



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**



**EVALUACION DE UN PROBIOTICO EN LA ALIMENTACION DE  
ALEVINOS DE TRUCHAS (*Oncorhynchus mykiss*) Y SU  
INFLUENCIA EN EL CRECIMIENTO Y SOBREVIVENCIA.**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. RENEE FLORES CÁCERES**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

**PUNO – PERÚ**

**2020**



## DEDICATORIA

*A Dios por darme la vida y fuerza para enfrentar los obstáculos y seguir adelante aun en los momentos más difíciles. A mis Padres por su dedicación, esfuerzo, sacrificio que en mí forjaron y me hicieron una persona de bien, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación. A los dos motores de mi vida que hacen que siempre siga adelante por ser mi fuente de inspiración para poder superarme día a día y hacer de mí una persona luchadora dispuesta a alcanzar todas mis metas. A mis hermanas, por compartir siempre momentos buenos, malos y difíciles.*



## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Altiplano Puno, a través de la Facultad de Ciencias Biológicas, y a todos los docentes de la Escuela Profesional de Biología, quienes contribuyeron en mi formación con sus conocimientos brindados durante los años de estudios en la Universidad.

Al Centro de Producción de Investigación de Bienes y Servicios CIPBS - Chucuito - Puno, al personal técnico y profesional por brindarme las facilidades dentro de los ambientes para la realización del presente trabajo de investigación.

A los miembros del jurado calificador; presidente D. Sc. Belisario Mantilla Mendoza, primer miembro Ing. M. Sc. José David Velezvia Díaz, y segundo miembro Blgo. Herminio Rene Alfaro Tapia, por el estímulo de superación que nos manifiestan; además la orientación, disposición, tiempo, y sabias enseñanzas, no solo en el desarrollo de la tesis sino también en mi formación profesional.

De manera especial a mi Director de Tesis, Ing. Edwin F. Orna Rivas, por sus valiosas sugerencias, paciencia y disposición de tiempo, para orientarme y guiarme en la elaboración del presente trabajo de investigación.

Finalmente a todas las personas y amigos que de manera directa o indirecta colaboraron durante el desarrollo y culminación del presente trabajo de investigación.



## INDICE GENERAL

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTOS**

**ÍNDICE GENERAL**

**ÍNDICE DE FIGURAS**

**ÍNDICE DE TABLAS**

**ÍNDICE DE ACRÓNIMOS**

**RESUMEN .....10**

**ABSTRACT.....11**

### **CAPITULO I**

#### **INTRODUCCIÓN**

**1.1. OBJETIVO GENERAL.....13**

**1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....13**

### **CAPITULO II**

#### **REVISIÓN DE LITERATURA**

**2.1. ANTECEDENTES.....14**

**2.2. MARCO TEÓRICO .....17**

2.2.1. Características generales de la trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss*. .....17

2.2.2. Nutrición y alimentación de peces.....19

2.2.3. Requerimientos nutricionales de la trucha .....20

2.2.4. Probióticos.....22

2.2.5. Calidad de agua en el cultivo de trucha .....26

### **CAPITULO III**

#### **MATERIALES Y MÉTODOS**

**3.1. UBICACIÓN DE ESTUDIO .....27**



<b>3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN</b> .....	27
<b>3.3. PREPARACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE ARTESAS</b> .....	28
3.3.1. Limpieza de las artesas (unidades experimentales).....	29
3.3.2. Población.....	29
3.3.3. Tamaño de muestra y toma de datos.....	29
<b>3.4. PREPARACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL PROBIÓTICO CON ALIMENTO BALANCEADO</b> .....	30
3.4.1. Descripción de la metodología para el incremento de peso.....	31
3.4.2. Descripción de la metodología para el incremento de talla.....	32
3.4.3. Descripción de la metodología para determinar la sobrevivencia.....	32
<b>3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO</b> .....	33
<b>CAPITULO IV</b>	
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	
<b>4.1. DETERMINACIÓN DEL INCREMENTO DE PESO</b> .....	36
<b>4.2. DETERMINACIÓN DEL INCREMENTO DE TALLA</b> .....	39
<b>4.3. DETERMINACIÓN DE LA SOBREVIVENCIA</b> .....	41
<b>V. CONCLUSIONES</b> .....	44
<b>VI. RECOMENDACIONES</b> .....	45
<b>VII. REFERENCIAS</b> .....	46
<b>ANEXOS</b> .....	53

ÁREA: Ciencias Biomédicas

LÍNEA: Acuicultura

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 13 de noviembre 2020



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Centro de Investigación y Producción de Bienes y Servicios CIPBS-Chucuito de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Altiplano Puno.....	27
Figura 2. Diagrama de flujo de investigación (Elaboración propia).....	28
Figura 3. Peso inicial de alevinos de trucha arco iris, <i>Oncorhynchus mykiss</i> , antes de recibir los tratamientos con probiótico (Elaboración en base a datos).....	35
Figura 4. Talla inicial de alevinos de trucha arco iris, <i>Oncorhynchus mykiss</i> , antes de recibir los tratamientos con probiótico (Elaboración en base a datos).....	36
Figura 5. Incremento de peso de alevinos, con un grupo testigo y tres tratamientos con diferentes concentraciones de probiótico a los 60 días de experimentación (Elaboración en base a los resultados).....	37
Figura 6. Incremento de talla de alevinos, con un grupo testigo y tres tratamientos con diferentes concentraciones de probiótico a los 60 días de experimentación (Elaboración en base a los resultados).....	40
Figura 7. Porcentaje de sobrevivencia de alevinos, con un grupo testigo y tres tratamientos con diferentes concentraciones de probiótico a los 60 días de experimentación (Elaboración en base a los resultados).....	42
Figura 8. Acondicionamiento de las artesas para alevinos de trucha arcoíris <i>Oncorhynchus mykiss</i> , (agosto a octubre del 2019).....	56
Figura 9. Registro de temperatura de las unidades experimentales (agosto a octubre del 2019).....	56
Figura 10. Distribución de raciones de alimento balanceado más probiótico para las diferentes unidades experimentales (agosto a octubre del 2019).....	57



Figura 11. Alimentación de alevinos de trucha arcoíris <i>Oncorhynchus mykiss</i> , (agosto a octubre del 2019).....	57
Figura 12. Limpieza de las unidades experimentales (agosto a octubre del 2019).....	58
Figura 13. Muestreo aleatorio de alevinos para la biometría (agosto a octubre del 2019). .....	58
Figura 14. Biometría de talla de alevinos de trucha arcoíris <i>Oncorhynchus mykiss</i> , (agosto a octubre del 2019).....	59
Figura 15. Biometría de peso de alevinos de trucha arcoíris <i>Oncorhynchus mykiss</i> , (agosto a octubre del 2019).....	59



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Requerimiento nutricional de la trucha arco iris .....	21
Tabla 2. Composición del Probiótico Bactocell .....	24
Tabla 3. Parámetros fisicoquímicos del agua para el cultivo de truchas.....	26
Tabla 4. Distribución de los tratamientos con diferentes concentraciones del probiótico BACTOCELL ® en el alimento balanceado comercial.....	31
Tabla 5. Análisis estadístico del ANVA de un factor, para el incremento de peso .....	37
Tabla 6. Análisis estadístico del ANVA de un factor, para la ganancia de talla. ....	40
Tabla 7. Análisis estadístico del ANVA de un factor, para la sobrevivencia.....	42
Tabla 8. Análisis estadístico de la prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov, para el incremento de peso .....	53
Tabla 9. Análisis estadístico de la prueba del Estadístico de Levene para el incremento de peso .....	53
Tabla 10. Análisis estadístico de la prueba de HSD Tukey, para el incremento de peso	54
Tabla 11. Análisis estadístico de la prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov, para la ganancia de talla.....	54
Tabla 12. Análisis estadístico de la prueba del Estadístico de Levene para el incremento de talla .....	55
Tabla 13. Análisis estadístico de la prueba de HSD Tukey, para el incremento de talla	55



## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

FAO	: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
IMARPE	: Instituto del Mar del Perú
FONDEPES	: Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero
pH	: Potencial de Hidrogeniones
FCA	: Factor de Conversión Alimenticia
SGR	: Tasa de crecimiento específico
T 0	: Tratamiento testigo
T 1	: Tratamiento 1
T 2	: Tratamiento 2
T 3	: Tratamiento 3
PEBLT	: Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca
DIREPRO	: Dirección Regional de la Producción
PMF	: Promotor Multifuncional



## RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en las instalaciones del Centro de Investigación y Producción de Bienes y Servicios CIPBS-Chucuito de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, entre agosto y octubre del 2019. Se evaluó un probiótico en la alimentación de alevinos de trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss*, y su influencia sobre el crecimiento y sobrevivencia. Se acondicionaron artesas para las unidades experimentales, luego se procedió con la siembra de alevinos debidamente estabulados con un peso y talla inicial registrados, se utilizaron diferentes proporciones de probiótico 4 g, 6 g, y 8 g, por cada kg de alimento balanceado, el cual se proporcionó por un periodo de 60 días que duró la evaluación en campo, se utilizaron 1200 alevinos que fueron distribuidos aleatoriamente en tres tratamientos más un testigo, la toma de muestras fue cada quince días donde se evaluó el incremento de peso (g), incremento en talla (cm) y la sobrevivencia en (%) hasta concluir la investigación. Se evaluaron tres dosis de probiótico 4 g/kg de alimento (T 1), 6 g/kg de alimento (T 2), y 8 g/kg de alimento (T 3), más un testigo (T 0), cuyos resultados mostraron un incremento en el peso final de 5,65 g, 6,73 g, 7,94 g, y 4,72 g, mientras que para la talla final fueron 7,2 cm, 7,8 cm, 8,6 cm, y 6,7 cm, para el grupo testigo; los resultados de sobrevivencia fueron de 98,33 %, 98,67 %, 98,33 %, y 97,67 % para el grupo testigo. Se concluye que la adición de probióticos, respecto al peso y talla, estadísticamente fue menor a  $p < 0.05$ , lo que significa que los tratamientos son estadísticamente diferentes, el mayor crecimiento se logró con el T 3, alimentados con una concentración de 8 g de probiótico / kg de alimento balanceado y el mayor porcentaje de sobrevivencia obtuvo el T 2, alimentados con una concentración de 6 g de probiótico / kg de alimento balanceado, sin embargo, no existen diferencias significativas en los tratamientos ya que la mortalidad fue mínima.

**Palabras clave:** Alevinos, alimento, crecimiento, probióticos, sobrevivencia.



## ABSTRACT

The research work was carried out in the facilities of the Center for Research and Production of Goods and Services CIPBS-Chucuito of the Faculty of Biological Sciences of the National University of the Altiplano Puno, between August and October 2019. A probiotic was evaluated in the feeding of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* fry, and its influence on growth and survival. Troughs were conditioned for the experimental units, then it was proceeded with the sowing of fry properly stabled with an initial weight and size registered, different proportions of probiotic were used 4 g, 6 g, and 8 g, for each kg of balanced food, which was provided for a period of 60 days that lasted the evaluation in field, were used 1200 fry that were distributed randomly in three treatments plus a control, the sample taking was every fifteen days where it was evaluated the increase in weight (g), increase in height (cm) and the survival in (%) until concluding the investigation. Three doses of probiotic were evaluated: 4 g/kg of food (T 1), 6 g/kg of food (T 2), and 8 g/kg of food (T 3), plus a control (T 0), which results showed an increase in the final weight of 5.65 g, 6.73 g, 7.94 g, and 4.72 g, while for the final size were 7.2 cm, 7.8 cm, 8.6 cm, and 6.7 cm, for the control group; survival results were 98.33%, 98.67%, 98.33%, and 97.67% for the control group. It is concluded that the addition of probiotics, regarding weight and height, was statistically less than  $p < 0.05$ , which means that the treatments are statistically different, the highest growth was achieved with T 3, fed with a probiotic concentration of 8 g of probiotic / kg of balanced food and the highest percentage of survival obtained with T 2, fed with a probiotic concentration of 6 g of probiotic / kg of balanced food, however, there are not significant differences in the treatments since mortality was minimal.

**Keywords:** Fry, food, growth, probiotics, survival.



# CAPITULO I

## INTRODUCCIÓN

La producción de truchas en la Región de Puno ha experimentado un crecimiento acelerado logrando producir 44 845 toneladas en el año 2017 (PRODUCE, 2018), constituyéndose en una importante actividad económica, referente a la creación de fuentes de empleo e ingresos. Sin embargo, se tienen inconvenientes en la rentabilidad de la producción debido al reducido nivel tecnológico. Uno de los aspectos primordiales en la producción de truchas es la alimentación que significa costos del 60 a 70 % de la totalidad de la inversión (Flores, 2015) básicamente por el alto precio del alimento balanceado, a ello se incluyen la mortalidad, la mano de obra y el periodo de cultivo. Se hace necesario realizar acciones concretas para buscar alternativas, para optimizar las utilidades en la producción de alevinos, incrementar la resistencia a patógenos y por ende maximizar la tasa de crecimiento y sobrevivencia principalmente en la etapa de alevinos mediante el empleo de probióticos comerciales en su dieta.

Las técnicas de producción en la Región de Puno son tradicionales, no existiendo un cambio tecnológico, lo que desfavorece a los productores de alevinos de trucha. Por consiguiente, es necesario adoptar nuevas técnicas de producción para un mejor desarrollo de esta actividad, dando lugar a la biotecnología aplicada a la acuicultura en la producción de alevinos de truchas de esta manera adicionarle mayor valor económico y rentabilidad al cultivo de alevinos. Dado que, los probióticos llegan a ser una alternativa para buscar una mayor eficiencia productiva, sobre el incremento en peso, incremento de talla, y la sobrevivencia de los alevinos de truchas.

La crianza de truchas *Oncorhynchus mykiss*, se ha constituido en una actividad productiva de contribución a la economía de algunas regiones, consiguientemente a nivel nacional.



Sin embargo, el deterioro de las condiciones óptimas de cultivo conduce a la aparición de enfermedades provocando pérdidas económicas considerables, el control de enfermedades en la producción de alevinos, se basó históricamente en el uso de antimicrobianos, sin embargo, esta práctica es ampliamente criticada en la actualidad por su impacto en la acumulación de residuos en el ambiente.

En tal sentido, se plantea diseñar una metodología para incrementar el peso, la ganancia de talla, y la sobrevivencia de alevinos de truchas en el CIPBS-Chucuito-Puno. Para ello nos formulamos la pregunta de investigación: ¿De qué manera influye el empleo de probióticos comerciales en la alimentación de alevinos de truchas, sobre su crecimiento y sobrevivencia?

### **1.1. OBJETIVO GENERAL**

- Evaluar un probiótico en la alimentación de alevinos de truchas (*Oncorhynchus mykiss*) y su influencia en el incremento en peso, talla, y sobrevivencia.

### **1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar la influencia de la adición de 4 g/kg de alimento, 6 g/kg de alimento, y 8 g/kg de alimento, del probiótico BACTOCELL® en el alimento sobre el incremento en peso de alevinos de truchas (*Oncorhynchus mykiss*).
- Evaluar la influencia de la adición de 4 g/kg de alimento, 6 g/kg de alimento, y 8 g/kg de alimento, del probiótico BACTOCELL® en el alimento sobre el incremento de talla en alevinos de truchas (*Oncorhynchus mykiss*).
- Establecer la influencia de la adición de 4 g/kg de alimento, 6 g/kg de alimento, y 8 g/kg de alimento, del probiótico BACTOCELL® en el alimento sobre el porcentaje de la sobrevivencia de alevinos de truchas (*Oncorhynchus mykiss*).



## CAPITULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. ANTECEDENTES

Galdámez y Sáenz (2017) ensayaron en tilapias juveniles *Oreochromis niloticus*, la aplicación de, T0: concentrado con 38 % proteína, T1: concentrado con 38 % proteína + 1 % probiótico y T2: concentrado con 38 % proteína + 2 % probiótico, obtuvieron pesos de 45.3 g, 75.3 g y 55 g; y tallas de 15 cm, 18 cm y 16 cm; con significancia  $p > 0.05$  y una mortalidad de 8.33%, 6.66% y 7.22%. Por su parte, Guerra, (2011) evaluó un probiótico al 1% de *Bacillus subtilis* en tilapia *Oreochromis niloticus*, durante la fase juvenil, obtuvo una diferencia significativa  $p < 0.05$  el tratamiento con 1%, alcanzó un peso de 74.13 g, testigo 63.68 g. Asimismo, estos resultados coinciden por los registrados por (Tsang, *et al.*, 2010) afirman que el aumento de peso de los tratamientos con probióticos fue mayor al tratamiento control. Mientras que, (Guevara, *et al.*, 2003) adicionaron probióticos como *Bacillus*, y *Lactobacillus* al alimento extruido para tilapia roja, encontrando diferencias significativas  $p < 0,05$  tratamientos con 6, 4, y 2 g, el mejor desempeño productivo fue con 6 g de probiótico. De igual forma, (Popman y Green, 1990) señalan sobrevivencia del 70 – 80 % es aceptable en la fase de pre engorde; en su investigación obtuvieron mortalidades del 10 %.

Ponce (2014) experimentó con un Promotor Multifuncional (PMF), en los niveles de 0.2 % y 0.3 % en juveniles de truchas, mejoró significativamente  $p < 0.05$ , el incremento de peso, la biomasa y la tasa de crecimiento, la inclusión del PMF a 0.2 % reduce el costo de alimento por Kg de peso ganado en razón de 3.45 %, la sobrevivencia fue 100 %, el PMF se puede incluir hasta un nivel de 0.2 %. Por otra parte, (Calero y Villavicencio, 2016) concluyeron que el Probiótico comercial BIO-PROBIOTIC-C® permitió que adquieran mayor peso en menor tiempo y redujo el porcentaje de la mortalidad, porque



proporciona resistencia inmunológica ante las principales enfermedades. De igual forma, (Irianto y Austin, 2003) describieron que la especie *Oncorhynchus mykiss* alimentada con probióticos mejora la capacidad inmunológica, presenta un incremento en el número de eritrocitos, linfocitos y un aumento en la actividad lisosómica, demostrando que los probióticos brindan resistencia inmunológica a los individuos. Sin embargo, (Villamil y Martínez, 2009) indican que es necesario realizar los protocolos de prevención y curación ante enfermedades ya que el probiótico brinda resistencia a enfermedades, mas no inmunidad.

Saldaña (2015) aplicó el Probiótico LACTINA®, en *Arapaima gigas*, la inclusión 5 % de probiótico/ración diaria de alimento obtuvo un peso promedio final de 140.22 g y una longitud final de 29.08 cm, se emplearon juveniles de 38.53 g y 17.61 cm como datos iniciales, en un periodo de 90 días. Mientras que, (Palacios, *et al.*, 2007) refieren que el sábalo amazónico en el tratamiento T1 donde se adicionó 2,0 g/kg de probiótico *Bacillus*, y *Saccharomyces*, al concentrado comercial con 32 % de proteína, presentó el mejor resultado con un incremento de 88,52 g/mes, en comparación con el tratamiento testigo de 76,57 g/mes, el tratamiento T2 con 84,83 g/mes y el tratamiento T3 con 82,41 g/mes. De ahí, (Taoka, *et al.*, 2006) describen que en sus estudios han demostrado que el uso de probióticos incrementa la conversión de alimento, los índices de crecimiento y la ganancia de peso en los peces. Así mismo, (Herrera, 2011) empleo tres dosis 5 %, 10 % y 15 % del probiótico *Lactobacillus sp.* en alevinos de doncella *Pseudoplatystoma fasciatum*, iniciaron con peso y talla  $14.6 \pm 1.7$  g y  $13.7 \pm 0.4$ , obteniendo un mejor resultado en ganancia de peso y talla  $9.4 \pm 1.1$  g, y  $2.1 \pm 0.5$  cm, con la dosis de 10 % de probiótico. Mientras que, (Quintero, *et al.*, 2000) señalan que la inclusión de Probióticos en la dieta alimenticia en la fase de levante de la mojarra roja *Oreochromis sp.* tiene un



efecto significativo sobre los parámetros productivos y que la relación de 6 g/Kg de probiótico en el alimento fue significativa mejor que el control y las demás inclusiones. Satalaya (2013) obtuvo resultados con 6 ml del probiótico EM (microorganismos eficientes) en el alimento, el tratamiento T3 (6ml/kg) tuvo óptimo desempeño sobre el crecimiento de alevinos de *Piaractus brachypomus*, los indicadores de crecimiento, son mejores que el tratamiento control, con un crecimiento específico de  $2.75 \pm 0.05$ , una ganancia de peso medio diario de  $1.50 \pm 0.09$  y una ganancia de peso medio de  $135.00 \pm 7.98$  g. Así mismo, (Seenivasan, *et al.*, 2012) evaluaron un probiótico *Bacillus subtilis* en langostinos de agua dulce en estadio post larva en niveles de 0 %, 1,0 %, 2,0 %, 3,0 % y 4,0 % por un período de 90 días, los parámetros de crecimiento, tales como la supervivencia, el aumento de peso, fueron significativos  $p < 0,05$ , superior en el nivel de 3.0 %. Del mismo modo, (Gutiérrez, 2011) evaluó la inclusión de un probiótico comercial en el alimento extruido sobre el crecimiento del híbrido Pacotana en la fase juvenil de 10 cm y 70 g durante 90 días, con cuatro niveles de inclusión de probióticos T1: 6 ml/kg, T2: 8 ml/kg, T3: 10 ml/kg, y una dieta sin inclusión de probióticos que representó el Control T4, el tratamiento T3 presentó mayor Ganancia de Peso Individual GPI=  $557.50 \pm 84,17$  g. Por otro lado, (Valenzuela, 2009) determinó la influencia del probiótico *Bacillus amyloliquefaciens*, en la actividad enzimática digestiva y el crecimiento de *Litopenaeus vannamei*, tratados con tres dietas: 1 dieta control, 2 conteniendo *Bacillus* y 3 conteniendo *Bacillus* + ácido butírico, el crecimiento al final del experimento, fue significativo  $p < 0.05$  más alto con la dieta 3 de los camarones tratados, con respecto a la dieta control.

Chaupis (2006) realizó estudios en juveniles de truchas, con cuatro dietas; 0 %, 0.1 %, 0.2 %, 0.3 % de un complejo enzimático Allzyme Vegro, encontró diferencias significativas  $p < 0.05$  en peso, talla, tasa de crecimiento, siendo el tratamiento 0.1 % de



mejor respuesta. Por otra parte, (Zegarra, 2003) evaluó alevinos de truchas con tres promotores de crecimiento, Flavofosfolipol (0.75 kg/Ton), oligosacáridos mananos (3 kg/Ton) y oxitetraciclina (0.3 kg/Ton), en todos los promotores la conversión alimenticia, tasa de crecimiento, supervivencia, peso y longitud final mostraron mayores rendimientos con respecto al control. Asimismo, (Tahere, *et al.*, 2008) en su estudio realizado en alevinos de truchas evaluaron cinco dietas con *Bacillus sp.* comercial durante dos meses, presentó diferencias significativas en sobrevivencia, tasa de crecimiento, eficiencia proteica y conversión alimenticia  $p < 0,05$ . Por otra parte, los resultados coinciden con los reportados por (Ramos, *et al.*, 2013) quienes obtuvieron diferencias significativas  $p < 0.05$  para la ganancia de peso al evaluar otras multiespecies probióticas de *Bacillus sp.*, *Pediococcus sp.*, *Enterococcus sp.*, *Lactobacillus sp.* en dietas para alevinos de truchas con niveles de suplementación de 0.15 % y 0.3 %, mostraron significancia con un nivel de 0.15 %. Concordando con los resultados de, (Simon, *et al.*, 2001) quienes señalaron que los probióticos aumentan la ganancia de peso y niveles de conversión alimenticia, resistencia a enfermedades, entre otros beneficios, como la fijación de nutrientes y el incremento de crecimiento en diversas situaciones de estrés.

## 2.2. MARCO TEÓRICO

### 2.2.1. Características generales de la trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss*.

La trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss*, es una especie de aguas continentales que vive en ambientes loticos y lenticos, presenta un cuerpo fusiforme, de color plateado y la parte ventral de color crema, tanto el dorso como en los flancos presenta manchas con lunares negros y marrones, en la línea lateral tiene un color rojizo iridiscente, de ahí el nombre arco iris, sexualmente se les diferencia porque el macho es de cuerpo más delgado, cabeza de forma triangular con la mandíbula inferior más prolongada y en forma de pico;



mientras que la hembra tiene la cabeza ovalada y el cuerpo más voluminoso (Mantilla, 2004).

#### **2.2.1.1. Clasificación taxonómica de la trucha arco iris.**

DOMINIO	: Eucarya
REYNO	: Animalia
PHYLUM	: Chordata
SUB PHYLUM	: Vertebrata
SUPER CLASE	: Gnathostomatha
CLASE	: Osteichthyes
SUB CLASE	: Actinopterygii
SUPER ORDEN	: Teleostei
ORDEN	: Salmoniformes
FAMILIA	: Salmonidae
GÉNERO	: <i>Oncorhynchus</i>
ESPECIE	: <i>Oncorhynchus mykiss</i>
NOMBRE COMÚN	: “Trucha arco iris”.

Adaptado por Smith, Gerald R. y Stearley Ralph F. de la Sociedad Americana de Ictiólogos y Herpetólogos a través del Comité de Nombres Científicos de Peces, (1989).

La piel de la trucha arco iris refleja una fina epidermis con escamas cicloideas, glándulas y cromatóforos; el dorso es de color azulado oscuro, debido a la presencia de melanóforos, la parte ventral es de color blanco por la presencia de guanóforos o iridocitos, a su vez influenciado por el medio en el que vive (Silvera, 1997).

#### **2.2.1.2. Estadíos en el desarrollo de la trucha.**

##### **a. Ova**

Son los huevos fecundados que después de un promedio aproximado de 30 días de incubación, eclosionan para convertirse en larva (Akira, 1987).



b. Larva

En este estadio se observa la presencia del saco vitelino, el cual provee reservas nutritivas para su alimentación hasta que su desarrollo fisiológico les permita recibir alimento exógeno, ya se encuentran en condiciones de nadar libremente (FONDEPES, 2004).

c. Alevino

Son peces pequeños de tres a diez centímetros de talla, en esta etapa el suministro de alimentos debe ser de buena calidad con un mayor porcentaje de proteínas (dieta de inicio) pues están en formación todos sus órganos, son más voraces y su ración diaria debe ser repartida el mayor número de veces (Chanamé, 2012).

d. Juvenil

Esta etapa comprende el cultivo de trucha arco iris, des de su talla promedio de 10 cm hasta alcanzar los 17 cm, con un peso promedio de 68.0 g, aproximadamente, tienen una duración aproximada de 2 meses en condiciones normales de crianza (Fondepes, 2014).

e. Adulto

Son peces mayores de dieciocho centímetros hasta que alcanzan el peso comercial a un mínimo de 250 g. En esta etapa termina la formación de sus órganos sexuales y su alimento es el acabado (Chanamé, 2012).

### **2.2.2. Nutrición y alimentación de peces**

Las especies piscícolas están adaptadas a todos los recursos alimenticios presentes en el medio que habitan. Los salmónidos son peces carnívoros poco especializados que en un medio natural se alimentan de una gran variedad de invertebrados acuáticos. Son especies oportunistas, no sólo por la variedad de su dieta, sino por la facilidad de adaptación a los cambios ambientales y a la disponibilidad de alimento (García de Jalón, *et al.*, 1993).



#### ***2.2.2.1. Alimentos comerciales***

Es importante que los alimentos suministrados contengan un nivel energético óptimo, ya que un exceso o deficiencia de energía puede resultar una reducción en la tasa de crecimiento (Toledo, 2014). Los requerimientos de proteínas en peces varían con la especie, la edad, el estado fisiológico y las condiciones ambientales (Elangovan, 1997). La presentación del alimento es en gránulos o pellets y su tamaño va de acuerdo a la etapa de crecimiento de la trucha, a fin de ser digerido y aprovechado eficientemente, de acuerdo a su proceso de elaboración, el mercado ofrece dos tipos de alimento: pelletizado y extruido (Fondo Empleo, 2010).

#### ***2.2.2.2. Alimento balanceado***

En la acuicultura se utilizan alimentos artificiales balanceados puesto que la trucha arco iris es una especie carnívora, como nutrientes necesarios se puede citar proteínas, hidratos de carbono, grasas, minerales, fibras y vitaminas. La formulación del alimento y tasa de alimentación diaria, se hace de acuerdo a los requerimientos del pez, tomando como referencia determinados parámetros como: tamaño, peso y estadio sexual del animal, para estimar la cantidad de alimento a suministrar diariamente a un estanque o jaula se debe tener en cuenta la temperatura del agua, estadio del pez, y biomasa total por estanque (Santiago y Ambrosio, 2000).

#### ***2.2.2.3. Cantidad de alimento***

Precisar la cantidad de alimento a suministrar es importante, con esto evitamos su mal uso (sobre alimentados o mal nutrición), el requerimiento de alimento diario; se calcula con el uso de tablas de alimentación (Blanco, 1994).

### **2.2.3. Requerimientos nutricionales de la trucha**

Cada especie animal sujeta a cultivo y/o crianza tiene diferentes requerimientos de nutrientes desde el punto de vistas cuantitativo y cualitativo (proteína, carbohidratos,

grasas, fibra, vitaminas, minerales), los cuales varían de acuerdo a su edad, tamaño, estado fisiológico, temperatura del agua, calidad del agua, etc.; los requerimientos exactos para cada nutriente permite eliminar excesos que pueden implicar un alto costo y un detrimento en su rentabilidad, de igual manera, una dieta mal balanceada puede provocar retrasos en el crecimiento, lo que también implica problemas de rentabilidad (Tacón, 1987).

Tabla 1. *Requerimiento nutricional de la trucha arco iris*

NUTRIENTES	Truchas	Truchas	Truchas	Truchas
	Alevinos %	Juveniles %	Adultos %	Reproductores %
Proteínas	45	42	40	40
Carbohidratos	22	24	25	25
Grasas	10	10	10	10
Ceniza	10	10	10	10
Humedad	10	10	10	10
Fibra	2.0	3.0	3.0	3.0
Calcio	1.5	1.5	1.5	1.5
Fosforo	1.0	1.0	1.0	1.0

Fuente: Módulo de buenas prácticas en la producción de la trucha (Fondo Empleo, 2010).

### **2.2.3.1. Proteínas**

Las proteínas se componen aproximadamente del 70% del peso seco de la materia orgánica que se encuentra en el tejido del pez; por lo tanto, el contenido de proteínas es uno de los compuestos de nutrición más importantes de los alimentos balanceados para peces (Mantilla, 2004).

### **2.2.3.2. Grasas**

Las grasas en la dieta de la trucha son aprovechadas para ahorrar energía, no deben exceder de 8 a 10 %, (el exceso se acumula en el hígado y le causa daño) (Fondo Empleo, 2010).

### **2.2.3.3. Carbohidratos**

La trucha utiliza pequeñas cantidades de carbohidratos, considerando no sobrepasar más del 9% de la dieta. El suministro de grandes cantidades de carbohidratos durante tiempos



prolongados puede provocar pérdida de peces presentando lesiones como hígados de gran tamaño y pálidos (Orna, 2010).

#### **2.2.3.4. Vitaminas**

Son compuestos orgánicos requeridos como trazas y son esenciales para el normal crecimiento del pez, su reproducción y su salud general; el pez no puede sintetizar las vitaminas y deben ingerirlas en su dieta (Mantilla, 2004).

#### **2.2.3.5. Minerales**

Ayuda la formación de los huesos, facilita la circulación de la sangre, regula el funcionamiento del organismo de la trucha. La trucha requiere mínimas cantidades y son absorbidas a través del agua y alimento (Fondo Empleo, 2010).

#### **2.2.4. Probióticos**

Guerra et al. (2011) menciona que los probióticos son microorganismos vivos que al ser ingeridos en cantidades adecuadas ejercen una influencia positiva en la salud y en la fisiología del hospedero. Así mismo, (Verschuere, *et al.*, 2000) propone una definición modificada, los probióticos son microorganismos vivos que tienen un efecto beneficioso sobre el hospedador modificando la comunidad microbiana relacionada con el o con el ambiente en el que este se desarrolla, a través de una mejora del uso del alimento o de su valor nutricional, de la respuesta del hospedador a las enfermedades, y la calidad del ambiente. Además, (FAO, 2001) define a los probióticos como microorganismos vivos que confieren un efecto fisiológico benéfico sobre el hospedero cuando se administran en cantidades adecuadas. Estos microorganismos son capaces de modular muchos aspectos principalmente los asociados al sistema inmune innato.

Los modos de acción de los probióticos en el hospedero, entre ellos la competencia por nutrientes, colonización y adhesión en el tracto gastrointestinal, la modulación de la respuesta inmunitaria no específica, la producción de compuestos antimicrobianos, la



competencia por el sitio de fijación en el tracto gastrointestinal (Villamil y Martínez, 2009).

Actualmente la utilización de bacterias probióticas está cobrando una gran importancia en el campo de la acuicultura, no sólo porque se ha observado una mejora sustancial en los índices de crecimiento, sino también, una resistencia a las enfermedades, lo que conlleva mejores resultados en la producción (Nayak, 2010).

#### **2.2.4.1. Probióticos en la acuicultura**

Verschuere *et al.* (2000) indican que, en el caso de la acuicultura, el primer probiótico usado comercialmente se registró en 1992 y fue una cepa no patógena de *Vibrio alginolyticus*, que permitió mejorar sustancialmente el rendimiento en viveros de camarones en Ecuador y México. Del mismo modo, (Balcazar, *et al.*, 2006) señalan que los probióticos han demostrado sus beneficios en el control de bacterias patógenas, fuente de nutrientes y mejoramiento de la digestión por efecto de enzimas esenciales, eliminación de materia orgánica disuelta, a la vez que incrementa la respuesta inmune contra organismos patógenos

Monroy (2012) indica que entre los probióticos más utilizados se encuentran las bacterias lácticas, bifidobacterias y las levaduras. Algunos probióticos ya se comercializan bajo la forma de preparados, que contienen uno o varios microorganismos vivos, los cuales permiten mejoras en el crecimiento, sobrevivencia y resistencia a enfermedades de diferentes organismos acuáticos.

#### **2.2.4.2. Mecanismos de acción de los Probióticos**

Según Tovar *et al.* (2002) los probióticos afectan el ecosistema intestinal estimulando los mecanismos inmunitarios de la mucosa y estimulando los mecanismos no inmunitarios a través de un antagonismo/competencia con los patógenos potenciales. Así mismo,

(Rodríguez y Anzola, 2001) al colonizar los probióticos la microflora incrementan sustancialmente el proceso digestivo gracias al suministro de enzimas.

a. Probiótico comercial Bactocell.

Bactocell, es un aditivo alimentario distribuido por la empresa LALLEMAND ANIMAL NUTRITION, a base de una bacteria acidoláctica viva, *Pediococcus acidilactici* CNCM MA18/5M, (Tabla 2), registrado y autorizado en la Unión Europea como estabilizador de la flora intestinal en la categoría de aditivos alimentarios zootécnicos y está disponible en otros muchos países de la UE.

Tabla 2. *Composición del Probiótico Bactocell*

COMPOSICIÓN BACTOCELL			
<i>Pediococcus acidilactici</i> CNCM MA18/5M	10 x 10 <sup>10</sup>	UFC/g,	coloniza el tracto digestivo.

Fuente: Lallemand Animal Nutrition

BACTOCELL contiene una bacteria homofermentativa seleccionada por su capacidad para convertir carbohidratos complejos no digeribles en ácido láctico L+. Es capaz de sobrevivir en todo el intestino y desempeña una importante función en el equilibrio de la microflora, la madurez del sistema intestinal y la eficiencia digestiva.

#### **2.2.4.3. Efecto de la calidad del alimento sobre el crecimiento de la trucha**

La calidad del alimento influye en el crecimiento y desarrollo de las truchas esto debido a la cantidad de proteínas, carbohidratos, grasas y vitaminas que posean los alimentos. La forma del alimento varía de acuerdo al peso unitario de la trucha, y es que la idea es que el grano del alimento (pellet) sea acorde con el tamaño de la boca del pez, teniendo el alimento diferentes presentaciones para una misma composición, pero para diferentes pesos unitarios de pez. Es importante mencionar que una adecuada utilización del alimento también tendrá como resultado mejores tasas de conversión alimenticia (Steffens, 1987).



#### **2.2.4.4. Efecto de los probióticos sobre el crecimiento y desarrollo de la trucha**

La calidad del probiótico influye en el crecimiento y desarrollo de las truchas esto debido al efecto benéfico de los probióticos se atribuye en general a los mecanismos de acción de los probióticos (Nikoskelainen, *et al.*, 2003).

#### **2.2.4.5. Colonización y adhesión en el tracto gastrointestinal**

Las bacterias aisladas de animales cultivados o de su entorno tienen mayor capacidad de adhesión al mucus gastrointestinal y a los tejidos, que las de otras bacterias foráneas que suelen ser transitorias, por lo que surge la necesidad de que los probióticos sean continuamente administrados, ya sea como suplemento en el alimento o a través del agua de cultivo (Villamil y Martínez, 2009).

#### **2.2.4.6. Mejoramiento de las funciones inmunes**

Nikoskelainen *et al.*, (2003) afirman que las bacterias probióticas tienen una acción estimulante sobre el sistema inmunitario del huésped, ya que actúan sobre las células implicadas tanto en la inmunidad natural como en la inmunidad específica, este tipo de microorganismos activan a los macrófagos y favorecen la producción de anticuerpos. Mientras que, (Irianto y Austin, 2003) describieron un incremento en parámetros celulares, como el número de eritrocitos, linfocitos y macrófagos y un aumento de la actividad lisosómica de *Salmo salar*, *Oncorhynchus mykiss* y *Scophthalmus maximus* alimentados con probióticos seleccionados, tanto Gram positivos como Gram negativos.

#### **2.2.4.7. Probióticos como promotores de crecimiento**

Balcazar *et al.*, (2006) aseguran que la aplicación de bacterias probióticas como promotores de crecimiento, el metabolismo de la microbiota intestinal representa una parte importante en toda la actividad bioquímica que se desarrolla en el organismo y tiene una gran influencia en el estado nutritivo de este, pues permite la generación de nutrientes asimilables a partir de compuestos complejos no digeribles en la parte superior del tracto

gastrointestinal, así como la biodisponibilidad de minerales, vitaminas del grupo B y aminoácidos esenciales como la lisina, adquiridos por el metabolismo microbiano. Así mismo, (Monrroy, *et al.*, 2012) indica que en los peces se han observado algunas cepas de *Bacteroides sp* y *Clostridium sp*. han contribuido a mejorar la nutrición debido al aporte de vitaminas y ácidos grasos, de cadena corta, producidos por el metabolismo de estas bacterias.

### 2.2.5. Calidad de agua en el cultivo de trucha

Para el cultivo de truchas se requiere de un buen abastecimiento de agua. La cantidad y calidad determinan el éxito o el fracaso de esta actividad, estos aspectos deben guardar compatibilidad con los requerimientos necesarios de la trucha (Fondo Empleo, 2010). A continuación, se presenta un cuadro con los requerimientos esenciales de la trucha en cuanto a la calidad del agua.

Tabla 3. *Parámetros fisicoquímicos del agua para el cultivo de truchas*

PARÁMETROS	RANGOS PERMISIBLES
Temperatura	De 7.2 a 17.0 °C para crecimiento De 7.2 a 12.8 °C para reproducción e incubación
Oxígeno disuelto	Mayor a 5 mg/l
pH	6.7 a 9.0
Dióxido de carbono	Menor a 2 mg/l
Calcio	Mayor a 52 mg/l
Zinc	Menor a 0.04 mg/l a pH de 7.6
Amonio	Menor a 0.012 mg/l como NH <sub>3</sub>
Nitrito	Menor a 0.55 mg/l
Nitrógeno	Menor a 110 % de saturación total
Sólidos suspendidos	Menor a 80 mg/l
Sólidos disueltos	Menor a 400 mg/l
Ácido sulfhídrico	Menor a 0.002 mg/l

Fuente: (Camacho, *et al.*, 2000).

## CAPITULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. UBICACIÓN DE ESTUDIO

La investigación se realizó en las instalaciones del Centro de Investigación y Producción de Bienes y Servicios CIPBS-Chucuito de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, ubicado en la Quebrada de Murinlaya del Distrito de Chucuito, Provincia y Región de Puno, a 3855 msnm, situada a 18 kilómetros de la ciudad de Puno, teniendo una posición de coordenadas geográficas de 15°53'31" Latitud Sur y 69°53'50" Longitud Oeste.



*Figura 1.* Centro de Investigación y Producción de Bienes y Servicios CIPBS-Chucuito de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Altiplano Puno.

#### 3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de trabajo de investigación desarrollado fue experimental; por tanto, la investigación experimental es verdadera, y el conocimiento generado por esta es el conocimiento realmente valido y científico (Bernal, 2010); porque se manipuló una variable con diferentes concentraciones de probiótico, cuyo resultado nos permitió conocer el efecto de la adición del probiótico en el alimento, en el incremento en peso,

incremento de talla, y la sobrevivencia de alevinos de truchas, de manera que serán de mucho beneficio en el cultivo intensivo de alevinos de trucha arco iris.

### 3.3. PREPARACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE ARTESAS

Se acondicionaron artesas considerando 12 unidades experimentales, luego se desinfectaron con la finalidad de prevenir la incidencia de microorganismos patógenos que pudieran afectar el normal desarrollo de los alevinos de trucha arco iris. Estas unidades experimentales contaron con un ingreso de agua constante y con una salida de agua constante. La biomasa promedio fue semejante en todas las unidades experimentales al inicio de la investigación, se rotularon las artesas para su identificación individual con el nombre del tratamiento, a su vez se realizó lo mismo con los recipientes que contienen el alimento para cada unidad experimental; para el trabajo de investigación se elaboró el siguiente diagrama de flujo:

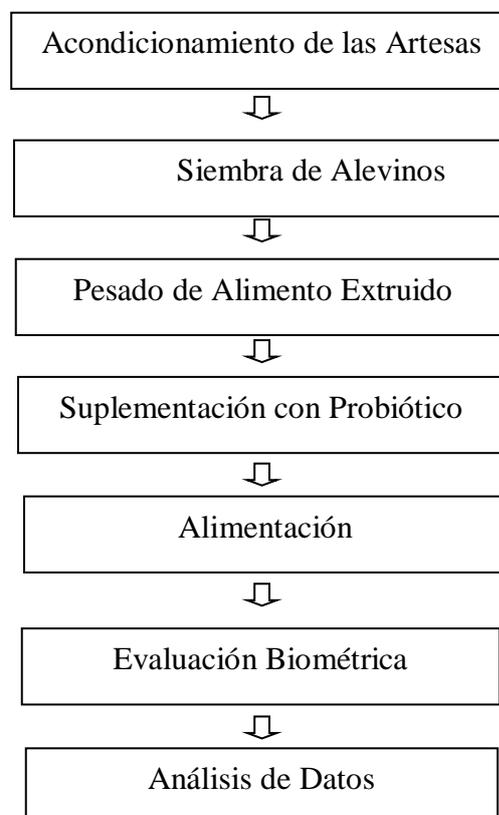


Figura 2. Diagrama de flujo de investigación (Elaboración propia).



### **3.3.1. Limpieza de las artesas (unidades experimentales)**

La limpieza de las unidades experimentales se realizó diariamente durante toda la evaluación del experimento, realizándose un sifonado con una manguera de silicona para la extracción del alimento no consumido y las heces producidas con la finalidad de garantizar la mayor sobrevivencia de los alevinos de trucha arco iris.

### **3.3.2. Población**

En la investigación se contó con una población de 1 200 alevinos de trucha arco iris, de los cuales se apartaron cuatro grupos al azar de 300 alevinos de trucha arco iris, se dispusieron tres tratamientos y un grupo testigo, cada una con tres repeticiones de 100 alevinos de forma aleatoria, los alevinos fueron provenientes de ovas importadas con un mes después de haber absorbido su saco vitelino, con un peso promedio de 0,85 g y una talla promedio de 3,7 cm, por un periodo de 60 días que duró la evaluación en campo.

### **3.3.3. Tamaño de muestra y toma de datos**

A lo largo del trabajo de investigación se tomaron y registraron datos con una frecuencia de 15 días hasta la finalización de la investigación. Se realizó un muestreo aleatorio simple para obtener una muestra representativa; donde cualquier individuo de una población puede ser elegido al igual que otro de su población (Gómez, 2012). El tamaño de la muestra fue de 291 alevinos repartidos aleatoriamente en tres tratamientos y un grupo testigo, las mediciones de peso g, se registraron por medio de una balanza analítica con una precisión de 0.01 g, luego se colocaron los alevinos sobre un paño humedecido con agua para medirles la talla en centímetros con un calibrador; los resultados se anotaron en una hoja de registro para cada tratamiento y unidad experimental. El tamaño de muestra fue hallado por la ecuación 1 (Díaz, 2006).



$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot q}{d^2 (N-1) + Z^2 \cdot p \cdot q} \quad (1)$$

Donde:

N = Tamaño de la población

Z = Nivel de confianza

P = Probabilidad de éxito o proporción esperada

Q = Probabilidad de fracaso

D = Precisión (Error máximo admisible en términos de proporción).

#### **3.4. PREPARACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL PROBIÓTICO CON ALIMENTO BALANCEADO**

La administración del probiótico a los alevinos fue por el método de ingestión, La adición de los probióticos en la dieta es una de las formas más empleadas, por esta vía los probióticos se incorporan simultáneamente con el alimento, requieren ser administrados de forma continua, como suplemento en el alimento para que mantengan su efecto biológico, (Nimrat, *et al.*, 2011); para la adición de probiótico en el alimento balanceado primeramente se adicionó 10 g, de gelatina sin sabor por cada 1000 ml, de agua, lo cual ayuda a la adhesión del probiótico, después de la disolución se adiciona el probiótico con diferentes concentraciones, una vez homogenizada la mezcla de disemina de manera manual sobre el alimento, luego dejar secar el alimento ya mezclado sobre una bandeja, a temperatura ambiente.

Se preparó raciones de alimento debidamente pesados y rotulados de acuerdo a las tablas de alimentación referencial para truchas, las raciones para cada unidad experimental fueron embolsadas y rotuladas, los cuales se proporcionaron por un periodo de 60 días que duró el trabajo de investigación, con una frecuencia de distribución de alimento de 4 raciones durante el día. Los tratamientos estuvieron constituidos por tres grupos con diferentes concentraciones de probióticos más un grupo testigo como se muestra en la siguiente tabla.



Tabla 4. *Distribución de los tratamientos con diferentes concentraciones del probiótico BACTOCELL® en el alimento balanceado comercial.*

TRATAMIENTO	CONCENTRACION DE PROBIOTICO	REPETICIONES
T 0 (testigo)	Alimento balanceado sin la adición de probiótico	3
T 1	Alimento balanceado más la adición de 4 g. de probiótico	3
T 2	Alimento balanceado más la adición de 6 g. de probiótico	3
T 3	Alimento balanceado más la adición de 8 g. de probiótico	3

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo de la ración de alimento se consideró dos variables: la temperatura y la tasa de alimentación, para lo cual se han diseñado tablas de alimentación, los cuales se tienen que adecuar a cada zona, teniendo como referencia las tablas de alimentación de Leitritz (1959), Einsele (1965), Haskell (1959), Freeman (1967), que deberán ajustarse a las condiciones de crianza, evaluando periódicamente la condición de los peces estabulados (Mantilla, 2004). La cantidad de alimento suministrado fue de acuerdo a la biomasa de cada unidad experimental, el número de raciones diarias fue de 4 en el horario de 8:00 am, 10:00 am, 2:00 pm, 4.00 pm; simulando el manejo normal de los centros de producción de alevinos de trucha.

#### **3.4.1. Descripción de la metodología para el incremento de peso**

La administración del probiótico, será por el método de ingestión, para la adición de probiótico comercial BACTOCELL® en el alimento balanceado se utilizaron diferentes proporciones 4 g, 6 g, y 8 g, por cada kg de alimento más un grupo testigo, el cual se les suministro durante un periodo de 60 días que duró la investigación, luego del acondicionamiento de las artesas, se procedió a la siembra de alevinos con un peso inicial registrado. Asimismo, se determinó la biomasa de cada artesa para el cálculo de alimento con una tasa de alimentación específica para alevinos, la frecuencia de alimentación fue



de 4 veces al día, cuya distribución del alimento fue al boleado sobre la superficie de la artesa, cada 15 días se realizaron muestreos de todas las unidades experimentales dejando de ser alimentados el día del muestreo. Se evaluó la variable productiva de incremento de peso (g) mediante una balanza digital con una precisión de 0.01 g; al finalizar la investigación se contó con registros de pesos iniciales y pesos finales de los alevinos de cada uno de los tratamientos, con el objetivo de evaluar el probiótico comercial como un aditivo de incremento en peso el cual será hallado por la ecuación 2 (Díaz, 2006).

$$\text{Incremento en Peso: IP} = \text{Peso Final g} - \text{Peso Inicial g} \quad (2)$$

#### **3.4.2. Descripción de la metodología para el incremento de talla**

La administración del probiótico, fue por el método de ingestión, para la adición de probiótico comercial BACTOCELL ® en el alimento balanceado se utilizó diferentes proporciones 4 g, 6 g, y 8 g, por cada kg de alimento, el cual se proporcionó durante un periodo de 60 días que duró la investigación, luego del acondicionamiento de las artesas, se procedió a la siembra de alevinos con un talla inicial registrado, cada 15 días se realizaron muestreos donde se registraron tallas unitarias mediante un calibrador Vernier de todas las unidades experimentales hasta finalizar el trabajo de investigación. Se evaluó la variable productiva de incremento de talla (cm), al finalizar la investigación se contó con registros de tallas iniciales y tallas finales de los alevinos de cada uno de los tratamientos, para evaluar el probiótico comercial como un aditivo en la ganancia de talla el cual será hallado por la ecuación 3 (Díaz, 2006).

$$\text{Ganancia en Talla: GT} = \text{Talla Final cm.} - \text{Talla Inicial cm.} \quad (3).$$

#### **3.4.3. Descripción de la metodología para determinar la sobrevivencia**

La administración del probiótico, fue por ingestión, para la adición de probiótico en el alimento balanceado se utilizó proporciones de 4 g, 6 g, y 8 g por cada kg de alimento de



probiótico BACTOCELL ® más un grupo testigo, el cual se proporcionó durante un periodo de 60 días, con una frecuencia de 4 raciones durante el día, cuya distribución del alimento fue al boleó sobre la superficie de la artesa. Asimismo, se llevó registros de control de mortalidad diaria de cada unidad experimental hasta finalizar el trabajo de investigación. Este registro es muy importante de llevar, para saber cuántos alevinos de trucha arco iris van quedando en las diferentes unidades experimentales, la extracción de la mortalidad se realizó diariamente mediante el sifonado con una manguera de silicona sin dañar ni causar estrés a los alevinos, durante el periodo de ejecución del trabajo de investigación. Al finalizar la investigación se contó con registros de la cantidad de alevinos iniciales y alevinos vivos al final de cada uno de los tratamientos, con el objetivo de evaluar la sobrevivencia de alevinos, el cual será hallado por la ecuación 4 (Díaz, 2006).

$$\text{Sobrevivencia} = (\text{N}^\circ \text{ de Peces vivos al final} / \text{N}^\circ \text{ de Peces Inicial}) * 100. \quad (4).$$

### **3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

La investigación fue experimental, debido a que el principal aporte es resolver problemas para mejorar la producción de alevinos de trucha arco iris, minimizar mortalidades; presenta un muestreo aleatorio simple MAS con tres tratamientos y un grupo testigo, cada una con tres repeticiones; lo cual servirá para confirmar si los resultados obtenidos son los mismos, sin embargo, se deben cuidar las condiciones sean los mismos (Gómez, 2012). Con mediciones de muestreos quincenales durante el periodo de la investigación que comprende estadística descriptiva y análisis de varianza.

Los muestreos biométricos obtenidos fueron utilizados para la construcción de base de datos en el software Excel, para luego ser exportados al software IBM SPSS 25, a partir de los cuales se crearon tablas y figuras, considerando las variables como las biometrías de peso, talla, y sobrevivencia de los alevinos de trucha arco iris, sometidos a tratamientos



con diferentes concentraciones de probióticos, en los que se presentan estadísticos de tendencia central y de dispersión.

Para el análisis se empleó la prueba del ANVA, que es una medida de las variaciones que sufre la variable dependiente cuando está es considerada dentro de una situación experimental (Cazau, 2006); y una prueba posterior de comparación de medias Tukey (HSD), para ver la significancia. En todos los casos se trabajó con una confianza estadística de 95 % ( $\alpha=0,05$ ).

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La investigación contó con una población de 1 200 alevinos de trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss*, distribuidos aleatoriamente en cuatro grupos (un tratamiento testigo más tres tratamientos con diferentes concentraciones de probiótico), donde se reportaron valores de peso inicial promedio (g), de los alevinos de trucha arco iris. En la figura 3, se observa el peso inicial de los alevinos de trucha arco iris, *Oncorhynchus mykiss*, estadísticamente fueron semejantes, con un peso promedio de  $p = 0,85$  g, antes de recibir los tratamientos.

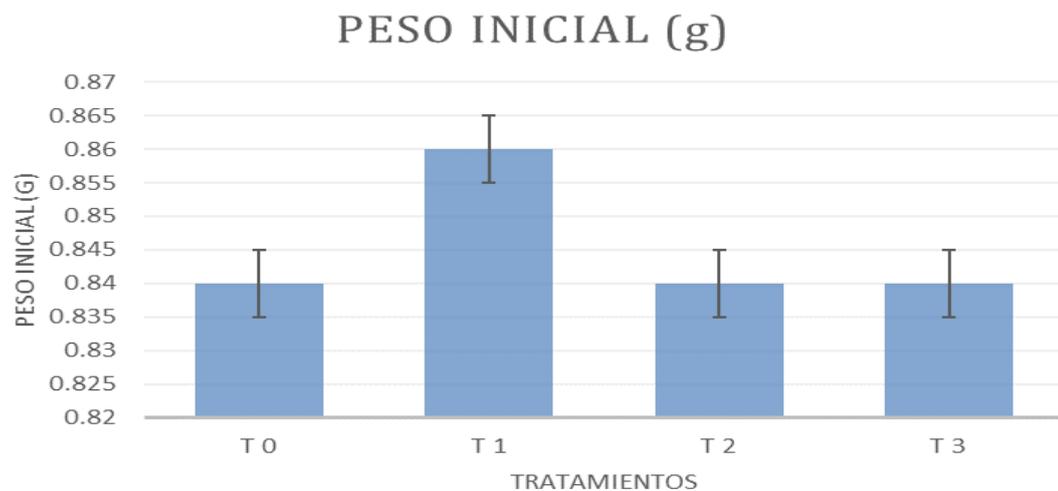


Figura 3. Peso inicial de alevinos de trucha arco iris, *Oncorhynchus mykiss*, antes de recibir los tratamientos con probiótico (Elaboración en base a datos).

En la figura 4, se observa la talla inicial de los alevinos de trucha arco iris, *Oncorhynchus mykiss*, estadísticamente fueron semejantes con una talla promedio de  $t = 3,7$  cm, antes de recibir los tratamientos.

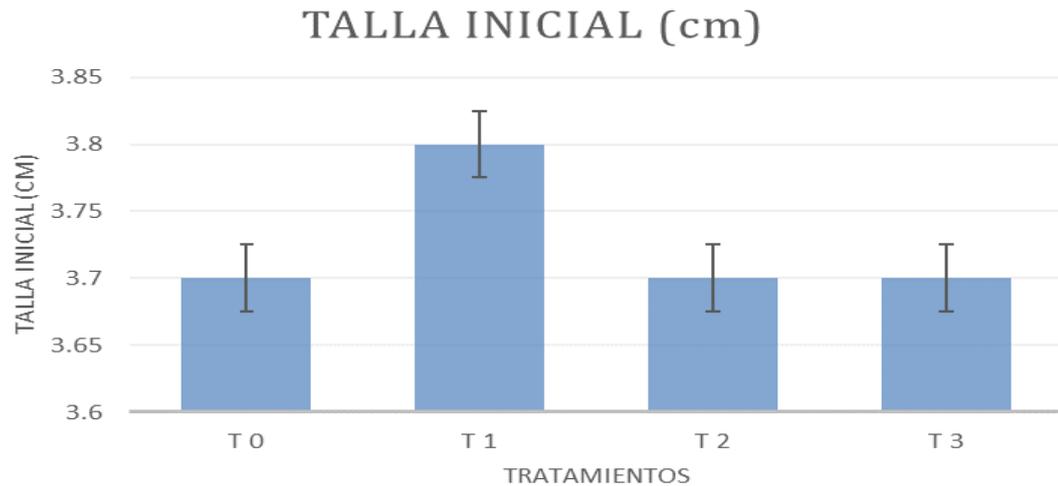
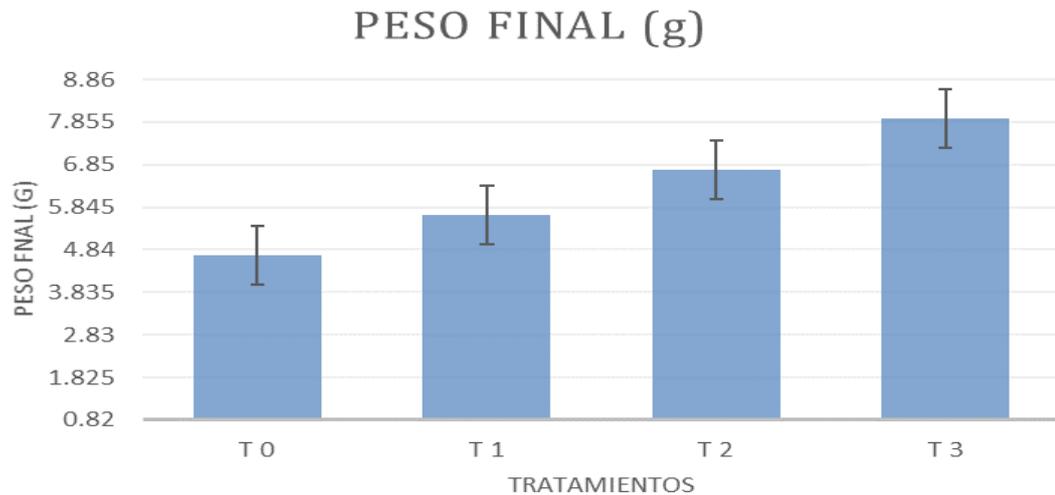


Figura 4. Talla inicial de alevinos de trucha arco iris, *Oncorhynchus mykiss*, antes de recibir los tratamientos con probiótico (Elaboración en base a datos).

#### 4.1. DETERMINACIÓN DEL INCREMENTO DE PESO

En la Figura 5, se muestra el incremento de peso final de los alevinos de trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss*, registrados a los 60 días de tratamiento, los valores del peso se incrementaron a medida que las concentraciones de probiótico aumentaron, es así que a una concentración de probiótico de 4 g/ kg de alimento, 6 g/ kg de alimento y, 8 g/kg de alimento se registró un peso de valor medio de 5,65 g, 6,73 g, y 7,94 g respectivamente, siendo el tratamiento T 3 (de 8 g de probiótico / kg de alimento) el que dio un mejor resultado con un peso final promedio de 7,94 g, mientras que el peso final del grupo testigo T 0 tuvo un valor medio de 4,72 g.



*Figura 5.* Incremento de peso de alevinos, con un grupo testigo y tres tratamientos con diferentes concentraciones de probiótico a los 60 días de experimentación (Elaboración en base a los resultados).

*Tabla 5. Análisis estadístico del ANVA de un factor, para el incremento de peso*

PESO (g)	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	78,746	2	39,373	65,405	,000
Dentro de grupos	52,373	87	,602		
Total	131,119	89			

Fuente: Elaboración en base a los resultados del Software SPSS 25.

Al analizar los tratamientos se pudo observar que los probióticos poseen la bondad de incrementar el peso de los alevinos de trucha, la prueba del ANVA de un factor, indica que hay diferencias en la puntuación de depresión después, de acuerdo a los tratamientos usados ( $F:65.405; p<.05$ ); para el incremento del peso de los alevinos de trucha a los 60 días de tratamiento, siendo el tratamiento T 3 (de 8 g de probiótico / kg de alimento) el que dio un mejor resultado con un incremento de peso promedio de 7,94 g, mientras que el grupo testigo presentó el menor promedio de incremento de peso de 4,72 g.

Estos resultados de incrementos de pesos obtenidos por la presencia de probióticos en el alimento balanceado, están de acuerdo con, (Calero y Villavicencio, 2016) concluyeron que el Probiótico comercial BIO-PROBIOTIC-C® permitió que adquieran mayor peso



en menor tiempo. Por su parte, (Guerra, 2011) evaluó un probiótico al 1 % de *Bacillus subtilis* en tilapia *Oreochromis niloticus*, durante la fase juvenil, obtuvo una diferencia significativa  $p < 0.05$  el tratamiento con 1 %, alcanzo un peso de 74,13 g, testigo 63,68 g. Asimismo, estos resultados coinciden por los registrados por (Tsang, *et al.*, 2010), donde el aumento de peso de los tratamientos con probióticos fue mayor al tratamiento control. Mientras que, (Guevara, *et al.*, 2003) adicionaron probióticos como *Bacillus*, y *Lactobacillus* al alimento extruido para tilapia roja, encontrando diferencias significativas  $p < 0,05$  tratamientos con 6, 4, y 2 g, el mejor desempeño productivo fue con 6 g de probiótico. De acuerdo con (Saldaña, 2015) aplicó el Probiótico LACTINA®, en *Arapaima gigas*, la inclusión 5 % de probiótico/ración diaria de alimento obtuvo un peso promedio final de 140,22 g, se emplearon juveniles de 38,53 g, como datos iniciales en un periodo de 90 días. De igual forma, (Satalaya, 2013), obtuvo resultados con 6 ml del probiótico EM (microorganismos eficientes) en el alimento, el tratamiento T3 (6ml/kg) tuvo óptimo desempeño sobre el crecimiento de alevinos de *Piaractus brachypomus*, los indicadores de crecimiento, son mejores que el tratamiento control, con un crecimiento específico de  $2.75 \pm 0.05$ , una ganancia de peso medio diario de  $1.50 \pm 0.09$  y una ganancia de peso medio de  $135.00 \pm 7.98$  g. Así mismo, (Seenivasan, *et al.*, 2012) evaluaron un probiótico *Bacillus subtilis* en langostinos de agua dulce en estadio post larva en niveles de 0 %, 1,0 %, 2,0 %, 3,0 % y 4,0 % por un período de 90 días, los parámetros de crecimiento en el aumento de peso, fueron significativos  $p < 0,05$ , superior en el nivel de 3.0 %. Del mismo modo, (Gutiérrez, 2011) evaluó la inclusión de un probiótico comercial en el alimento extruido sobre el crecimiento del híbrido Pacotana en la fase juvenil de 70 g durante 90 días, con cuatro niveles de inclusión de probióticos T1: 6 ml/kg, T2: 8 ml/kg, T3: 10 ml/kg, y una dieta sin inclusión de probióticos que representó el Control T4, el tratamiento T3 presentó mayor Ganancia de Peso Individual GPI=

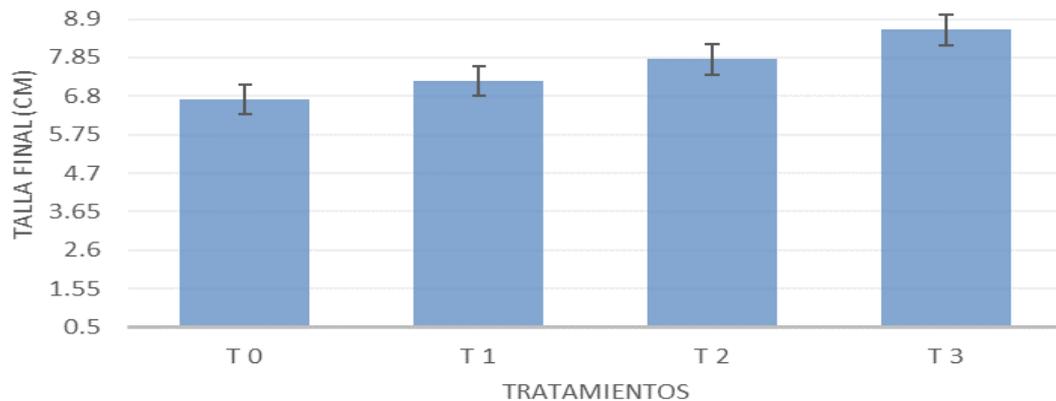


557.50 ± 84,17 g. Por otro lado, (Valenzuela, 2009) determinó la influencia del probiótico *Bacillus amyloliquefaciens*, en la actividad enzimática digestiva y el crecimiento de *Litopenaeus vannamei*, tratados con tres dietas: 1 dieta control, 2 conteniendo *Bacillus* y 3 conteniendo *Bacillus* + ácido butírico, el crecimiento al final del experimento, fue significativo  $p < 0.05$  más alto con la dieta 3 de los camarones tratados, con respecto a la dieta control. Por otra parte, los resultados coinciden con los reportados por, (Ramos, *et al.*, 2013) quienes obtuvieron diferencias significativas  $p < 0.05$  para la ganancia de peso al evaluar otras multiespecies probióticas de *Bacillus sp.*, *Pediococcus sp.*, *Enterococcus sp.*, *Lactobacillus sp.* en dietas para alevinos de truchas con niveles de suplementación de 0.15 % y 0.3 %, mostraron significancia con un nivel de 0.15 %. Concordando con los resultados de, (Simon, *et al.*, 2001) señalaron que los probióticos aumentan la ganancia de peso y niveles de conversión alimenticia.

#### **4.2. DETERMINACIÓN DEL INCREMENTO DE TALLA**

En la Figura 6, se muestra el incremento de talla de los alevinos de trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss*, registradas a los 60 días de tratamiento, los valores de talla se incrementan a medida que las concentraciones de probiótico se aumentaron, es así que a una concentración de probiótico de 4 g/ kg de alimento, 6 g/ kg de alimento y 8 g/kg de alimento se registró valores de talla media de 7.2 cm, 7.8 cm, y 8.6 cm, respectivamente, siendo el tratamiento T 3 (de 8 g de probiótico / kg de alimento) el que dio un mejor resultado con un incremento final de talla promedio de 8,6 cm, mientras que el grupo testigo T 0 presentó el menor promedio final de incremento de talla de 6,7 cm.

### Talla final (cm)



*Figura 6.* Incremento de talla de alevinos, con un grupo testigo y tres tratamientos con diferentes concentraciones de probiótico a los 60 días de experimentación (Elaboración en base a los resultados).

*Tabla 6. Análisis estadístico del ANVA de un factor, para la ganancia de talla.*

TALLA (cm)	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	29,467	2	14,733	35,167	,000
Dentro de grupos	36,450	87	,419		
Total	65,917	89			

Fuente: Elaboración en base a los resultados del Software SPSS 25.

En las evaluaciones de los tratamientos mediante la prueba del ANVA de un factor indica que hay diferencias en la puntuación de depresión después, de acuerdo con los tratamientos usados ( $F:35.167$ ;  $p<.05$ ); para el incremento de talla en alevinos de trucha arco iris, se pudo apreciar diferencias estadísticas significativas, entre los tratamientos a nivel del 5 % respecto a la comparación con el grupo testigo sin probióticos, siendo el tratamiento T 3 (de 8 g de probiótico / kg de alimento) el que dio un mejor resultado con una talla promedio de 8,60 cm, mientras que el grupo testigo presentó el menor incremento final promedio de talla 6,70 cm.

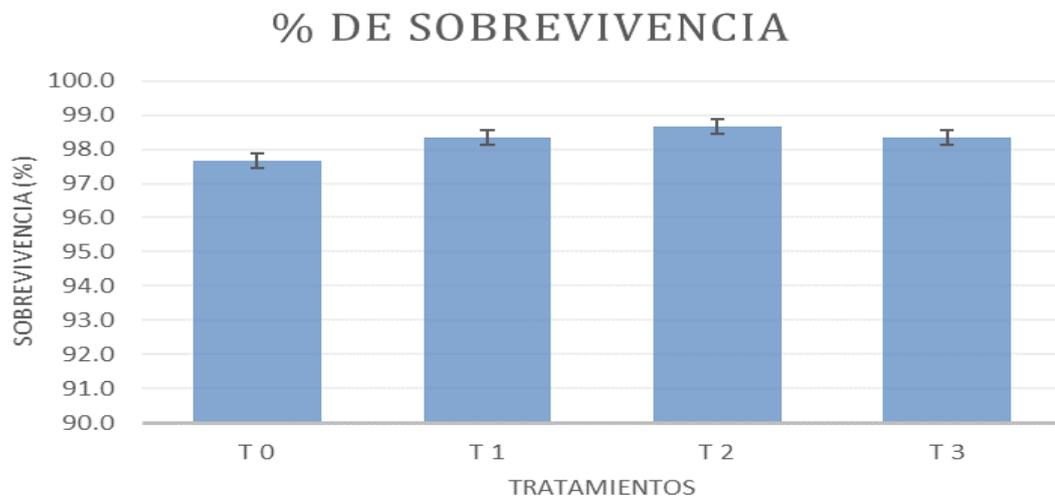
El incremento de talla por la presencia de los probióticos en este estudio de investigación es similar al efecto que encontró, Ponce (2014) quien experimento con un Promotor Multifuncional (PMF), en los niveles de 0.2 % y 0.3 % en juveniles de truchas, mejoró

significativamente  $p < 0.05$ , el incremento de la tasa de crecimiento. Por su parte, (Guerra, 2011) evaluó un probiótico al 1 % de *Bacillus subtilis* en tilapia *Oreochromis niloticus*, durante la fase juvenil, obtuvo una diferencia significativa  $p < 0.05$ . Tal como manifestó, (Saldaña, 2015) donde aplicó el Probiótico LACTINA®, en *Arapaima gigas*, la inclusión 5 % de probiótico/ración diaria de alimento obtuvo una longitud final de 29.08 cm, se emplearon juveniles de 17.61 cm como datos iniciales, en un periodo de 90 días. Así mismo, (Herrera, 2011) empleó tres dosis 5 %, 10 % y 15 % del probiótico *Lactobacillus sp.* en alevinos de doncella *Pseudoplatystoma fasciatum*, obtuvo un mejor resultado en con la dosis de 10 % de probiótico. De la misma forma, (Chaupis, 2006) quien realizó estudios en juveniles de truchas, con cuatro dietas; 0 %, 0.1 %, 0.2 %, 0.3 % de un complejo enzimático Allzyme Vegro, encontró diferencias significativas  $p < 0.05$  en la talla, tasa de crecimiento, siendo el tratamiento 0.1 % de mejor respuesta. Mientras que estos difieren a lo expresado por (Galdámez y Sáenz, 2017) quienes probaron en juveniles de tilapia, *Oreochromis niloticus*, T0: concentrado con 38 % proteína, T1: concentrado con 38 % proteína + 1 % probiótico y T2: concentrado con 38 % proteína + 2 % probiótico, obtuvieron tallas de 15 cm, 18 cm y 16 cm; con significancia  $p > 0.05$ .

#### **4.3. DETERMINACIÓN DE LA SOBREVIVENCIA**

En la Figura 7, se muestra el porcentaje de sobrevivencia total de alevinos de trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss*, registradas a los 60 días de tratamiento, es así que a una concentración de probiótico de 4 g/kg de alimento, 6 g/kg de alimento y 8 g/kg de alimento, se registraron sobrevivencias con un valor promedio de 98,33 %, 98,67 % y 98,33 % respectivamente, al analizar los tratamientos se pudo apreciar que la mejor sobrevivencia en alevinos obtuvo el tratamiento T2 (6 g de probiótico / kg de alimento) el que dio un mejor resultado con una sobrevivencia del 98,67 %, mientras que el grupo

testigo presentó el menor porcentaje de sobrevivencia de 97,67 %, en relación a los tratamientos con probióticos.



*Figura 7.* Porcentaje de sobrevivencia de alevinos, con un grupo testigo y tres tratamientos con diferentes concentraciones de probiótico a los 60 días de experimentación (Elaboración en base a los resultados).

*Tabla 7. Análisis estadístico del ANVA de un factor, para la sobrevivencia*

SOBREVIVENCIA	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,133	2	,067	,074	,929
Dentro de grupos	10,800	12	,900		
Total	10,933	14			

Fuente: Elaboración en base a los resultados del Software SPSS 25.

En las evaluaciones de los tratamientos mediante la prueba del ANVA, para el porcentaje de sobrevivencia de alevinos de trucha, se pudo apreciar que no presentan diferencias estadísticas significativas ( $p > 0,05$ ), entre los tratamientos a nivel del 5 % al analizar los tratamiento se pudo apreciar que la menor mortalidad de los alevinos se presentó en el tratamiento T 2 (de 6 g de probiótico / kg de alimento) el que dio un mejor resultado con una sobrevivencia del 98,67 %, durante los 60 días que duró la investigación, mientras que el grupo testigo presentó el menor porcentaje de sobrevivencia de 97,67 %, en relación a los tratamientos con probióticos.



Al recibir probióticos en el alimento el promedio de porcentajes de sobrevivencia fue de 98,67 % en los alevinos de la trucha arco iris, mientras que, (Calero y Villavicencio, 2016) concluyeron que el Probiótico comercial BIO-PROBIOTIC-C® permitió la reducción del porcentaje de la mortalidad, porque proporciona resistencia inmunológica ante las principales enfermedades. Sin embargo, (Villamil y Martínez, 2009) indican que es necesario realizar los protocolos de prevención y curación ante enfermedades ya que el probiótico brinda resistencia a enfermedades, mas no inmunidad. De la misma forma, (Galdámez y Sáenz, 2017) probaron en juveniles de tilapia, *Oreochromis niloticus*, T0: concentrado con 38 % proteína, T1: concentrado con 38 % proteína + 1% probiótico y T2: concentrado con 38 % proteína + 2 % probiótico, obtuvieron significancia  $p > 0.05$  con una mortalidad de 8.33 %, 6.66 % y 7.22 %.

Así mismo, (Seenivasan, *et al.*, 2012), evaluaron el probiótico *Bacillus subtilis* en langostinos de agua dulce en estadio post larva en niveles de 0 %, 1,0 %, 2,0 %, 3,0 % y 4,0 % por un período de 90 días, los parámetros de la supervivencia, fueron significativos  $p < 0,05$ , superior en el nivel de 3.0 %. Mientras que, (Quintero, *et al.*, 2000) señalan que la inclusión de Probióticos en la dieta alimenticia en la fase de levante de la mojarra roja *Oreochromis sp.* tiene un efecto significativo sobre los parámetros productivos y que la relación de 6 g/Kg de probiótico en el alimento fue significativa mejor que el control y las demás inclusiones. Asimismo, (Tahere, *et al.*, 2008) en su estudio realizado en alevinos de truchas evaluaron cinco dietas con *Bacillus sp.* comercial durante dos meses, presentó diferencias significativas en sobrevivencia,  $p < 0,05$ . Concordando con los resultados de, (Simon, *et al.*, 2001), quienes señalaron que los probióticos aumentan la resistencia a enfermedades, entre otros beneficios, como la fijación de nutrientes, en diversas situaciones de estrés.



## V. CONCLUSIONES

- Los probióticos tienen una incidencia sobre las variables morfo métricas de peso y talla, debido a que presentaron una mejor respuesta de crecimiento en la etapa de alevinos de trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss*.
- Los resultados en peso de alevinos de *Oncorhynchus mykiss* alimentados con alimento balanceado con tres concentraciones de probiótico T1: 4 g/kg de alimento, T2: 6 g/kg de alimento, T3: 8 g/kg de alimento balanceado, fueron estadísticamente diferentes ( $p < 0,05$ ), a la vez el tratamiento T3 logro ser más eficiente obteniendo un valor promedio de 7,94 g, seguido del tratamiento T2 con 6,73 g y el tratamiento T1 con 5,65 g, ellos en comparación con el tratamiento testigo T0 quien ostento un valor promedio de 4,72 g.
- Los resultados en talla de alevinos de *Oncorhynchus mykiss* alimentados con alimento balanceado con tres concentraciones de probiótico fueron estadísticamente diferentes ( $p < 0,05$ ), siendo el más eficiente el tratamiento T3 logrando obtener un valor promedio de 8,6 cm, seguido del tratamiento T2 con 7,8 cm y el tratamiento T1 con 7,2 cm, ellos en comparación con el tratamiento testigo T0 el cual obtuvo un valor promedio de 6,7 cm.
- La sobrevivencia alcanzada no fue estadísticamente diferente ( $p > 0,05$ ), sin embargo sobresalió el tratamiento T2 con mejores resultados de sobrevivencia con 98,67 %, seguido de los tratamientos T3 y T1 ambos con 98,33 %, mientras que el tratamiento testigo T0 obtuvo un 97,67 % de sobrevivencia.



## VI. RECOMENDACIONES

- Realizar investigaciones con diferentes probióticos en la alimentación de trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss*.
- Continuar con este tipo de investigaciones relacionados con alimentación con diferentes probióticos en las etapas de juvenil y engorde en la producción de trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss*, por presentar una adecuada respuesta comprobada en el presente estudio.
- Continuar con este tipo de investigaciones relacionados con la sobrevivencia con diferentes probióticos en los diferentes estadios de desarrollo en la producción de trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss*.



## VII. REFERENCIAS

- Akira, I. (1987). *Introducción a la Crianza de Truchas Arco Iris*. Manual de crianza. La Paz. Bolivia.
- Balcazar, J. L., De Blas, I., Ruiz, I., Cunningham, D., Vendrell, D., y Muzquiz, J. L. (2006). *The role of probiotics in aquaculture*. Vet. Microbiol. 114: 173-186 pp.
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación científica*. Bogotá, Colombia: Tercera Edición, Pearson Educación.
- Blanco, C. (1994). *La trucha cría industrial*. 2<sup>da</sup> edición. Impreso en España. Ediciones Mundi-prensa. 503 pp.
- Calero, M. & Villavicencio, J. (2016). *Evaluación del efecto del probiótico comercial Bio-Probiotic-C® en el ciclo productivo de la trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss)*. (Tesis de pregrado). Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias. Pichincha - Ecuador, 73 pp.
- Camacho, B. E., Moreno, R. M., Rodríguez, G. C., Luna, R., y Vásquez, M. (2000). *Guía para el cultivo de trucha*. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México D.F. 135 pp.
- Cazau, P. (2006). *Introducción a la Investigación en Ciencias Sociales*. Tercera Edición. Buenos Aires. 194 pp.
- Chanamé, (2012). *Manual de acuicultura*. Facultad de zootecnia de la Universidad Nacional del Centro de Perú
- Chaupis, R. F. (2006). *Efecto de la adición de enzimas digestivas en dietas de juveniles de truchas arco iris (Oncorhynchus mykiss)* (Tesis de pregrado). UNALM: Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Díaz, N. (2006). *Manual de Biotecnologías para el Manejo Reproductivo en Peces*. Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile. 109 pp.



- Elangovan, A. (1997). "Growth response of juvenile *Barbodes altus* fed isocaloric diets with variable protein levels". *Aquaculture*.
- FAO/WHO. (2001). *Report of a joint FAO/WHO expert consultation on evaluation of health and nutritional properties of probiotics in food including powder milk with live lactic acid bacteria*. Córdoba, Argentina.
- Flores, C. D. E. (2015). *Rentabilidad económica de la producción de truchas en jaulas flotantes del distrito de Chucuito – Puno, 2011 - 2012* (Tesis de pregrado). UNA: Universidad Nacional de Altiplano, Puno, Perú. 132 pp.
- FONDEPES, (2004). *Manual de Cultivo de Trucha Arco Iris en Jaulas Flotantes*. Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero, Lima Perú. 123 pp.
- FONDEPES, (2014). *Manual de Crianza de truchas en Ambientes Convencionales*. Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero, Lima Perú. 86 pp.
- Fondo Empleo y Asociación Civil Labor, (2010). *Módulo de buenas prácticas de producción truchicola*. Puno. Perú. Primera Edición.
- Galdámez, J. & Sáenz, R. (2017). *Evaluación de dos niveles de probiótico (*Bacillus subtilis*) en alimentación de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en fase juvenil* (Tesis de pregrado). Universidad de el Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Zootecnia.
- García de Jalón, D. M., Mayo, R., Hervella, C., Barceló y Fernández, C. (1993). *Principios y Técnicas de Gestión en la Pesca de aguas Continentales*. Ediciones Mundi Prensa, Madrid.
- Gómez, S. (2012). *Metodología de la Investigación*. Estado de México: Red Tercer Milenio. 96 pp.
- Guerra, L.G. (2011). *Efecto de la adición de un probiótico (*Bacillus subtilis*) en la alimentación de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*), durante la fase juvenil*,



- en la Aldea Madre Vieja, Taxisco, Santa Rosa, Guatemala.* (Tesis de pregrado).  
GT. Universidad de San Carlos, Guatemala. 44 pp.
- Guevara, J., Mateus, R., y Quintero, L. (2003). *Evaluación de la utilización de probióticos en la fase de levante del ciclo de producción de la Mojarra roja (Oreochromis sp)*  
Universidad Nacional de Colombia.
- Guillaume, J., Kaushik, S., Bergot, P., y Metailler, R. (2004). *Nutrición y alimentación de peces y crustáceos.* Ediciones Mundi Prensa. España.
- Gutierrez, Y. (2011). *Efecto de la inclusión de probiótico comercial (Amino Plus) en el alimento extruido sobre el crecimiento del híbrido pacotana (Piaractus brachyomus x Colossoma macropomum) durante la fase juvenil.* (Tesis de pregrado). Ingeniero Agroindustrial. Puerto Maldonado, Perú. 87 pp.
- Herrera, N. (2011). *Efecto del 5, 10 y 15% del probiótico Lactobacillus sp. en la digestibilidad aparente de una dieta comercial en alevines de Pseudoplatystoma fasciatum doncella, en laboratorio.* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Santa. Chimbote, Perú. 63 pp.
- Irianto, A. & Austin, B. (2003). *A short communication: use of dead probiotic cells to control furunculosis in rainbow trout, Oncorhynchus mykiss (Walbaum).* Journal of Fish Diseases 26: 59-62.
- Lallemand Animal Nutrition. (2020). *Bacteria probiótica BACTOCELL – Pediococcus acidilactici CNCM I-4622 (MA 18/5M).* Barcelona. España.
- Mantilla, B. (2004). *Acuicultura. Cultivo de Truchas en Jaulas Flotantes.* Lima, Perú: Editorial Palomino EIRL, 124 pp.
- Monrroy, D. M., Castro, B. T., Castro, M. G., De Lara, A. R. (2012). *Beneficios del uso de probióticos en la flora bacteriana intestinal de los organismos acuáticos.*



- Nikoskelainen, S., Ouwehand, A., Bylund, G., Salminen, S. y Lilius, E. M. (2003). *Immune enhancement in rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) by potential probiotic bacteria (Lactobacillus rhamnosus)* Fish Shellfish Immunol.
- Nimrat, S., Tanutpongpalin, P., Sritunyalucksana, K., Boonthai, T. y Vuthiphandchai, V. (2013). *Enhancement of Growth Performance, Digestive Enzyme Activities and Disease Resistance in Black Tiger Shrimp (Penaeus monodon) Postlarvae by Potential Probiotics*. Aquaculture International.
- Orna, E. (2010). *Manual de Alimento Balanceado para Truchas*. Puno, Perú. PRODUCE. 30 pp.
- Palacios, J., Santander, C., Zambrano, L. A., López, M. J. (2007). *Evaluación comparativa de prebióticos y probióticos incorporados en el alimento comercial sobre el crecimiento y la sobrevivencia de una especie nativa, el sábalo amazónico (Brycon melanopterus) y una especie foránea, trucha arcoíris (Oncorhynchus mykiss)*. 193-229 pp.
- Ponce, M. (2014). *Evaluación de un promotor multifuncional en la dieta sobre el comportamiento productivo de juveniles de trucha (Oncorhynchus mykiss)*. (Tesis de pregrado) Lima, Perú. 75 pp.
- Popman, T. J. & Green, B. W. (1990). *Sex Rerversal of Tilapia in Eartherm Ponds* International Center of Aquaculture, Auburn University, Alabama, USA. 15 pp.
- PRODUCE. (2018). *Piscicultura de la trucha*, Lima, Perú.
- Quintero, L., Mateus, R., y Guevara, J. (2000). *Evaluación de la utilización de probióticos en la fase de levante del ciclo de producción de la mojarra roja Oreochromis sp.* Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Ciencias para la producción animal.



- Ramos, M., Weber, B., Goncalves, J. (2013). *Dietary probiotic supplementation modulated gut microbiota and improved growth of juvenile rainbow trout *Oncorhynchus mykiss**.
- Rodriguez, H. & Anzola, E. (2001). *Calidad del Agua y la Productividad de un Estanque en Acuicultura*. Bogotá, Colombia: Grafimpresos Quintero.
- Ruiz, V. (1995). *Peces. Generalidades sobre su biología y clasificación*. En: *Biología Marina y Oceanografía: Conceptos y Procesos*. Universidad La Plata, Argentina. 255 – 286 pp.
- Saldaña, C. (2015). *Evaluación de la utilización de probióticos en el crecimiento de juveniles de paiche *Arapaima gigas*, cultivados en corrales*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 74 pp.
- Santiago, J. M. & Ambrosio, L. (2000). *Pesca y medio ambiente en el lago Titicaca*. Proyecto PADESPA. Lima. Perú.
- Satalaya, H. (2013). *Efecto del probiótico EM (Microorganismos Eficientes) sobre el crecimiento de alevinos de Paco; *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818) confinados en jaula durante la segunda fase de alevinaje en Padre Abad – Perú*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. 80 pp.
- Seenivasan, C., Saravana, B., Radhakrishman, S., y Shanthi, R. (2012). *Bacillus subtilis on survival, growth, biochemical constituents and energy utilization of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* post larvae*.
- Silvera, S. (1997). *La Truchicultura en el Centro Piscícola el Ingenio*. Boletín Técnico Huancayo, Junín, Perú. 30 pp.
- Simon, O., Jadamus, A., y Vahjen, W. (2001). *Probiotic feed additives effectiveness and expected modes of action*. *J Anim Feed Sci* 10:51-67 pp.



- Steffens, W. (1987). *Principios fundamentales de la alimentación de los peces*. Zaragoza, España: Acribia S.A.
- Tacón, A. G. (1987). *Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados*. Manual de capacitación tomo I. Nutrientes esenciales. FAO. Brasilia. Brasil.
- Tahere, B., Seyed, A., Vahid, Y., Morteza, A., y Ali, F. (2008). *Growth, Survival and Gut Microbial Load of Rainbow Trout (Oncorhynchus mykiss) Fry Given Diet Supplemented with Probiotic during the Two Months of First Feeding*.
- Taoka, Y., Maeda, H., JO, J.Y., Kim, S.M., Park, V., y Yoshikawa, V. (2006). *Use of live and dead probiotic cells in tilapia Oreochromis niloticus*. Fisher Sci., 72: 755-66 pp.
- Toledo, S. (2014). *Aspectos generales de la nutrición de peces, nuevas tendencias*. Retrieved from Seminario de acuicultura continental de especies de aguas cálidas-templadas. Cuba. Nutricion-de-Peces.
- Tovar, R., Reyes, B., Guzmán, L., Villanueva, L., y Gleaves, L. (2002). *Avances Recientes del uso de Probióticos en la Acuicultura*.
- Tsang, S. H., Quintanilla, M., y Aguilón, C. G. (2010). *Manual de Reproducción y Cultivo de Tilapia*. 2a ed. San Salvador, ESA, Grafica S.A. 29 pp.
- Valenzuela, F. (2009). *Efecto de la inclusión de aditivos en la dieta del camarón blanco Litopenaeus vannamei, sobre su crecimiento y la actividad enzimática digestiva a nivel de laboratorio*. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias en Recursos Naturales. Dirección Académica de Recursos Naturales. Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias. Instituto Tecnológico de Sonora. 57 pp.



- Verschuere, L., Rombaut, G., Sorgeloos, P., y Verstraete, W. (2000). *Probiotic bacteria as biological control agents in aquaculture*. Microbiological Molecular 64: 655-671 pp.
- Villamil, L. & Martínez, M. (2009). *Probióticos como herramienta biotecnológica en el cultivo de camarón*.
- Zegarra, O. J. (2003). *Evaluación de tres promotores de Crecimiento en Alimento Balanceado para Alevines de trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss) y su efecto en el comportamiento productivo* (Tesis de pregrado). UNALM: Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.



## ANEXOS

Tabla 8. *Análisis estadístico de la prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov, para el incremento de peso*

TRATAMIENTOS		PRUEBAS DE NORMALIDAD					
		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PESO	T 1	,101	30	,200*	,966	30	,435
(g)	T 2	,113	30	,200*	,955	30	,224
	T 3	,133	30	,185	,943	30	,112

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

La prueba de normalidad KS, indica que se cumple el supuesto de normalidad (Estadísticos entre .101 y .133; gl:30; p>.05).

Tabla 9. *Análisis estadístico de la prueba del Estadístico de Levene para el incremento de peso*

		PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS			
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
PESO (g)	Se basa en la media	4,596	2	87	,013
	Se basa en la mediana	4,270	2	87	,017
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	4,270	2	81,349	,017
	Se basa en la media recortada	4,629	2	87	,012

La prueba de homogeneidad de varianzas de Levene, indica que se cumple el supuesto (Estadístico 4.596; gl1:2; gl2:87; p>.05)

Tabla 10. *Análisis estadístico de la prueba de HSD Tukey, para el incremento de peso*

COMPARACIONES MÚLTIPLES						
Variable dependiente: PESO (g)						
HSD Tukey						
(I)	(J)	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
TRATAMIENTOS	TRATAMIENTOS				Límite inferior	Límite superior
T 1	T 2	-1,08000*	,20033	,000	-	-,6023
	T 3	-2,29000*	,20033	,000	1,5577	-1,8123
					2,7677	
T 2	T 1	1,08000*	,20033	,000	,6023	1,5577
	T 3	-1,21000*	,20033	,000	-	-,7323
					1,6877	
T 3	T 1	2,29000*	,20033	,000	1,8123	2,7677
	T 2	1,21000*	,20033	,000	,7323	1,6877

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

De acuerdo con la prueba post-hoc de Tukey, se observa que las diferencias significativas se encuentran entre todos los tratamientos ( $p < .05$ ).

Tabla 11. *Análisis estadístico de la prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov, para la ganancia de talla.*

PRUEBAS DE NORMALIDAD							
TRATAMIENTOS	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk			
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
TALLA (cm)	T 1	,124	30	,200*	,959	30	,295
	T 2	,149	30	,085	,967	30	,459
	T 3	,104	30	,200*	,968	30	,489

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

La prueba de normalidad KS, indica que se cumple el supuesto de normalidad (Estadísticos entre .104 y .149; gl:30;  $p > .05$ ).

Tabla 12. *Análisis estadístico de la prueba del Estadístico de Levene para el incremento de talla*

PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
TALLA (cm)	Se basa en la media	,541	2	87	,584
	Se basa en la mediana	,334	2	87	,717
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,334	2	86,644	,717
	Se basa en la media recortada	,506	2	87	,604

La prueba de homogeneidad de varianzas de Levene indica que se cumple el supuesto (Estadísticos .541; gl1:2; gl2:87; p<.05).

Tabla 13. *Análisis estadístico de la prueba de HSD Tukey, para el incremento de talla*

COMPARACIONES MÚLTIPLES						
Variable dependiente: TALLA (cm)						
HSD Tukey						
(I)	(J)	Diferenci a de medias (I- J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
TRATAMIE NTOS	TRATAMIEN TOS				Límite inferior	Límite superior
T 1	T 2	-,5967*	,1671	,002	-,995	-,198
	T 3	-1,3967*	,1671	,000	-1,795	-,998
T 2	T 1	,5967*	,1671	,002	,198	,995
	T 3	-,8000*	,1671	,000	-1,199	-,401
T 3	T 1	1,3967*	,1671	,000	,998	1,795
	T 2	,8000*	,1671	,000	,401	1,199

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

De acuerdo con la prueba post-hoc de Tukey, se observa que las diferencias significativas se encuentran entre todos los tratamientos (p<.05).



*Figura 8.* Acondicionamiento de las artesas para alevinos de trucha arcoíris *Oncorhynchus mykiss*, (agosto a octubre del 2019).



*Figura 9.* Registro de temperatura de las unidades experimentales (agosto a octubre del 2019).



*Figura 10.* Distribución de raciones de alimento balanceado más probiótico para las diferentes unidades experimentales (agosto a octubre del 2019).



*Figura 11.* Alimentación de alevinos de trucha arcoíris *Oncorhynchus mykiss*, (agosto a octubre del 2019).



*Figura 12.* Limpieza de las unidades experimentales (agosto a octubre del 2019).



*Figura 13.* Muestreo aleatorio de alevinos para la biometría (agosto a octubre del 2019).



Figura 14. Biometría de talla de alevinos de trucha arcoíris *Oncorhynchus mykiss*, (agosto a octubre del 2019).



Figura 15. Biometría de peso de alevinos de trucha arcoíris *Oncorhynchus mykiss*, (agosto a octubre del 2019).



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y PRODUCCIÓN DE BIENES Y  
SERVICIOS – CHUCUITO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL  
DEL ALTIPLANO – PUNO.



**CONSTANCIA DE EJECUCIÓN DE  
TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

El que suscribe, Director del Centro de Investigación y Producción de Bienes y Servicios – Chucuito de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno.

**HACE CONSTAR.-**

Que, el Sr. **FLORES CÁCERES RENEE**, identificado con DNI N° 01333010 ha ejecutado su trabajo de investigación intitulado "Evaluación de un probiótico en la alimentación de alevinos de truchas (*Oncorhynchus mykiss*) y su influencia en el crecimiento y sobrevivencia" realizado en el Centro de Investigación y Producción de Bienes y Servicios – Chucuito – Puno, sede central, durante los meses de Agosto a Octubre del 2019.

Se expide la siguiente constancia a solicitud del interesado, para los fines que estime por conveniente,

Puno, 05 de Noviembre del 2020.



  
Ing. M.Sc. Edmundo F. Oros Ríos  
DIRECTOR  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y PRODUCCIÓN  
DE BIENES Y SERVICIOS CHUCUITO