó su información, y fue registrado en planillas Excel para su análisis estadístico.

6.2.3.3 Medición de los parámetros físico – químicos del agua

A) pH y Oxígeno disuelto

Se realizaron mediciones del pH, por medio de equipos electrónicos portátiles. Para determinar el nivel de oxigenación de las aguas del río se tomó en cuenta la abundancia de macroinvertebrados bentónicos en el río Zongo.

B) Temperatura del agua

Los valores diarios de temperatura del agua (°C) fueron medidos diariamente, en horas 6:00am, 12:00pm y 18:00pm. El sensor era colocado dentro de la tina, donde se registró los valores correspondientes, calculándose valores promedio en un día de trabajo. Estos valores calculados fueron utilizados para: estudiar las relaciones con la ganancia de peso.

6.2.3.4 Cálculo de los factores productivos

Ganancia de peso y longitud de los alevinos

La ganancia de peso y longitud son factores productivos que fueron calculados utilizando las fórmulas 1 y 2 tomando en cuenta los valores medidos del peso inicial, peso final, longitud inicial y longitud final.

Ganancia media diaria del peso y longitud

Ochoa (2009) indica que la ganancia media diaria es el peso o longitud ganado por la unidad de tiempo, y esta expresado en las siguientes formulas:

$$GMD = \frac{Pf - Pi}{Dias} \quad (9)$$

$$GMD = \frac{Lf - Li}{Dias} \quad (10)$$

Dónde:

- *G.M.D* = Ganancia Media Diaria,
- *Pf* = Peso Final,
- *Pi* = Peso Inicial,
- *Lf* = Longitud Final,
- *Li* = Longitud Inicial.

Relación peso – longitud estándar

La relación peso – longitud estándar fue calculado a través de un análisis de regresión utilizando los valores de peso y longitud.

Factor de condición (FC)

El FC es otro factor productivo que fue calculado utilizando la fórmula 3 tomando en cuenta los valores calculados del peso y la longitud estándar.

Ganancia de la altura corporal (GAC)

La ganancia de la altura corporal ha sido definida en base a la fórmula de la ganancia del peso, como:

$$GAC = Af - Ai \quad (12)$$

Dónde:

- GAC es la Ganancia de la altura corporal de los alevinos,
- Af es la altura corporal promedio final de los alevinos,
- Ai es la altura corporal promedio inicial de los alevinos.

Relación entre la ganancia de peso y la temperatura del agua

La relación entre la ganancia de peso y la temperatura del agua fue representada en un gráfico, determinando la temperatura óptima para el crecimiento de los alevinos.

Cantidad de alimento consumido

La cantidad de alimento consumido fue calculado a través de sumatorias de cada tratamiento de estudio.

Relación peso – consumo de alimento

La relación entre el peso y el consumo de alimento fue realizada a través de un análisis de regresión y correlación.

Factor de conversión alimenticia (FCA)

El FCA es un factor productivo que fue calculado de acuerdo a la fórmula 4, utilizando el peso promedio y la cantidad de alimento suministrado.

Porcentaje de sobrevivencia (S)

Se determinó el porcentaje de sobrevivencia a partir de la diferencia entre el número final e inicial de individuos (FONDEPES, 2004).

$$S = \frac{NPf}{NPI} * 100 \quad (13)$$

Dónde:

- S= Sobrevivencia expresada en %,

- NPf = Numero de alevinos final,
- NPi = Número de alevinos inicial.

Rendimiento de la producción

El rendimiento de la producción para cada tratamiento se calculó en kilogramos por metro cuadrado.

6.2.3.5 Análisis económico

El análisis económico del ensayo se realizó empleando la relación Beneficio/Costo, con el propósito de identificar los tratamientos que puedan otorgar beneficios por cada unidad monetaria invertido (Antezana, 2010).

$$B/C = \frac{\text{Ingresos percibidos}}{\text{Egresos totales}} \quad (14)$$

- B/C = Relación Beneficio / Costo

Para su aplicación es necesario tener en cuenta los siguientes parámetros de medición:

- B/C > 1, existe beneficio
- B/C = 1, no existe beneficio ni pérdida
- B/C < 1, no existe beneficio

7 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Crecimiento de alevines de trucha arco iris triploide

7.1.1 Ganancia de peso (GP)

Los resultados del análisis de varianza para la ganancia de peso de los alevines se muestran en la tabla 6.

Tabla 6. Análisis de varianza para la ganancia de peso.

F.V	SC	GL	CM	F	p – valor
Tratamiento	0,05	2	0,02	158,36	<0,0001
Error	9,3E-04	6	1,6E-04		
Total	0,05	8			
CV: 2,69%					

En la tabla 6, se observa que existe una diferencia altamente significativa entre los tratamientos para la variable ganancia de peso, es decir que esta variable depende de la densidad de siembra. Siendo el coeficiente de variación de 2,69%, lo cual indica que los datos obtenidos en campo son confiables.

Por ello, debido a que se detectó diferencias significativas entre los tratamientos se procedió a realizar la prueba Duncan para identificar el tratamiento con la mayor ganancia de peso promedio (Tabla 7 y Figura 10).

Tabla 7. Prueba Duncan para la ganancia de peso.

Tratamiento	Medias (g)	n	E.E			
T1	0,56	3	0,01	A		
T2	0,44	3	0,01		B	
T3	0,39	3	0,01			C

Figura 10. Prueba Duncan para la ganancia de peso.



En la figura 10, se observa que los alevinos del T1 presentaron una mayor ganancia de peso promedio con un valor de 0,56 g, seguido del T2 (0,44 g) y T3 (0,39 g). Asimismo, se obtuvo una ganancia media diaria de T1 = 0,13 g/día, T2 = 0,12 g/día y T3 = 0,11 g/día. Lo cual significa que cuando se tiene una menor densidad de siembra se obtiene una mayor ganancia de peso y viceversa.

En la producción acuícola, la densidad de siembra influye fuertemente en la tasa de ganancia de peso de los peces. A mayor densidad de siembra, cada pez aumenta de peso más lentamente, en cambio en bajas densidades de siembra el peso aumenta más rápido (Morales, 2014). Donoso (1995), obtuvo una ganancia de peso individual de 0,8 a 1,5 g/día, similar a las tasas de ganancia reportadas en el presente estudio con tilapias sembradas a una densidad de 50 peces/jaula.

Por su parte FONDEPES (2010), quien estudio el efecto de dos densidades de siembra diferentes (6 y 12 kg/m³), sobre el crecimiento de alevinos de la trucha arco iris, registró ganancias de peso finales más altos con la densidad de siembra de 6 kg/m³, y en cuanto a los parámetros de crecimiento y la tasa de sobrevivencia disminuyeron con una mayor densidad de siembra, en el centro de cultivo Lagunillas en el Perú. Sin embargo, estos resultados no coincidieron con los hallazgos de

Mendoza *et al.*, (2004), quienes estudiaron el efecto de la densidad de siembra (13 Kg/m³) en el crecimiento de los alevines de la trucha arco iris, y descubrieron que los peces mostraron un crecimiento óptimo. Por su parte, Maíz *et al.*, (2010) estudiaron el efecto de diferentes densidades de siembra (8, 10, 11 y 12 kg/m³) en el crecimiento de alevines en trucha, y encontraron que la tasa de crecimiento disminuyó significativamente con el aumento de la densidad de siembra a partir de 10 kg/m³. Por ello, mediante los resultados obtenidos en los diferentes estudios, podemos indicar que la menor densidad de siembra permite la mayor ganancia de peso.

La diferencia encontrada entre densidades de siembra puede explicarse a través de un estudio realizado sobre el comportamiento de las truchas en diferentes densidades de siembra. Determinándose que, en altas densidades de siembra, los alevines forman estructuras jerárquicas dominantes y algunos peces se posicionan en estratos superiores consumiendo una cantidad exagerada de alimento (mayor al 1% de su peso corporal en cada alimentación) y crecen más rápido, mientras que los otros al sentirse intimidados por el grupo o individuo dominante poco buscan el alimento, lo cual implica una reducción en su crecimiento (menor al 1% de su peso corporal en cada alimentación) (Imre *et al.*, 2010). En cambio, cuando se presenta bajas densidades de siembra, los alevines no presentan estructuras jerárquicas dominantes, por lo cual todos los alevines tienen acceso al alimento y el crecimiento es favorable para todos los peces cultivados (Lindeman, 2010).

Al respecto FAO (2014), indica que es necesario seleccionar a los alevines que presentan tamaños parecidos y pasarlos a tinajas diferentes, según el tamaño que corresponda utilizando caja clasificadora, cada quince días. Esta actividad es importante durante el cultivo de trucha, con el fin de evitar enfrentamientos, el estrés, la mortalidad y así favorecer el crecimiento. Y como consecuencia, hay una mayor facilidad para el manejo, y la alimentación. Por su parte, Maiz, (2010) recomienda utilizar una densidad máxima de 8 kg/m³ para alevines (truchas de 2 a 7,9 cm de largo) en estanques de cemento o fibra de vidrio.

7.1.1.1 Velocidad de crecimiento en peso

Durante el periodo de estudio, se observó que a partir del 7 de enero del 2018 (es decir en dos meses después del inicio de la investigación), los alevinos de algunos tratamientos llegaron a sobrepasar el peso comercial determinado de 2,5 g (ICP-PACU, 2016), por ejemplo, el T1 (Tina 3) llegó a obtener un peso de 3,57 g, seguido de T1 (Tina 2) con 3,44 g, el T1 (Tina 1) con 3,38 g, T2 (Tina 1) con un peso de 2,80 g, T2 (Tina 3) con un peso de 2,70 g, T2 (Tina 2) con un peso de 2,65 g, T3 (Tina 2) con un peso de 2,50 g (Tabla 8).

Tabla 8. Velocidad de crecimiento en peso de alevines.

Fecha medición	Tina 1			Tina 2			Tina 3		
	T1 Peso (g)	T2 Peso (g)	T3 Peso (g)	T1 Peso (g)	T2 Peso (g)	T3 Peso (g)	T1 Peso (g)	T2 Peso (g)	T3 Peso (g)
6 nov 2017	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
18 nov 2017	0,82	0,76	0,65	0,93	0,69	0,68	1,10	0,70	0,55
2 dic 2017	0,98	0,88	0,75	1,10	0,83	0,79	1,40	0,86	0,69
15 dic 2017	1,10	0,98	0,80	1,25	0,95	0,85	1,60	0,96	0,73
28 dic 2017	2,00	1,60	1,35	2,13	1,48	1,36	2,35	1,52	1,25
7 ene 2018	3,38	2,80	2,35	3,44	2,65	2,50	3,57	2,70	2,39
PROMEDIO	1,21	1,03	0,87	1,29	0,97	0,91	1,46	0,99	0,83

En cambio, los demás tratamientos como el T3 (Tina 3) con un peso de 2,39 g y el T3 (Tina 1) obtuvo un peso de 2,35 g no obtuvieron el peso comercial hasta la fecha.

Al respecto, en Perú la producción de alevines de trucha arco iris triploide, se realiza con una densidad de siembra de 20 kg/m³. Y el tiempo para alcanzar el peso comercial es de 45 días (Produce, 2015). Asimismo, Ceballos & Velázquez (1988) utilizando una densidad de siembra de 600 peces/m³ durante un periodo de 84 días y con un peso inicial de 0,3 g alcanzaron un peso final de 4,5 g en sistemas de cultivo en estanques de concreto; Gurzeda & Perdomo (1976), Rey (1977) citados por Zambrano (2011) reportan aumentos de peso finales de 2-3 g en un periodo de cultivo de 56 días. Por su parte PASA (2012), citado por Flores (2017) indica que en

el municipio de San Pedro de Tiquina, La Paz, se realiza generalmente la producción de alevines de trucha arco iris diploide con una densidad de siembra de 15 – 20 kg/m³ y el tiempo para alcanzar el peso comercial es en 60 días.

Asimismo, en Pongo, Pazti (2013) realizó la crianza de alevinos de trucha arco iris diploide, utilizando una densidad de siembra de 0,1 kg/m³. Y el tiempo óptimo para alcanzar el peso comercial fue de 75 días.

La velocidad de crecimiento en peso en alevinos de *O. mykiss* se encuentra influenciada por varios factores. Entre los más destacados se encuentran las variaciones de la temperatura del agua, es decir, cuando la temperatura está por debajo de 10°C el crecimiento es muy lento, mientras que cuando la temperatura aumenta por encima de 10°C, ocasiona la disminución en la concentración de oxígeno de 1200-1800 mg de O₂/Kg/h a 800 mg de O₂/Kg/h, lo cual no permite satisfacer su actividad metabólica. Finalmente, otro factor son las frecuencias de alimentación, pues mientras más frecuencias de alimentación se realice durante el día, esto ayudara a mejorar la velocidad del crecimiento en peso de los alevinos (Maiz, 2010).

7.1.2 Ganancia de longitud estándar (GLE)

Los resultados del análisis de varianza de la ganancia de longitud estándar para los alevinos se muestran en la tabla 9.

Tabla 9. Análisis de varianza para la ganancia de longitud estándar.

F.V	SC	gl	CM	F	p – valor
Tratamiento	0,06	2	0,03	87,13	<0,0001
Error	2,1E-03	6	3,4E-04		
Total	0,06	8			
CV: 2,77%					

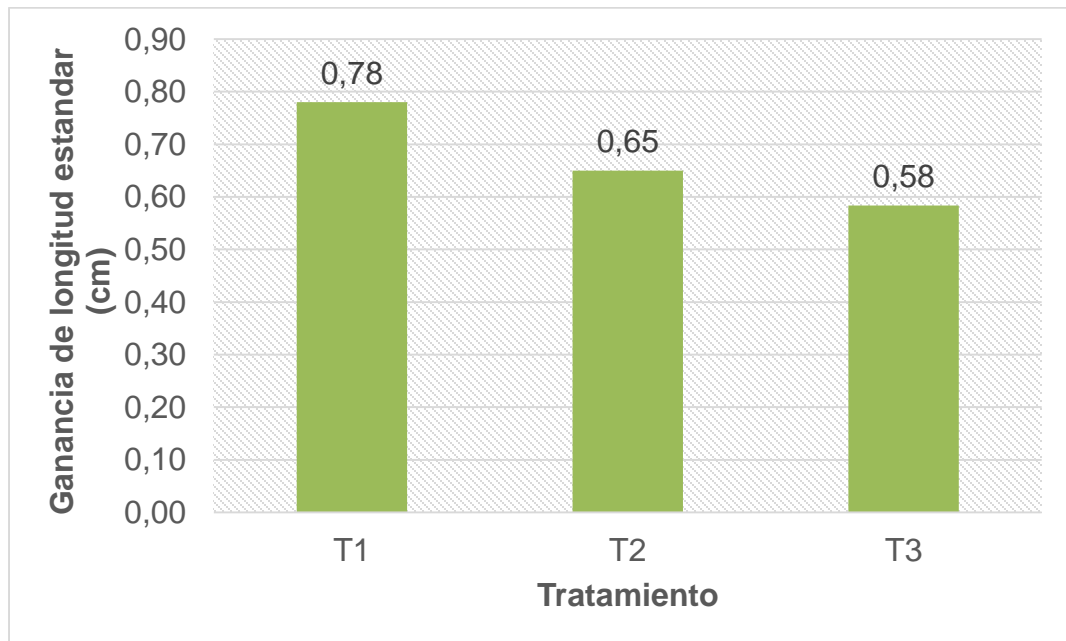
En la tabla 9, se observa que existe una diferencia altamente significativa entre los tratamientos para la variable ganancia de longitud estándar, es decir que esta variable depende de la densidad de siembra. Siendo el coeficiente de variación de 2,77%, lo cual indica que los datos obtenidos en campo son confiables.

Por ello, debido a que se detectó diferencias significativas entre los tratamientos se procedió a realizar la prueba Duncan para identificar el tratamiento con la mayor ganancia de longitud estándar promedio (Tabla 10 y Figura 11).

Tabla 10. Prueba Duncan para la ganancia de longitud estándar.

Tratamiento	Medias (cm)	n	E.E			
T3	0,78	3	0,01	A		
T2	0,65	3	0,01		B	
T1	0,58	3	0,01			C

Figura 11. Prueba Duncan para la ganancia de longitud estándar.



En la figura 11, se observa que los alevinos del T1 presentaron una mayor ganancia de longitud promedio, con un valor de 0,78 cm, seguido del T2 (0,65 cm) y T3 (0,58 cm). Asimismo, se obtuvo una ganancia media diaria de T1 = 0,08 cm/día, T2 = 0,07 cm/día y T3 = 0,06 cm/día. Lo cual significa que cuando se tiene una menor densidad de siembra se obtiene una mayor ganancia de longitud estándar y viceversa.

Deza *et al.*, (2012), obtuvieron resultados similares con lo reportado para la especie *Piaractus brachypomus*, evaluadas en tres densidades de cultivo de 5, 10 y 15 kg/m³, obteniendo longitudes estándar promedios de 18,33; 17,88 y 16,67 cm respectivamente; mientras que Ferrari y Bernardino, (2006), reportan resultados para la especie *Piaractus mesopotamicus* con densidades de 5 y 10 kg/m³, obteniendo resultados de longitud final de 20,94 cm y 16,4 cm respectivamente. Asimismo, Aldava, (2017) realizó ensayos para la especie *Pacotanas* con densidades de 1, 2 y 3 kg/m³, mostrando ganancias de longitud de 16,52; 15,82 y 15,81 cm respectivamente. Por lo que, en resumen, en todos los casos reportados se observa que la mayor longitud estándar se presenta con la menor densidad de siembra.

Imre *et al.*, (2010), mencionan que el crecimiento en longitud de los peces está inversamente relacionado con la densidad de siembra, y esto es principalmente atribuido a las interacciones sociales, esto fue estudiado en el pez payaso (*Amphiprion omanensis*), que vive en grupos sociales basados en la jerarquía de tamaños (Sánchez *et al.*, 2010). Es decir, que el pez payaso controla su tamaño y tasa de crecimiento de acuerdo con su posición en la jerarquía del grupo (Buston, 2003; Parmentier *et al.*, 2009). En este estudio, el menor crecimiento en longitud exhibido en una densidad de siembra más alta, podría haber sido causado por el gasto de energía, debido a la intensa interacción conductual antagónica, la competencia por la comida y el espacio (Imre *et al.*, 2010).

De esta manera, el mayor crecimiento en longitud de los alevinos de trucha arco iris, puede ser explicado por la baja densidad de siembra que permitió la misma posibilidad de alimentación a todos los alevinos, induciendo a un menor gasto de energía y obteniendo la ventaja de ganar tamaño más rápidamente a diferencia de los peces que se encontraban a mayor densidad de siembra (Nuñez *et al.*, 2008).

7.1.2.1 Velocidad de crecimiento en longitud

Durante el periodo de estudio se observó que todos los alevinos llegaron a obtener la longitud comercial (5 a 6 cm) (ICP-PACU, 2016) a partir del 28 de

diciembre de 2017, es decir, luego de 22 días después del inicio de la investigación. Siendo el T1 (Tina 3) el que presentó la mayor longitud con un valor de 5,62 cm, seguido del T1 (Tina 2) con 5,60 cm, el T1 (Tina 1) con 5,59 cm. En cambio, los demás tratamientos no alcanzaron aun la longitud comercial (Tabla 11).

Tabla 11. Velocidad de crecimiento de longitud de alevines.

Fecha medición	Tina 1			Tina 2			Tina 3		
	T1 Long (cm)	T2 Long (cm)	T3 Long (cm)	T1 Long (cm)	T2 Long (cm)	T3 Long (cm)	T1 Long (cm)	T2 Long (cm)	T3 Long (cm)
6 nov 2017	2,12	2,01	2,02	2,15	2,05	2,07	2,15	2,07	1,95
18 nov 2017	2,23	2,15	2,15	2,35	2,19	2,17	2,31	2,19	2,10
2 dic 2017	2,48	2,46	2,46	2,75	2,47	2,43	2,64	2,43	2,48
15 dic 2017	4,33	3,71	3,79	4,40	3,97	3,99	4,39	4,18	3,58
28 dic 2017	5,59	4,89	4,53	5,60	4,89	4,74	5,62	4,83	4,28
7 ene 2018	6,19	5,33	4,96	6,08	5,38	5,01	6,16	5,37	4,89
PROMEDIO	3,51	3,12	3,05	3,52	3,20	3,14	3,53	3,24	2,94

Los demás tratamientos llegaron a la longitud comercial a partir del 7 de enero de 2018: siendo el T2 (Tina 2) con 5,38 cm, el T2 (Tina 3) con 5,37 cm, T2 (Tina 1) con 5,33 cm, el T3 (Tina 2) con 5,01 cm. En cambio, los demás tratamientos: T3 (Tina 1) con 4,96 cm, finalmente T3 (Tina 3) con 4,89 cm, no llegaron a la longitud comercial.

Al respecto, en Perú la producción de alevines de trucha arco iris triploide, se realiza con una densidad de siembra de 20 kg/m³. Y el tiempo para alcanzar la longitud comercial es de 45 días (Produce, 2015). Asimismo, Ceballos & Velázquez (1988) utilizando una densidad de siembra de 600 peces/m³ durante un periodo de 84 días y con una longitud inicial de 0,3 mm alcanzaron una longitud final de 4,5 mm; Gurzedá & Perdomo (1976), Rey (1977) citados por Zambrano (2011) reportan aumentos de longitudes finales de 2-3 mm en un periodo de cultivo de 56 días. Por su parte PASA (2012), citado por Flores (2017), indican que en el municipio de San Pedro de Tiquina, La Paz, se realiza generalmente la producción de alevines de

trucha arco iris diploide con una densidad de siembra de 15 – 20 kg/m³ y el tiempo para alcanzar la longitud comercial es en 60 días.

Asimismo, en Pongo, Pazti (2013) realizó la crianza de alevinos de trucha arco iris diploide, utilizando una densidad de siembra de 0,1 kg/m³. Y el tiempo óptimo para alcanzar la longitud comercial fue de 75 días.

Poma (2013), en su estudio de evaluación productiva y económica de alevinos obtuvo como resultados en cuanto a longitud de alevinos nacionales fue de 84 días de tiempo en llegar a los 10,05 cm de longitud, mientras que para los alevinos procedentes de ovas importadas se realizó la misma metodología, pero estos alcanzaron los 10,1 cm de longitud en 77 días.

La velocidad de crecimiento en longitud en alevinos de *O. mykiss* se encuentra influenciada por varios factores. Entre los más destacados se encuentran las variaciones de la temperatura del agua, es decir, cuando la temperatura está por debajo de 10°C el crecimiento es muy lento, mientras que cuando la temperatura aumenta por encima de 10°C, ocasiona la disminución en la concentración de oxígeno de 1200-1800 mg de O₂/Kg/h a 800 mg de O₂/Kg/h, lo cual no permite satisfacer su actividad metabólica. Finalmente, otro factor son las frecuencias de alimentación, pues mientras más frecuencias de alimentación se realice durante el día, esto ayudara a mejorar la velocidad del crecimiento en peso de los alevinos (Maiz, 2010).

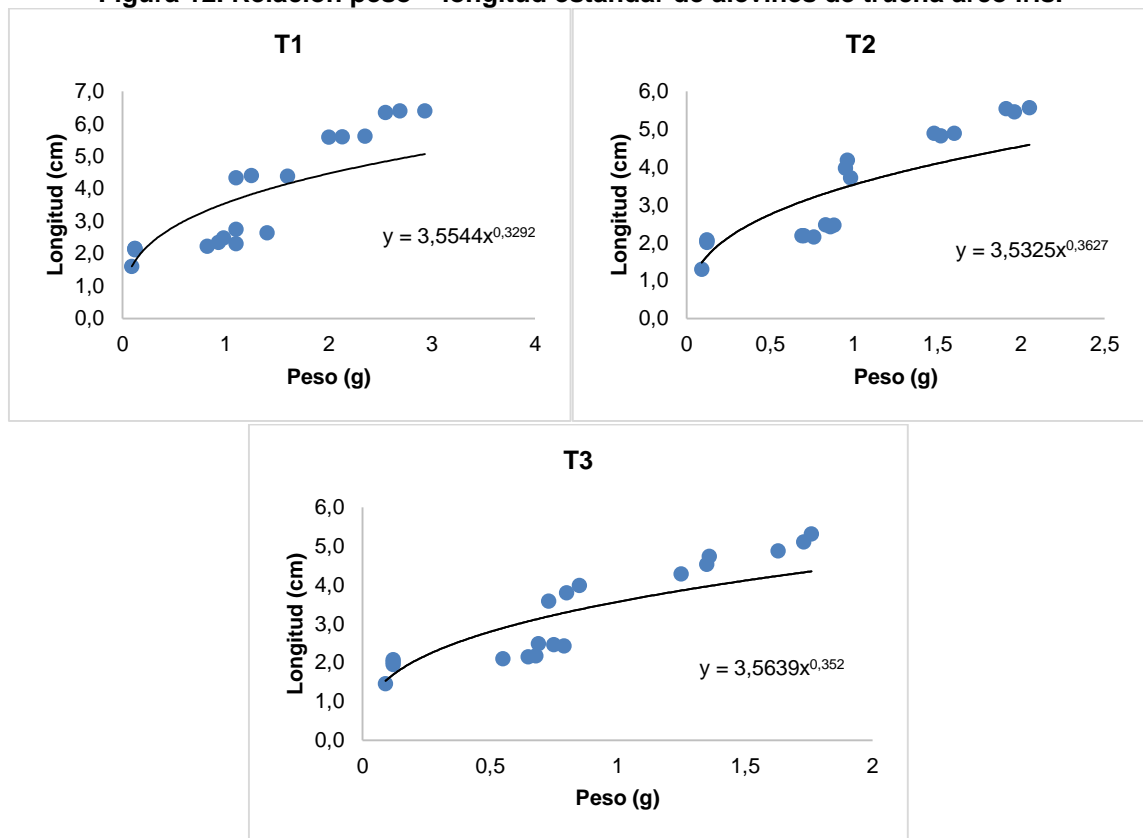
7.1.3 Relación peso – longitud estándar

Es importante analizar la relación entre el peso y la longitud estándar en los alevines, a través de su historia de vida o bien en un tiempo en particular. A lo largo de la vida de un pez, el peso corporal varía como una potencia de la longitud, que es conocida como relación alométrica. Debido a que la talla es una magnitud lineal y el peso proporcional al cubo de la talla, si el pez al crecer retiene la forma, se dice que su crecimiento es isométrico, entonces el valor de b es igual a 3. Cuando esto no ocurre, es decir no se mantiene la proporcionalidad, se dice que el crecimiento

es alométrico, ya sea un valor significativamente menor o mayor a 3. Un valor menor de 3 muestra que el alevín es menos pesado para la longitud que alcanza (crecimiento alométrico negativo); un exponente mayor a 3 indica que el alevín llega a ser más pesado para su longitud conforme incrementa en talla (crecimiento alométrico positivo) (Granado, 2002; Gómez- Márquez *et. al.*, 2016).

Los resultados obtenidos en el presente estudio nos indican que los alevines tuvieron un crecimiento alométrico negativo pues los valores obtenidos de b son menores a 3. Siendo en el T1 $b = 0,33$; T2 $b = 0,36$ y T3 $b = 0,35$. Sin embargo el T3 obtuvo el mayor valor de b (0,35) que los demás tratamientos (Figura 12).

Figura 12. Relación peso – longitud estándar de alevines de trucha arco iris.



Por su parte Lagler *et al.* (2009) mencionan con respecto a la relación longitud-peso en los peces, que el valor de b varía de 2,5 a 4, siendo más frecuente 3, porque el incremento en peso se presenta en tres dimensiones. De acuerdo con Santiago *et al.* (1997) y Pérez Mora (2015), la relación peso-longitud de *P.*

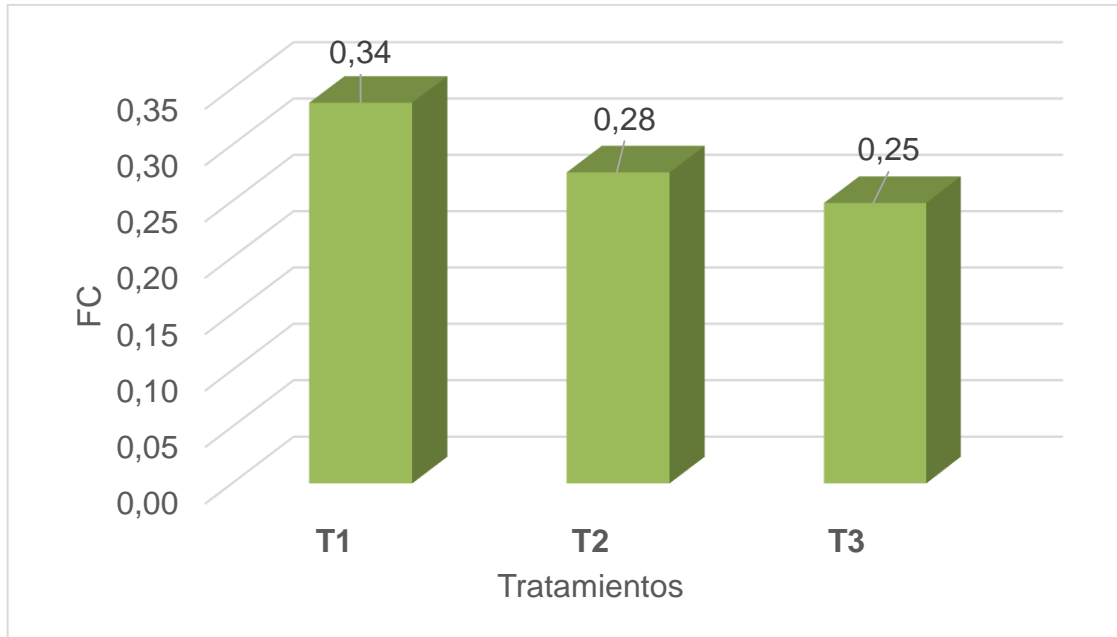
splendida, tiene un crecimiento alométrico positivo (>3). Sin embargo, los resultados obtenidos en los tratamientos difieren con lo reportado anteriormente, por lo que las truchas presentaron un crecimiento alométrico negativo. No obstante, los resultados obtenidos en el presente estudio nos muestran, que en el T3 el valor de b es mayor a los demás tratamientos. Es importante destacar que los peces estudiados por Pérez-Mora (2015) fueron peces silvestres, por lo tanto, el crecimiento alométrico positivo debe ser el que describe a la especie en condiciones naturales, y el alométrico negativo es producto de las condiciones de cultivo.

Abowei, (2010), indica que el crecimiento en alevines será alométrico negativo, debido a que en esta etapa el crecimiento de los alevines se encuentra en crecimiento activo, la mayoría de energía que almacenan lo hace en forma de proteínas, por lo que el consumo de proteínas en este momento del ciclo debe ser superior a otras fases de su vida. La proporción de proteína en el pienso durante el arranque de su alimentación esta alrededor del 50%, disminuyendo a las dos semanas hasta el 40%.

7.1.4 Factor de condición

A partir de la información de la ganancia de peso y longitud, se realizó los cálculos del factor de condición de los alevinos (Figura 13).

Figura 13. Factor de condición de trucha arco iris.



En la figura 13 se observa que el T1 presentó una mejor condición con un FC de 0,34, seguido del T2 con un valor de 0,28 y T3 con un valor de 0,25.

Los valores de FC fueron inferiores a lo encontrado por Montaña, (2009) quien obtuvo un FC = 0,9 también para alevines de *O. mykiss* en acuarios. Mientras que, en un criadero venezolano, el valor de FC varió entre 0,80 y 1,40 (Bastardo, 2003). Asimismo, Cruz *et. al.*, (2010), realizaron un experimento similar con el yaque (*Leiarius marmoratus*), y consiguieron un FC inferior significativamente ($p < 0,05$) en la densidad mayor (2 peces/m²) en comparación a las otras (0,5 y 1 peces/m²); la explicación a esto radica en que a medida que se aumenta la densidad de siembra, se ve afectado el espacio donde se encuentran, pues se hace más pequeño para los animales pues se limita la disponibilidad no solamente de oxígeno, sino también de espacio, además de existir mayor cantidad de residuos de excreción.

Por su parte Sandoval (2010) indica que cuando los alevines alcanzan su crecimiento máximo el espacio donde se encuentran se hace más pequeño llegando a sobrepasar la capacidad permitida, provocando stress en los alevinos, lo cual se refleja en bajos FC, sin embargo en T1 se obtuvo un valor del superior a los demás tratamientos, lo cual podría estar influenciados también por el mayor número de

recambio de agua (59 recambios/ día) y por el manejo adecuado de los alevinos, como lo menciona Mardones (2004) en un estudio.

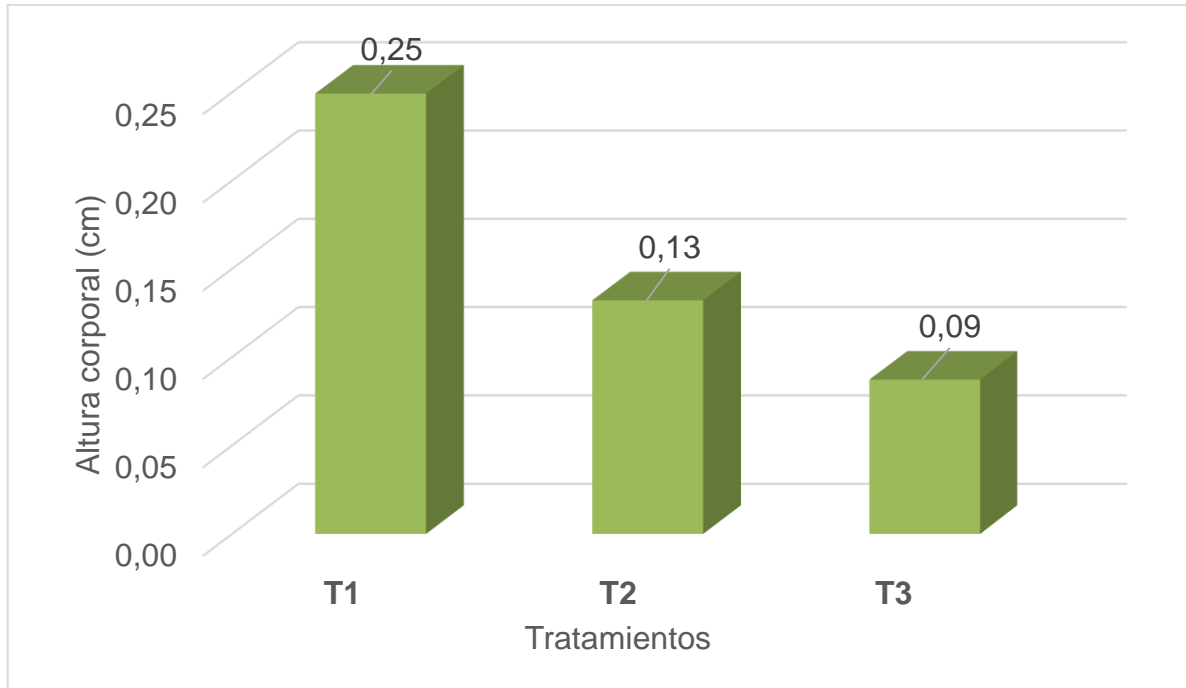
Otro factor que pudo afectar el valor de FC es la iluminación en la eclosería, ya que esta debe ser premeditadamente baja durante el día debido a que los alevinos necesitan poca intensidad lumínica (50 lux) para llevar a cabo su ciclo vital en esta fase de crecimiento (ya que, en la naturaleza, en esta fase se alejan de los lugares iluminados, para evitar ser depredados) (Márquez, 2016). Durante el periodo de estudio muchas veces era difícil mantener el ambiente poco iluminado debido a las actividades necesarias durante la investigación, lo cual pudo provocar el estrés en los alevinos y en consecuencia un descenso de la productividad.

Otro factor que pudo afectar el bienestar de los alevinos son los cambios de temperatura y de oxígeno durante el periodo de estudio, pues son más sensibles en relación con los alevinos diploides. Es decir, que a elevadas temperaturas la capacidad de utilización de las vías metabólicas anaerobias se ve comprometidas (MGAP-DINARA-FAO, 2010).

7.1.5 Ganancia de la altura corporal (GAC)

Las mediciones de la altura corporal de los alevinos se muestran en la Figura 14.

Figura 14. Ganancia de la altura corporal de alevinos.



En la figura 14 podemos observar que la mayor altura corporal fue en el T1, con un valor de 0,25 cm, seguido del T2 con 0,13 cm, finalmente el T3 con 0,09 cm. Asimismo, se obtuvo una ganancia media diaria de la altura corporal de T1 = 0,04 cm/día, T2 = 0,019 cm/día y T3 = 0,012 cm/día.

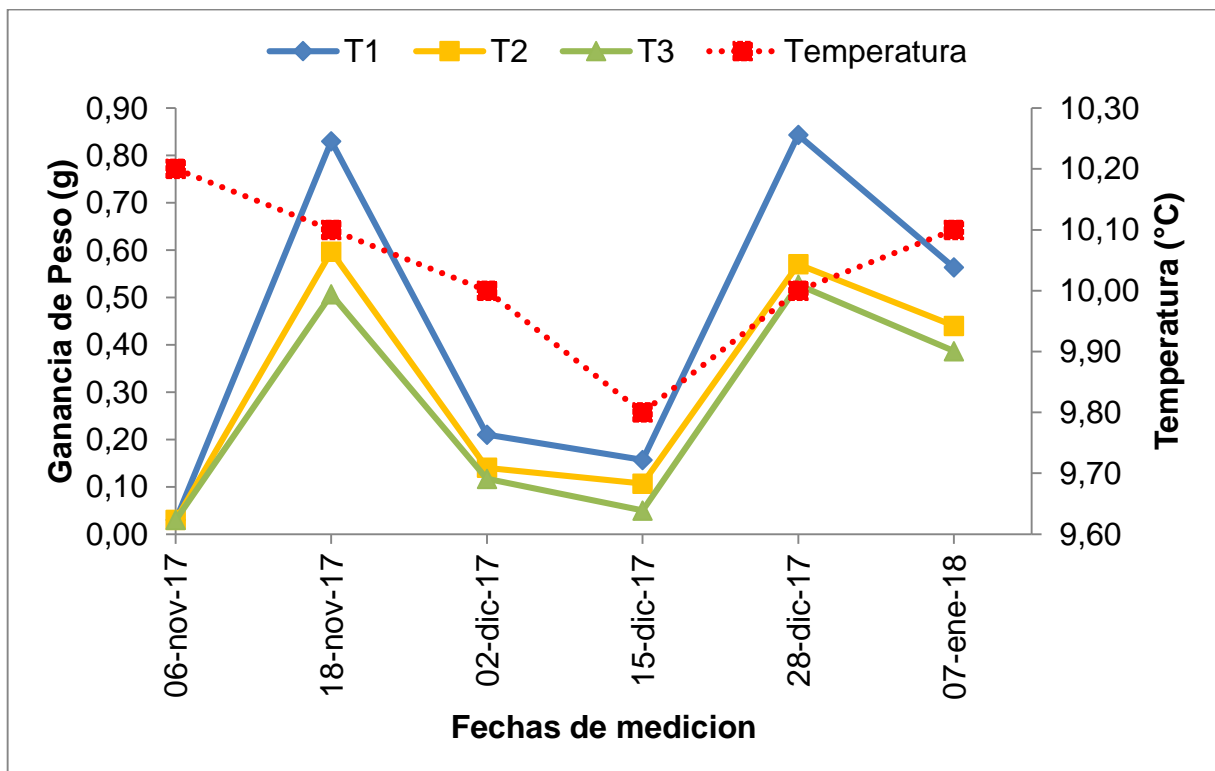
Al respecto, Braun (2010) menciona que los alevines que se encuentran en condiciones adecuadas para su crecimiento (menor densidad de carga, buena alimentación, sin estrés) no se producen cambios en el metabolismo por lo que no hay alteración en el crecimiento, permitiendo la acumulación de biomasa en el cuerpo del animal.

Al respecto, Moradyan *et al.*, (2012), Shi *et al.*, (2006) y Ni *et al.*, (2014), evaluaron las condiciones que provocan el estrés en los peces, los cuales, a su vez, alteran el crecimiento y la acumulación de biomasa corporal. Una de las condiciones, fue el aumento de la densidad de carga que ocasiono las altas concentraciones de amoníaco total, deteriorando también la calidad del agua.

7.2 Efecto de la temperatura en el crecimiento de los alevines

De forma general la temperatura del agua se encontró dentro de los rangos adecuados para el buen crecimiento de los alevinos (9,8°C - 10,2°C). Sin embargo, las variaciones de la temperatura del agua durante el periodo de estudio fueron favorables y desfavorables para el crecimiento de los alevinos. Por ejemplo, la variación del peso con respecto a la temperatura se observa en la Figura 15.

Figura 15. Relación entre la ganancia de peso y la temperatura del agua



En la figura 15 se observa que durante las fechas de medición comprendidos entre el 2 y 15 de diciembre de 2017, disminuyeron los niveles de temperatura del agua (10,0°C y 9,8°C respectivamente), debido a que durante estas fechas se presentaron precipitaciones frecuentes y además se realizó la limpieza de una de las represas que se encontraba aguas arriba de la ecloseria, ocasionando la turbidez en las aguas del rio, lo cual ocasiono que los alevinos no tuvieran apetito perjudicándose así a la ganancia de peso. En cambio, el aumento del nivel de temperatura en las fechas: 18 de noviembre de 2017 y 28 de diciembre de 2017 con

valores de 10,1°C y 10°C respectivamente, fue favorable para la ganancia del peso, debido a que los alevines convierten el alimento de manera eficiente en estas condiciones. Por otro lado, se observa que en las fechas: 6 de noviembre de 2017 y 7 de enero de 2018 las altas temperaturas del agua afectaron a la ganancia de peso debido a que los alevines se encontraban estresados por la falta de oxigenación, pues a mayor temperatura se tiene una reducción del oxígeno.

García, (2012) menciona que la temperatura del agua es el factor más importante que afecta al crecimiento de los alevinos. Es decir, cuando la temperatura del agua alcanza un valor de 10°C, aumenta la ganancia de peso y longitud, y existe un mayor porcentaje de sobrevivencia, lo cual es muy favorable para la producción, pues los alevines convierten el alimento eficientemente coincidiendo con las mejores tasas de conversión del mismo. Sin embargo, cuando la temperatura aumenta a 13°C el desarrollo se acelera, ocasionando el aumento significativo de las deformaciones corporales en los alevinos, que, en el contexto del cambio climático, un aumento de 3,2°C en la temperatura del aire producirá un aumento moderado pero sensible en la temperatura del agua de la corriente de 1 a 2°C, lo cual provocaría la mayor proporción de individuos deformes (Bal *et al.*, 2014).

Al contrario, cuando la temperatura del agua alcanza valores por debajo de los 8°C, el desarrollo es tan lento que puede tomarse como nulo. Por ello Flores y Yapuchura, (2016) recomiendan hacer el monitoreo de la temperatura por lo menos tres veces por día incluso antes de suministrar alimento, y con ello predecir el crecimiento de los alevinos.

7.3 pH y Oxígeno disuelto

El pH es un parámetro esencial en un cultivo de alevines de trucha arco iris triploide, en el presente estudio se registró, un valor de 6,8 parecido a lo reportado por Braun (2010) quien obtuvo un rango de 6,5-6,9, mientras que Näslund *et al.*, (2017) registraron valores superiores de 7,4 - 7,8.

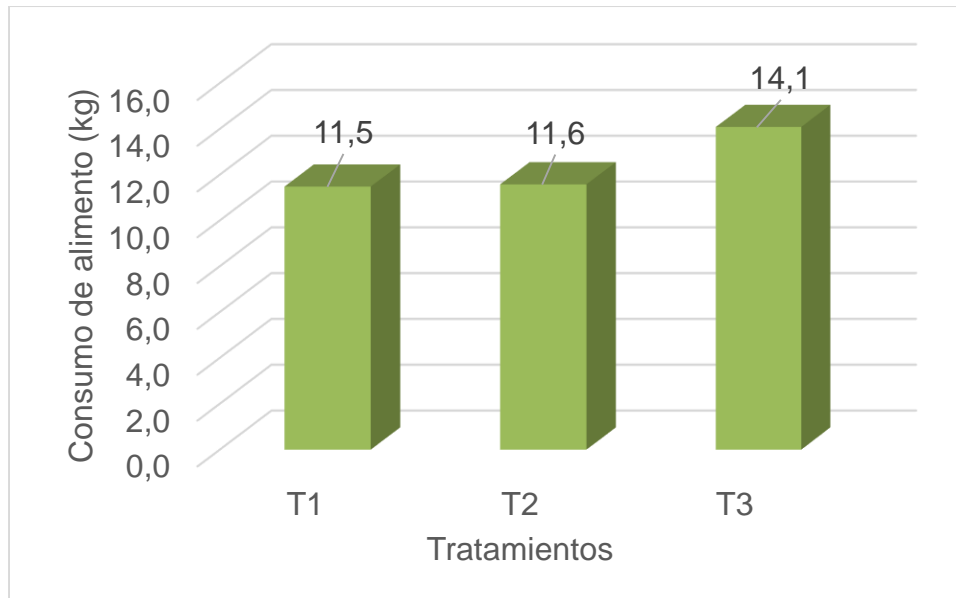
Para conocer el nivel de oxígeno disuelto en el río Zongo, se determinó la abundancia de macroinvertebrados bentónicos. Según Colque, (2017) de un total

de 7262 macroinvertebrados evaluados y distribuidos en 19 taxa, la mayor abundancia estuvo representada por insectos con 6480 individuos comprendidos en 5 taxa, cuya abundancia estuvo dominada por Baetidae, Leptophlebiidae (Ephemeroptera), Gripopterygidae (Plecóptera), Simuliidae, Chironomidae (Díptera). De acuerdo a la mayor abundancia de macroinvertebrados capturados podemos determinar que las aguas del rio presentan buenos niveles de oxigenación. Estudios similares certifican con la presencia de las poblaciones de Ephemeroptera, Plecóptera y Trichoptera la calidad de las aguas del rio, pues el crecimiento de estos organismos requiere de aguas bien oxigenadas y limpias (Hatami, R. *et al.*, 2011).

7.4 Consumo de alimento

Durante el periodo de estudio se calculó la cantidad de alimento utilizado para cada tratamiento, los cuales se muestran en la figura 16.

Figura16.Cantidad de alimento utilizado para cada tratamiento.



De la figura 16 podemos indicar que el mayor consumo de alimento fue en el T3, con un total de 14,1 kg, seguido del T2 con un total de 11,6 kg, finalmente el T1 con un total de 11,5 kg.

Sillerico, (2010), en el municipio de Copacabana, menciona según encuestas realizadas, que existen 3 unidades productivas piscícolas ubicadas en las comunidades de: Chicharro, San Pablo de Tiquina y Corihuaya, las cuales cuentan con sus propias ecloserías, donde los alevines por lo general se alimentan únicamente con plancton (zooplancton y fitoplancton) presente en las aguas del lago, sin el uso de alimento balanceado. Al respecto Hofer (1985), asegura que suministrar alimento balanceado a los alevines como única fuente de alimento, produce altas tasas de mortalidad. Como lo reporta Patzi (2013) quien utilizó solamente dos tipos de alimentos balanceados en alevinos de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), en estanques en la comunidad Pongo y obtuvo altos porcentajes de mortalidad de 12,50% y 11,90%. Por ello, Engrola *et. al.*, (2009) recomienda realizar la co-alimentación que se define como alimentar a los alevines con alimento balanceado y alimento vivo (plancton) al mismo tiempo, cuando los alevines tienen entre 15 - 25 mm de longitud. Y el cálculo del alimento se basa en tablas publicadas o en las conversiones alimenticias de cada empresa, relacionadas con la temperatura y el tamaño de los peces.

Rosenlund *et. al.*, (1997) y Cañavate *et. al.*, (1999) observaron que la estrategia de co-alimentación en algunas especies como el Sole (*Solea senegalensis*), la dorada (*Sparus aureta*), entre otros mejoran la tasa de crecimiento y la sobrevivencia. Engrola *et. al.*, (2009) concluyen en un estudio con larvas de *Senegaleses ole*, que una buena estrategia de co- alimentación con alimento balanceado, puede mejorar la calidad larval, además de promover el crecimiento en juveniles de mejor calidad, similar a lo reportado por Aristizabla *et. al.*, (2006), con larvas de *Pagrus pragus*. En este estudio se observó que se obtuvo una mayor ganancia de peso y la sobrevivencia no se vio afectada.

La estrategia de co- alimentación, tiene la ventaja de aumentar la oferta de nutrientes, además es una característica como la etapa de aprendizaje, cuando los alevines tienen su propio contacto con una dieta balanceada y gradualmente aumentan su aceptación hasta que los alimentos vivos puedan ser completamente eliminados (Theshima *et. al.*, 2010).

Sin embargo en el Perú la preparación del alimento comercial para alevinos de trucha arco iris se denomina Purina. Los pellets de alimento, hechos de harina de pescado (80%), aceites de pescado y granos, proporcionan un balance nutricional, estimulando el crecimiento y calidad del producto. Asegurando que presentan las proporciones adecuadas lo cual resultan en tasas de conversión alimenticias tan bajas como 1,0:1 (AQUATECH, 2010). Por otra parte indican que las cantidades de alimentación deben ser divididas en tres o cuatro porciones diarias, para alevines, hasta 10 porciones. Los alevines muy jóvenes deben recibir tanta alimentación como puedan consumir cada vez e incluso un poco más. Se debe hacer lo contrario con los peces grandes, (Bardach, *et al.*1990, citado por Poma, 2013).

7.5 Factor de conversión alimenticia (FCA)

Los resultados del análisis de varianza para el factor de conversión alimenticia de los alevines de trucha arco iris se muestran en la Tabla 12.

Tabla 12 Análisis de varianza para el factor de conversión alimenticia.

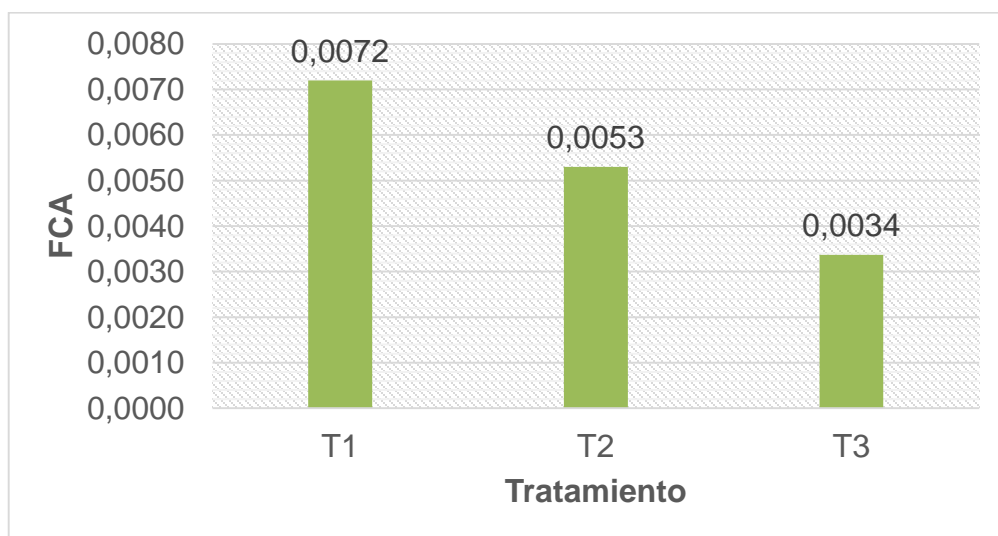
F.V	SC	gl	CM	F	p – valor
Tratamiento	2,2E-05	2	1,1E-05	162,61	<0,0001
Error	4,1E-07	6	6,8E-08		
Total	2,2E-05	8			
CV: 4,92%					

En la tabla 12, los resultados determinaron que existe diferencia significativa entre los tratamientos para la variable conversión alimenticia, es decir que esta variable depende de la densidad de siembra. Siendo el coeficiente de variación de 4,92 %, lo cual indica que los resultados estadísticos obtenidos son confiables. Por ello, considerando los resultados obtenidos se realizó la prueba de Duncan para identificar el tratamiento con la mayor conversión de alimento (Tabla 13, Figura 17).

Tabla 13. Prueba Duncan para el factor de conversión alimenticia.

Tratamiento	Medias	n	E.E			
T1	0,01	3	1,5E-04	A		
T2	0,01	3	1,5E-04		B	
T3	3,4E-03	3	1,5E-04			C

Figura 17. Prueba Duncan para el factor de conversión alimenticia.



En la figura 17, se observa que los alevinos del T1 presentaron una mayor conversión alimenticia promedio, con un valor de 0,0072, seguido del T2 (0,0053) y T3 (0,0034). Esto quiere decir que la mejor conversión alimenticia alcanzada en el estudio se obtuvo del T1 correspondiente a una baja densidad de siembra.

Hepher (1993), citado por Chanamé (2012), dice que es la relación entre el peso del alimento consumido y la ganancia de peso del pez a menudo es útil como una medida de la eficiencia de la dieta. Mientras más adecuada es la dieta para el crecimiento, menor cantidad de alimento es necesaria para producir una unidad de ganancia de peso; es decir, menor conversión alimenticia.

Por su parte, Poma (2013), encuentra una conversión alimenticia para alevinos de trucha arco iris con un valor de 1,13 a una temperatura de 11,33°C y con el trabajo de investigación en el Centro Piscícola “El Ingenio” la conversión alimenticia en la etapa de alevinos de 2,5 a 5 cm de longitud a una temperatura de 12 °C con el alimento Pre – Inicio 48 de la marca Naltech es de 1,13. Mientras (Maravi, 2013), reporta que la conversión alimenticia de alevinos fue de 0,94, lo cual significa que se requiere menos cantidad de alimento para obtener un kilogramo de peso vivo. Lagler *et al.*, (1990), citado por Chanamé, (2009), manifiestan que los valores de los factores de conversión difieren con la naturaleza de la dieta y su compatibilidad con los requerimientos para el crecimiento, la especie, el tamaño del pez, las diferentes densidades de carga, la temperatura y otras variables.

Sin embargo, los resultados obtenidos en los estudios mencionados, no coinciden con los resultados del presente estudio, no obstante, CIDAB (2003), argumenta que cuando se logra reducir la conversión alimenticia en los peces, se aumenta considerablemente las ganancias netas, esto se debe a que al bajar la conversión, por ejemplo de 1,3 a 1, se está reduciendo la cantidad de alimento. Pero estos valores bajos de conversión solo se pueden conseguir con una buena administración, es decir, buena calidad de alimentación, frecuencia de alimentación, disponibilidad de agua, limpieza, etc.

Asimismo, Velezvia (2013), indica que en los estadios primarios, primer alevinaje, segundo alevinaje los pececillos alcanzan conversiones alimenticias muy altas (es decir el índice es mucho menor a la unidad).

7.6 Sobrevivencia de alevines

Los resultados del análisis de varianza de la ganancia de longitud estándar para los alevines se muestran en la tabla 14.

Tabla 14 Análisis de varianza para la sobrevivencia de alevines.

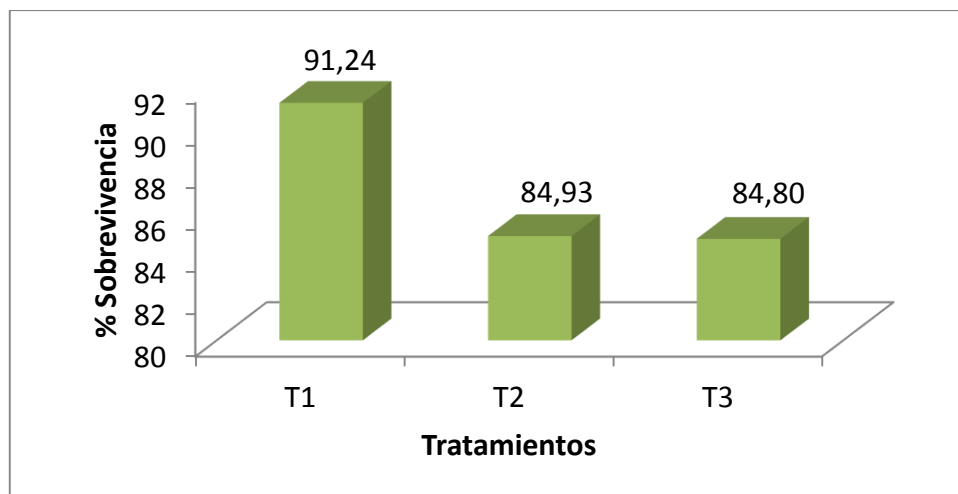
F.V	SC	gl	CM	F	p – valor
Tratamiento	6,03	2	3,01	5,15	0,0499
Error	3,51	6	0,59		
Total	9,54	8			
CV: 1,01%					

En la tabla 14, se observa que existe una diferencia altamente significativa entre los tratamientos para la variable sobrevivencia, es decir que esta variable depende de la densidad de siembra. Siendo el coeficiente de variación de 1,01%, lo cual indica que los datos obtenidos en campo son confiables. Por ello, considerando los resultados obtenidos se realizó la prueba Duncan para identificar el tratamiento con el mayor porcentaje de sobrevivencia (Tabla 15, Figura 19).

Tabla 15. Prueba Duncan para la sobrevivencia de alevines.

Tratamiento	Medias (%)	n	E.E		
T1	91,24	3	0,44	A	
T2	84,93	3	0,44	A	B
T3	84,80	3	0,44		B

Figura 18. Prueba Duncan para la sobrevivencia de alevines.



En la figura 19, se observa que los alevinos del T1 presentaron una mayor sobrevivencia, con un valor de 91,24%, seguido del T2 (84,93%) y T3 (84,80%). Lo cual significa que cuando se tiene una menor densidad de siembra se obtiene una mayor sobrevivencia y viceversa.

Resultados diferentes fueron obtenidos por Poma (2013) quien obtuvo en los estadios de alevinos y de dedinos sobrevivencias del 85% en sistemas de tinajas de vidrio para alevinos, y de 98,5 – 95% en sistemas de canales y de concreto para dedinos.

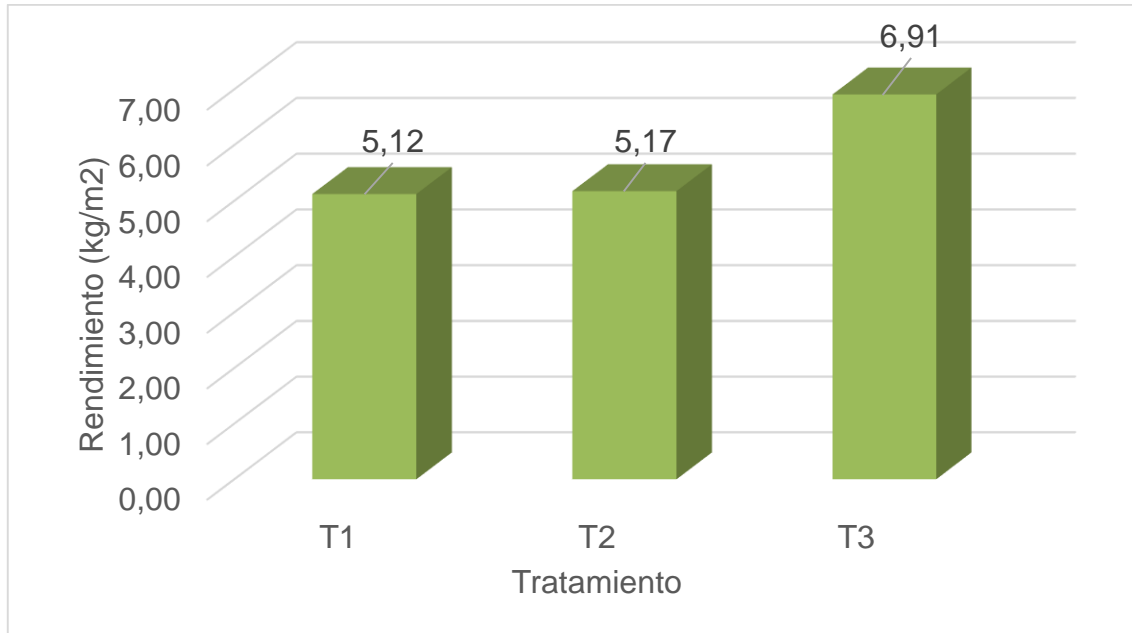
Por su parte, Miranda *et al.* (2012), realizaron un trabajo con *Pseudoplatystoma corruscans*, y lograron la sobrevivencia de los peces cultivados a un 100%; mientras que Scorvo Filho *et al.* (2008), estudiando el desempeño productivo de *Pseudoplatystoma corruscans* criados en jaulas de 2 m³ a densidades de 75 y 133 peces/m³, y en estanques de 600 m² a densidad de 0,75 peces/m², obtuvieron sobrevivencias inferiores (69,55; 70,56 y 72,44%). Por su parte, Flores (2017) indica que en el municipio de San Pedro de Tiquina las comunidades dedicadas a la producción de alevinos de trucha arco iris (Chicharro, San Pablo de Tiquina y Corihuaya) registran un bajo porcentaje de sobrevivencia del 85%; los productores argumentan que esta situación se atribuye a diferentes factores como la deficiente oxigenación, la ambientación de los peces a la alimentación y otros.

Por su parte López, J *et al.*, (2011) indican que los valores máximos obtenidos en los resultados del porcentaje de sobrevivencia (>90%), se atribuyen también a que los peces sembrados han sido fortalecidos con un alimento de alto contenido proteico.

7.7 Rendimiento de la producción

Los valores de rendimiento productivo (kg/m²) registrados para el estudio fueron de 5,12 kg/m² para el T1; 5,17 kg/m² para el T2 y 6,91 kg/m² para el T3 (Figura 20).

Figura 19. Rendimiento Productivo de los alevinos para cada tratamiento.



Kuramoto J. R. (2008) precisa que con respecto a la rentabilidad de la producción de trucha arco iris debe ser a través del desarrollo y capacitación de los acuicultores, para una mayor y mejor producción, procesamiento, comercialización de la trucha. Jaramillo C. & Iranzo, J. (2002) concluyen que esta actividad es rentable y que puede ser una alternativa de producción en comunidades que cuentan con fuentes hídricas, ya sea de ojos de agua, ríos o de lagunas.

7.8 Análisis económico

Durante el periodo de estudio se calculó el beneficio/costo de la producción de trucha arco iris en etapa de levante de larva – alevín (Tabla 16) (Anexo 3).

Tabla 16. Relación de Beneficio/Costo.

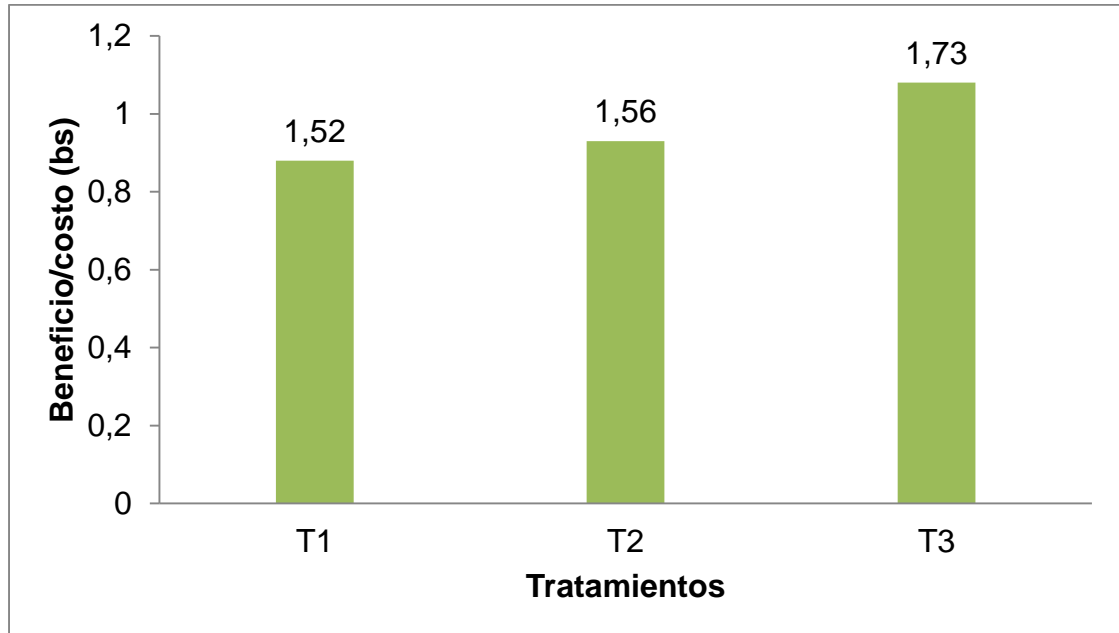
Detalle	Tratamientos		
	T1	T2	T3
Ingreso total (bs)	4081	5269	7890
Costo total (bs)	2680	3375	4545
Beneficio neto (Ingreso total – costo total)	1401	1894	3345
Beneficio/Costo (Beneficio Neto/costo Total) bs	1,52	1,56	1,73

En el tabla 16 podemos observar que el T1 presentó un precio más económico para la producción de alevines de trucha arco iris triploide con un costo de 4081 bs, seguido del T2 con un costo de 5269 bs y T3 con un costo de 7890 bs; esta variación se debe la diferencia en cantidad de alimento y a la cantidad de alevinos utilizados.

Los costos de producción están representados por la compra mensual de alevinos, la alimentación de los alevinos, la mano de obra y el costo de mantenimiento. El Centro Piscícola de Tiquina se encarga de proveer alevinos de trucha a bajo costo, desde los 70 centavos el alevín de 3 gramos hasta 1 boliviano el alevín de 5,1 gramos a diferentes comunidades y asociaciones de productoras de trucha en los departamentos de Potosí, Oruro y La Paz: Porco, Llallagua y Uncía en Potosí; Huanuni y Sajama en Oruro y en La Paz las organizaciones productoras de Mocomoco, Carabuco, Tito Yupanqui, Ojllay Santía, Santiago de Huata, Inquisivi y Llaullini de Zongo. Sin embargo, otras organizaciones productoras de trucha adquieren alevinos de tipo triploide del Perú, que podrían portar enfermedades contagiosas, como el virus “boca roja” y otros que perjudicarían de gran manera a la producción piscícola del país.

De esta manera el costo total, el precio de los alevinos, influyen mucho en los resultados finales en la relación beneficio/costo (Figura 21):

Figura 20. Comparación de beneficio –costo en los tres tratamientos.



El T1 obtiene un Beneficio/Costo de 1,52 bs. Siendo considerado como rentable.

El T2 obtiene un Beneficio/Costo de 1,56 bs, llegando a ser también el tratamiento con alto beneficio y notoriamente con ganancia en cuanto a costos y con mayor gasto, considerando a este tratamiento por sus valores como rentable.

El T3 muestra un Beneficio/Costo mayor con un 1,73 bs colocándose en uno de los mejores resultados de entre los tratamientos evaluados, tomándose en cuenta el nivel utilizado para este tratamiento y llegando a considerarse como un tratamiento óptimamente rentable.

Según Maravi, (2013), si el valor es mayor que 1 se obtienen ganancias rentables. Para Maravi, (2013) y Montalvo, (2013) el B/C para 10 000 alevines fue de 1,5. El cual nos indica que por cada boliviano invertido retorna 0,5 bs.

En cambio, Romero *et., al.*, (2016) hallaron la relación beneficio/costo para un millar de alevines en estanques circulares y rectangulares, indicando que en el estanque circular el B/C fue de un 5,33 bs, lo cual quiere decir que la producción

resultado muy rentable; en cambio, la crianza de alevinos en el estanque rectangular obtuvo un B/C de 5,01 bs, probando que también es una producción rentable. Sin embargo la velocidad de corriente es diferente en cada tipo de estanque. En los estanques rectangulares la velocidad de corriente es mínima, por lo que los residuos se acumulan en los fondos donde experimentan el proceso de degradación un consumo de oxígeno de detrimento del destinado a los peces. En cambio un estanque circular presenta ventajas en la corriente del agua en forma espiral que genera un sistema de auto limpieza además se debe resaltar que el estanque circular supera con el tiempo de producción el costo de construcción.

Asimismo, Klauer, (2004), indica que la truchicultura es una actividad que exige mucha inversión inicial, y a partir de los 7 meses aproximadamente que se concrete la primera cosecha, este dinero seguirá siendo reinvertido en las campañas que se van sembrando sostenidamente.

8 CONCLUSION

En la localidad de Llaullini se evaluó durante dos meses el crecimiento de la trucha arco iris triploide durante la etapa de levante de larva a alevín en tinas artificiales.

El T1 presentó las mejores ganancias de crecimiento pues los alevines llegaron a obtener una ganancia de peso de 0,56 g, ganancia de la longitud estándar de 0,78 cm, ganancia de la altura corporal de 0,25 cm, el FCA de 0,0072 y 91,94 % sobrevivencia; para lo cual los alevinos consumieron en total 11,5 kg de alimento balanceado. El T2 presentó ganancias de crecimiento intermedio pues llegaron a obtener una ganancia de peso de 0,44 g, ganancia de longitud estándar de 0,65 cm, ganancia de la altura corporal de 0,13 cm, un FCA de 0,0053 y 84,93 % sobrevivencia. Para llegar a ese crecimiento los alevinos consumieron 11,6 kg de alimento balanceado. El T3 presentó bajas ganancias de crecimiento pues llegaron a obtener una ganancia de peso de 0,39 g, ganancia de longitud estándar de 0,58 cm, ganancia de la altura corporal de 0,09 cm, un FCA de 0,0034 y 84,80 %

sobrevivencia. Para llegar a ese crecimiento los alevinos consumieron 14,1 kg de alimento.

La variación en el crecimiento se debe a la densidad de siembra y la temperatura del agua. En este estudio cuando la densidad de siembra es baja (5,12 kg/m²) y la temperatura del agua entre 10°C – 10,1°C se obtuvo un buen crecimiento y una buena conversión del alimento. Por otro lado, cuando la densidad de siembra es alta (6,91 kg/m²) y una temperatura del agua 9,8°C - 10°C no se obtuvo un buen crecimiento y una buena conversión del alimento.

Durante el periodo de estudio se estableció que el suministro adecuado de alimento balanceado a los alevinos debería ser de 5 veces/día, sin embargo, la asimilación del alimento fue diferente en cada tratamiento, siendo el T1 quien asimiló mejor el alimento suministrado obteniéndose así un crecimiento uniforme y una baja mortalidad, en cambio en T2 y T3 no tuvieron una buena asimilación del alimento obteniéndose así un crecimiento desuniforme.

El análisis económico realizado nos muestra que el T3 ofrece mayores ingresos económicos (B/C = 1,73 bs) al productor debido al mayor rendimiento producido (6,91 kg/m²) seguido del T2 (B/C = 1,56 bs) con un rendimiento de 5,17 kg/m² y T1 (B/C = 1,52 bs) con un rendimiento de 5,12 kg/m².

El presente trabajo de tesis determina el crecimiento y el FCA de los alevinos de trucha arco iris triploide, la metodología empleada para entender el crecimiento de esta especie mejorada genéticamente puede ser utilizada en otras comunidades donde se quiera realizar la producción de trucha arco iris triploide. Sin embargo, es necesario complementar con otros estudios no observados en la investigación, como, por ejemplo: el crecimiento de juveniles y adultos.

9 RECOMENDACIONES

En Llaullini, es recomendable continuar evaluando el crecimiento y la sobrevivencia de la trucha arco iris triploide hasta la etapa de engorde - acabado para tener un conocimiento completo.

Considerando los análisis de datos se recomienda por un lado utilizar una densidad de siembra máxima de 15,35 kg/m² (1360 alevines/tina), sin embargo, tomando en cuenta el comportamiento competitivo de la especie es recomendable separar cada quince días los alevinos de mayor crecimiento a otra tina como medida de control, para así permitir el crecimiento de los alevinos de menor crecimiento, pues una buena parte de la producción continúa siendo aquellos alevinos. Asimismo, se recomienda tomar en cuenta que cuando la temperatura del agua se encuentra entre 10°C a 12° C se obtendrá un buen crecimiento de los alevines.

Por otro lado, se recomienda que durante la producción de alevines de trucha arco iris triploide no suministrar alimento en exceso durante los horarios de alimentación, lo cual ocasionaría una elevada mortalidad y la reducción de oxígeno en el medio donde se encuentran, debido a que las partículas del alimento obstruyen los poros de la malla que cubre la artesa

Finalmente se recomienda realizar la limpieza continua de las tinas cada dos días teniendo cuidado de no lastimar a los alevines.

10. BIBLIOGRAFÍA

- Ab Hamid, S., & Md Rawi, C. (2014). Ecology of Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera (Insecta) in Rivers of the Gunung Jerai Forest Reserve: Diversity and Distribution of Functional Feeding Groups. *Tropical Life Sciences Research* 25(1), Pp.61-73.
- Abowei, J. (2010). The condition factor, length - weight relationship and abundance of *Ilisha africana* (Block, 1795) from Nkoro River Niger Delta, Nigeria. *Food Sci Technol*, 2(1): Pp. 6–11.
- Acosta, A. (2011). *Estudio de Factibilidad para la Implementación de un Criadero de Alevines de Trucha en el Cantón Montúfar, Provincia del Carchi*". Tesis de grado: Provincia del Carchi-Ecuador. Pp154.
- Aguirre, J. (2011). *Validación de los indicadores biológicos (macroinvertebrados) para el monitoreo de la cuenca del río Yanuncay*. Tesis pregrado. Universidad Politécnica Salesiana: Sede Cuenca, Ecuador.Pp 135-140.
- Aldava, P. (2009). Evaluación de la densidad de cultivo del híbrido (*Piaractus brachypomus* x *Colossoma macroporum*) pacotana en sistema semiintensivo en Selva Alta. *Tesis para optar el título de: ingeniero zootecnista. Facultad de Zootecnia Departamento Académico de Ciencias Pecuarias. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo-María. Peru.*, Pp.81.
- Alicorp. (2013). *Linea Nicovita. Alimento para Truchas*. Ed.Mundi Prensa.Pp 49-105.
- Alípez. (2010). *Alimento para truchas*. Ed. Mundi Prensa. Pp 55-58.
- Álvarez, R. (2007). Asociaciones y patologías en los peces dulceacuícolas, estuarios y marinos de Colombia: aguas libres y controladas . *Historia Natural*, 11 (1):Pp. 81-90.

- Anon. (1988 a). *Investigación sobre el estado de la planificación de la acuicultura en Bolivia. Proyecto GPC/RLA/075/ITA* (Ministerio de asuntos campesinos y agropecuarios, centro de desarrollo pesquero ed.). La Paz , Bolivia.
- Anon. (1990 b). *Estadística e información pesquera de Bolivia. Ministerio de asuntos campesinos y agropecuarios. Centro de desarrollo pesquero*. La Paz, Bolivia.Pp 86-90.
- Antamina, R. (2009). Manual de crianza trucha (*Oncorhynchus mykiss*). *Ediciones Ripalme*, Pp.45.
- Antezana, F. (2010). *Apuntes de Avicultura*. Universidad Mayor de San Andrés: La Paz - Bolivia. Pp.13.
- AQUATECH. (2010). Alimento para Truchas. *Folleto*, Pp1.
- Aquatic. (1999). Acuicultura. *Revista AquaTic N°6* , Pp.120.
- Aristizabal, E., & Suarez, J. (2006). Efficiency of co-feeding red porgy (*Pagrus pagrus*). *Revista de biología marina y oceanografía*, 41 (2): Pp. 203-208.
- Bal, G., Rivot, E., Baglinière, J., White, J., & Prevost, E. (2014). A hierarchical Bayesian model to quantify uncertainty of stream water temperature forecasts. *PloS one*, 9: Pp.12.
- Bastardo, H. (2003). Crecimiento de truchas todas hembras y de ambos sexos en un criadero Venezolano. *Zootecnia Tropical*, 21(1): Pp. 17-26.
- Batallas, M. (2018). *Evaluar la suplementación con polen en alevines de trucha arcoíris (Oncorhynchus mykiss) medidos a través del peso y talla*. Tesis de grado. Universidad Central Del Ecuador: Quito-Ecuador.Pp 31-45.
- Beland , D., Buckerly, D., & Miggins , L. (2009). Good Practices for the Cultivation of trout in Costa Rica. *Worcester Polytechnic Institute and INCOPESCA. Costa Rica*, Pp.94.

- Blanco, C. (1995). La trucha. Cría industrial. *Madrid: mundi - prensa*, Pp.503.
- Braun, N., Lima, L., Baldisserotto, B., Dafre, A., & Nuñez, A. (2010). Growth, biochemical and physiological responses of *Salminus brasiliensis* with different stocking densities and handling. *Aquaculture*. 301, Pp.22-30.
- Breton, B. (2005). El cultivo de la Trucha. *Ediciones Omega, S.A. Barcelona*, Pp.154-184.
- Buria, L., Albariño, R., Monedutti, B., & Balseiro, E. (2009). Temporal variations in the diet of the exotic rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in a Andean Patagonian canopied stream. *Revista Chilena de Historia Natural*, 82, Pp.5-15.
- Bustamante, L., Aranibar, M., Roque, B., & Halley, F. (2010). Determinacion de indices productivos de truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) alimentadas con dietas organicas en fase de engorde. *Medicina Veterinaria y Zootecnia*, Pp.95-98.
- Buston, P. (2003). Social hierarchies: size and growth modification in clownfish. *Nature*, 424: Pp. 145-146.
- Calzada, R. (1982). *Métodos Estadísticos para la Investigación, 5ta Edición, Universidad Agraria "La Molina"*. Lima Perú. Pp 102-150.
- Cañavate, J., & Fernandez-Diaz, C. (1999). Influence of co-feeding larvae with live and inert on weaning the sole *Solea senegalensis* onto comercial dry feeds. *Aquaculture*, 174: Pp.255-263.
- Cárdenas, E. (2013). *Determinación del factor de conversión alimentaria para tres dietas alimentarias de truchas (Oncorhynchus Mykiis) y su relación con los parámetros de temperatura y pH en la zona de producción de Faro-Pomata, provincia de Juli región de Puno*. Tesis de grado. Universidad Nacional de San Agustín: Arequipa - Peru.Pp 21-25.

- Castro, A. M. (1994). *Algunos aspectos bioecológicos de la trucha arcoíris *Oncorhynchus mykiss* en el embalse pantano redondo Cundinamarca – Colombia*. Tesis de grado. Universidad Nacional de Colombia: Pp.1 - 63.
- Cazorla, J. (2011). *Manual de buenas prácticas en truchicultura ecológicamente sostenible*. Ed. Mundi España. Pp.75.
- Ceballos, O., & Velázquez, E. (1988). *Perfiles de la Alimentación de Peces y Crustáceos en los Centros y Unidades de Producción Acuícola en México. Programa Cooperativo Gubernamental. FAO-Italia. Proyecto AQUILA. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación*. Dirección General de Acuicultura: Mexico. Pp. 139.
- Chanamé, F. (2009). *Manual de acuicultura*. Huancayo. Facultad de Zootecnia: Ed. Universidad Nacional del Centro del Perú. Pp.50.
- Chaname, F. (2012). *Manual De Acuicultura*. Peru. Pp, 51.
- Chávez, M. (2007). *Influencia de la alimentación suplementaria en crecimiento de truchas de estadio juvenil en la laguna Mismycocha en MismeComas*. Tesis para optar el título profesional. Facultad de Zootecnia. UNCP: Huancayo, Perú. Pp.80-90.
- Chen, J; Kou, C;. (2010). Effects of temperature on oxygen consumption and nitrogenous excretion of juvenile *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture*, 145: Pp.295 - 303.
- Chimbor, C. (2011). Nutrición y alimentación de la trucha "arco iris" *Oncorhynchus mykiss*. *Aquahoy portal informassem em Aqüicultura*, 9. Pp 9-12.
- Chua , T., & Teng, S. (1979). Relative growth and production of estuary grouper *Epinephelus salmoides* under different stocking densities in floating net-cages. *Marine Biology* 54, Pp.363-372.

- CIDAB. (2003). *Manual de Reproducción Artificial de Trichomycterus sp. dispar y Trichomycterus sp. rivulatus*,. Pp. 60.
- CIRNMA. (2009). *Manual de Crianza de Truchas en jaulas flotantes*. Puno, Peru: Proyecto binacional Truchas.
- Colque, G. R. (2019). Determinación del factor de conversión alimentaria y crecimiento de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) bajo diferentes densidades y niveles de alimentación en estanques artificiales en Llaullini, La Paz. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia, Pp.116.
- Consultoría. (25 de Junio de 2012). Obtenido de Acuicultura: gerencia@proyectosperuanos.com
- CRESPI, V. (2009). Cultured aquatic species fact sheets. Pp.67.
- Cruz , N., Marciales, L., Dias , L., Murillo , R., Mediana, V., & Cruz, P. (2010). Desempeño productivo del yaque (*Leiarius marmoratus* Gill) bajo diferentes densidades de siembra en estanques en tierra. *Revista colombiana de ciencias pecuarias.*, 23:Pp.325-335.
- De la Roche, J. A. (2012). Biología y Análisis Morfológico de Trucha Arco Iris, MDRyT. . *Intercambio de experiencias Ecuador Bolivia, ponencia realizada por el MAGAP CENIAC - Ecuador, San Pedro de Tiquina La Paz.*, Pp. 45.
- Deza , S., Quiroz , S., Rebaza , M., & Rebaza, C. (2002). Efecto de la densidad de siembra en el crecimiento de *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818) “Paco” en estanques seminaturales de Pucallpa. *Revista Folia Amazónica*, 13(1-2):Pp. 49- 64.
- Díaz, N., & Neira, R. (2005). Biotecnología Aplicada a la Acuicultura. Biotecnologías clásicas aplicadas a la reproducción de especies cultivadas. *Ciencias e Investigación Agraria*, 32(1), Pp.45-59.

- Donoso, G. (1995). Crecimiento de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en jaulas usando dos dietas en dos lugares del Zamorano. *Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana.* , Pp. 81 .
- Engrola, S., Figueira, L., Conceicao, E., GAvaia, P., Ribeiro, L., & Dinnis, M. (2009). Co-feeding in Senegalese solo larvae with diet from mouth opening promotes. *Aquaculture*, Pp. 264 – 272.
- FAO. (2011). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2011. Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible.* Roma, Italia. Pp.6-15 .
- FAO. (2014). *Informe del Primer Encuentro de Intercambio de Experiencias en Unidades Demostrativas para Acuicultores de Recursos Limitados en América Latina y el Caribe.* Santiago de Chile.Chile.Pp 23-27.
- FAO. (2018). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018. Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible.* Roma, Italia. Pp.1-8.
- Ferrari, V., & Bernardino, G. (2006). *Efeitos da alimentacao na producao do Pacu, Colossoma mitrei em viveiros. Sintese dos trabalhos realizados com especies do genero Colossoma.* Centro de Pesquisa e treinamento em aquicultura: Brasil. Pp. 2.
- Flores , H., & Vergara, A. (2012). *Efecto de reducir la frecuencia de alimentación en la supervivencia, crecimiento, conversión y conducta alimenticia en juveniles de salmón del atlántico salmo salar. Experiencia a nivel productivo departamento de acuicultura.* Universidad Catolica del Norte Larrondo: Facultad de Ciencias del Mar. Coquimbo, Chile.Pp.67.
- Flores, D. T. (2015). *Rentabilidad económica de la producción de truchas en jaulas flotantes del distrito de Chucuito – Puno, 2011 – 2012.* Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Economista. Facultad de Ingeniería Económica: Universidad Nacional del Altiplano-Puno. Puno-Peru.Pp.50-62.

- Flores, E., & Yapuchura, A. (2016). Formación de clústers de productores de trucha y la articulación con el mercado objetivo en la región de Puno – Perú. *ISSN 2219-7168. V.7, N.1.*, Pp.23-35.
- Flores, N. (2017). Evaluación económica de la producción de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas, en el municipio de San Pedro de Tiquina, del Lago Titicaca - La Paz. *Tesis de maestría: Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz-Bolivia*, Pp. 117.
- FONDEPES. (2004). *Fondo Nacional De Desarrollo Pesquero. Proyecto de apoyo al Desarrollo del sector Pesca y Acuícola del Perú- PADESPA*. Peru: Pp 115.
- FONDEPES. (2014). (*Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero*). *Manual de crianza de trucha en ambientes convencionales*. Peru.Pp.21-25.
- FONDOEMPLEO. (2010). *Proyecto “mejorando la rentabilidad de la truchicultura en el lago Titicaca con visión empresarial y responsabilidad social ambiental”*. Puno - Perú.Pp.21.
- Freyre, L., Maroñas, M., Sendra, E., & Cornejo, A. (2005). Posibles causas de una mortandad de pejerrey, *Odontesthes bonariensis*, en la Laguna de Monte. *Biología Acuática N° 22*, Pp. 119-122.
- Froese, R., & Binohlan, C. (2010). Empirical relationships to estimate asymptotic length at first maturity and length at maximum yield per recruit in fishes with a simple method to evaluate length frequency data. *Journal of Applied Ichthyology Blackwell. Verlag, Berlin*, 56: Pp. 758-773.
- Garay, J. (2013). *Evaluación productiva y económica de alevinos de trucha arco iris (Oncorhynchus Mykiss), en la piscigranja “Gruta Milagrosa” – Acopalca – Huancayo*. Tesis para optar el título profesional. Facultad de Zootecnia. UNCP: Huancayo- Perú. Pp.74.

- García , A., Gutiérrez , M., Rentería, M., & Bustamante, J. (2010). Mentol, esencia de clavo y benzocaina como anestésicos en la manipulación de crías de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). *J. D. (n.d.)*, 150. Pp210-212.
- García, L. M. (2012). Eclosión De Ovas Embrionadas Nacionales E Importadas Y Supervivencia De Larvas De Trucha Arco Iris En La Piscigranja Gruta Milagrosa. Acopalca – Huancayo. *Tesis para optar el título profesional. Facultad de zootecnia. UNCP. Huancayo-Peru*, Pp. 94.
- García-Mondragón, D., GallegoAlarcón, I., Espinoza-Ortega, A., Garcia-Martinez, A., & Arriaga-Jordan, C. (2013). Desarrollo de la producción de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en el Centro de México. *Rev AquaTIC* 38, Pp.46-56.
- Gijón, D., & Zarza, C. (2006). Enfermedades emergentes en el cultivo de la trucha arco iris. *Ripalme*, Pp.34.
- Gomez- Marquez, J., & Cervantes- Sandoval, A. (2016). *Temas selectos de biología pesquera. D.F.:* Universidad Nacional Autonoma de Mexico, FES Zaragoza.: Mexico. Pp.125.
- Granado, L. (2002). *Ecología de peces* . Universidad de España. Secretariado de Publicaciones: España.Pp. 25.
- Grayeb-Del Alamo, T. (2001). *Efecto de la densidad en el crecimiento de la cabrilla arenera Paralabrax maculatofa sciatus (Percoidei: Serranidae) cultivada en jaulas flotantes*. Tesis de Maestría en Ciencias (Ciencias Marinas), CICIMAR-I.P.N: La Paz, B.C.S.Pp.115.
- Gutiérrez-Fonseca, P., & Ramírez , A. (2016). Ecological evaluation of streams in Puerto Rico: major threats and evaluation tools. *Hidrobiológica*, 26(3), Pp.433-441.
- Habicht, C., Seeb, J., Gates, R., & Brock, I. (1994). Triploid coho salmon outperform diploid and triploid hybrids between coho salmon and chinook salmon during

- their first year. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 51: Pp. 31-37.
- Hatami, R., Soofiani, M., Ebrahimi, E., & Hemami, M. (2011). Evaluating the aquaculture effluent impact on macro invertebrate community and water quality using BMWP index. *Journal of Environmental Studies*, 37 (59): Pp. 13-15.
- Heil, N. (2009). National Wild Fish Health Survey – Laboratory Procedures Manual. 5.0 Ed. U.S. *Fish and Wildlife Service, Warm Springs, GA*, Pp.5-10.
- Hepher, B. (1993). *Nutrición de peces comerciales en estanques*. Limusa: Mexico.Pp.45.
- Hofer, R. (1985). Effects of artificial diests on the digestive processes of fish larvae. *Nutrition and feeding in fish*, Pp.213 – 216.
- Huanca , E., & Laura , L. (2013). *Produccion de Hojuelas de carne de trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss) en el municipio de San Pablo de Tiquina*. Tesis de Grado. Facultad de Tecnología UMSA: La Paz-Bolivia Pp 214 .
- Imre , I., Grant, J., & Cunjak, R. (2010). Density-dependent growth of young-of-the-year Atlantic salmon (*Salmo salar*) revisited. *Ecology of Freshwater Fish*, 19: 1-6.
- INAPESCA. (2013). *Carta nacional acuícola INAPESCA*. En.Herrero: Mexico.Pp. 68.
- INCAGRO. (2008). Manual para la producción de truchas en jaulas flotantes. *Huancavelica-Perú*, Pp.62.
- IPD-PACU. (2016). Estudio de pre inversion para el desarrollo de la produccion acuicola y pesca en las cuencas amazonas, altiplano y del plata. *Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras, La Paz-Bolivia*.Pp.2.

- Jobling, M. (1994). *Fish bioenergetics*. Chapman & Hall. London. GB: Pp.210-215.
- Jover, M., Martínez, S., Tomás, A., & Pérez, L. (2003). Propuesta metodológica para el diseño de instalaciones piscícolas. *Revista AquaTIC*, Pp.19.
- Kakizawa, S., Kaneko, T., & Hirano, T. (1996). Elevation of plasma somatolactin concentrations during acidosis in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *The Journal of Experimental Biology*, 1: Pp.1043-1051.
- Kapoor, B.G.; Khanna, B. (2004). *Ichthyology Handbook*. Delhi, India: Springer-Verlag. New.
- Khan, T., Bhise, M., & Lakra, W. (2000). Chromosome manipulation in fish. *Indian J. Anim. Sc*, 70(2), Pp.213-221.
- Klauer, B. (2004). *Manual de crianza de truchas en Jaulas flotantes. Primera*. Centro Bartolome de las Casas: Cusco-Peru. Pp. 128.
- Lagler, K., Bardach, J., Miller, R., & Passino, D. (2009). *Ictiology*. Primera edición, AGT Editor. S. A.: México. Pp.489.
- Lambert, Y., & Dutil, J. (2001). Food intake and growth of adult Atlantic cod *Gadus morhua* L. reared under different conditions of stocking density, feeding frequency and size-grading. *Aquaculture*, 192(2-4), Pp.233-47.
- LANDINES, M., & RODRIGUEZ, L. (2011). *Estrategias de alimentación para cachama y yamú a partir de prácticas de restricción alimenticia*. Bogota: Acuioriente: Bogota-Colombia. Pp47.
- Le Comber, S., & Smith, C. (2004). Polyploidy in fishes: patterns and processes. *Biological Journal of the Linnean Society*. 82, Pp.431–442.
- Leitritz, R.E; Lewis, C;. (1980). Trout and Salmon Culture. *California Fish*, In. Bulletin Number 164. Univ. of California, Berkeley. California. Pp 197.

- Lindeman, A. (2010). Effects of arrival synchrony and population density on territory size and growth rate in salmonids. *Tesis de maestria. Universidad de la Concordia Montreal*, Pp. 98.
- Lopes, J., Silva, L., & Baldisserotto, B. (2011). Survival and growth of silver catfish larvae exposed to different water pH. *Aquaculture*, 9:Pp. 73-80.
- Machicado, R. (2013). *Factibilidad tecnico – economica de un sistema acuaponico para trucha arco iris y hortalizas en el Municipio de Guaqui*. Tesis de grado.Facultad de Ingenieria. Carrera de Ingenieria Industrial: La Paz-Bolivia.Pp210.
- MAG. (2011). *Ministerio de Agricultura y Ganadería. Manual básico de sanidad piscícola*. Ed.Mundi prensa: Paraguay.Pp 52-58.
- Maiz, A., Valero, L., & Briceño, D. (2010). Elementos prácticos para la cría de truchas en Venezuela. *Venezuela: Escuela Socialista de Agricultura Tropical.*, Pp.168.
- Maraví, C. (2013). Parámetros productivos en alevinos de trucha arco iris, procedentes de ovas nacionales e importadas en la piscigranja Gruta Milagrosa – Acopalca – Huancayo. *Tesis para optar el título profesional. Facultad de zootecnia. UNCP. Huancayo-Peru*, Pp.45-78.
- Mardones. (2004). Manual para el cultivo de truchas. *Ripalme*, Pp.89.
- Márquez, M. (2016). Proyecto de piscifactoría de trucha arcoíris con depuración de aguas por filtro verde, en Biescas (Huesca) Anejo VII – Instalación eléctrica e iluminación. *Departamento de Produccion Animal y Ciencia de los Alimentos. Area de Produccion animal.Universidad de Zaragoza.España*, Pp. 37.
- MAXIMIXE. (2010). *Elaboración de estudio de mercado en Arequipa Cusco, Lima, Huancayo y Puno*. Ed.Herrero: Peru.Pp 45-51.

- Mendoza , R., & Palomino, A. (2004). Manual de cultivo de truchas arco iris en jaulas flotantes. *Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero.*, Pp. 123.
- Meneses , R. (1997). *Estudio de la vegetación en la zona minera de Milluni.* provincia de Murillo, departamento de La Paz: Tesis para optar al grado de Licenciatura en Biología FCPN, UMSA, La Paz-Bolivia. Pp.107.
- Merino, M. C. (2010). Colombia: Producción y variedad piscícola. *INFOPESEA*, 30.
- MGAP-DINARA-FAO. (2010). *Manual básico de piscicultura en estanques/Uruguay.* Dirección Nacional de Recursos Acuáticos. Montevideo: Ed. Departamento de Acuicultura. Uruguay.Pp.21-27.
- Miranda, M. O. (2012). Cultivo de surubim pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) e híbrido (*P. reticulatum* X *P. corruscans*) em sistema de 49 recirculação de água. *Tese para a obtenção do título de Doutor em Ciências. Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. Universidade Federal de Sao Carlos. Sao Carlos*, Pp. 90.
- Montalvo, R. (2013). *Evaluación productiva y económica del procesode producción de alevinos de trucha (Oncorhynchus Mykiss) procedentes de ovas nacionales en el centro piscícola El Ingenio.* Tesis para optar el título profesional. Facultad de zootecnia.UNCP: Huancayo-Peru.Pp.77.
- Montaña, C. (2009). Crecimiento y sobrevivencia en el levante de alevines de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en sistemas cerrados de recirculación de agua. *Trabajo de Grado. Programa de Biología Aplicada. Facultad de Ciencias. Universidad Militar Nueva Granada. Bogota*, Pp.76.
- Montesinos, J. (2014). *Parámetros Productivos de la trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss) alimentada con tres dietas comerciales y en jaulas.* Tesis presentada para optar el título profesional de Médico Veterinario.Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional del Altiplano-Puno: Puno-Peru.Pp.45-78.

- Moradyan, H., Karimi; , H., Gandomkar, H., Sahraeian, S., Ertefaat, S., & Sahafi, H. (2012). The effect of stocking density on growth parameters and survival rate of Rainbow trout alevins (*Oncorhynchus mykiss*). *World J. Fish and Marine Sci*, 4 (5): Pp. 480-485.
- Morales, G. (2014). *Crecimiento y eficiencia alimentaria de truchas "arco iris" (Oncorhynchus mykiss) en jaulas bajo diferentes regímenes de alimentación*. Tesis de grado. Facultad de Agronomía: Universidad de Buenos Aires. Argentina. Pp.51.
- Näslund , J., Sandquis, L., & Johnsson, J. (2017). Is behaviour in a novel environment associated with bodily state in brown trout *Salmo trutta* fry? *Ecology of Freshwater Fish*, 26(3), Pp.462–474.
- Ni , M., Wen, H., Li, J., Chi; , M., Bu, Y., Ren, Y., y otros. (2014). Effects of stocking density on mortality, growth and physiology of juvenile Amur sturgeon (*Acipenser schrenckii*). *Aquac. Res*, Pp. 1-9.
- NTP. (2014). *Norma Técnica Peruana 320.004. Acuicultura. Buenas Prácticas acuícolas en la producción de truchas arco iris*. 2da edición: INDECOPI. Peru.Pp.12-15.
- Núñez, J., Dugué, R., Corcuy, N., Duponchelle, F., Renno, J., Raynaud, T., y otros. (2009). Induced breeding and larval rearing of Surubí, *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766), from the Bolivian Amazon. *Aquaculture Research*, 39: Pp.7.
- Núñez, P., & Somoza, G. (2010). *Guía de Buenas Prácticas de Producción Acuícola para Trucha Arco-iris*. Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA).Ed.Herrero: Pp.60-62.
- Ochoa, R. (2009). *Diseños Experimentales*. La Paz - Bolivia. Pp. 388.
- Oliva, G. (2011). *Manual de buenas practicas de producción acuícola en el cultivo de trucha arco iris*. Puno-Peru.Pp.21-24.

- Orna, E. (2010). *Manual de alimento balanceado para truchas*. PRODUCE: Peru.Pp.23-32.
- Palomino, R. (2004). *Crianza y Producción de Truchas*. Ediciones Ripalme: Lima Perú.Pp135.
- Parmentier , E., Colleye , O., Fine, M., Frédérich , F., Vandewalle, P., & Herrel, A. (2009). Sound production in the clownfish *Amphiprion clarkii*. *Science*, 316:Pp. 1006-1006.
- Patzi, B. (2013). Evaluación de dos tipos de alimentos en alevinos de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), en estanques en la comunidad Pongo B2, provincia Inquisivi. *Tesis de grado. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés*, Pp.82.
- Pérez Carrasco, L., Penman, D., & Bromage , N. (1999). *Parámetros Morfométricos de Interés Comercial en Trucha Arcoiris Triploide, Oncorhynchus mykiss*. University of Stirling. Escocia: Pp.124.
- Perrin, R., Winkelmann, D., Moscardi, E., & Anderson, Y. (1979). *Formulación de recomendaciones a partir de datos agronomicos*. Pp.58.
- Pinedar, H., Jaramillo, J., & Echeverri, D. (2003). Triploidía en trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*): posibilidades en Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 17(1), Pp.45-52.
- Poma, G. (2013). *Evaluación productiva y económica de alevinos de trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss), en la piscigranja "gruta milagrosa" – Acopalca– Huancayo*. Tesis para optar el título profesional. : Facultad de zootecnia. UNCP. Huancayo, Peru. Pp 85.
- Porras, D. (2008). *Evaluación de tres tasas de alimentación en los estadios juvenil y engorde de truchas en el Centro piscícola El Ingenio*. Tesis para optar el título profesional. Facultad de Zootecnia. UNCP: Huancayo, Perú.Pp:158.

- Produce. (2010). Manual de alimento balanceado para trucha Puno-Perú. *Herrero*, Pp.24.
- Produce. (2015). *Diagnóstico de vulnerabilidad actual del sector pesquero y acuícola frente al cambio climático*. Ministerio de la Producción Tomo 3: Diagnostico actual del sector pesca y acuicultura.Peru.Pp 88.
- Quinto, E. (2001). *Uso de dos Tablas de Alimentación en Alevinos, Juveniles y Engorde de Trucha (Oncorhynchus mykiss) en el Centro Piscícola El Ingenio*. Tesis para optar el título profesional. Facultad de Zootecnia.UNCP: Huancayo-Peru. Pp. 74.
- Raffaillac, E. (2002). Estudio in situ de la contaminación minera de la cuenca Milluni. La Paz-Bolivia. Pp 6.
- Ribeyro, R. (2014). *Crecimiento de alevinos de Osteoglossumbicirrhosum "arahuana plateada" en ambientes controlados influenciados por frecuencias alimenticias*. . Tesis de maestria. Universidad nacional de la Amazonía Peruana, escuela de post grado.: Iquitos-Peru. Pp.125.
- Rojas , R., & Cordero, R. (2016). Diferentes densidades de carga en trucha arco iris mediante análisis de parámetros económicos y biológicos. *Nutrición Animal Tropical*. 10 (2), Pp.38 – 60.
- Romero, P., & Vilchez, R. (2016). Comparación de la producción de alevines de trucha arco iris en un estanque circular y un estanque rectangular psicigranja La Cabaña. *Tesis para optar el título profesional de: ingeniero zootecnista Huancayo – Perú. Facultad de Zootecnia. Universidad Nacional del Centro del Perú*, Pp.103.
- Rosenlund, G., Stoss, J., & Talbot, C. (1997). Co-feeding marine fish larvae with inert and live diets. *Aquaculture*, 155: Pp. 183-191.
- Salie , k., Resoort, D., du Plessis , D., & Maleri, M. (2008). Training manual for small-scale rainbow trout farmers in net cages on irrigation dams: water

quality, production and fish health. *Printed in the Republic of South Africa*, Pp.25.

Sanchez, P., Ambrosio, P., & Flos, R. (2010). Stocking density and sex influence individual growth of Senegalese sole (*Solea senegalensis*). *Aquaculture*, 300, 93-101.

Sandoval, T. (2010). *Evaluación de tres densidades de cultivo de Piaractus brachypomus (paco) bajo el sistema BVAD (bajo volumen alta densidad) en la laguna los milagros*. Tesis de grado, Ing. Zootecnista: Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. Pp 36-39.

Santiago, L., Jardón, O., Jaramillo, G., Reyes, J., & Sanchez, A. (1997). *Edad, crecimiento y hábitos alimenticios de Cichlasoma salvini (Günther), Cichlasoma urophthalmus (Günther), Oreochromis niloticus (Linneo) y Petenia splendida (Günther)*. Memorias del V Congreso nacional de Ictiología: Mazatlan, Sinaloa. Pp.38.

Sanz, F., & Zamora, S. (2012). *La nutrición y alimentación en piscicultura*. Madrid *Fundación Observatorio Español Acuicultura*. España. Pp.804.

Scorvo-Filho, J., Romagosa, E., Ayroza, L., & Frasca-Scorvo, C. (2008). Desempenho produtivo do pintado, *Pseudoplatystoma corruscans*, submetidos a diferentes densidades de estocagem em dois sistemas de criação: Intensivo y Semi-intensivo. *Instituto de pesca*, 34(2): Pp. 181-188.

Shi, X., Zhuang, P., Zhang, Z., & Nie, F. (2006). Effects of rearing density on the juvenile *Acipenser schrenckii* digestibility, feeding rate and growth. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 17: Pp.1517-1520.

Sillerico, G. (2010). Propuesta de un modelo integral sustentable de producción agropecuaria intensiva para las comunidades del municipio de Copacabana. *Trabajo dirigido*. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz - Bolivia, Pp. 97.

- Subalcaldía-Zongo. (2017). *Producción piscícola en estanques, distrito rural Zongo Municipio de La Paz*. La Paz-Bolivia. Pp 134.
- Theshima, S., Ishikawa, I., & Koshio, S. (2010). Nutritional assessment and feed intake of microparticulate diets in crustaceans and fish. *Aquaculture Research*, (31): Pp. 691-702.
- Thorgaard, G. (1981). Polyploidy induced by heat shock in rainbow trout. *Trans. Am. Fish. Soc.* 10, Pp.546-550.
- Thorgaard, G. (1986). Ploidy manipulation and performance. *Aquaculture*, 57: Pp.57-64.
- Tobar, J. (1999). Notas sobre el análisis económico y financiero a nivel de finca. *ELS. CENTA-FAO*, Pp.16.
- Vásquez-Gallegos, P. (2014). *Maduración sexual de la trucha de San Pedro Mártir *Oncorhynchus mykiss nelsoni* evaluada mediante un método no invasivo*. Tesis de Maestría en Ciencias (Acuicultura), Centro Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada: Ensenada, Baja California-Mexico. Pp.105.
- Velezvia, J. (2013). Biología de los salmonidos. Conversación directa.
- Villalta, A., & Marín, A. (2011). *Comparación del rendimiento del cultivo de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) utilizando machos reversados versus machos genéticamente mejorados (supermachos) criados en sistema intensivo*. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo: El Salvador - San Miguel. Pp 133.
- Villenas, J. (2010). *Criterios Técnicos y Sanitarios Para La Crianza De Truchas En Jaulas Flotantes*. Imprenta Arcoiris E.I.R.L: Puno-Perú. Pp. 29-56.
- Winberg, S., Overli, O., & Lepage, O. (2001). Suppression of aggression in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) by dietary L-tryptophan. *J Exp Biol*, Pp.3867-76.

Woynarovich , A., Hoisty, G., & Moth-Poulsen, T. (2011). Small-scale rainbow Trout farming. Fisheries and Aquaculture Technical Paper. [FAO] Food and Agriculture Organization of the United Nations, 23-34.

Zambrano, L. H. (2011). *Crecimiento de juveniles de Trucha Oncorhynchus mykiss, sometidos a diferentes densidades de siembra y cultivados en jaulas flotantes, Lago de Tota, Boyacá*. Mexico: Pp. 78.

ANEXOS

ANEXO 1. UBICACIÓN DE LA ECLOSERIA DE LLAULLINI



ANEXO 2. TABLA DE ALIMENTACION DE LEITRITZ.

Peso Trucha (gr.)	0,18	0,18 1,50	1,5 5,1	5,1 12	12 23	23 39	39 62	62 92	92	130	180 250
Talla Trucha (cm) T °C	2,5	2,5 5,0	5,0 7,5	7,5 10	10 12,5	12,5 15	15 17,5	17,5 20	20 22,5	22,5 25	25 30
2	2,6	2,2	1,7	1,3	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4
3	2,8	2,3	1,8	1,4	1,1	0,9	0,7	0,6	0,6	0,5	0,4
4	3,1	2,5	2,0	1,6	1,2	1,0	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5
5	3,3	2,7	2,2	1,7	1,3	1,1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
6	3,6	3,0	2,4	1,9	1,5	1,2	1,0	0,8	0,8	0,7	0,6
7	3,9	3,2	2,6	2,0	1,6	1,3	1,1	0,9	0,8	0,8	0,7
8	4,2	3,5	2,8	23,2	1,7	1,4	1,2	1,1	1,0	0,9	0,7
9	4,5	3,8	3,1	2,4	1,8	1,5	1,3	1,1	1,0	0,9	0,8
10	4,9	4,2	3,3	2,6	2,0	1,6	1,4	1,2	1,1	0,9	0,8
11	5,3	4,5	3,6	2,8	2,1	1,7	1,5	1,3	1,1	1,0	0,9
12	5,7	4,8	3,9	3,0	2,3	1,8	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
13	6,2	5,2	4,2	3,2	2,4	2,0	1,7	1,5	1,3	1,1	1,1
14	6,7	5,6	4,5	3,5	2,6	2,1	1,8	1,6	1,4	1,2	1,2
15	7,2	6,0	4,9	3,8	2,8	2,3	1,9	1,7	1,5	1,3	1,3
16	6,7	5,6	4,5	3,5	2,6	2,1	1,8	1,6	1,4	1,2	1,2
17	6,2	5,2	4,2	3,2	2,4	2,0	1,7	1,5	1,3	1,1	1,1
18	5,7	4,8	3,9	3,9	3,0	2,3	1,8	1,4	1,2	1,1	1,0

ANEXO 3. COSTOS DE PRODUCCION DE TRUCHA ARCO IRIS PARA LA ETAPA DE LARVA – ALEVIN

COSTOS (bs)			
Costos fijos	T1	T2	T3
Balanza	450	450	450
Redes pequeñas	10	10	10
Baldes	10	10	10
Jarras	10	10	10
Escoba	25	25	25
Artesas	75	75	75
Pipeta	5	5	5
lctiometro	8	8	8
Brochas	6	6	6
Filtros	10	10	10
Bastidores	5	5	5
Cajas petri	6	6	6
Costos variables			
Alevines	1709	2401	3498
Alimento	336	339	412
Lavandina	10	10	10
Azul de metileno	5	5	5
TOTAL (bs)	2680	3375	4545

ANEXO 4. FOTOGRAFIAS DEL TRABAJO DE CAMPO



Comunidad de Llaullini



Ecloseria del Centro Piscícola Llaullini



Construcción de artesas para alevines



Tinas y artesas de crianza de alevines



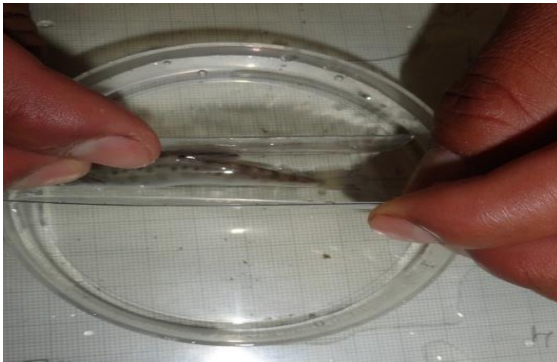
Conteo diario de alevines muertos



Pesaje de alevinos en la balanza



Medición de la longitud de los alevinos



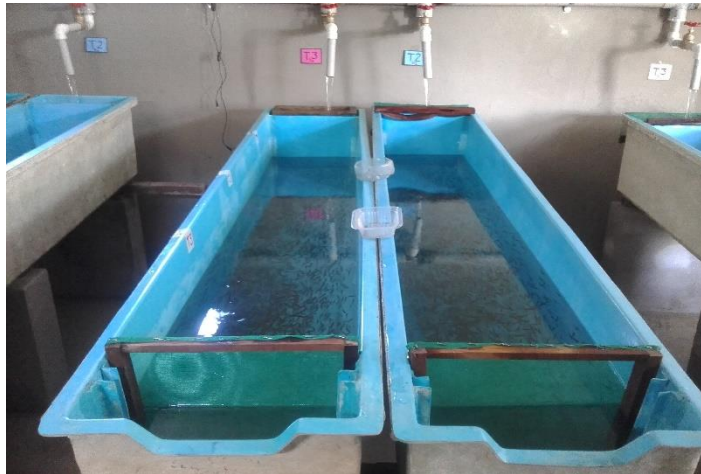
Mediciones corporales en alevinos



Limpieza de Tinas y artesas



Medición del pH del agua



Tinas de crianza de alevines de trucha arco iris



Alimento para alevines



Tamizado del alimento



Pesaje del alimento



Alimentación a los alevines



Enfermedades de los alevines (Punto blanco)



Lesiones en los ojos (T3)



Limpieza del sistema hidráulico



Venta de alevines de trucha arco iris



Visita de los comunarios a la ecloseria del centro piscícola