

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA Y DE ALIMENTOS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA PESQUERA



TESIS

**“EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN
DEL NUTRACÉUTICO INMUPLUS EN LA
DIETA PARA ALEVINES DE TRUCHA
ARCOIRIS *Oncorhynchus mykiss*,
Walbaum, 1972, EL CRECIMIENTO Y LOS
PARÁMETROS PRODUCTIVOS.
PISCIGRANJA GRUTA MILAGROSA,
ACOPALCA – HUANCAYO”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO PESQUERO**

**JUNIOR OMAR LLONTOP TORRES
JUNIOR ELIAS CUEVA SALAZAR**

Callao, febrero, 2020
PERÚ

DEDICATORIA

Ante todo, a Dios, por darme una familia unida y conocer a todas esas personas maravillosas durante mi etapa en la universidad.

El presente trabajo está dedicado a mis padres, Romelia Torres Campos y Román Llontop Agapito, por ser ese ejemplo de perseverancia y constancia que me motivaron constantemente, porque con sus consejos, comprensión, amor y paciencia, me enseñaron a salir adelante en los momentos más difíciles, y todo lo que soy hoy es gracias a ellos.

Junior Omar Llontop Torres

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a mi familia, a mi padre Elias, mi madre Cruz y mi segunda madre, mi tía Flor, quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía.

A mis hermanos Davy, Karol y Ronald por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Junior Elias Cueva Salazar

AGRADECIMIENTO

Al Sr. Marcelino García Palomino, que en paz descanse, dueño de la piscigranja Truchícola Gruta Milagrosa EIRL, quien nos brindó las facilidades para el desarrollo de la investigación.

Al Dr. Juan Battaglia Aljaro DMV y al MS.C Antonio Mariluz Fernández, asesores de la tesis, quienes con su experiencia y amplios conocimientos en el tema permitió el éxito de la misma.

Al Ing. Miguel García Limas, por su amabilidad y apoyo en la realización de la investigación.

Al personal de la piscigranja Truchícola Gruta Milagrosa, (Jaime Arenas. Goyo, Oso) por el apoyo durante el desarrollo de la investigación.

A nuestras familias por su apoyo constante e incondicional de siempre, sin el cual no hubiera sido posible alcanzar dicho objetivo.

Expresamos nuestro agradecimiento a todos aquellos quienes estuvieron vinculados de una u otra manera, directa o indirectamente en la realización de la investigación.

RESUMEN

La presente investigación fue realizada con la finalidad de evaluar la incorporación del Nutracéutico Inmuplus como aditivo en la dieta alimenticia para alevines de Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). Para la prueba experimental se realizaron dos tratamientos y un control por duplicado con diferentes cantidades del Nutracéutico Inmuplus (0 mL/kg alimento, 2 mL/kg alimento y 4 mL/kg alimento). Para cada dosis fue asignada una clave (TC, T1 y T2). Se emplearon 24000 alevinos de Trucha Arcoíris, con peso promedio de 1,08 g distribuidos aleatoriamente en 6 estanques. Los indicadores productivos tales como; ganancia de peso y longitud estándar, conversión alimenticia (CA), factor de condición (K), tasa de crecimiento específico (TCE), tasa de crecimiento absoluto (TCA), Coeficiente térmico de crecimiento (GF3) y índice de supervivencia (%) fueron evaluados durante 90 días. Los resultados obtenidos mostraron que el (TC) obtuvo los mayores valores de peso promedio y talla al final del experimento, siendo significativos ($p < 0,05$), respecto a (T1) y (T2), sin embargo, no se presentó diferencia significativa ($p < 0,05$), en el factor de condición, Tasa de crecimiento específico, Tasa de crecimiento absoluto y Coeficiente térmico de crecimiento, al final de la prueba experimental entre el grupo control (TC) y los tratamientos (T1 y T2). Respecto al Índice de supervivencia se presentó diferencia significativa ($p < 0,05$) entre el tratamiento (T2), respecto al tratamiento (T1) y el control (TC) al final del experimento. Se concluye que el uso del Nutracéutico Inmuplus a 4 mL/kg alimento balanceado, favoreció el índice de supervivencia en alevinos de Trucha Arcoíris a condiciones ambientales en la piscigranja Gruta Milagrosa, por otro lado, la inclusión del Nutracéutico Inmuplus en la dieta para alevinos de Trucha Arcoíris, no afectó el factor de condición de los alevinos de Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*).

Palabras claves: Nutracéuticos, índice de supervivencia, factor de condición.

ABSTRACT

This research was carried out in order to evaluate the incorporation of Inmuplus Nutraceutical as an additive in the diet for rainbow trout fry (*Oncorhynchus mykiss*). For the experimental test two treatments and a duplicate control were carried out with different amounts of the Inmuplus Nutraceutical (0 mL / kg of food, 2 mL / kg of food and 4 mL / kg of food). For each dose a code was assigned (TC, T1 and T2). 24,000 rainbow trout fingerlings were used, distributed in 6 ponds, with an average weight of 1.08 g randomly distributed in each pond. Productive indicators such as; standard weight and length gain, feed conversion, condition factor (K), specific growth rate (SGR), absolute growth rate, Thermal growth coefficient (GF3) and survival rate (%) They were evaluated for 90 days. The results obtained showed that (CT) obtained the highest average weight and height values at the end of the experiment, being significant ($p < 0.05$), with respect to (T1) and (T2), however, there was no difference significant ($p < 0.05$), in the condition factor, Specific growth rate, Absolute growth rate and Thermal growth coefficient, Regarding the Survival Index, there was a significant difference ($p < 0.05$) between the treatment (T2), with respect to the treatment (T1) and the control (CT) at the end of the experiment. It is concluded that the use of Inmuplus Nutraceutical at 4 mL / kg balanced feed, favored the survival rate in rainbow trout fingerlings to environmental conditions in Gruta Milagrosa fish farm, on the other hand, the inclusion of the Inmuplus Nutraceutical in the diet for fry of Rainbow Trout, did not affect the condition factor of Rainbow Trout fingerlings.

Keywords: Nutraceuticals, survival rate, condition factor.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	8
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	10
1.1. Determinación del problema	10
1.2. Formulación del problema	12
1.3. Objetivos de la Investigación.....	12
1.3.1. Objetivo general	12
1.3.2. Objetivos específicos	12
1.4. Justificación de la Investigación	13
1.4.1. Justificación legal	13
1.4.2. Justificación teórica	13
1.4.3. Justificación tecnológica.....	14
II. MARCO TEORICO	15
2.1. Antecedentes del estudio.....	15
2.1.1. Situación de la truchicultura en el Perú	17
2.2. Bases teóricas.....	22
2.2.1. Nutraceuticos	22
2.2.2. Características de los Nutraceuticos	23
2.2.3. Clasificación general de los Nutraceuticos	24
2.2.4. Composición del Nutraceutico INMUPLUS	25
2.2.5. Sistema Inmunitario.....	27
2.2.6. Funciones del Nutraceutico INMUPLUS	33
2.2.7. Antecedentes históricos	33
2.2.8. Taxonomía	34
2.2.9. Características de la trucha.....	35
2.2.10. Hábitat.....	36
2.2.11. Hábitos alimenticios	37
2.2.12. El cultivo de la trucha arcoíris	37
2.2.13. Calidad del agua	38
2.2.14. Parámetros de cultivo.....	38
2.2.15. Alimentación.....	43

2.2.16. Alimento balanceado.....	44
2.2.17. Forma de suministrar el alimento	46
2.3. Definición de Términos	47
III. VARIABLES E HIPÓTESIS	48
3.1. Variable de la investigación	48
3.1.1. Variables independientes	48
3.1.2. Variables dependientes.....	48
3.2. Operacionalización de variables.....	48
3.2.1. Variable dependiente: “Tasa de Crecimiento Absoluto (TCA)” 48	48
3.2.2. Variable dependiente: “Factor de Condición (K)”	49
3.2.3. Variable dependiente: “Conversión Alimenticia (CA)”	49
3.2.4. Variable dependiente: “Tasa de Crecimiento Especifico (TCE)” 50	50
3.2.5. Variable dependiente: “Coeficiente térmico de crecimiento (GF ₃)” 50	50
3.2.6. Índice de Supervivencia	51
3.3. Hipótesis	52
IV. METODOLOGÍA	53
4.1. Tipo de investigación	53
4.2. Diseño de la investigación	54
4.2.1. Lugar de ejecución del experimento.....	55
4.3. Población experimental y muestra	55
4.3.1. Población experimental	55
4.3.2. Muestra	56
4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	56
4.4.1. Unidades experimentales.....	56
4.4.2. Acondicionamiento de unidades experimentales	57
4.4.3. Evaluación de los parámetros fisicoquímicos del agua	57
4.4.4. Siembra de alevines de trucha arcoíris	58
4.4.5. Alimentación.....	58
4.4.6. Pesado de alimento balanceado	59
4.4.7. Inclusión del Nutraceutico	59

4.4.8. Control biométrico de peso y talla	59
4.5. Análisis estadísticos de datos.....	60
V. RESULTADOS.....	62
5.1. Parámetros fisicoquímicos del agua del cultivo de Trucha Arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>).....	62
5.2. Evaluación de crecimiento en peso (g) durante el periodo experimental.....	63
5.3. Evaluación de crecimiento en talla (cm) durante el periodo experimental.....	66
5.4. Evaluación de la Tasa de Crecimiento Absoluto (TCA) durante el periodo experimental en los alevines de Trucha Arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)..	68
5.5. Evaluación de la Tasa de Crecimiento Especifico (TCE) durante el período experimental en los alevines de Trucha Arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)..	70
5.6. Evaluación de factor de condición (K) durante el periodo experimental en los alevines de Trucha Arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)..	72
5.7. Evaluación de la conversión alimenticia (CA) durante el periodo experimental en los alevines de Trucha Arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)..	73
5.8. Evaluación de la supervivencia % durante el periodo experimental en los alevines de Trucha Arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>).....	75
5.9. Evaluación del coeficiente térmico de crecimiento (GF3) durante el periodo experimental en los alevines de Trucha Arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)..	77
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	78
VII. CONCLUSIONES	83
VIII.RECOMENDACIONES	84
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICOS.....	85
ANEXOS.....	91
MATRIZ DE CONSISTENCIA	92
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	93

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 2.1 : Evolución de la Producción Truchícola en el Perú (2008-2018).....	18
Gráfico N° 2.2: Evolución de la Producción Truchícola por Departamentos (2008-2017)	18
Gráfico N° 2.3: Evolución de la Comercialización Interna de Trucha Arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>). (2008-2017)	19
Gráfico N° 2.4: Evolución de la Exportación de Trucha Arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>). (2008-2017)	20
Gráfico N° 2.5 : Principales Destinos de Exportación de la Trucha Peruana	21
Gráfico N° 5.1: Valores promedios diarios de temperatura °C por mes durante la prueba experimental	63
Gráfico N° 5.2: Valores de los pesos promedios (g) de los alevinos de Trucha Arcoíris <i>Oncorhynchus mykiss</i> por tratamiento, durante el periodo experimental	65
Gráfico N° 5.3: Curvas de pesos promedios (g) por tratamiento de alevinos de Trucha Arcoíris <i>Oncorhynchus mykiss</i> durante el período experimental	65
Gráfico N° 5.4: Valores de longitud total promedio (cm) de los alevinos de Trucha Arcoíris <i>Oncorhynchus mykiss</i> por tratamiento durante la prueba experimental.	67
Gráfico N° 5.5: Curvas de longitud total promedio (cm) de los alevinos de Trucha Arcoíris <i>Oncorhynchus mykiss</i> por tratamiento durante el período experimental	67
Gráfico N° 5.6: Curva de la Tasa de crecimiento absoluto (g/día) de los alevinos de Trucha Arcoíris <i>Oncorhynchus mykiss</i> por tratamiento durante el periodo experimental.....	69
Gráfico N° 5.7: Valores promedios de la Tasa de crecimiento absoluto (g/día) de los alevinos de Trucha Arcoíris <i>Oncorhynchus mykiss</i> por tratamiento en los días 30 y 75.	69

Gráfico N° 5.8: Valores promedios de la Tasa de crecimiento específico (%PV/día) de los alevinos de Trucha Arcoíris <i>Oncorhynchus mykiss</i> por tratamiento a los 75 días.....	71
Gráfico N° 5.9: Curvas de crecimiento específico (%PV/día) de los alevinos de Trucha Arcoíris <i>Oncorhynchus mykiss</i> por tratamiento durante el período experimental.	71
Gráfico N° 5.10: Valores promedios del factor de condición (k) por tratamiento durante la prueba experimental.	72
Gráfico N° 5.11: Valores promedios de conversión Alimenticia (CA) de alevinos de Trucha Arcoíris <i>Oncorhynchus mykiss</i> por tratamiento durante la prueba experimental	74
Gráfico N° 5.12: Valores promedios de índice de supervivencia (%) por tratamiento durante la prueba experimental.	76
Gráfico N° 5.13: Valores promedios del Coeficiente térmico de crecimiento (GF3) por tratamiento durante la prueba experimental	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 2.1: Componentes del nutracéutico Inmuplus	27
Tabla N° 2.2: Clasificación Taxonómica de La Trucha arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>).	34
Tabla N° 2.3: Consecuencias con relación a la Temperatura del agua ...	39
Tabla N° 2.4: Consecuencias en relación a los niveles de Oxígeno disuelto	41
Tabla N° 2.5: Consecuencias en relación a los niveles de pH.....	42
Tabla N° 2.6: Análisis Nutricional del Alimento Balanceado	46
Tabla N° 4.1: Equipos a utilizar para el Análisis del agua.....	58
Tabla N° 5.1: Valores promedios mensuales de parámetros Fisicoquímicos del agua, durante la prueba experimental	62
Tabla N° 5.2: Valores de los pesos promedios (g) y coeficiente de variación (%) por tratamiento.....	64
Tabla N° 5.3: Valores de longitud total promedio (cm) y coeficiente de variación (%) por tratamiento.....	66
Tabla N° 5.4: Valores promedios de la Tasa de crecimiento absoluto (g/día) por tratamiento.	68
Tabla N° 5.5: Valores promedios de la Tasa de crecimiento específico (%PV/día) por tratamiento.	70
Tabla N° 5.6: Valores promedios del Factor de condición (K) de cada muestreo por tratamiento	72
Tabla N° 5.7: Valores promedios de conversión alimenticia (CA) por tratamiento.....	73
Tabla N° 5.8: Conversión Alimenticia (CA) del grupo control y tratamientos, evaluados al final de la prueba experimental	74
Tabla N° 5.9: Valores promedios de índice de supervivencia (IS%) por tratamiento	75
Tabla N° 5.10: Valores promedios de Coeficiente térmico de crecimiento (GF3) por tratamiento.	77

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 4.5.1: Flujograma del diseño experimental.....	60
Figura N° 5.1: Acondicionamiento de los estanques para la prueba experimental	93
Figura N° 5.2: Medición de parámetros Fisicoquímicos del agua	93
Figura N° 5.3: Inclusión del Nutracéutico Inmuplus en el alimento balanceado.....	94
Figura N° 5.4: Distribución de alimento mezclado durante la prueba experimental.....	94
Figura N° 5.5: Medición de peso (g) y talla (cm) durante la prueba experimental.....	95

INTRODUCCIÓN

Para el 2050, las Naciones Unidas ha estimado que la población mundial será de 9 mil millones de habitantes, y la FAO ha señalado que para el 2030, ante el continuo aumento de la población mundial, será necesario contar con 37 millones de toneladas adicionales de pescado -a las actuales 48 millones existentes- para mantener los niveles de consumo per cápita, considerando que la pesca tradicional ha alcanzado sus niveles máximos de producción y la acuicultura gestionada de manera responsable representa la única forma de colmar ese déficit.

La proporción del salmón y la trucha en el comercio mundial ha registrado un fuerte incremento en los últimos decenios, hasta el punto de que, considerándose en conjunto, en el 2013 pasaron a ser el producto individual más importante en termino de valor con 66.7 millones de toneladas (FAO,2016).

Sin embargo, con la expansión de la industria acuícola, las enfermedades han emergido con desastrosas consecuencias económicas. Las pérdidas estimadas por causa de ellas para la acuicultura mundial son del orden de los 8 billones de dólares por año, lo cual representa el 15% del valor generado por la producción acuícola mundial (Enright,2003).

La necesidad de mejorar el manejo de Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), en nuestro País, exige incorporar nuevas técnicas de producción en los sistemas de crianza, para ello se busca optimizar los

sistemas de conducción y desagüe de los criaderos, incorporar las raciones diarias a los animales suplementos nutricionales que masifiquen el desarrollo de la biomasa en los estanques.

Cuando se habla del manejo de Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), se tendrá presente que esta especie acuícola mantiene exigencias nutricionales, sobre todo en la etapa de alevinaje, que es donde existe mayor mortalidad y requiere de altos porcentajes de proteína, desde la absorción de la vesícula vitelina, hasta la talla y peso comercial, la trucha necesita de diferentes aditivos para mantener un desarrollo eficiente y acelerado, lo que se traduce el uso de pienso y su elaboración utilizando ingredientes como: proteínas carbohidratos y vitaminas (Marcos Vila, 2013).

De acuerdo con López(1997) diferentes estudios han evaluado el efecto de varias sustancias naturales como estimulantes del sistema inmunológico en mamíferos, pero existe poca información sobre su utilización en dietas para peces.

En consecuencia, la adición insuficiente en los concentrados de los nutrientes antioxidantes repercute negativamente en el estado de la salud de las especies ícticas cultivadas, debilita el sistema inmunológico, disminuye el aprovechamiento de nutrientes y, por ende, la ganancia de peso y la eficiencia alimentaria (López,1997).

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Determinación del problema

La Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) es una de las especies más comercializadas en el Perú, con una producción en territorio nacional de 55 030 toneladas en el año 2018, siendo Puno la región con mayor producción truchícola en nuestro país con 45 232 toneladas (PRODUCE, 2018). Los autores (Balcázar et al.,2006) sostienen que dado el crecimiento de la población mundial que actualmente existe, la tendencia de producir más alimentos en cantidad y en calidad, al menor costo va en aumento, por lo cual es necesario producir más proteína animal y vegetal para satisfacer la demanda existente, donde la acuicultura se irá convirtiendo en una actividad económica importante. Sin embargo, este desarrollo influye en la aparición de muchos problemas; como desempeño de epizootias extendidas, eficiencia alimentaria y el rendimiento del crecimiento (Subashinge,1997).

Esto se debe principalmente a las instalaciones de producción a gran escala, donde los animales acuáticos están expuestos a las condiciones llenas de tensión. Se ha observado que el estrés fisiológico es uno de los principales factores que contribuyen a la enfermedad de los organismos acuáticos, escaso crecimiento y la mortalidad en la acuicultura (Balcázar et al.,2004; El-Haroum et al.,2006; Rollo et al.,2006).

Para sobrellevar estos problemas se ha estudiado alternativamente el uso de suplementos alimenticios que eviten la aparición de enfermedades y operan como promotores de crecimiento entre los cuales se encuentran las hormonas, antibióticos, ionóferos y algunas sales compuestas. Sin embargo, sus aplicaciones inadecuadas muestran un efecto negativo o adverso a la especie acuícola como alteraciones hormonales, intoxicación, predisposición a enfermedades y aparición de sustancias residuales de efectos no deseable para el consumidor final (Gongora,1998).

Los promotores de crecimiento, para ser efectivos deben mantener su integridad y no deben ser absorbidos durante el proceso de digestión.

De todas las moléculas conocidas como promotores de crecimiento, los más utilizados tradicionalmente son los antibióticos, pero sin el efecto toxico para el consumidor. Entre las diferentes alternativas existentes en el mercado se encuentran los pro-nutrientes. Los beneficios de los pro-nutrientes han sido estudiados desde hace años, y han sido chequeados en diferentes especies de animales; todas estas experiencias han demostrado que el uso de pro-nutrientes o nutracéuticos naturales obtenidos a partir de extractos vegetales, producen la disminución en el índice de mortalidad, reducen el índice de conversión alimentaria y mejoran el costo de alimento por Kg. de peso ganado, siendo una alternativa más saludable a los antibióticos (Gemma, 2005).

1.2. Formulación del problema

¿En qué medida influye la adición del nutraceutico INMUPLUS en el alimento balanceado para el desarrollo e indicadores productivos; tales como: tasa de crecimiento absoluto, tasa de crecimiento especifico, factor de condición, conversión alimentaria, supervivencia y coeficiente térmico de crecimiento; en el cultivo de alevines de Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*)?

1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1. Objetivo general

- Cuantificar el efecto de la adición del nutraceutico Inmuplus en el alimento balanceado en el crecimiento e indicadores productivos de cultivo de alevines de Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*).

1.3.2. Objetivos específicos

- Cuantificar el efecto de la adición del nutraceutico Inmuplus en la tasa de crecimiento absoluto, tasa de crecimiento especifico, conversión alimentaria, factor de condición, coeficiente térmico de crecimiento de alevinos de Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*).
- Evaluar el efecto de la adición del nutraceutico Inmuplus en el índice de supervivencia de alevinos de Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*).

1.4. Justificación de la Investigación

Nuestro país carece de investigaciones acerca del uso de nutracéuticos en la acuicultura. La mortalidad en los cultivos comerciales de Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). en la etapa de alevinaje es una de las más altas en varios centros piscícolas de las regiones “Truchícolas” del Perú. Además, con nuestra investigación se buscará alternativas para evitar el uso indiscriminado de antibióticos en acuicultura (PRODUCE,2017).

1.4.1. Justificación legal

- Ley Universitaria N° 23733, Capítulo III. Artículo 23
- Estatuto de la Universidad Nacional del Callao. Título V. Artículo N° 226
- Directiva N° 011-2013-OSG para la presentación del Proyecto de Tesis e Informe de tesis para la titulación profesional de estudiantes de pregrado de la Universidad Nacional del Callao (Aprobado con Resolución N° 759-2013-R del 21 de agosto del 2013)

1.4.2. Justificación teórica

La presente investigación colaborará técnicamente a evitar el uso inadecuado y exagerado de antibióticos en la acuicultura en nuestro país, encontrado una alternativa, como es la utilización de Nutracéuticos de origen vegetal, así mismo, ayudará a reducir y prevenir la mortalidad de los cultivos de

Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*); generando una mayor rentabilidad en la producción para los diversos centros piscícolas en nuestro país

1.4.3. Justificación tecnológica

La presente investigación pretende apoyar a diversos centros piscícolas en diferentes partes de nuestro país en la búsqueda de aditivos alimenticios para que sean incluidos en la dieta de alevines de Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), para mejorar su productividad, debido a que los costos en alimentación representan entre 60% y 70% del costo total de la producción (Fondepes, 2004), siendo costos muy elevados, es por ello que los productores buscan alternativas como proteínas, pro nutrientes, vitaminas, etc.

II. MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes del estudio

La acuicultura depende del uso de productos químicos para su desarrollo, en una proporción creciente a medida que se intensifica la naturaleza del sistema de cultivo empleado. Los productos químicos son responsables de una mejora en la productividad en los criaderos de peces, como el de Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). logrando una mayor supervivencia larvaria y una mejor eficiencia alimentaria, reducen el estrés en el transporte de animales, controlan a los agentes patógenos, combaten a los organismos adheridos responsables de la disminución del rendimiento de las conducciones de agua, al incrementar la relación carga/peso de estructuras y materiales (Subasingue,2000).

Cada compuesto tiene características específicas en cuanto a su toxicidad, su modo de acción, y su potencial influencia en los ambientes acuáticos. En una reciente revisión sobre el uso de sustancias químicas en granjas marinas de salmón, (Burrige et al.,2010) han aportado nuevos datos respecto al impacto ambiental provocado por el uso indiscriminado de estos productos de origen sintético: antibióticos, parasiticidas, anestésicos, y desinfectantes entre otros, en diversas áreas relacionadas con la industria, persiguiendo establecer un modelo internacional que regule estas prácticas de acuicultura (Burrige et al.,2010).

Así mismo, los antecedentes relacionados con la acuicultura informan del uso de los productos naturales como desinfectantes, herbicidas, pesticidas, parasiticidas y antibióticos, (Weston,2000) así como suplementos alimenticios, en forma de vitaminas, ácidos grasos, carotenoides, inmunoestimuladores, hormonas y atrayentes. Es evidente el interés fito y zootécnico que todo esto representa (Boonyaratpalin,2000).

La biosfera, con su inmensa diversidad, representa una fuente de productos naturales con aplicaciones nutricionales, farmacológicas y cosméticas. El hombre, conocedor de esta biodiversidad desde tiempos remotos, ha usado estos recursos en forma de organismos o sus extractos para alimentarse, curarse e incluso matarse (Herbert,1989).

Un ejemplo lo encontramos en el uso de micro algas en la nutrición, fechado hace 2000 años, cuando la cianobacteria (*Nostoc flageliforme*) fue utilizada como alimento en China (Gao,1998). Otro ejemplo, ahora de los tiempos modernos, lo constituye el uso del nutraceutico glucosamina, que se obtiene a partir de la quitina del exoesqueleto de los crustáceos marinos (Barrow,2007).

(Salah M. y Mohamed F. 2008) evaluaron el efecto sobre el uso de *Echinacea purpurea* como agente inmunoestimulante en Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) en la cual la ganancia de peso corporal y las tasas de crecimiento especificas en el grupo 2 fueron significativamente

más altas que aquellos del grupo control, aunque no hubo cambios significativos en factor de condición entre los grupos experimentales y control, como también no se encontró diferencia significativa en la tasa de supervivencia entre el control y el tratamiento.

Así mismo Guz y Sopinska el 2011 evaluaron el efecto de *Echinacea purpurea* en el crecimiento y supervivencia de guppy (*Poecilia reticulata*) en la cual la ganancia de peso y el factor de condición fueron significativamente superiores en los grupos 2-5, mientras que la tasa de crecimiento específico y factor de conversión fueron significativamente superiores en los grupos suplementados ($p < 0.05$)

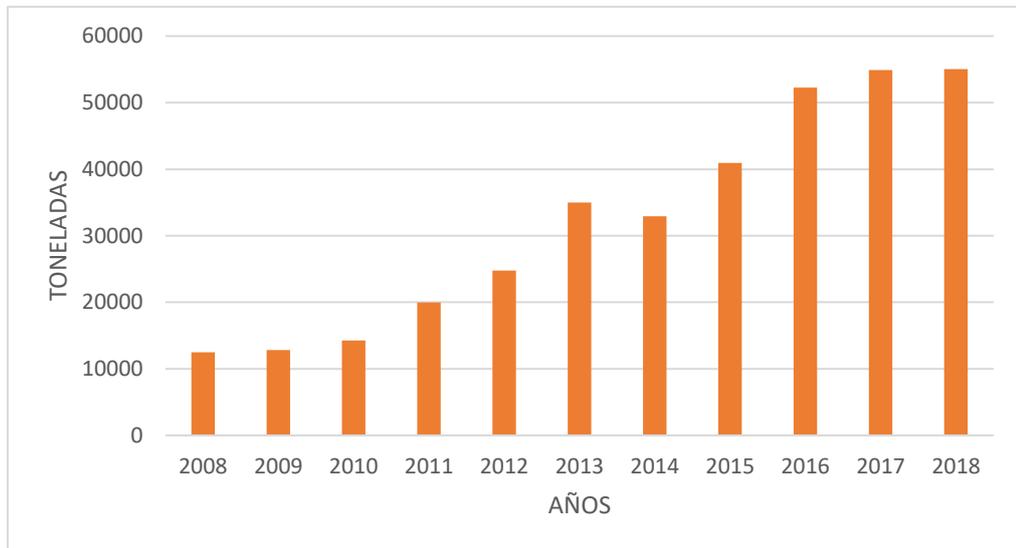
2.1.1. Situación de la truchicultura en el Perú

La actividad de crianza de trucha en el Perú viene creciendo vertiginosamente en los últimos 10 años principalmente a nivel intensivo, identificando 2 sistemas de cultivo: en ambientes convencionales (estanques de concreto, mampostería de piedra, tierra y otros) y no convencionales (jaulas flotantes). Este último sistema ha logrado un mayor desarrollo siendo la región Puno la que cuenta con los mayores porcentajes de unidades productivas en jaulas flotantes. Para el caso de estanques de concreto, mampostería y tierra, la región Junín cuenta con el mayor número de unidades productivas convencionales (FONDEPES,2013).

La producción truchícola se viene desarrollando en los últimos años, según se muestra en los gráficos N°1 y N°2, en los cuales se

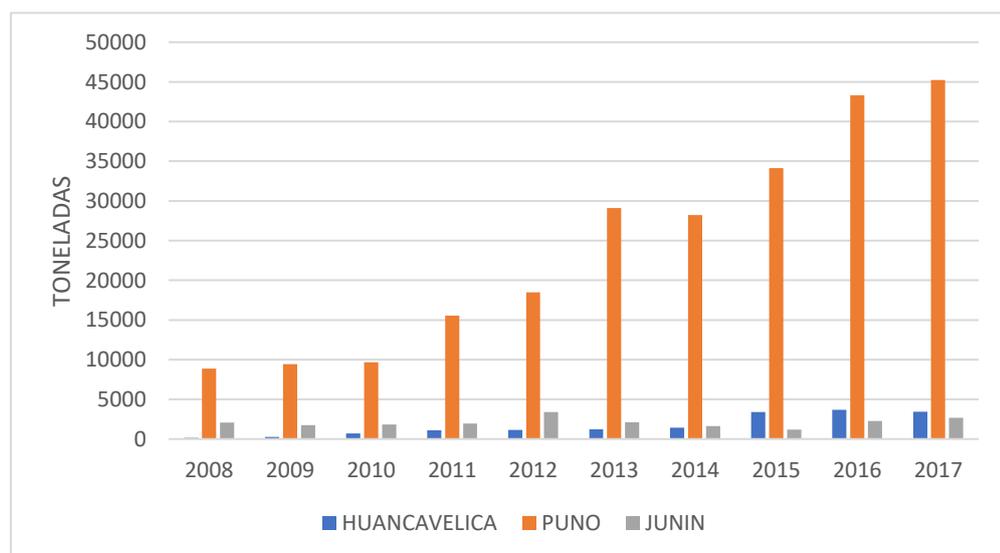
observa la evolución de producción total del Perú y por departamentos.

Gráfico N° 2.1: Evolución de la Producción Truchícola en el Perú (2008-2018)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos "Ministerio de la Producción 2018"

Gráfico N°2.2: Evolución de la Producción Truchícola por Departamentos (2008-2017)

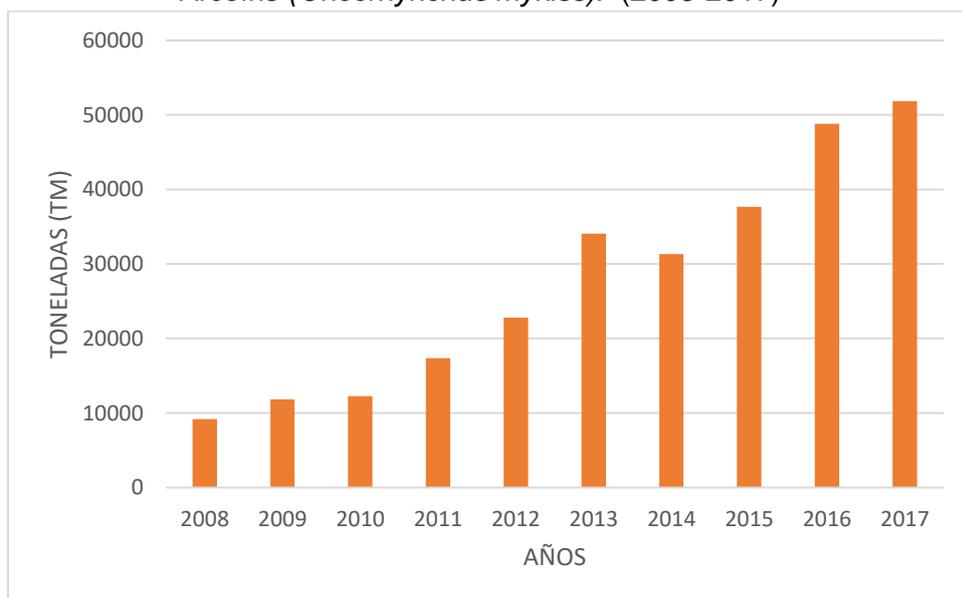


Fuente: Elaboración propia a partir de datos "Ministerio de la Producción 2018"

- **Comercialización interna**

Según las cifras preliminares de comercialización interna en el año 2017 se registró 51844 TM. La comercialización de la trucha en el mercado nacional se dio en las presentaciones de fresco eviscerado y entero, principalmente en las ciudades de Lima Metropolitana, Huancayo, Puno y Cusco. El precio de venta promedio en el mercado nacional, fue de S/ 13 por kilo, lo que representa un valor estimado de comercialización de S/. 673 972 millones de soles. La comercialización interna en el año 2011 registró 17.368 TM y en el 2017 alcanzó 51 844 TM, como consecuencia del incremento de la demanda interna y la mejora de la capacidad adquisitiva de la población (PRODUCE,2018).

Gráfico N° 2.3: Evolución de la Comercialización Interna de Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). (2008-2017)

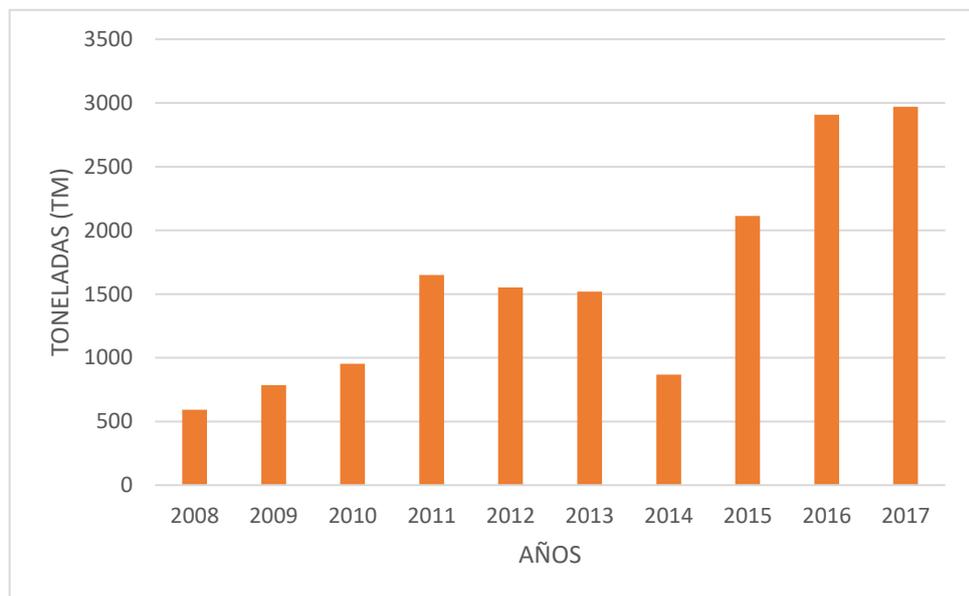


Fuente: Elaboración propia a partir de datos "Ministerio de la Producción 2018"

- **Comercialización en el mercado internacional**

La evolución de las exportaciones de Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). en los últimos 5 años ha mostrado un crecimiento importante, así en el 2011 el volumen exportado fue de 1.650 TM y en el año 2017 la exportación fue del orden de las 2.971 TM, con una tasa de crecimiento anual de 26%, no obstante haberse producido una disminución en el 2014, debido al traslado de uno de los principales centros de producción.

Gráfico N° 2.4: Evolución de la Exportación de Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). (2008-2017)



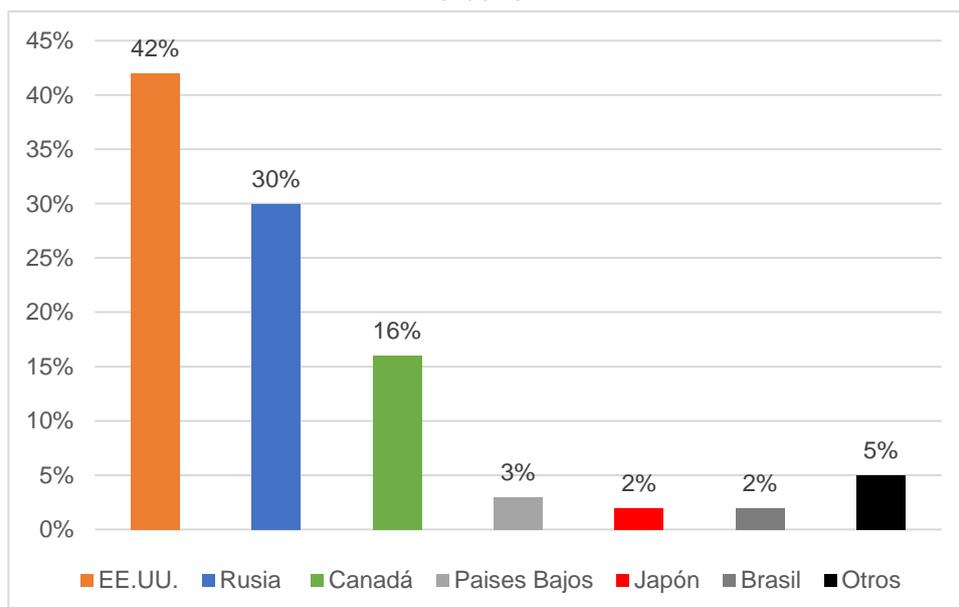
Fuente: Elaboración propia a partir de datos "Ministerio de la Producción 2018"

De acuerdo con la Asociación de Exportadores (ADEX), las exportaciones de truchas peruanas crecieron un 26.4% de enero a noviembre del 2017, esto debido por la mayor compra de

trucha fresca en Estados Unidos y de trucha congelada en Japón, las exportaciones peruanas de esta especie se incrementan por tercer año consecutivo, al sumar US\$ 22 millones 649 mil entre enero y noviembre del 2017. Esta cifra representó un crecimiento del 26.4% respecto al mismo periodo el anterior y que supera el total obtenido el 2016, de acuerdo a la gerencia de Servicios e Industrias Extractivas de ADEX.

A pesar de que solo tres empresas exportan trucha, las exportaciones peruanas se vienen recuperando desde el año 2015. Estas son Peruvian Andean Trout S.A.C (US\$ 16 mil 616 millones), la siguen Piscifactorias de los Andes S.A (US\$ 5 mil 992 millones) y Produpesca S.A.C (US\$ 37 millones 740).

Gráfico N° 2.5: Principales Destinos de Exportación de la Trucha Peruana



Fuente: Elaboración propia a partir de datos "ADEX 2017"

Los envíos de esta especie representan el 2.3% del total de exportaciones de especies hidrobiológicas para el Consumo Humano Directo (CDH) y 8.2% del total de productos acuícolas.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Nutracéuticos

Los alimentos nutraceuticos son parte de un alimento que proporciona beneficios médicos o para la salud, incluyendo la prevención y/o tratamiento de enfermedades juntamente con capacidad terapéutica definida, a parte de su papel nutritivo básico desde el punto de vista material y energético; también son productos de origen natural con propiedades biológicas activas. El mundo de los nutraceuticos es el mundo de los medicamentos de origen natural (Carper,2008).

Un compuesto nutraceutico se puede definir como un suplemento dietético, presentado en una matriz no alimenticia como píldoras, cápsulas, líquidos y polvo entre otros, de una sustancia natural bioactiva extraída y concentrada, presente usualmente en los alimentos y que, tomada en dosis superior a la existente en esos alimentos tiene un efecto favorable sobre la salud mayor que el que podría tener el alimento normal. Por tanto, se diferencia de los medicamentos, ya que estos suelen ser productos de síntesis y no tienen en su mayoría un origen biológico natural. Estos se

diferencian de los extractos e infusiones de hierbas y similares en la concentración de sus componentes y en que estos últimos no tienen por qué tener una acción terapéutica (Kalra,2003).

Se considera, además, que los nutracéuticos como complemento a los componentes de los alimentos, aportan un beneficio añadido para la salud, capaz de proporcionar beneficios médicos, inclusive para la prevención y el tratamiento de enfermedades (Martin,1999).

Los alimentos nutracéuticos de hoy, se pueden considerar como los precursores de los que serán los alimentos del siglo XXI. Al respecto, se están dando grandes cambios en la preparación de los alimentos (Carper,2008).

2.2.2. Características de los Nutracéuticos

Técnicamente, los nutracéuticos, Corresponden a medicinas biológicas y provienen de una categoría muy amplia de productos, los que, para ser considerados como nutracéuticos, deben cumplir los siguientes criterios:

- Ser productos de origen natural
- Que tengan estabilidad temporal
- Que aporten efectos beneficiosos para la salud, como son: mejora de una función fisiológica, acción preventiva y/o

curativa y mejora de la calidad de vida, entre otras características.

- Que aporten reproductibilidad, calidad, seguridad y eficacia.
- Que existan reportes y estudios reproducibles de sus propiedades bioactivas.

2.2.3. Clasificación general de los Nutraceuticos

- **Compuestos Nutritivos**

Son sustancias que pueden ser utilizadas por el organismo en su metabolismo y que desempeñan funciones bien establecidas. En esta categoría que representa la fracción mayoritaria del alimento en sustancias seca (90%), se incluyen proteínas, hidratos de carbono, minerales y vitaminas (Gil,2010).

Estos son los azúcares y las grasas, dentro del primero cabe mencionar al chocolate, porque contiene alta cantidad de antioxidantes que evitan el daño y el riesgo de enfermedades crónicas y enfermedades trombóticas, potencia a otros antioxidantes que cuidan el cuerpo (Birujete,2009).

- **Compuestos Químicos**

Tenemos como punto de partida los antioxidantes, carotenoides, fibra y en especial antioxidantes ya que, normalmente los seres humanos están expuestos a un gran número de agentes oxidantes como la contaminación, el estrés, humo del cigarro;

además nuestro cuerpo produce radicales libres, los cuales van a producir la oxidación de membranas y daño al DNA desencadenando una serie de reacciones no deseables que conocemos con el nombre de cáncer, problemas cardiovasculares y envejecimiento, situación de la cual los peces y otros recursos hidrobiológicos en crianzas intensivas, están igualmente expuestos..

- **Probióticos**

Son microorganismos vivos que una vez ingeridos en cantidades razonables ejercen acciones positivas en la fisiología intestinal que promueven o favorecen la salud. La forma más frecuente de consumo probióticos es en alimentos lácteos, que contienen bacterias que se reproducen en el intestino, como los lactobacilos y las bifidobacterias, por lo que estos alimentos tienen efectos benéficos adicionales a los de su función nutritiva (Barberá,2010).

2.2.4. Composición del Nutracéutico INMUPLUS

- ***Echinacea purpurea***

Echinacea sp. conocida en los Estados Unidos como “purple coneflower, coneflower y black sampson”, es una de las plantas medicinales de mayor importancia en el mercado de hierbas europeo, canadiense y de los Estados Unidos; está entre las más vendidas como medicina herbolaria, representando un 9,9% de la industria de las hierbas medicinales (Rawls 1996).

El uso de especies de Echinacea se remonta a muchos años atrás desde que los nativos americanos lo utilizaban para tratar el dolor de muelas, resfriados, amigdalitis, enfermedades sépticas y condiciones inflamatorias generales. Luego paso a ser conocido durante la colonización, para finalmente ser uno de los remedios más populares de los últimos 50 años (Salah et al.2008).

- ***Taraxacum officinale***

También conocida como diente de león, es una planta perteneciente a la familia de las asteráceas. De origen europeo, probablemente de Grecia, aunque en la actualidad se encuentra ampliamente distribuida en todo el hemisferio norte. Es frecuente encontrarla en terrenos baldíos, al borde de caminos, en prados y jardines. Sus cualidades nutritivas y medicinales son conocidas desde hace siglos a pesar de lo cual, es considerada por lo general una “mala hierba” o “maleza”. Planta comestible y empleada en múltiples preparaciones culinarias. En Fitoterapia, el diente de león ha sido usado comúnmente para las molestias del hígado, como un efectivo diurético y depurativo de la sangre, y para el tratamiento de diversos trastornos dermatológicos (Bisset y Czygan, 2001; Font Quer, 1999; Gonzalez-Castejon y col., 2012; Schutz y col., 2006).

Tabla N° 2.1: Componentes del nutracéutico Inmuplus

Extracto de <i>Echinacea purpurea</i>	50 gramos (gr)
Extracto de <i>Taraxacum officinale</i>	50 gramos (gr)
Excipiente c.s.p	1 litro (l)

Fuente: BIOVET (2016)

2.2.5. Sistema Inmunitario

- **Generalidades**

La respuesta inmune de los peces en general está bien desarrollada e integrada, y se encuentra muchas similitudes funcionales con la respuesta observada en los vertebrados superiores; normalmente funcionan con eficiencia, aunque como cualquier otro sistema fisiológico, el sistema inmune de un individuo se ve afectado cuando el estado de salud es deficiente.

La función esencial del sistema inmune en todos los vertebrados es la defensa contra las infecciones, este sistema permite la sobrevivencia del individuo y mantener sus funciones corporales en un medio que por naturaleza le es hostil.

Existen una serie de factores que influyen el desarrollo de una buena respuesta, y en algunas ocasiones la deprimen significativamente. Estos se clasifican en: factores intrínsecos o aquellos inherentes al pez como la edad y el estado sanitario, y los factores extrínsecos, como la temperatura, los cambios de estación y los parámetros abióticos del agua.

Dentro de los factores extrínsecos existen una serie de estímulos que actúan sobre sistema biológico en forma negativa, y que originan luego una reacción subsecuente del mismo y que se conoce con el nombre de stress, el pez posee la capacidad de responder al mismo, e involucra reacciones fisiológicas y de comportamiento, que lo ayudan a adaptarse a una nueva situación.

(Ellis, 1981). En algunos casos, cuando el stress se prolonga o se hace más severo, puede exceder su capacidad de ajuste, y se produce un ajuste, y se produce un colapso del sistema inmune y también de otros sistemas.

Básicamente, la respuesta inmune es un mecanismo de defensa celular y humoral inducido por un agente extraño, que es el antígeno (Ag), y las células responsables del reconocimiento inicial de un antígeno específico en vertebrados superiores pertenecen a las líneas celulares T y B. También son necesarias células accesorias para el procesamiento y presentación antigénica y mediadores fisiológicos llamados citoquinas para la proliferación, interacción y regulación.

El sistema de defensa de los peces, al igual que en los vertebrados superiores, puede ser dividido en dos tipos de mecanismos: Sistema de Defensa innato, natural o inespecífico y Sistema Inmune adquirido o específico.

- **Sistema de Defensa Inespecífico**

- **Factores humorales solubles**

El epitelio intacto y su secreción, el mucus, forman la barrera de defensa primaria entre el pez y su ambiente. El mucus contiene proteínas y carbohidratos y tiene una función protectora previniendo la colonización en su superficie, de parásitos, bacterias y hongos, a través de una continua pérdida y reemplazo (Ourth,1980). Muchas de estas funciones de reconocimiento y de regulación son parte de la respuesta en la fase aguda de una infección y es quizás la forma más antigua de reconocimiento de lo no propio y que se ha conservado en la línea evolutiva.

- **Mediado por células**

En cuanto a la parte celular inespecífica, se encuentran las células asesinas naturales (NK) o células citotóxicas inespecíficas y las células fagocíticas. Las células NK juegan un rol similar al de los vertebrados superiores, o sea ejercen una citotoxicidad inespecífica de diferentes células blanco sin un previo reconocimiento.

En los peces teleósteos se han encontrado células NK en el riñón cefálico o pronefros, el bazo, la sangre periférica y el timo, y efectúan la lisis de células blanco-humanas, de ratón y de estos mismos peces; se ha descrito su presencia en distintas especies (Graves et al.,1985; Greenlee et al.,1991), la citólisis requiere el

contacto célula a célula, son células no adherentes y resistentes a la irradiación. Representan menos del 1% de los leucocitos de sangre periférica.

En cuanto a las células fagocíticas, primero se puede decir que la fagocitosis es un mecanismo celular de ingestión y digestión de material extraño particulado, y es probablemente la reacción de defensa más ampliamente distribuida tanto en vertebrados como en invertebrados, y segundo que en teleósteos han sido descritas diferentes células con capacidad fagocítica (Finn,1970; Mac Arthur y Fletcher,1985). Las más comunes en los peces al igual que en los mamíferos son los granulocitos y los fagocitos mononucleares o agranulocitos, de los cuales estos últimos son los más importantes.

En este proceso de ingestión el antígeno es capturado inicialmente por los macrófagos presentes en las branquias y los tejidos conectivos de la piel e intestino, en el individuo adulto los principales sitios fagocíticos son los órganos linfoides, el riñón, el bazo y el epicardio; en el riñón el material es inicialmente fagocitado por la trama celular reticuloendotelial dentro del parénquima hemopoyético, mientras que en el bazo, el antígeno es atrapado extracelularmente en las fibras reticulares en la pared elipsoide (Fergusson,1989).

- **Sistema inmune específico**

- **Inmunidad humoral**

Está representada por los anticuerpos (Ac) o inmunoglobulinas (IGs) que son glicoproteínas, en el suero 40-50% de la proteína total corresponde a las IGs. En los ciclóstomos, los anticuerpos que se encuentran son macroglobulinas.

Las células productoras de anticuerpo derivan de linfocitos B, los cuales por interacción con el antígeno se transforman en células plasmáticas. En el proceso de presentación antigénica colaboran los macrófagos.

En las distintas especies de poiquiloterms existen dos factores que influyen notoriamente la producción de anticuerpos y la respuesta inmune, ellos son los cambios estacionales y la temperatura. En los peces tanto la respuesta humoral como el celular dependen de estos factores.

La edad a la cual tiene lugar un montaje adecuado y maduro de la respuesta humoral varía según las distintas especies y depende también de las condiciones ambientales. En general una respuesta completa ocurre entre los 2 a 10 meses, después de la incubación. Se han encontrado anticuerpos circulantes en peces de 15-21 días y 0,15-0,30 g. de peso, pero esto no es lo más general (Ellis,1988).

- **Inmunidad medida por células**

En los peces cartilaginosos y óseos encontramos dentro del grupo de los glóbulos blancos, las células no granulocíticas que participan en los mecanismos de inmunidad celular. En este grupo se incluyen los linfocitos, células inmunocompetentes que constituyen la base de las reacciones inmunes. Los linfocitos en el sentido morfológico son células relativamente pequeñas con un núcleo redondo a oval, su tamaño oscila entre 4,5 a 8 μm , son células no fagocíticas y constituyen el 50-80% del total de los leucocitos. La mayoría de los linfocitos son producidos en el pronefros y en el timo.

- **Órganos Linfoides**

Los principales órganos linfoides en peces teleósteos son el timo, el riñón y el bazo (Ellis,1988; Fergusson,1989).

En salmónidos jóvenes, el timo está totalmente diferenciado y separado del medio externo por una capa de células epiteliales simples, y que por ejemplo en Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) poseen poros de 20 μm de diámetro, en los ejemplares más viejos estos poros se cierran y se engrosa el epitelio. Su localización superficial sugiere una cierta vulnerabilidad a severas infecciones micóticas y bacterianas.

2.2.6. Funciones del Nutraceutico INMUPLUS

- Potencia el sistema inmune específico e inespecífico del animal. Refuerza la inmunidad, tanto en animales jóvenes (por la inmadurez de su sistema inmune), como en animales adultos de crecimiento rápido o gran prolificidad.
- Potencia la efectividad de las vacunas. Complementa la terapia farmacológica en infecciones, evitando sobreinfecciones, o bien en los casos en los que la terapia farmacológica no es posible debido al periodo de supresión.

2.2.7. Antecedentes históricos

La Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) es originaria de la región del Rio Sacramento en California, ubicado en la costa occidental de EEUU. Esta especie fue introducida en el Perú en 1925 desde EEUU por trabajadores de Cerro de Pasco Copper Corporation, quienes habilitaron un ambiente artificial acondicionado en el distrito de La Oroya para efectuar el proceso de incubación y el desarrollo de los primeros ejemplares de trucha llegados al Perú. A partir de la década del 70, se comenzaron a instalar varias piscigranjas o centros de cultivo de peces, los cuales fueron construidos siguiendo sistemas tradicionales de crianza, utilizando estanques de concreto; actualmente con los avances en la técnica y nuevas técnicas tecnológicas de cultivo, la truchicultura se viene

constituyendo en una alternativa para la producción masiva de pescado fresco, así como para la generación de puestos de trabajo de manera directa o indirecta (PRODUCE, 2010).

2.2.8. Taxonomía

La Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). es una especie de la familia Salmonidae, adaptada a la piscicultura intensiva debido a su docilidad en cautiverio, aceptación de alimentos balanceados, buena resistencia a enfermedades, desarrollo rápido y tolerancia a distintas temperaturas (Chacón, 2000).

Tabla N° 2.2: Clasificación Taxonómica de La Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*).

Reino	<i>Animal</i>
Phylum	<i>Chordata</i>
Sub Phylum	<i>Vertebrata</i>
Supclase	<i>Pisces</i>
Clase	<i>Osteichthyes</i>
Subclase	<i>Actinopterygii</i>
Orden	<i>Salmoniformes</i>
Familia	<i>Salmonidae</i>
Genero	<i>Oncorhynchus</i>
Especie	<i>Mykiss</i>
Nombre científico	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
Nombre común	<i>Trucha arcoíris (Walbaum, 1972)</i>

Fuente: Camacho et al., 2000

2.2.9. Características de la trucha

La Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) presenta una coloración de su tegumento verdeazulado en el dorso con tintes más claros en los flancos y con el vientre blanco. A lo largo de los flancos tiene una franja iridiscente, que refleja colores como azul, violeta, rojo y rosado. Distribuidas por todo el cuerpo, excepto en la zona ventral, aparecen numerosas y pequeñas manchas de color negro (Turli,1970).

En cuanto a sus características corporales la Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). presenta:

- Dos aletas dorsales, la segunda no posee radios (aleta adiposa).
- Dos aletas ventrales en posición abdominal.
- Una aleta caudal de borde recto o casi recto.
- Aletas sin radios osificados ni transformados en espinas punzantes.
- Boca grande, el maxilar sobre pasa el borde posterior del ojo.
- Sin barbillas, cuerpo cubierto con escamas pequeñas.

En su estado libre, puede alcanzar un peso de hasta más de 10 Kg., y alcanzar tallas superiores a los 70 cm.

Las truchas al igual que los demás peces son animales poiquiloterms, es decir, no regula su propia temperatura, sino que es proporcionada por el medio ambiente. Esto se debe considerar en las explotaciones artificiales, sobre todo cuando se realizan

traslados de un estanque a otro, los cuales, al tener diferentes temperaturas, podrían provocar descompensaciones térmicas en los peces (Turli,1970).

La Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). al igual que otras especies ícticas tiene comportamiento carnívoro, predador los cuales se manifiestan desde los primeros meses de vida, por esta razón se debe tener especial cuidado en el manejo de altas densidades de peces en los estanques de engorda, de aquí surge la necesidad de manejar los peces en distintos compartimientos de acuerdo a su tamaño (Turli,1970).

2.2.10. Hábitat

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

Las truchas requieren aguas frías, limpias y saturadas en oxígeno. Habita en ríos rápidos, arroyos, lagos y presas, con temperaturas de 0,6 °C a 23,9 °C como rango en períodos cortos, y promedios de 10 a 18°C, el pH óptimo fluctúa entre 6,7 y 8,6, o sea, que requiere aguas ligeramente alcalinas con más de 65 ppm de sales de calcio.

Esta especie se distribuye naturalmente en el Pacífico Nororiental y hoy en día se encuentra en casi todo el mundo.

Por ejemplo, en Chile se distribuye desde el Rio Loa hasta Tierra del Fuego (Vergara,2003).

2.2.11. Hábitos alimenticios

La trucha es carnívora y come invertebrados y también pequeños peces, que normalmente lo acompañan, se traga las presas enteras. El crecimiento de la trucha varía en función de las características del curso de agua, de la temperatura y de la disponibilidad del alimento (Bernard,2007).

La trucha es un pez carnívoro y se alimenta en la naturaleza de las presas vivas que captura, como insectos acuáticos y terrestres, larvas, crustáceos y peces forrajeros, comiendo una proporción mayor de aquellos organismos que son más fácilmente alcanzados, ahorrando de esta manera energía sobre otros que suponen riesgo y esfuerzo (Blanco,1994).

2.2.12. El cultivo de la Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*).

EL cultivo se inicia seleccionando los potenciales reproductores en sistema de engorda, los cuales son llevados a centros de agua dulce. En el caso de producciones de trucha para tamaño porción o plato de 150 a 350gr. (*pan size*), todo el ciclo es en agua dulce, se extiende el periodo de crianza de 6 a 8 meses. Para el cultivo de truchas de tamaño más grande es necesario que

sean llevadas a balsas o jaulas en el mar en donde son alimentadas igual que los salmones hasta su cosecha aproximadamente entre 8 a 12 meses después, alcanzando un peso de 3,0 Kg. (Vergara,2003).

2.2.13. Calidad del agua

Es esencial que el agua utilizada en la piscicultura esté libre de contaminación. La concentración de oxígeno debe ser al 100% de saturación. Preferiblemente debe ser neutra o ligeramente alcalina, con un pH de 7,0–7,5, debiendo evitarse valores de pH inferiores a 6,0, siendo especialmente importante, siempre que se utilicen aguas superficiales, asegurarse de que el pH no desciende por debajo de estos 21 valores después de periodos lluviosos. Lo mejor es disponer de agua con un pH estable y tamponado por la presencia de Yeso (Drummond,1988).

2.2.14. Parámetros de cultivo

- **Temperatura del agua**

Es uno de los factores más importantes que influyen en forma determinante en la crianza de la trucha. Los peces tienen un límite superior e inferior de tolerancia térmica, así como también, temperaturas óptimas para su crecimiento, incubación de los huevos, índice de conversión de alimentos y resistencia a determinadas enfermedades (PRODUCE,2010).

La temperatura del agua es también muy importante, ya que idealmente ésta debe ser ni muy alta en verano, ni tampoco muy baja en invierno. Experimentalmente se ha comprobado que una temperatura óptima para el mayor aprovechamiento del concentrado es de 18°C, es decir ésta es la temperatura en la cual la conversión del alimento es máxima, tanto en términos de tiempo como de peso (Drummond,1988).

Según Stevenson (1980) la temperatura del agua es uno de los factores más importantes para el correcto desarrollo de los peces en un sistema artificial. La temperatura más favorable para el crecimiento de las truchas oscila alrededor de los 15°C, en tanto la temperatura óptima para los criaderos es menor, unos 10°-12°C, que es la mejor para las ovas y alevines hasta la etapa nadadora. A su vez, los peces maduros sexualmente se reproducen cuando la temperatura desciende, aunque también puede influir la duración del día. La temperatura también es muy importante en cuanto a la capacidad de contener oxígeno, ya que a medida que la temperatura aumenta hasta llegar a 22°C, disminuye la cantidad de oxígeno.

Tabla N°2.3: Consecuencias con relación a la Temperatura del agua

TEMPERATURA °C	CONSECUENCIA
1-3 °C	Muerte
4-8 °C	Crecimiento lento
9-14 °C	Crecimiento óptimo y buena incubación y reproducción
15-17 °C	Velocidad de crecimiento disminuye
18-20 °C	Estrés / bajo contenido de O ₂

Fuente: Elaboración propia a partir de datos "Manual de Crianza de Trucha" FONDEPES

- **Oxígeno**

El oxígeno es un elemento esencial para la supervivencia de los peces, siendo precisamente los salmonidos una de las especies más exigentes, presentando signo de asfixia cuando su concentración es inferior a 5,0mg/l, apareciendo mortalidad total a concentraciones de 3,0mg/l. La concentración de oxígeno disuelto a una misma temperatura del agua varía a nivel altitudinal.

El oxígeno también es consumido por la materia orgánica en descomposición, por lo tanto, las sobras de los alimentos y las excreciones contribuirían a una deficiencia de este gas en el agua. También en época de verano se desarrollan algas y plantas acuáticas que producen oxígeno de día, pero que lo consumen de noche. Esto puede ocasionar que los niveles de oxígeno descendan demasiado sobre todo de noche y que los peces se asfixien. Si en estas ocasiones el caudal del agua no puede ser aumentado, debe utilizarse la aireación artificial incorporando oxígeno líquido o gaseoso, así como disminuir la densidad de peces de los estanques (Stevenson, 1980).

El oxígeno disuelto (OD) en el agua es para la trucha, como para todos los seres acuáticos, un elemento esencial para la vida. El agua es capaz de absorber oxígeno del aire hasta que su presión parcial este en equilibrio con la del oxígeno del aire, en la interface

aire-agua. La trucha es bastante exigente frente a este factor, cifras inferiores a 5,5-5,0mg/l de oxígeno la trucha tiene una gran dificultad para extraer, el oxígeno del agua y transportarlo a través de las branquias al torrente circulatorio (Blanco,1994).

Las truchas son exigentes en el nivel de oxígeno disuelto requerido. En toda piscigranja, debido a las altas densidades de carga por jaula, que se manejan, el oxígeno deberá encontrarse entre los rangos adecuados que están entre 7 a 9 ppm (FONDEPES,2013).

Tabla N° 2.4: Consecuencias en relación con los niveles de Oxígeno disuelto

O ₂ mg/l	CONDICIÓN
0-0.3	Muerte
3.1-4.5	Sufre grave estrés
4.6-5.9	Poco estrés / Crecimiento lento
6.0-8.5	Óptimo desarrollo

Fuente: Elaboración propia a partir de datos "Manual de Crianza de Trucha" FONDEPES

- **Potencial de hidrógeno**

Está referido al carácter de acidez o alcalinidad del agua, es importante porque actúa como regulador de la actividad metabólica. Las aguas cuyo pH se muestra ligeramente alcalino son más convenientes para la crianza y desarrollo de la trucha, entre 7 y 8 está el óptimo, cuando el pH del agua es mayor de 9 se debe descartar para la truchicultura, no es compatible con la vida de los peces, igualmente las aguas acidas con pH inferior a 6,0 deben

evitarse. Es importante mencionar que la excesiva variación de este parámetro en el agua sería muy perjudicial en el cultivo, por ejemplo, con niveles inferiores a 6,5 pueden producir hemorragias en las branquias de las truchas y causar mortalidades elevadas (FONDEPES,2013).

El valor de pH viene determinado por la concentración de hidrogeniones (H^+) del agua, se expresa en una escala que varía entre 0 y 14. Si el pH es igual a 7,0 el agua es neutra; inferior a 7,0 es acida y si es superior es alcalina. El pH es por si solo es un factor importante en la cría de truchas, para este tipo de explotación es deseable un pH de 6,5 a 7 (Blanco,1984).

El pH del agua debe ser neutra o ligeramente alcalino, con valores de oscilen entre un mínimo de 7,0 y un máximo de 8,5 (Turli,1970).

Tabla N°2.5: Consecuencias en relación con los niveles de pH

pH	CONDICIÓN
4.0-5.0	Demasiado estrés / Crecimiento lento
5.1-6.5	Estrés / Crecimiento lento
6.6-7.9	Óptimo desarrollo
8.0-10.0	Crecimiento lento / Muerte

Fuente: Elaboración propia a partir de datos "Manual de Crianza de Trucha" FONDEPES

- **Alcalinidad**

Se refiere a la presencia de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos, los cuales causan que el agua sea alcalina o mantenga

el pH alto (sobre 7). Los carbonatos y bicarbonatos tamponan el agua, lo cual ayuda a mantener el pH constante. El rango adecuado para truchicultura fluctúa de 80 a 180 ppm (FONDEPES,2013).

- **Dureza total**

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

2.2.15. Alimentación

El alimento es otro factor importante para el buen desarrollo de la Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), ya que se debe tener en cuenta la ración adecuada en el momento adecuado. El alimento que se suministre debe cubrir las necesidades de los peces en lo que a energía se refiere, como los diferentes tipos de nutrientes para un buen desarrollo y crecimiento (Sánchez, 2004).

En la truchicultura se utilizan alimentos artificiales balanceados (Inicialmente pelets extruidos), ya que la Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). es una especie carnívora y la formulación de su alimento y tasa de alimentación diaria se hace de acuerdo al tamaño, peso y estadio sexual. El alimento es otro factor importante para el buen desarrollo de la Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), ya que se debe tener en cuenta la ración

adecuada en el momento adecuado. El alimento que se suministre debe cubrir las necesidades de los peces en lo que a energía se refiere, como a los diferentes tipos de nutrientes que requieren para un buen desarrollo y crecimiento (Sánchez, 2004).

La ración alimenticia tiene que ser bien balanceada con un nivel del 38-40% de proteína y una temperatura de 10-18°C, en la cual el aprovechamiento del alimento que se consigue es mejor. Las sustancias que ayudan al mantenimiento de las constantes biológicas del organismo se llaman principios alimenticios y son las proteínas, lípidos, glúcidos, minerales y vitaminas, que son elementos básicos y fundamentales dentro de una dieta equilibrada.

La asimilación y utilización de estos principios en los peces resulta de la interacción y coordinación de complejos procesos para absorber y transportar a los tejidos, así como transformar estas sustancias en otras que les sirvan como fuente de energía (Blanco,1994).

2.2.16. Alimento balanceado

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

La composición del alimento balanceado para truchas debe ser similar al alimento natural en su composición nutricional, al fin de lograr su máximo crecimiento y desarrollo en el menor tiempo posible. En la truchicultura se utilizan alimentos con diferentes valores de proteína, según la fórmula o el tipo, el tiempo que se debe utilizar cada tipo de alimento, tiene relación directa con el tamaño del pez en sus diferentes estadios (FONDEPES, 2004).

Las truchas son peces con hábitos carnívoros, son aptos para consumir alimentos balanceados elaborados y no tienen exigencias de ningún otro alimento en su dieta, puesto que los alimentos balanceados son ricos en componentes dietéticos constituidos por múltiples ingredientes tales como: carbohidratos, grasas, proteínas, minerales y vitaminas (Mantilla, 2004).

- **Plan de Alimentación Aquaxcel**

Son alimentos Iniciadores con altas concentraciones de nutrientes con partículas micro extruidas de tamaño exacto, con una fórmula perfecta y con tecnología superior que brinda beneficios como rápida ganancia de peso, incremento de la sobrevivencia, reduciendo los costos operativos.

- **Plan de Alimentación Truchina**

Es un alimento extruido diseñado para la alimentación de truchas, el cual permite darle características tales como

flotabilidad para el cultivo en estanques y lento hundimiento para el cultivo en jaulas flotantes.

Tabla N° 2.6 : Análisis Nutricional del Alimento Balanceado

PRODUCTO	PROTEINA	GRASA	HUMEDAD	CENIZA	FIBRA
	% min	% min	% máx	% máx	% máx
Aquaxcel 0.8 mm	50	16	11	11	3
Aquaxcel 1.5 mm	50	16	11	11	3
Truchina 2 mm	44	12	14	12	2

Fuente: Elaboración propia a partir de datos "Perfil Nutricional PURINA"

2.2.17. Forma de suministrar el alimento

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

2.3. Definición de Términos

- **Alimento balanceado:** Alimento rico en nutrientes altamente digeribles, con un elevado porcentaje de proteínas y son suministrados a las truchas.
- **Biomasa:** Peso de todos los individuos organismos vivos, materia viva que pueble un área o un hábitat en particular en un tiempo instantáneo dado.
- **Biometría:** Cálculo del peso y talla promedio de la población de peces, permite conocer el crecimiento e incremento de peso de la población de peces.
- **Crecimiento:** Ganancia de tamaño, en talla o peso de cualquier especie.
- **Factor de conversión alimentaria (FCA):** Eficacia o conversión alimentaria, indica el número de kilogramos de un determinado alimento, que se requiere para producir un kilogramo de pez.
- **Factor de condición (K):** Relación que existe entre el largo y el ancho del pez, es una manera de determinar si los peces se están alimentando adecuadamente.
- **Frecuencia de alimentación:** Número de veces por día que se debe de suministrar alimento a los peces.
- **Ración alimentaria:** cantidad de alimento a suministrar en kilogramos por estanque diariamente.

III. VARIABLES E HIPÓTESIS

3.1. Variable de la investigación

3.1.1. Variables independientes

- Concentración del nutracéutico Inmuplus (2 mL/kg)
- Concentración del nutracéutico Inmuplus (4 mL/kg)

3.1.2. Variables dependientes

- Tasa de Crecimiento Absoluto
- Factor de Condición
- Conversión Alimentaria
- Tasa de Crecimiento Especifico
- Índice de Supervivencia
- Coeficiente Térmico de Crecimiento

3.2. Operacionalización de variables

3.2.1. Variable dependiente: “Tasa de Crecimiento Absoluto (TCA)”

- Definición conceptual: Esta relación se define como la ganancia de peso del organismo en gramos al día (Gracia-López y Castello-Orvay, 1996).
- Definición operacional: diferencia entre el peso corporal final y el peso corporal inicial, todo esto sobre el total de días trabajados.

$$TCA = \frac{\text{Peso. final} - \text{Peso. inicial}}{\text{número de días}}$$

3.2.2. Variable dependiente: “Factor de Condición (K)”

- Definición conceptual: Considerado como un índice de robustez para peces, su valor varía, de acuerdo a la especie considerado un crecimiento homogéneo (Weatherley y Gill,1987). Indica el estado de nutrición del pez, interpretándose teóricamente, si el K es menor a 1 el pez esta delgado, si K es igual a 1 el pez está creciendo normalmente y si K es mayor a 1 el pez esta robusto. Si el K alcanza valores mayores a 1,5, indica que se está consumiendo mayor cantidad de alimento (sobrealimentación).
- Definición operacional: los peces serán evaluados en su peso y talla, en cada uno de los estanques.

$$K = \frac{\text{Peso promedio (g)}}{\text{longitud total}^3 (cm)} \times 100$$

3.2.3. Variable dependiente: “Conversión Alimenticia (CA)”

- Definición conceptual: esta relación se define como la cantidad de alimento requerido para aumentar una unidad de peso vivo.
- Definición operacional: total de alimento consumido dividido entre la cantidad de biomasa producida.

$$C.A. = \frac{\text{Alimento total consumido}}{\text{Biomasa Producida}}$$

3.2.4. Variable dependiente: “Tasa de Crecimiento Especifico (TCE)”

- Definición conceptual: Esta relación indica el porcentaje de incremento en peso del pez por día (Gracia-Lopez y Castillo-Orvay,1996).
- Definición operacional: el TCE se obtendrá de la diferencia de logaritmos neperianos del peso final e inicial respectivamente, eso dividido entre el número de días trabajados, todo multiplicado por 100.

$$\text{TCE} = \frac{(\text{Ln}(\text{peso final}) - \text{Ln}(\text{peso inicial}))}{\text{número de días}} \times 100$$

3.2.5. Variable dependiente: “Coeficiente térmico de crecimiento (GF₃)”

- Definición conceptual: El coeficiente térmico de crecimiento evalúa la constante de crecimiento en relación a la temperatura de la piscigranja.
- Definición operacional: se obtendrá de la diferencia de raíces cubicas del peso final e inicial respectivamente, divido por el número de unidades térmicas acumuladas, todo esto multiplicado por 1000.

$$\text{GF}_3 = \left(\frac{\sqrt[3]{\text{Pf}} - \sqrt[3]{\text{Pi}}}{\text{UTA}_s} \right) \times 1000$$

3.2.6. Índice de Supervivencia

- Definición conceptual: Expresa la relación entre el número de individuos que sobrevivieron al final del experimento y el número total de individuos que fueron sembrados al inicio del experimento.
- Definición operacional: La división entre la cantidad de peces cosechados sobre la cantidad de peces cultivados por el 100%.

$$T.S = \frac{\text{número de peces cosechados}}{\text{número de peces cultivados}} \times 100\%$$

Tabla N° 3.1: Diseño de operacionalización de variables

VARIABLES	CONTROL	INMUPLUS 2 mL/kg alimento	INMUPLUS 4 mL/kg alimento
T.C.A	talla y peso	talla y peso	talla y peso
K	talla y peso	talla y peso	talla y peso
C.A	alimento brindado	alimento brindado	alimento brindado
T.C.E	talla y peso	talla y peso	talla y peso
I.S	mortalidad	mortalidad	mortalidad
G.F₃	talla, peso , temperatura	talla, peso , temperatura	talla , peso , temperatura

Fuente: Propia

3.3. Hipótesis

- La incorporación de una de las dosis (2 mL/kg y 4 mL/kg) del Nutracéutico Inmuplus en el alimento balanceado mejora el desarrollo de alevines de Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*).
- La incorporación de una de las dosis (2 mL/kg y 4 mL/kg) del Nutracéutico Inmuplus tiene un efecto positivo sobre el porcentaje de supervivencia de alevines de Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*).

IV. METODOLOGÍA

4.1. Tipo de investigación

El presente trabajo de investigación es de tipo experimental y aplicada con un diseño de series cronológicas puro con pre prueba, varias pos pruebas y un grupo control. (Roberto Hernández, 2010)

- Se realizará 2 tratamientos y 1 grupo control, denominados:
TC: Alimento balanceado control
T1: Inmuplus 2mL/ kg de alimento balanceado
T2: Inmuplus 4mL/ kg de alimento balanceado

Se desarrollará en **2 etapas**, las cuales denominaremos:

- **ALEVINOS 1** en la cual se considera un **grupo control y dos tratamientos**, con 2 repeticiones tanto en el control como en el tratamiento, haciendo un total de 6 unidades experimentales.
- **ALEVINOS 2** se considera un **grupo control y dos tratamientos**, con 2 repeticiones tanto en el control como en el tratamiento, haciendo un total de 6 unidades experimentales.

4.2. Diseño de la investigación

El diseño de investigación que presentamos en este trabajo de investigación, se denomina diseño experimental de series cronológicas múltiples, tendrá desarrollo en un periodo de 90 días, donde X_1 y X_2 representan el alimento balanceado adicionado con el Nutracéutico INMUPLUS.

- Nominación del diseño de investigación

- 1era. Etapa **ALEVINOS 1**

R G₁ O₁ X₁ O₂ O₃

R G₂ O₄ X₂ O₅ O₆

R G₃ O₇ -- O₈ O₉

- 2da. Etapa **ALEVINOS 2**

R G₁ O₁ X₁ O₂ O₃

R G₂ O₄ X₂ O₅ O₆

R G₃ O₇ -- O₈ O₉

R = Randomización o aleatorizados.

G = Grupos experimentales.

X = Manipulación.

O = Post pruebas.

-- = Grupo control

- X_1 = Inmuplus 2mL/kg de alimento balanceado
- X_2 = Inmuplus 4mL/kg de alimento balanceado

4.2.1. Lugar de ejecución del experimento

El presente trabajo de investigación se desarrollará en las instalaciones de la Empresa Acuícola Gruta Milagrosa E.I.R.L, con R.M. N° 425-96-PE, localizada en el km. 16 Carretera a Acopalca distrito del Tambo, provincia Huancayo, departamento de Junín a 3725 m.s.n.m. de propiedad de Marcelino García Palomino.

4.3. Población experimental y muestra

4.3.1. Población experimental

- La población estará constituida por 24.000 alevines de Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) provenientes de EE.UU de 1 g de peso unitario, los cuales serán distribuidos aleatoriamente al azar en 6 unidades experimentales, teniendo 4.000 unidades por estanque, luego de 45 días serán trasladados a otras 6 unidades experimentales con una mayor capacidad de carga.

4.3.2. Muestra

$$n = \frac{N * Z\alpha * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z\alpha * p * q}$$

Fórmula para cálculo de la muestra cuando el resultado es una proporción (%) para universo de población <100.000 unidades de análisis.

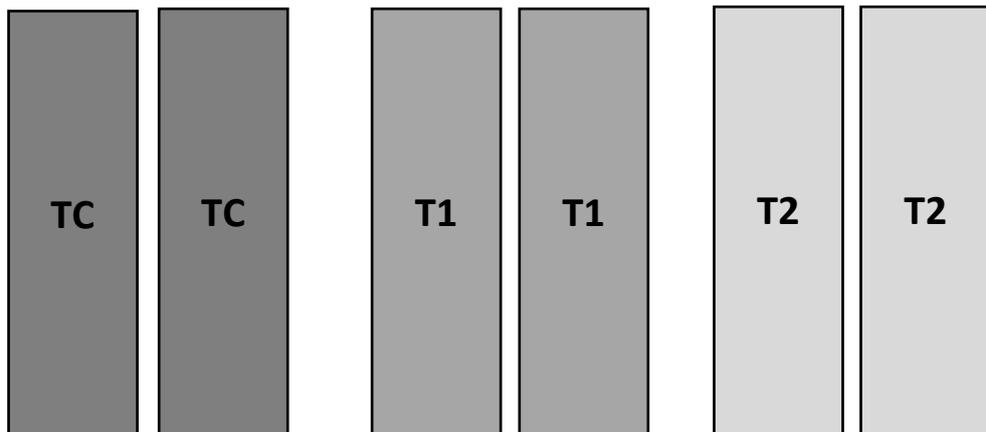
- n = Tamaño de muestra buscado.
- N = Tamaño de la población o Universo = 24.000
- Z = Parámetro estadístico que depende el Nivel de confianza **95% - 1.96**
- e = Error de estimación máximo aceptado **3%**
- p = Probabilidad de que ocurra el evento estudiado (éxito) **50%**
- q = (1-p) = probabilidad de que no ocurra el evento.

Luego de realizar los cálculos (Véase en el Anexo, Pag 107), obtuvimos un n igual a 506,4 como muestra total, esta muestra será dividida entre 6, ya que contamos con 6 unidades experimentales, por lo tanto, en cada biometría se tomarán 84 alevines por cada unidad experimental.

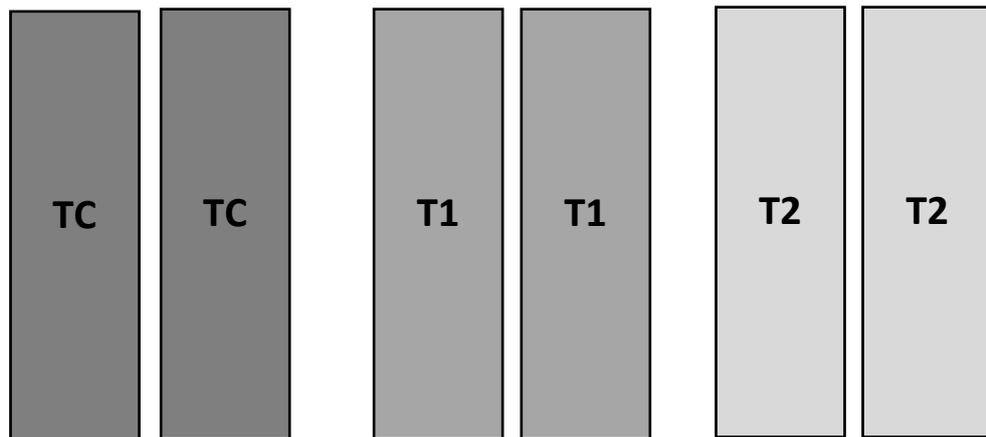
4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.4.1. Unidades experimentales

En la primera etapa **ALEVINOS 1** estará constituida por 6 estanques, de las siguientes dimensiones: 0,91 m. de ancho, 2,36 m. de largo y 0,59 m. de altura con un caudal medido en litros de agua por segundo de 0.79l/s y una densidad de carga de 3.1 kg/m³



En la segunda etapa **ALEVINOS 2** estará constituida por 6 estanques, de las siguientes dimensiones: 1,65 m. de ancho, 5,36 m. de largo y 0,58 m. de altura con un caudal de 6,25 l/s



4.4.2. Acondicionamiento de unidades experimentales

Se realizará la limpieza respectiva de los estanques para alevinaje, luego de esto se realizará el encalado de dichos estanques y la evaluación de un caudal equitativo para todos estanques, así mismo verificar que la entrada y salida de agua de los estanques sean equitativas, para que no existan problemas durante la realización de la presente investigación.

4.4.3. Evaluación de los parámetros fisicoquímicos del agua

La temperatura del agua será evaluada diariamente, 4 veces al día (8:30 am-12:30 pm-16:30pm-21:00pm).

El oxígeno, amoniaco y pH serán evaluados cada 3 días luego de comenzar la prueba, 2 veces al día (9:00 am-16:00pm)

Tabla N° 4.1: Equipos a utilizar para el Análisis del agua

Variable	Equipo	Unidad
Temperatura	Termómetro digital	°C
Oxígeno	Kit Sera	Mg/L
Amoniaco	Kit Sera	Mg/L
pH	Kit Sera	Dimensional

Fuente: Elaboración propia

4.4.4. Siembra de alevines de Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*).

La siembra será de 4.000 alevines por cada estanque en la primera etapa, luego de 45 días; dependiendo de la mortalidad existente durante la primera etapa los alevines serán trasladados a los estanques de ALEVINOS 2, esta siembra no afectara al experimento, ya que los alevines sembrados tanto en el control como en la prueba no serán mezclados.

Los alevines de Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) serán contados uno a uno, para posteriormente ser pesados en grupos de 100 y luego ser sembrados en los estanques del grupo control y en los estanques del grupo prueba.

4.4.5. Alimentación

El alimento a utilizar en el estudio será Aquaxcel (0,8 mm y 1,5 mm) y Purina (2 mm).

Los alevines serán alimentados 4 veces al día (8:00am-11:00am-2:00pm-5:00pm). La distribución del alimento será mediante el método del voleo, la cantidad de alimento brindado y alimento sobrante serán anotados en nuestras hojas de apuntes

4.4.6. Pesado de alimento balanceado

El pesado de alimento se realizará con una balanza electrónica digital marca "VALTOX" de capacidad máx. 30 Kg con una precisión de $\pm 100\text{g}$.

Se dará inicio con una tasa de alimentación equitativa en todos los estanques, tomando como referencia a la Tabla de Purina para determinar la tasa de alimentación.

4.4.7. Inclusión del Nutracéutico

T1: Inmuplus 2 mL/ kg de alimento balanceado

T2: Inmuplus 4 mL/ kg de alimento balanceado

Se llenará de Nutracéutico un depósito de capacidad de 20 mL, luego con ayuda de un esparcidor se realizará una mezcla directa del Nutracéutico con el alimento balanceado.

4.4.8. Control biométrico de peso y talla

El control biométrico de peso y talla, se realizara antes de empezar la prueba y posteriormente cada 14 días luego de empezar la prueba, incluyendo un día de ayuno y el día en el que se realizara la biometría.

Para llevar a cabo el control biométrico, se procede a bajar el volumen del agua, luego con la ayuda de un chinguillo los peces son depositados en un balde con agua para posteriormente ser medidos y pesados.

En una artesa de 0,65 m. de largo x 0,30 m. de ancho x 0.27 m. de altura dentro del estanque, serán puestos los peces luego de ser pesados y medidos, para no que no exista la posibilidad de que los mismos sean elegidos nuevamente.

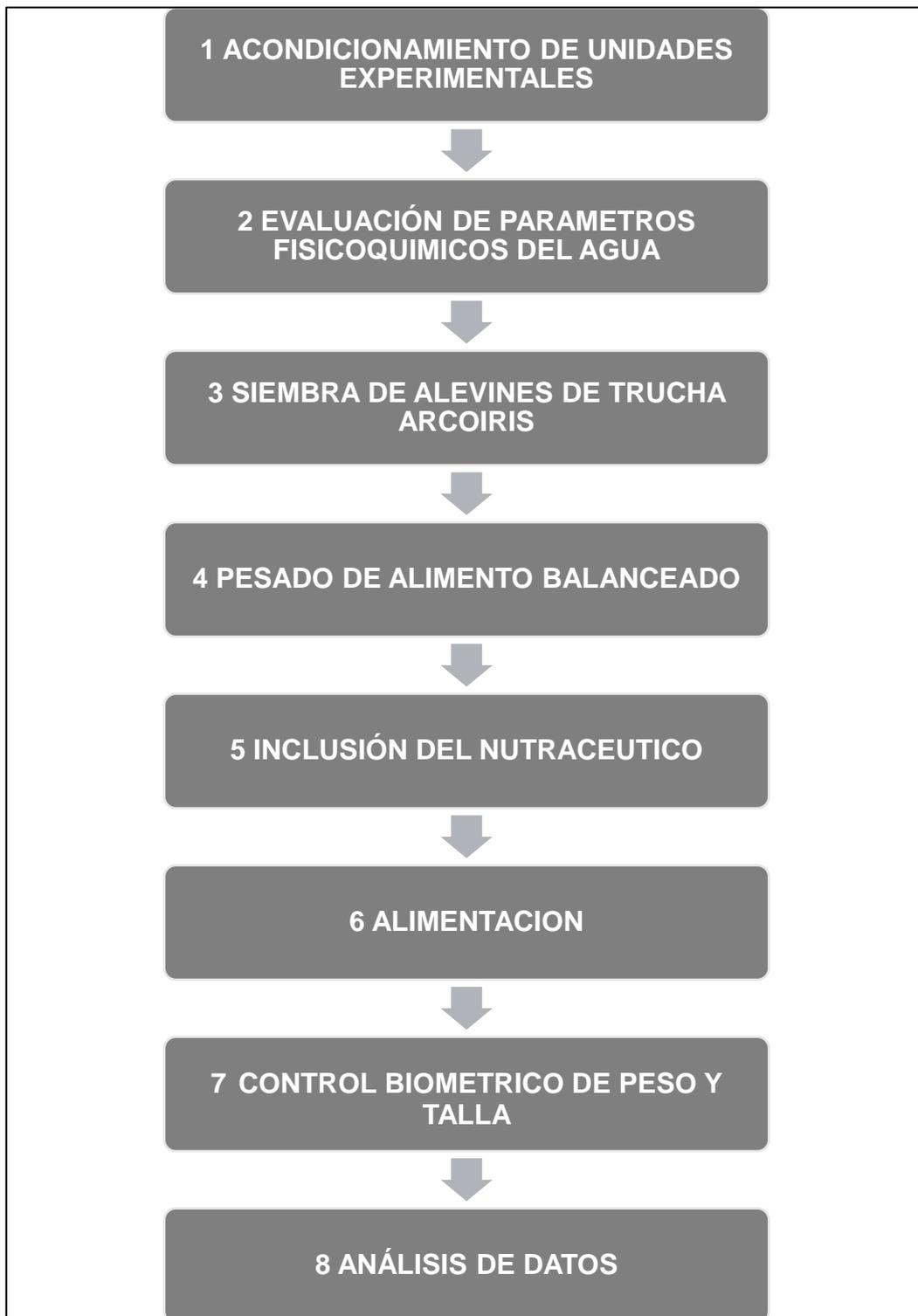
Los peces serán pesados en conjunto de 50 peces en una balanza electrónica digital y medidos individualmente con un Vernier, todos los datos serán colocados en una hoja de apuntes.

4.5. Análisis estadísticos de datos.

Obtenidos los valores de: talla, peso, conversión alimentaria (FCA), Factor de condición(k), tasa de crecimiento específico (TCE), tasa de crecimiento absoluto (TCA) y Coeficiente térmico de crecimiento (GF_3). Los datos serán evaluados con análisis de varianza ANOVA para determinar si existe diferencias significativas entre los tratamientos y de existir diferencia significativa, se aplicará la prueba de Tukey para determinar diferencias y semejanzas entre los promedios de cada tratamiento, se utilizará el programa estadístico Minitab 18[®].

FLUJOGRAMA DEL PROCESO DE INVESTIGACIÓN

Figura N°4.5.1 Flujoograma del diseño experimental



Fuente: elaboración propia

V. RESULTADOS

5.1. Parámetros fisicoquímicos del agua del cultivo de Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*).

El recambio de agua en la prueba experimental fue constante, manteniendo los mismos valores de parámetros del agua, a horas de la mañana, medio día, tarde y al finalizar el día durante toda la prueba experimental, sin embargo, el 3^{er} día del mes de Julio, durante todo el día, debido a las fuertes lluvias en la zona, se evidencio la entrada de agua con lodo, afectando levemente los parámetros fisicoquímicos del agua.

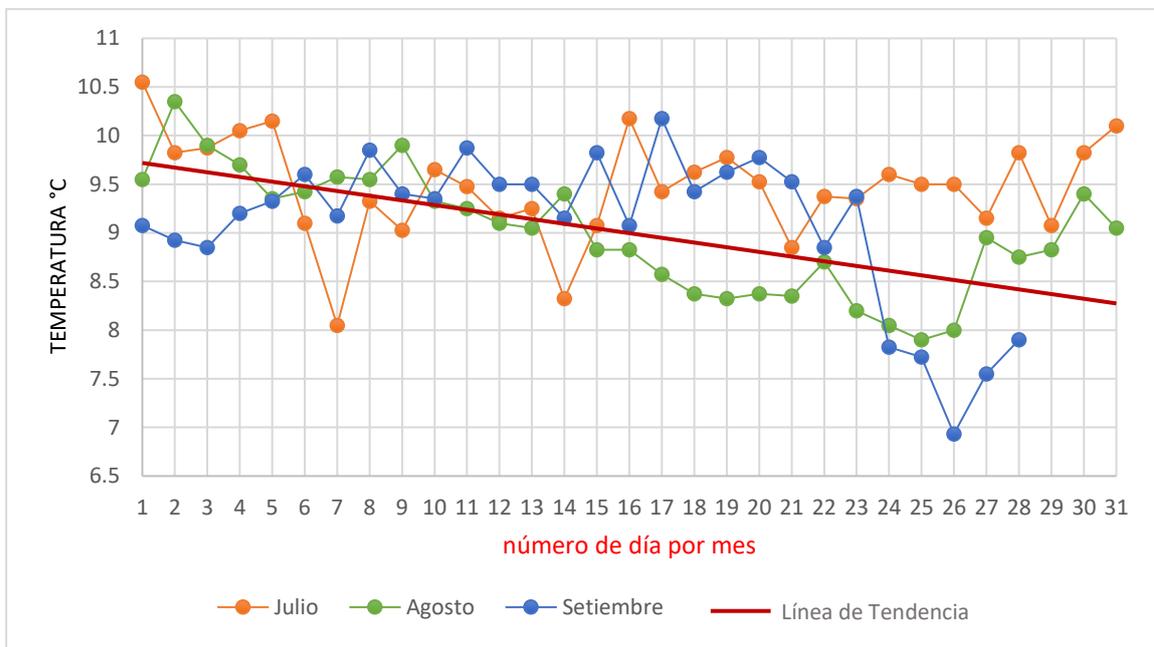
En la Tabla N° 5.1 se encuentran los valores promedios mensuales de los parámetros físicos químicos determinados, temperatura (°C), oxígeno (mg/L), amonio (mg/L) y pH del agua. El promedio de temperatura y pH durante toda la prueba experimental fue 9.06 °C y 7.5 respectivamente, encontrándose dentro del rango óptimo. Por otra parte, el promedio de oxígeno disuelto durante toda la prueba experimental fue 5.5 mg/L, valor promedio por debajo del rango optimo establecido para el cultivo de Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), durante la etapa de alevinaje el que de acuerdo a la literatura se sitúa por sobre los 6 mg/L.

Tabla N° 5.1: Valores promedios mensuales de parámetros Fisicoquímicos del agua, durante la prueba experimental

MES	PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS			
	TEMPERATURA °C	O ₂ mg/L	Amonio mg/L	pH
JULIO	9.4	5.5	0	7.5
AGOSTO	9.0	5.5	0	7.5
SETIEMBRE	8.8	5.5	0	7.5
Valores Recomendados	9.0 – 15.0	6.0 - 8.5	< 0.1	6.6 - 7.9

En el gráfico N° 5.1, se muestran los valores promedios diarios de temperatura °C por mes, en el cual se evidencia que el mes de julio presentó las mayores temperaturas durante la prueba experimental, siendo el promedio de ésta 9.4°C y siendo el mes de setiembre, en la cual se presentaron las menores temperatura, obteniéndose 8.8°C debido a las heladas de la zona.

Gráfico N° 5.1: Valores promedios diarios de temperatura °C por mes durante la prueba experimental



5.2. Evaluación de crecimiento en peso (g) durante el periodo experimental.

Los valores de pesos promedios de los alevinos al inicio de la prueba experimental fueron 1.08, 1.08 y 1.08 g (TC, T1 Y T2) respectivamente, no se observó diferencia significativa ($p \geq 0.05$) entre los tratamientos, por lo tanto, la respuesta de los animales durante el experimento no ha sido afectada por los pesos iniciales. Sin embargo en la tercera biometría, la cual se realizó a los 30 días, se presentó diferencia significativa ($p \geq 0.05$) entre T2 ($2.39 \pm 0.04g$) respecto a TC ($2.52 \pm 0.01g$), de la misma forma, en la sexta biometría, la cual se realizó a los 75 días, se presentó diferencia significativa ($p \geq 0.05$) entre el

T2 ($6.00 \pm 0.06g$) respecto a TC ($6.44 \pm 0.12g$) igualmente en la séptima biometría, la cual se realizó al final de la prueba experimental, se presentó diferencia significativa ($p \geq 0.05$) entre el T2 ($8.12 \pm 0.15g$) respecto a TC ($8.51 \pm 0.04g$), por el contrario en todas las otras biometrías realizadas a los 15, 45 y 60 días, no se presentó diferencia significativa ($p \geq 0.05$) entre los tratamientos. Los valores promedio de peso de los alevinos a partir del día 15 hasta el final de la prueba experimental, a excepción de los valores promedio del día 60, muestra diferencias en las curvas de crecimiento de T2, respecto a TC y T1. (Véase Gráfico N° 5.2).

Tabla N° 5.2: Valores de los pesos promedios (g) y coeficiente de variación (%) durante cada muestreo realizado en cada tratamiento

DIAS	TRATAMIENTOS					
	TC		T1		T2	
	Alimento Control		Inmuplus 2mL/kg alimento		Inmuplus 4mL/kg alimento	
	Peso(g)	CV(%)	Peso(g)	CV(%)	Peso(g)	CV(%)
0	1.08 ± 0.02^a	1.85	1.08 ± 0.01^a	0.93	1.08 ± 0.01^a	0.93
15	1.77 ± 0.01^a	0.56	1.71 ± 0.01^a	0.58	1.74 ± 0.08^a	4.02
30	2.52 ± 0.01^a	0.34	2.50 ± 0.01^{ab}	0.40	2.39 ± 0.04^b	2.51
45	3.66 ± 0.11^a	3.00	3.52 ± 0.09^a	2.56	3.45 ± 0.01^a	2.31
60	4.40 ± 0.02^a	0.45	4.38 ± 0.06^a	1.37	4.34 ± 0.03^a	0.92
75	6.44 ± 0.12^a	1.86	6.30 ± 0.05^{ab}	0.79	6.00 ± 0.06^b	1.83
90	8.51 ± 0.04^a	0.47	8.37 ± 0.03^{ab}	0.36	8.12 ± 0.15^b	3.45

Medias con diferentes letras son estadísticamente diferentes al 95% (ANOVA y Tukey) Nivel de significancia $p \geq 0.05$.

Gráfico N° 5.2: Valores de los pesos promedios (g) de los alevinos de Trucha Arcoíris *Oncorhynchus mykiss* por tratamiento, durante el periodo experimental

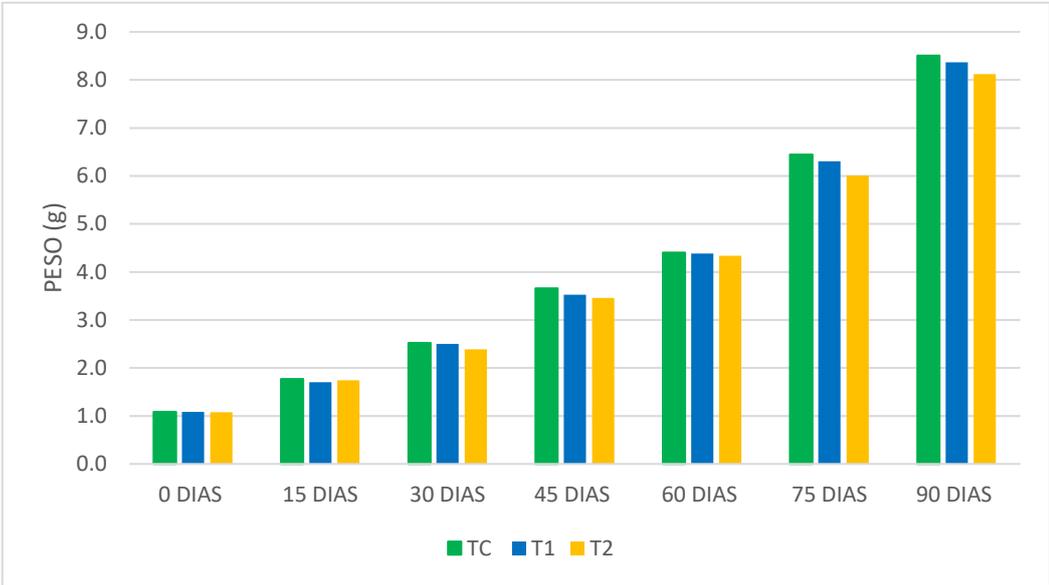
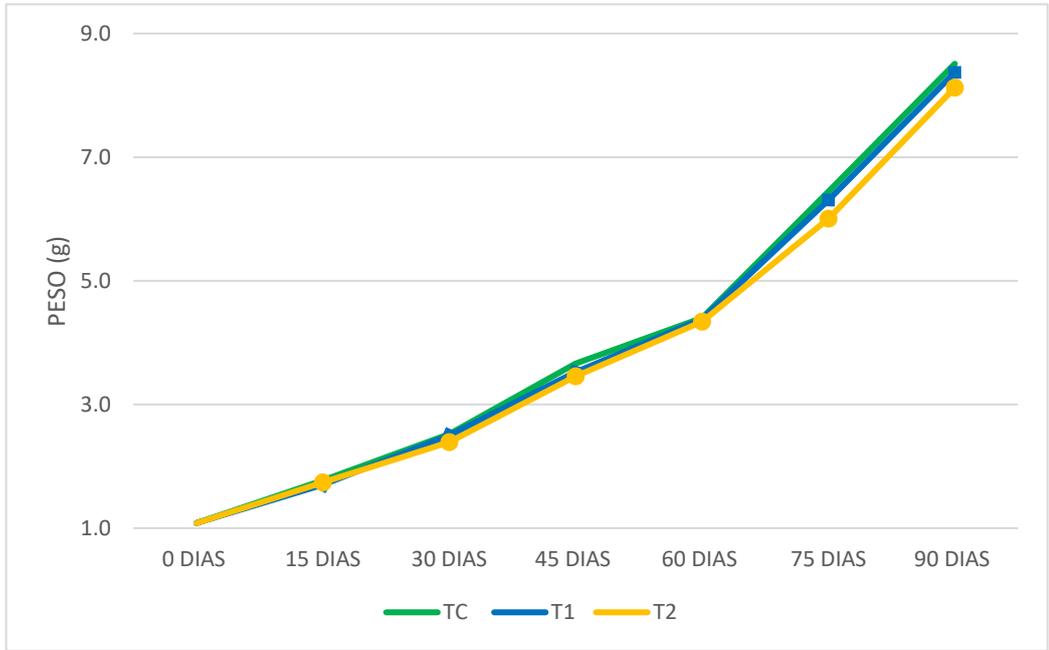


Gráfico N° 5.3: Curvas de pesos promedios (g) por tratamiento de alevinos de Trucha Arcoíris *Oncorhynchus mykiss* durante el período experimental



5.3. Evaluación de crecimiento en talla (cm) durante el periodo experimental.

Los valores de longitudes iniciales totales medidos en centímetros fueron 4.88, 4.95 y 5.00 en TC, T1 Y T2 respectivamente, no se encontró diferencia significativa ($p \geq 0.05$) entre los tratamientos, Sin embargo, en la tercera biometría, la cual se realizó a los 30 días, se presentó diferencia significativa ($p \geq 0.05$) entre TC (6.41 ± 0.06 cm) respecto a T2 (6.17 ± 0.02 cm), igualmente en la séptima biometría, la cual se realizó al final de la prueba experimental, se presentó diferencia significativa ($p \geq 0.05$) entre el T2 (8.12 ± 0.03 cm) respecto a TC (9.13 ± 0.13 cm) y T1 (9.10 ± 0.62 cm), por el contrario, las otras biometrías, las cuales se realizaron a los 15 días, 45, 60 y 75 días respectivamente, no presentaron diferencia significativa ($p \geq 0.05$) entre los tratamientos, Los valores promedio de talla de los alevinos a partir del día 30 hasta el final de la prueba experimental, se observa diferencias en las curvas de crecimiento de T2, respecto a TC y T1. (Véase Gráfico N° 5.4)

Tabla N°5.3: Valores de longitud total promedio (cm) y coeficiente de variación (%) por tratamiento.

DIAS	TRATAMIENTOS					
	TC		T1		T2	
	Alimento Control		Inmuplus 2mL/kg alimento		Inmuplus 4mL/kg alimento	
	Longitud(cm)	CV (%)	Longitud(cm)	CV (%)	Longitud(cm)	CV (%)
0	4.88 ± 0.39^a	0.97	4.95 ± 0.52^a	0.50	5.00 ± 0.44^a	0.80
15	5.34 ± 0.01^a	0.19	5.23 ± 0.04^a	0.76	5.23 ± 0.05^a	0.96
30	6.41 ± 0.06^a	0.93	6.27 ± 0.07^{ab}	1.11	6.17 ± 0.02^b	0.32
45	6.95 ± 0.13^a	1.87	6.97 ± 0.09^a	1.29	6.98 ± 0.09^a	1.29
60	7.58 ± 0.04^a	0.53	7.58 ± 0.04^a	0.53	7.36 ± 0.09^a	1.22
75	8.42 ± 0.11^a	1.31	8.20 ± 0.08^a	0.97	8.09 ± 0.19^a	2.35
90	9.13 ± 0.13^a	1.42	9.10 ± 0.03^{ab}	0.33	8.78 ± 0.03^b	0.34

Medias con diferentes letras son estadísticamente diferentes al 95% (ANOVA y Tukey) Nivel de significancia $p \geq 0.05$.

Gráfico N° 5.4: Valores de longitud total promedio (cm) de los alevinos de Trucha Arcoíris *Oncorhynchus mykiss* por tratamiento

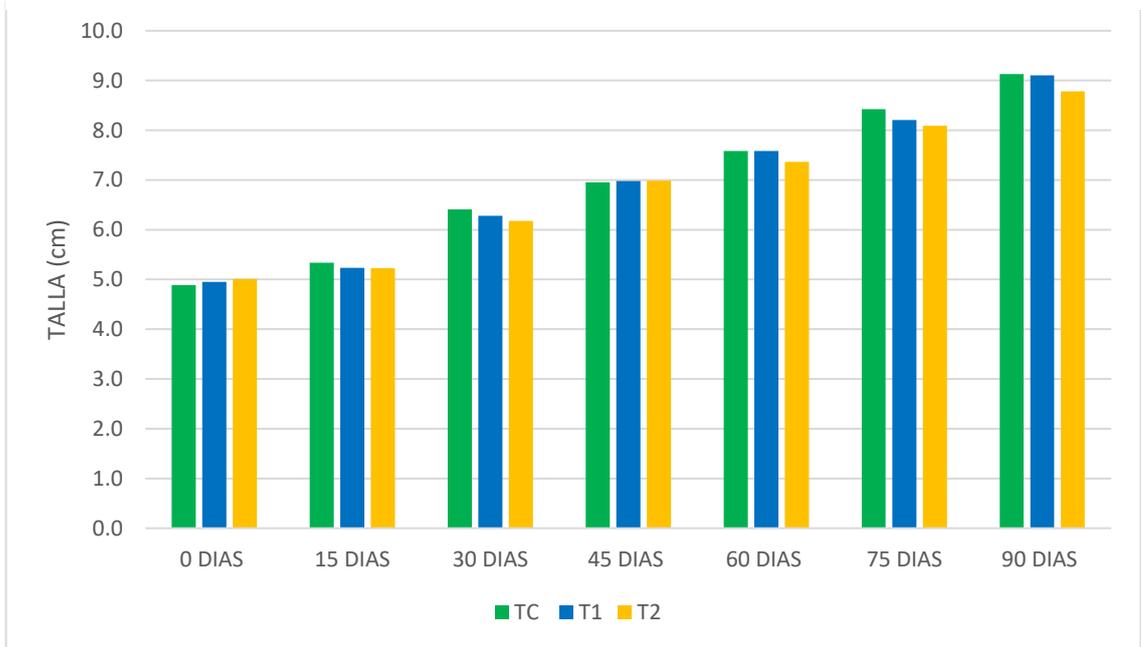
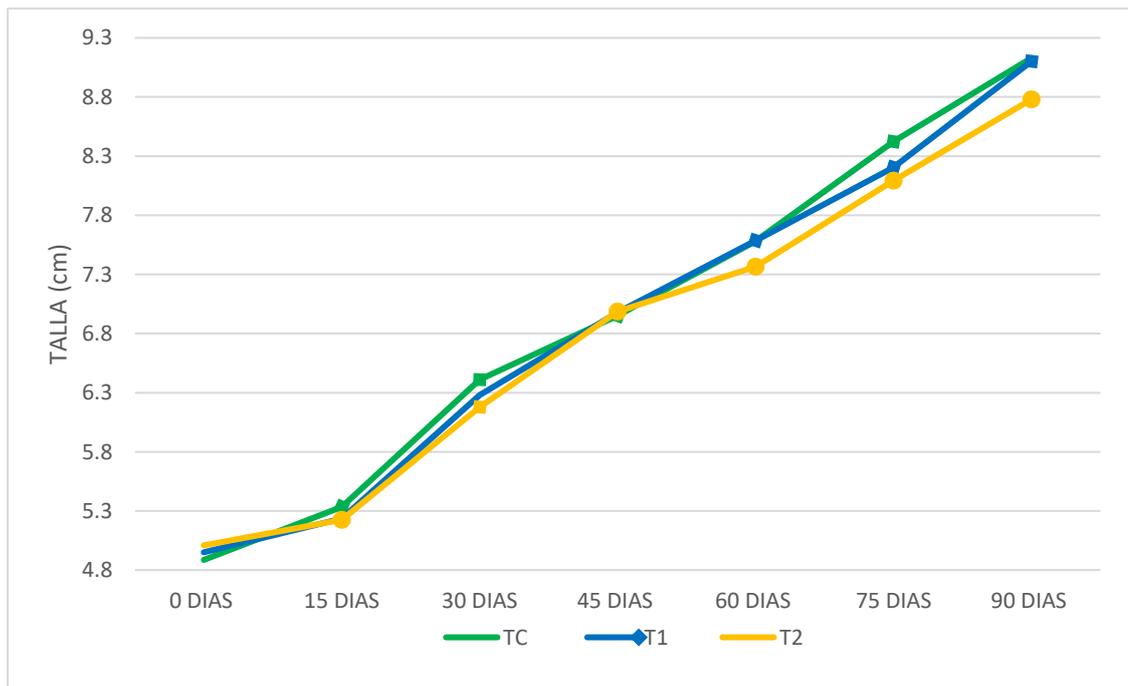


Gráfico N° 5.5: Curvas de longitud total promedio (cm) de los alevinos de Trucha Arcoíris *Oncorhynchus mykiss* por tratamiento



5.4. Evaluación de la Tasa de Crecimiento Absoluto (TCA) durante el periodo experimental en los alevines de Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*).

Luego de realizar los análisis a los 30 días de la prueba experimental, se obtuvo diferencia significativa ($p \geq 0.05$) entre el T1 (0.07 g/día) respecto al T2 (0.05 g/día), así también, a los 75 días de realizada la prueba, se obtuvo diferencia significativa ($p \geq 0.05$) entre TC (0.17 g/día) respecto al T2 (0.14 g/día), por el contrario, al final de la prueba experimental, no se encontró diferencia significativa entre el grupo control y los tratamientos, siendo los valores finales de TC (0.17 g/día), T1 (0.17g/día) y T2 (0.18 g/día). Se observa diferencia en las curvas de TCA desde el día 15 hasta el final de la prueba experimental (Véase Gráfico N° 5.6).

Tabla N° 5.4: Valores promedios de la Tasa de crecimiento absoluto (g/día) por tratamiento

DIAS	TRATAMIENTOS		
	TC	T1	T2
	Alimento Control	Inmuplus 2mL/kg alimento	Inmuplus 4mL/kg alimento
	(g/día)	(g/día)	(g/día)
15	0.05 ± 0.01 ^a	0.05 ± 0.01 ^a	0.05 ± 0.01 ^a
30	0.06 ± 0.01 ^{ab}	0.07 ± 0.01 ^a	0.05 ± 0.01 ^b
45	0.10 ± 0.01 ^a	0.09 ± 0.01 ^a	0.09 ± 0.01 ^a
60	0.06 ± 0.01 ^a	0.07 ± 0.01 ^a	0.07 ± 0.01 ^a
75	0.17 ± 0.01 ^a	0.16 ± 0.01 ^{ab}	0.14 ± 0.01 ^b
90	0.17 ± 0.01 ^a	0.17 ± 0.01 ^a	0.18 ± 0.02 ^a

Medias con diferentes letras son estadísticamente diferentes al 95% (ANOVA y Tukey) Nivel de significancia $p \geq 0.05$.

Gráfico N° 5.6: Valores promedios de la Tasa de crecimiento absoluto (g/día) de los alevinos de Trucha Arcoíris *Oncorhynchus mykiss* por tratamiento en los días 30 y 75.

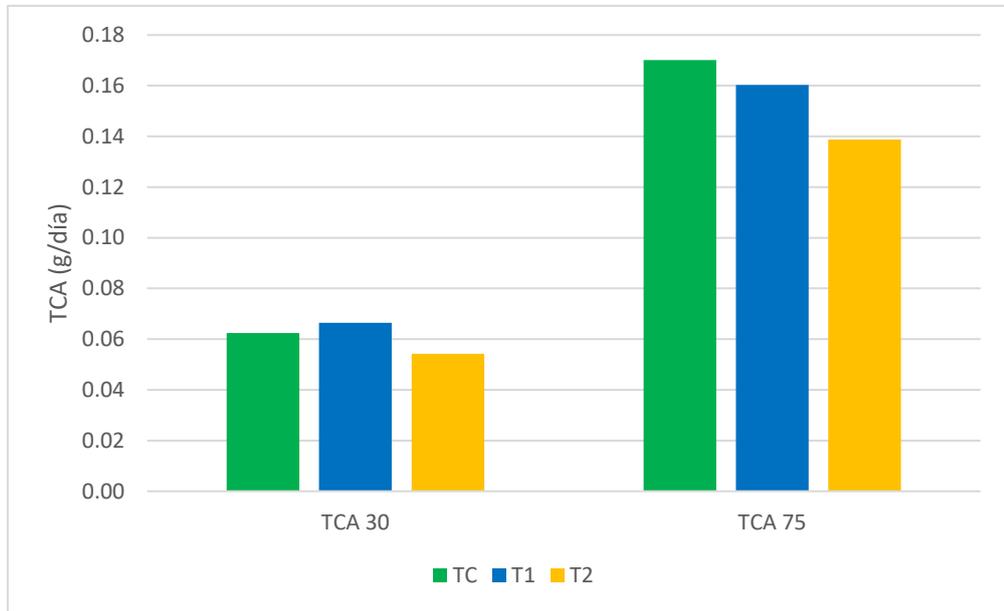
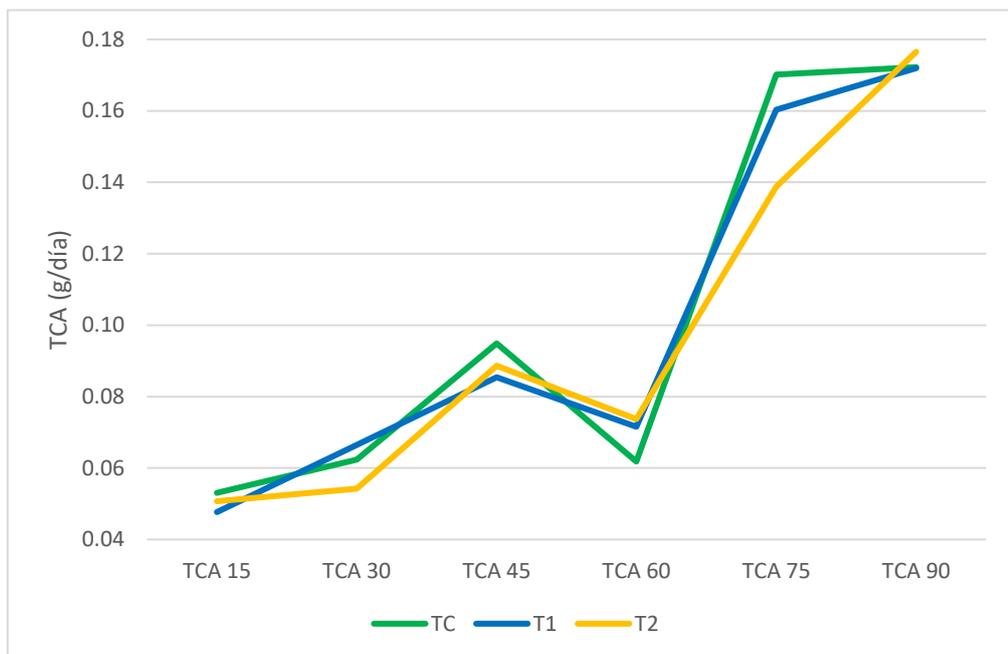


Gráfico N° 5.7: Curva de la Tasa de crecimiento absoluto (g/día) de los alevinos de Trucha Arcoíris *Oncorhynchus mykiss* por tratamiento



5.5. Evaluación de la Tasa de Crecimiento Especifico (TCE) durante el período experimental en los alevines de Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*).

En la Tabla N° 5.5 luego de realizar los análisis durante la prueba experimental, solo a los 75 días del experimento se obtuvo diferencia significativa ($p \geq 0.05$) entre TC (3.18 %/día) Y T1(3.03 %/día), respecto a T2 (2.71 %/día). Se observa que las curvas de TCE de los tratamientos presentan una caída desde el día 15 hasta el día 60, para luego presentar una subida al día 75 y finalmente presentar una caída al día 90.

Tabla N° 5.5: Valores promedios de la Tasa de crecimiento específico (%PV/día) por tratamiento

DIAS	TRATAMIENTOS		
	TC	T1	T2
	Alimento Control	Inmuplus 2mL/kg alimento	Inmuplus 4mL/kg alimento
	TCE (%PV/día)	TCE (%PV/día)	TCE (%PV/día)
15	3.79 ± 0.03 ^a	3.48 ± 0.03 ^a	3.66 ± 0.37 ^a
30	2.94 ± 0.09 ^a	3.20 ± 0.01 ^a	2.65 ± 0.25 ^a
45	3.10 ± 0.22 ^a	2.86 ± 0.17 ^a	3.07 ± 0.14 ^a
60	1.54 ± 0.22 ^a	1.82 ± 0.11 ^a	1.90 ± 0.08 ^a
75	3.18 ± 0.12^a	3.03 ± 0.05^a	2.71 ± 0.03^b
90	2.32 ± 0.11 ^a	2.36 ± 0.10 ^a	2.52 ± 0.25 ^a

Medias con diferentes letras son estadísticamente diferentes al 95% (ANOVA y Tukey) Nivel de significancia $p \geq 0.05$.

Gráfico N° 5.8: Valores promedios de la Tasa de crecimiento específico (%PV/día) de los alevinos de Trucha Arcoíris *Oncorhynchus mykiss* por tratamiento a los 75 días.

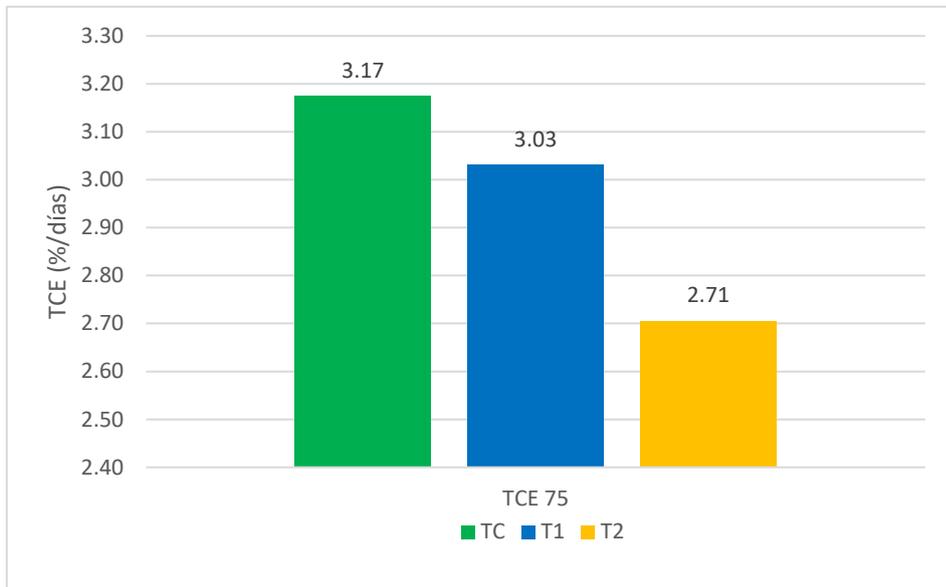
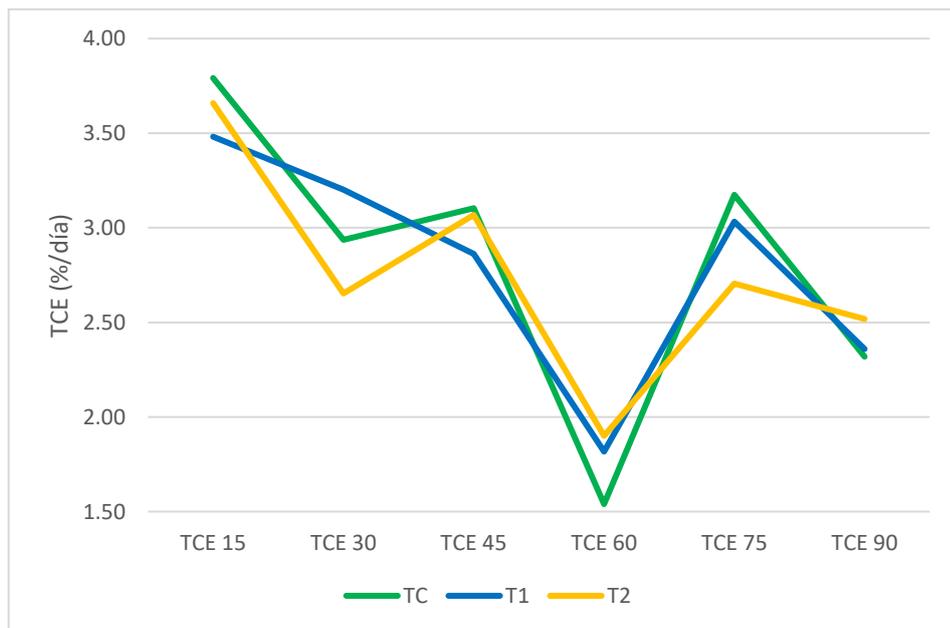


Gráfico N° 5.9: Curvas de crecimiento específico (%PV/día) de los alevinos de Trucha Arcoíris *Oncorhynchus mykiss* por tratamiento



5.6. Evaluación de factor de condición (K) durante el periodo experimental en los alevines de Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*).

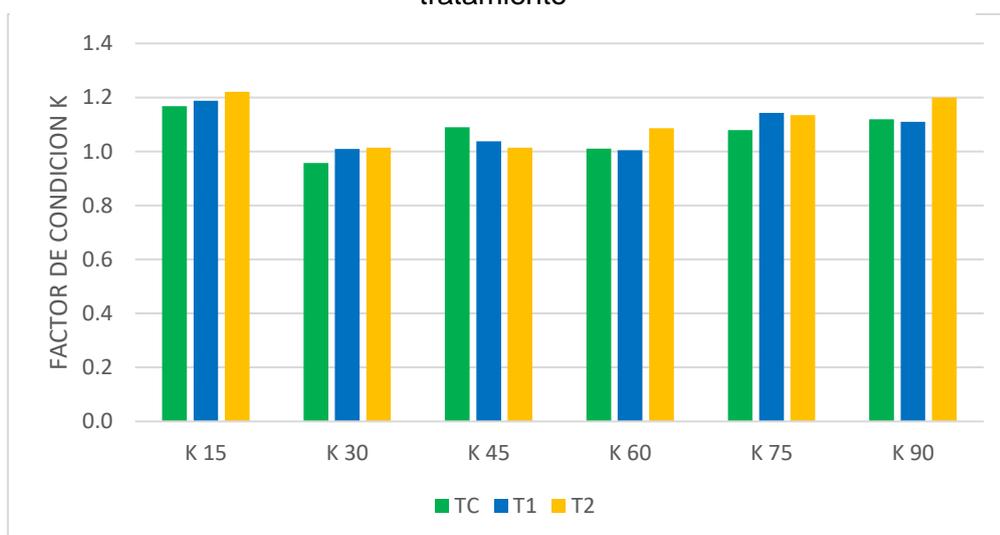
Luego del análisis estadístico de los valores de k, se concluye que no se presentó diferencia significativa ($p \geq 0.05$) entre TC, T1 y T2, en las 6 biometrías realizadas durante la prueba experimental. Los valores parciales y finales de k se presentan en la siguiente Tabla.

Tabla N° 5.6: Valores promedios del Factor de condición (K) de cada muestreo por tratamiento

DIAS	TRATAMIENTOS		
	TC	T1	T2
	Alimento Control	Inmuplus 2mL/kg alimento	Inmuplus 4mL/kg alimento
	K	K	K
15	1.17 ± 0.01 ^a	1.19 ± 0.03 ^a	1.22 ± 0.09 ^a
30	0.96 ± 0.02 ^a	1.01 ± 0.03 ^a	1.01 ± 0.01 ^a
45	1.09 ± 0.03 ^a	1.04 ± 0.07 ^a	1.01 ± 0.04 ^a
60	1.01 ± 0.02 ^a	1.01 ± 0.03 ^a	1.09 ± 0.05 ^a
75	1.08 ± 0.06 ^a	1.14 ± 0.04 ^a	1.13 ± 0.07 ^a
90	1.12 ± 0.04^a	1.11 ± 0.01^a	1.20 ± 0.01^a

Medias con diferentes letras son estadísticamente diferentes al 95% (ANOVA y Tukey) Nivel de significancia $p \geq 0.05$.

Gráfico N° 5.10 : Valores promedios del factor de condición (k) por tratamiento



5.7. Evaluación de la conversión alimenticia (CA) durante el periodo experimental en los alevines de Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*).

En la Tabla N° 5.7 se muestra los valores promedios de CA de los alevinos de Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), luego de los primeros 30 días se identificó diferencia significativa ($p \geq 0.05$) entre TC (1.30) respecto a T2 (1.46), de la misma manera, a los 45 días presento diferencia significativa entre T2 (1.35) respecto a TC (1.21), del mismo modo a los 75 días y al final del desarrollo de la prueba experimental, se presentó diferencia significativa entre T2 (1.38) respecto a TC (1.27) y T2 (1.32) respecto a TC (1.26) respectivamente. Los máximos valores promedios de CA se presentaron a los 60 días, siendo el máximo T2 (1.45) y el mínimo TC (1.37) (véase el grafico N° 5.11).

Tabla N° 5.7: Valores promedios de conversión alimenticia (CA) por tratamiento

DIAS	TRATAMIENTOS		
	TC	T1	T2
	Alimento Control	Inmuplus 2mL/kg alimento	Inmuplus 4mL/kg alimento
	CA	CA	CA
15	1.21 ± 0.01 ^a	1.34 ± 0.02 ^a	1.25 ± 0.15 ^a
30	1.30 ± 0.02 ^b	1.35 ± 0.03 ^{ab}	1.46 ± 0.05 ^a
45	1.21 ± 0.02 ^b	1.31 ± 0.04 ^{ab}	1.35 ± 0.01 ^a
60	1.37 ± 0.02 ^a	1.40 ± 0.03 ^a	1.45 ± 0.03 ^a
75	1.27 ± 0.01 ^b	1.31 ± 0.02 ^{ab}	1.38 ± 0.03 ^a
90	1.26 ± 0.01 ^b	1.29 ± 0.01 ^{ab}	1.32 ± 0.02 ^a

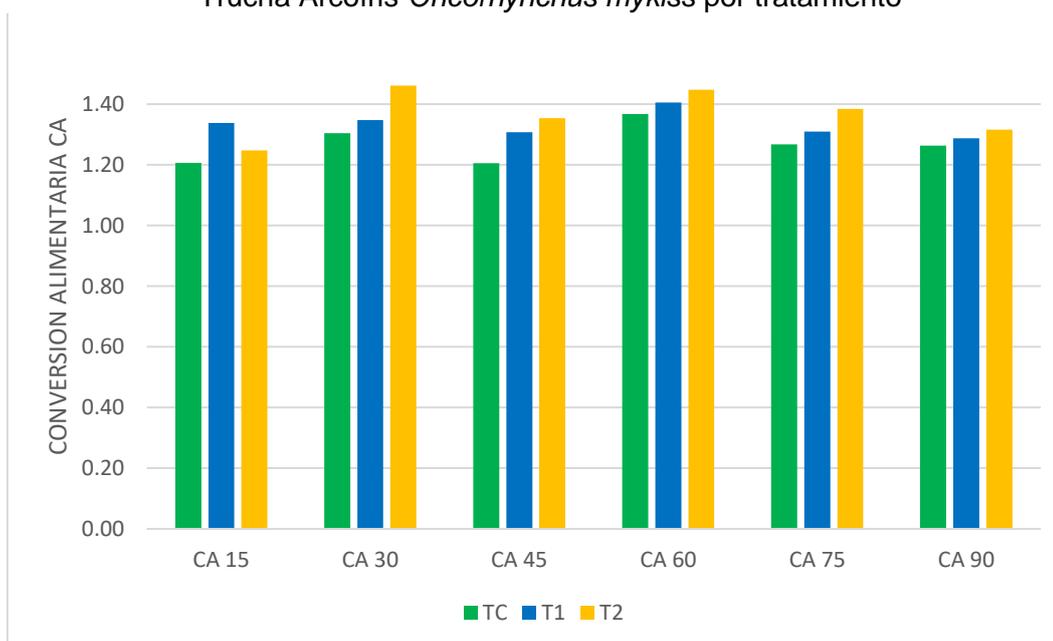
Medias con diferentes letras son estadísticamente diferentes al 95% (ANOVA y Tukey) Nivel de significancia $p \geq 0.05$.

La siguiente Tabla N° 5.8 muestra la cantidad de alimento en kilogramos que consumieron los alevinos de Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). en el grupo control TC y los tratamientos T1 y T2, así también, muestra la biomasa inicial y biomasa final durante la prueba experimental, utilizados para el cálculo de la conversión alimenticia que difiere con la naturaleza de la dieta, la especie, el tamaño del pez y la temperatura del agua.

Tabla N° 5.8: Conversión Alimenticia (CA) del grupo control y tratamientos, evaluados al final en cada prueba experimental

	TC	T1	T2
ALIMENTO ENTREGADO (Kg)	71.16	71.65	71.11
BIOMASA INICIAL (Kg)	8.66	8.66	8.65
BIOMASA FINAL (Kg)	65.02	64.34	62.70
Δ BIOMASA (Kg)	56.36	55.68	54.05
CONVERSION ALIMENTICIA (Kg.Alimento/Kg PV)	1.26	1.29	1.32

Gráfico N° 5.11: Valores promedios de conversión Alimenticia (CA) de alevinos de Trucha Arcoíris *Oncorhynchus mykiss* por tratamiento



5.8. Evaluación de la supervivencia % durante el periodo experimental en los alevines de Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*).

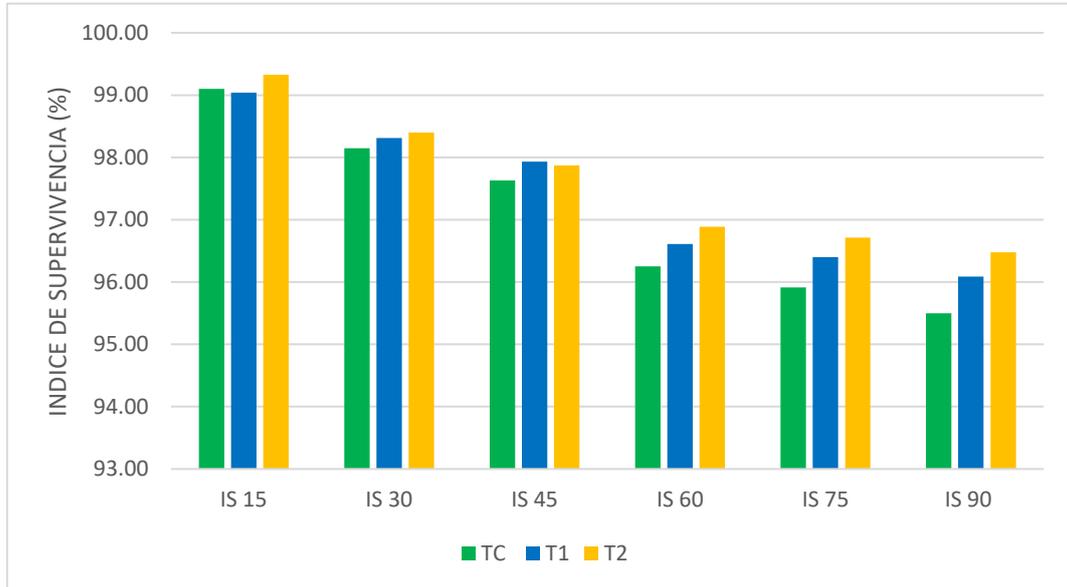
La Tabla N° 5.9 presenta los valores promedios de índice de supervivencia (IS %), durante los primeros 30 días del desarrollo de la prueba experimental no se presentó diferencia significativa ($p \geq 0.05$), por el contrario, a partir del día 45, se presentó diferencia significativa ($p \geq 0.05$) entre T2 (97.21%) respecto a TC (96.75%), de la misma forma al final del desarrollo del experimento, se presentó diferencia significativa entre T2 (96.48%) y T1 (96.09%) respecto a TC (95.50%). (Véase Gráfico N° 5.12).

Tabla N° 5.9: Valores promedios de índice de supervivencia (IS%) por tratamiento

DIAS	TRATAMIENTOS		
	TC	T1	T2
	Alimento Control	Inmuplus 2mL/kg alimento	Inmuplus 4mL/kg alimento
	IS %	IS %	IS %
15	99.10 ± 0.00 ^a	99.04 ± 0.48 ^a	99.33 ± 0.07 ^a
30	98.15 ± 0.07 ^a	98.31 ± 0.34 ^a	98.40 ± 0.21 ^a
45	96.75 ± 0.04 ^b	96.99 ± 0.05 ^{ab}	97.21 ± 0.09 ^a
60	96.25 ± 0.07 ^b	96.61 ± 0.09 ^{ab}	96.89 ± 0.12 ^a
75	95.91 ± 0.09 ^b	96.40 ± 0.11 ^a	96.71 ± 0.09 ^a
90	95.50 ± 0.24^b	96.09 ± 0.16^a	96.48 ± 0.07^a

Medias con diferentes letras son estadísticamente diferentes al 95% (ANOVA y Tukey) Nivel de significancia $p \geq 0.05$.

Gráfico N° 5.12: Valores promedio de índice de supervivencia (%) por tratamiento



5.9 Evaluación del coeficiente térmico de crecimiento (GF3) durante el periodo experimental en los alevines de Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*).

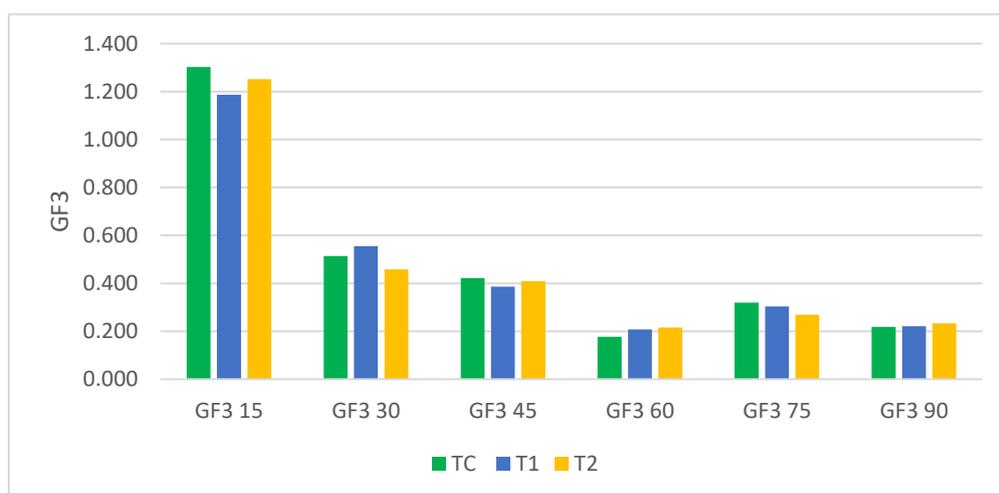
La Tabla N° 5.10 presenta los valores promedios de coeficiente térmico de crecimiento (GF3), luego de 60 días de la prueba experimental, no se encontraron diferencias significativas ($p \geq 0.05$), de la misma manera al finalizar la prueba, no se encontraron diferencias significativas ($p \geq 0.05$), obteniendo el mayor valor T2 (0.23), seguidos de T1 (0.22) y TC (0.22), por el contrario, en el día 75, se presentó diferencia significativa ($p \geq 0.05$) entre TC (0.32) y T1 (0.31), respecto a T2 (0.27).

Tabla N° 5.10: Valores promedios de Coeficiente térmico de crecimiento (GF3) por tratamiento

DIAS	TRATAMIENTOS		
	TC	T1	T2
	Alimento Control	Inmuplus 2mL/kg alimento	Inmuplus 4mL/kg alimento
	GF ₃	GF ₃	GF ₃
15	1.30 ± 0.01 ^a	1.19 ± 0.01 ^a	1.25 ± 0.14 ^a
30	0.51 ± 0.02 ^a	0.56 ± 0.01 ^a	0.46 ± 0.04 ^a
45	0.42 ± 0.03 ^a	0.39 ± 0.03 ^a	0.41 ± 0.02 ^a
60	0.18 ± 0.02^a	0.21 ± 0.01^a	0.22 ± 0.01^a
75	0.32 ± 0.01 ^a	0.31 ± 0.01 ^a	0.27 ± 0.01 ^b
90	0.22 ± 0.01^a	0.22 ± 0.01^a	0.23 ± 0.02^a

Medias con diferentes letras son estadísticamente diferentes al 95% (ANOVA y Tukey) Nivel de significancia $p \geq 0.05$.

Gráfico N° 5.13: Valores promedios del Coeficiente térmico de crecimiento (GF3) por tratamiento



VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- **Crecimiento de los alevinos de Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*)**

Dentro de los anexos, datos estadísticos, se muestran los valores promedios de peso y talla obtenidos al inicio y al final de la prueba experimental, en la cual se encontró diferencia significativa ($p < 0.05$) entre el grupo control respecto los tratamientos T1 y T2. De los cuales se puede concluir que los tratamientos con inclusión de 2 mL/kg Alimento (T1) y 4 mL/kg Alimento (T2) de Inmuplus mostraron disminución en los valores promedio de peso y talla, respecto al tratamiento control siendo estos 8.37, 8.12 en peso (g) y 9.10, 8.78 en talla (cm) respectivamente. Es importante mencionar que se observó una ligera tendencia a que el crecimiento fue disminuyendo, a cuanto más alta fue la inclusión de Inmuplus en el alimento balanceado para alevines de Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) durante la prueba experimental. Al finalizar la prueba los mayores valores de peso y talla fueron obtenidos por el grupo control, siendo 8.51 g y 9.13 cm respectivamente, evidenciando que los peces del grupo control obtuvieron una mejor performance durante la investigación.

Así mismo Salah y Mohamed (2008), en la inclusión de Echinacea (*Echinacea purpurea*) en la dieta, para alevines de Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*), obtuvieron una mejor performance en los tratamientos respecto al control, encontrándose; diferencia significativa ($p < 0.05$), sin embargo, dicha prueba fue realizada a condiciones de laboratorio.

- **Factor de condición (K)**

Por otro lado, el factor de condición (K) en la prueba experimental, no presento diferencias significativas ($p < 0.05$) entre el grupo control vs los tratamientos. Weatherley y Gill (1987). Indican que el estado de nutrición del pez, interpretándose teóricamente, si el K es menor a 1 el pez esta delgado, si K es igual a 1 el pez está creciendo normalmente y si K es mayor a 1 el pez esta robusto. Si el K alcanza valores mayores a 1,5, indica que se está consumiendo mayor cantidad de alimento (sobrealimentación).

Los resultados de la investigación de Salah y Mohamed (2008) coinciden con vuestra investigación realizada, no obteniendo diferencia significativa entre el grupo control y el tratamiento, al incluir Echinacea (*Echinacea purpurea*) en la dieta para alevines de Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*), pero cabe mencionar que dichos resultados fueron obtenidos a condiciones de laboratorio.

Por el contrario, Firmino y Angeles (2018), evidenció una mejora significativa entre Tratamiento 1, respecto a Tratamiento control y Tratamiento 2 en el factor de condición final, incluyendo el inmunoestimulante INMUNOTEC en 2 dietas experimentales en juveniles de Dorada (*Sparus aurata*) a condiciones de laboratorio.

Ighwela et.al. (2011) atribuye al factor de condición como una práctica estándar en pesquería que se emplea como indicador de la variabilidad atribuible al coeficiente de crecimiento. Por lo cual la condición de la especie se determina en base al análisis de los datos de peso y longitud que refleja que el pez más pesado a una longitud de entrega está en mejor estado, por lo que indica una condición favorable (Bolger y Connolly 1989).

- **Tasa de crecimiento absoluta (TCA)**

Los resultados obtenidos del análisis de varianza indicaron significativamente ($p < 0.05$) que a los 75 días de realizada la prueba experimental, los peces del grupo control mostraron una mayor ganancia de peso. Al final de la prueba experimental se observa que el tratamiento 2 obtuvo la mayor ganancia de peso x día, siendo esta 0.18 g/día.

- **Tasa de crecimiento específica (TCE)**

A los 60 días de iniciado la prueba experimental se evidencian los menores porcentajes de TCE, tanto en el grupo control (TC) como en los tratamientos T1 y T2, siendo estos valores 1.54%/día, 1.82%/día y 1.90%/día respectivamente. De la misma forma que el TCA, a los 75 días se presentó diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los peces del grupo control TC y tratamiento 1, respecto al tratamiento 2.

Los resultados coinciden con los reportados por Salah y Mohamed (2008), quienes obtuvieron diferencia significativa entre el grupo control respecto al tratamiento 2, al incluir Echinacea (*Echinacea purpurea*) en la dieta para alevines de Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*) en condiciones de laboratorio. De la misma forma, Sareh, Hosna y Hojat (2017), obtuvieron diferencia significativa entre el tratamiento 1, respecto al grupo control, al incluir Echinacea (*Echinacea purpurea*) en la dieta, durante el desarrollo del Esturión Beluga (*Huso huso*).

- **Conversión alimenticia (CA)**

Los valores promedios que se muestran en el anexo () durante el periodo experimental, presentan valores, los cuales no son óptimos en la etapa de alevinaje del cultivo Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), un valor óptimo de conversión alimenticia CA, es aquel valor que se acerque a 1, esto quiere decir que al entregar 1kg de alimento balanceado, a la especie, la pueda asimilar convirtiéndola en un 1kg de carne, valores por

encima de 1, conllevaría a pérdida de dinero por parte de los productores.

Los máximos valores promedios de CA se presentaron a los 60 días, siendo el máximo T2 (1.45) y el mínimo TC (1.37), las dietas que contenían Inmuplus obtuvieron altos valores de conversión alimenticia (CA) que la dieta control, siendo T2, el que obtuvo la menor conversión alimenticia, esto indica que los alevines que fueron tratados con la dieta de 4mL/kg alimento de Inmuplus, obtuvieron menor ganancia de peso con un menor consumo de alimento que las otras dietas, sin embargo este análisis tiene relación a la tasa de alimentación brindada y a la temperatura del lugar, concluyendo que la tasa de alimentación que maneja el centro piscícola en relación a la temperatura del lugar, no es el indicado para los alevines de Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*).

- **Índice de Supervivencia (IS)**

Al finalizar la prueba experimental se presentó diferencia significativa ($p < 0.05$) entre T2 (96.48%) y T1 (96.09%) respecto a TC (95.50%), siendo los mayores porcentajes de supervivencia en los peces alimentados con la inclusión de Inmuplus 4 mL/kg alimento y 2 mL/kg alimento respectivamente, así mismo se evidencia, que la inclusión del Inmuplus a 4 mL/kg alimento en la dieta balanceada, mejora el índice de supervivencia (IS%), encontrándose diferencia significativa ($p < 0.05$) desde el día 45 de iniciado la prueba, hasta el final del desarrollo de la misma. Por el contrario, Salah y Mohamed (2008), no obtuvieron diferencia significativa durante la fase experimental entre el tratamiento gp2 (76.67 %) respecto al grupo control gp1 (69.83 %), al incluir Echinacea (*Echinacea purpurea*) en la dieta (0.25ppt), para alevines de Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*) en condiciones de laboratorio.

- **Coefficiente térmico de crecimiento (GF3)**

Al finalizar la prueba no se encontró diferencia significativa ($p < 0.05$), estableciendo que la inclusión del nutracéutico Inmuplus en el alimento balanceado, el indicador de coeficiente térmico de crecimiento no evidencia cambios negativos bajo las condiciones de cultivo de la piscigranja Gruta Milagrosa, sin embargo a los 75 días de experimentación, se encontró diferencia significativa ($p < 0.05$) entre el T2 (0.27), respecto a T1 (0.31) y TC (0.32), estableciendo que la inclusión del nutracéutico Inmuplus en dosis de 4 mL/kg alimento, obtuvo el menor valor de GF3, el coeficiente térmico de crecimiento sirve para realizar proyecciones de cultivo a diferentes temperatura en un centro piscícola, este indicador productivo es de mucha importancia, ya que podríamos saber cosas como, la eclosión de las ovas, y el día de cosecha, esto siempre y cuando tengamos una data de años atrás de este indicador productivo del centro de cultivo, sin embargo en nuestro país, solo las grandes empresas son las únicas concededoras de este indicador productivo.

VII. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos bajo las condiciones de la presente investigación nos permiten llegar a las siguientes conclusiones:

1. La inclusión del nutracéutico Inmuplus en el alimento balanceado, en niveles de 2 mL/kg alimento y 4 mL/kg alimento, no mejoró significativamente ($p < 0.05$) en el crecimiento y los indicadores productivos tales como: Tasa de conversión alimenticia (CA), tasa de crecimiento absoluto (TCA) y tasa de crecimiento específico (TCE) en el cultivo de alevinos de Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), en la piscigranja Gruta Milagrosa.
2. La inclusión del nutracéutico Inmuplus en el alimento balanceado, a nivel de 4 mL/kg alimento, mejoró significativamente ($p < 0.05$) el indicador productivo de índice de supervivencia (%) de alevinos de Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en la piscigranja Gruta Milagrosa.
3. Se observó una disminución de la ganancia de peso a medida que se incrementó los niveles del Nutracéutico Inmuplus en el alimento balanceado para Trucha Arcoíris *Oncorhynchus mykiss*. Esta disminución podría atribuirse a que, al tener una mayor densidad de carga, la especie obtuvo un menor desarrollo, comparando el control la cual obtuvo una menor densidad de carga y como consecuencia un mayor desarrollo.

VIII. RECOMENDACIONES

Los resultados obtenidos bajo las condiciones de cultivo en la presente investigación nos permiten recomendar lo siguiente:

1. Se recomienda realizar una investigación en la que abarque toda la etapa de alevinaje hasta la etapa juvenil, para observar los efectos que podrían generarse durante la etapa de engorde, esto debido a que durante las primeras etapas de la trucha arcoíris es donde se presentan su mayor mortalidad.
2. Realizar una certificación de patógenos, antes y después de realizar una prueba con el nutracéutico Inmuplus, para analizar la eficacia del producto frente a patógenos como INPv y SHV.
3. Investigar los efectos de la inclusión del nutracéutico Inmuplus en el alimento balanceado, dentro del sistema inmunitario y digestivo de los peces.
4. Investigar los efectos de la inclusión del nutracéutico Inmuplus en el alimento balanceado, en otros centros piscícolas a temperatura mayores.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICOS

1. ADEX: ASOCIACIÓN DE EXPORTADORES DEL PERÚ. **Perú exporta, Boletín Semanal N° 182**. Lima.2016.
2. BALCÁZAR, JL., VENDRELL, D., ZARZUELA, I. Y MUZQUIZ, JL. **Probiotic: a tool for the future of fish and shellfish health management**. J. Aquac. Trop. 2004.
3. BALCÁZAR, JL., DE BLAS, I., ZARZUELA, I., CUNNINGHAN, D., VENDRELL, D. Y MUZQUIZ, JL. **The role of probiotics in aquaculture**. Vet. Microbiol. 2006.
4. BARBERÁ, J. **Alimentos funcionales aproximación para una buena alimentación**. Madrid-España.2010.
5. BARROW, C. Y SHAHIDI, F. **Marine nutraceuticals and functional foods**. Press: Boca Raton. 2007.
6. BERNARD, B. **El Cultivo de la Trucha**. Barcelona-España: Ediciones Omega, S.A.2007.
7. BIRUETE, A. ET AL. **Los Nutraceuticos. Lo que es conveniente saber**. Revista Mexicana de Pediatría. Vol.76, N°3. 2009.
8. BISSET, NG. Y CZYGAN, FC. **Herbal Drugs and Phytopharmaceuticals: A Handbook for Practice on a Scientific Basis**.London.2001.
9. BLANCO, C. M. **La trucha**. Madrid: Ediciones multiprensa.1984

10. BLANCO C. M. **La Trucha Cría industrial**. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.1994.
11. BOONYARATPALIN, M. **En Proceedings of the meeting on the use of chemicals in aquaculture in Asia Eds. SEAFEDC Aquac.**2000.
12. BURRIDGE, L., WEIS, J.S., CABELLO, F., PIZARRO, J. Y BOSTICK. **Chemical use in salmon aquaculture**. 2010.
13. CAMACHO, B., et al. **Guía para el cultivo de Trucha. Secretaria de Medio ambiente, Recursos Naturales y Pesca**. México D.F.2000.
14. CARPER, J. **Alimentos medicina milagrosa. Que comer y que no comer para prevenir más de 100 enfermedades y problemas**. Barcelona: Amat.2008.
15. CHACÓN, P. **Caracterización de la calidad: microbiológica, de canal y de la carne en Trucha Arcoíris (Oncorhynchus mykiss) producida en la región noreste del estado de Chihuahua**. (Tesis de maestría). Facultad de Zootecnia. Universidad Autónoma de Chihuahua, Chihuahua, México.2000.
16. CIRNMA: CENTRO DE COMUNICACIÓN INVESTIGACIÓN Y DOCUMENTACIÓN EUROPA-AMÉRICA LATINA. **Manual de crianza de truchas en jaulas flotantes**. Puno: Editorial Bartolomé.2004.
17. DRUMMOND, S. **Cría de la Trucha**. Zaragoza: Editorial Acribia.1988.
18. ELLIS, A.E. **Ontogeny of the immune system in teleost fish**. London: Academic Press.1988.

19. ELLIS, A.E. **Stress and the modulation of defence mechanisms in fish**. London: Academic Press.1981.
20. ENRIGHT, W.J. **Fertilidad y anomalías de fertilidad en poblaciones de peces**. Fish Health. 2003.
21. FERGUSSON, H.W. **Systemic pathology of fish. A text and atlas of comparative tissue responses in diseases of Teleosts**. Iowa State Univ Press/Ames.1989.
22. FAO: ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. **El Estado mundial de la Pesca y la Acuicultura**.2016.
23. FINN, J.P.**The protective mechanisms in diseases of fish**. Vet. Bull. Weybridge.1970.
24. FONDEPES: FONDO NACIONAL DE DESARROLLO PESQUERO. **Manual de cultivo de Trucha Arcoíris en Jaulas Flotantes**. Lima – Perú.2004.
25. FONDEPES: FONDO NACIONAL DE DESARROLLO PESQUERO. **Manual de Crianza de Trucha en Ambientes Convencionales**. Lima-Perú.2013.
26. FONT, Q.P. **Plantas medicinales: el Dioscórides renovado**. Barcelona: Editorial Península.1999.
27. GAO, K. **Chinese studies on the edible blue-green alga**. J. Appl. Phycol.1998.

28. GIL, A. **Tratado de nutrición. Composición y calidad nutritiva de los alimentos.** Madrid: Editorial Médica Panamericana.2010.
29. GÓNGORA, C.M. **Mecanismos de resistencia bacteriana ante la medicina actual.** Barcenola: McGraw-Hill.1998.
30. GONZALEZ, C.M., VISIOLI, F. Y RODRIGUEZ C.A. **Diverse biological activities of dandelion.** Nutr Rev 70.2012.
31. GRACÍA, V. Y CASTELLÓ, F. **Crecimiento del mero *Epinephelus marginatus* (guaza) bajo distintas condiciones de cultivo. IX Congreso Latinoamericano de Acuicultura, Segundo Simposium avances y perspectivas de la acuicultura en Chile, Universidad Católica del Norte, Coquimbo, Chile.1996.**
32. GREENLEE, A., BROWN R. Y RISTOW. S. **Nonspecific cytotoxic cells of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) kill YAC-1 targets by both necrotic and apoptotic mechanisms.** Dev. Comp. Immunol.1991.
33. GUZ Y SOPINSKA A. **Effect of *Echinacea purpurea* on growth and survival of guppy (*Poecilia reticulata*) challenged with *Aeromonas bestiarum*.** Aquaculture Nutrition.2011.
34. HERBERT, R.B. **The biosynthesis of secondary metabolites.** London.1989.
35. KALRA, E.K. **Nutraceutical-definition and introduction.** Maharashtra: AAPS PharmSci.2003.

36. KLESZIUS, P. **Immune system of channel catfish: an overture on immunity to *Edwardsiella ictalurid***. Annual Review of Fish Diseases. 1992.
37. LOPEZ, J. **Nutrición Acuícola**. Nariño: Editorial Universitaria. 1992.
38. MAC ARTUR, J.I. Y FLETCHER, T.. **Phagocytosis in fish**. In: Manning, M.J. (Ed.). Fish Immunology. London: Academic Press. 1985.
39. MANTILLA, B. **Acuicultura cultivo de truchas en jaulas flotantes**. Lima: Editor general E.R.L. 2004.
40. MARTIN, A. **Nutriceuticals**. Revista. Prat. Octubre 1999.
41. OPDSE: ORGANISMO PÚBLICO DESCENTRALIZADO SIERRA EXPORTADORA, Sede Puno. **Guía para la producción, alimentación y sanidad de truchas en jaulas flotantes**. Lima-Perú. 2011.
42. OURTH, D.D. **SECRETORY IgM, lysozyme and lymphocytes in the skin mucus of the channel catfish, *Ictalurus punctatus***. Dev. Comp. Immunol. 1980.
43. PRODUCE: MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN PERÚ . **Elaboración de Estudio de Mercado de la Trucha en Arequipa, Cusco, Lima, Huancayo y Puno**. 2010.
44. PRODUCE: MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN - PERÚ. **Cultivo de Trucha Arcoíris en el Perú, con énfasis en la importación de ovas embrionadas y la comercialización de la producción**. 2017.

45. PRODUCE: MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN - Perú Anuario **Estadístico Pesquero y Acuícola 2017**. 2018.
46. RAWLS, R. **Europe's strong herbal brew**. *Chemical & Engineering News*. 1996.
47. SALAH, M. y MOHAMED, F. **Echinacea as immunostimulatory agent in Nile Tilapia (Oreochromis Niloticus) via earthen pond experiment**. 8th International Symposium on Tilapia Aquaculture. 2008.
48. SÁNCHEZ, C. **Crianza y Producción de Truchas**. Ediciones Ripalme. 2004.
49. SCHUTZ, K., CARLE, R. Y SCHIEBER, A. **Taraxacum a review on its phytochemical and pharmacological profile**. 2006.
50. STEVENSON, J. **Trout farming manual**. Fishing News Books Limited Farnham. Surrey, England. 1980.
51. SUBASINGHE, R.P., BARG, U. Y TACON, A. **En Proceedings of the meeting on the use of chemicals in aquaculture in Asia**. SEAFEDC Aquac. 2000.
52. TURLI, P. **Cultivo de la Trucha**. Zaragoza; España. 1970.
53. VERGARA, M. La acuicultura en Chile. **Comercialización. Especies de cultivo en Chile**. Santiago, Chile. 2003.
54. WHEATHERLEY, A.H. y GILL, H.S. **The biology of fish growth**. Orlando, Florida: Academic Press. 1987.

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS																																				
<p>¿En qué medida influye la adición del nutraceutico INMUPLUS en el alimento balanceado sobre el crecimiento e indicadores productivos (tasa de crecimiento, conversión alimentaria, factor de condición, conversión alimentaria, supervivencia y coeficiente térmico de crecimiento) en el cultivo de alevines de La Trucha Arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL Cuantificar el efecto de la adición del nutraceutico en el alimento balanceado sobre el crecimiento e indicadores productivos de cultivo de alevines de Trucha Arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>).</p> <p>OBJETIVO ESPECÍFICO Cuantificar el efecto de la adición del nutraceutico sobre la tasa de crecimiento, conversión alimentaria, factor de condición y coeficiente térmico de crecimiento, índice de supervivencia y hematocritos en el cultivo de La Trucha Arcoíris.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La incorporación de una de las dosis (2 mL y 4 mL) del Nutraceutico Inmuplus en el alimento balanceado mejora el desarrollo de alevines de Trucha Arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>). • La incorporación de una de las dosis 2 mL y 4 mL) del Nutraceutico Inmuplus en el alimento balanceado tiene un efecto positivo sobre el porcentaje de supervivencia de alevines de Trucha Arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>). 																																				
MÉTODO Y DISEÑO	POBLACIÓN Y MUESTRA																																					
<p>El diseño de investigación que presentamos en este trabajo de investigación, es de tipo experimental y aplicada con un diseño de series cronológicas puro con pre prueba, y varias pos pruebas y un grupo control (Hernández, 2010).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nominación del diseño de investigación <ul style="list-style-type: none"> • 1era. Etapa ALEVINOS 1 <table style="margin-left: 20px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px 10px;">R</td> <td style="padding: 2px 10px;">G₁</td> <td style="padding: 2px 10px;">O₁</td> <td style="padding: 2px 10px;">X₁</td> <td style="padding: 2px 10px;">O₂</td> <td style="padding: 2px 10px;">O₃</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 10px;">R</td> <td style="padding: 2px 10px;">G₂</td> <td style="padding: 2px 10px;">O₄</td> <td style="padding: 2px 10px;">X₂</td> <td style="padding: 2px 10px;">O₅</td> <td style="padding: 2px 10px;">O₆</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 10px;">R</td> <td style="padding: 2px 10px;">G₃</td> <td style="padding: 2px 10px;">O₇</td> <td style="padding: 2px 10px;">--</td> <td style="padding: 2px 10px;">O₈</td> <td style="padding: 2px 10px;">O₉</td> </tr> </table> • 2da. Etapa ALEVINOS 2 <table style="margin-left: 20px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px 10px;">R</td> <td style="padding: 2px 10px;">G₁</td> <td style="padding: 2px 10px;">O₁</td> <td style="padding: 2px 10px;">X₁</td> <td style="padding: 2px 10px;">O₂</td> <td style="padding: 2px 10px;">O₃</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 10px;">R</td> <td style="padding: 2px 10px;">G₂</td> <td style="padding: 2px 10px;">O₄</td> <td style="padding: 2px 10px;">X₂</td> <td style="padding: 2px 10px;">O₅</td> <td style="padding: 2px 10px;">O₆</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 10px;">R</td> <td style="padding: 2px 10px;">G₃</td> <td style="padding: 2px 10px;">O₇</td> <td style="padding: 2px 10px;">--</td> <td style="padding: 2px 10px;">O₈</td> <td style="padding: 2px 10px;">O₉</td> </tr> </table> <p>R = Randomización o aleatorizados. G = Grupos experimentales. O = Post pruebas. X₁= Inmuplus (0.2 mL/kg de alimento balanceado) X₂= Inmuplus (0.4 mL/kg de alimento balanceado) -- = Alimento control</p>	R	G ₁	O ₁	X ₁	O ₂	O ₃	R	G ₂	O ₄	X ₂	O ₅	O ₆	R	G ₃	O ₇	--	O ₈	O ₉	R	G ₁	O ₁	X ₁	O ₂	O ₃	R	G ₂	O ₄	X ₂	O ₅	O ₆	R	G ₃	O ₇	--	O ₈	O ₉	<p>POBLACIÓN EXPERIMENTAL</p> <ul style="list-style-type: none"> • La población inicial estará constituida por 4000 alevines de Trucha Arcoíris de 1g de peso unitario, los cuales serán distribuidos aleatoriamente al azar en 6 unidades experimentales, haciendo un total de 24 000 alevines de Trucha Arcoíris en la primera etapa, luego de 45 días serán trasladados a 6 unidades experimentales. <p>MUESTRA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nuestra muestra será de 506 alevinos de Trucha Arcoíris, por lo tanto, por cada estanque se tomará una muestra de 83 alevinos de Trucha Arcoíris. 	
R	G ₁	O ₁	X ₁	O ₂	O ₃																																	
R	G ₂	O ₄	X ₂	O ₅	O ₆																																	
R	G ₃	O ₇	--	O ₈	O ₉																																	
R	G ₁	O ₁	X ₁	O ₂	O ₃																																	
R	G ₂	O ₄	X ₂	O ₅	O ₆																																	
R	G ₃	O ₇	--	O ₈	O ₉																																	

IMÁGENES DE METODOLOGÍA

Figura N° 5.1: Acondicionamiento de los estanques para la prueba experimental



Figura N° 5.2: Medición de parámetros Fisicoquímicos del agua.



Figura N° 5.3: Inclusión del Nutraceutico Inmuplus en el alimento balanceado



Figura N° 5.4: Distribución de alimento con Inmuplus



Figura N° ANEXO 5: Medición de peso (g) y talla (cm) durante la prueba experimental



ANÁLISIS ESTADÍSTICO

VARIABLE DE CRECIMIENTO DE ALEVINOS DE *Oncorhynchus mykiss*

- ANÁLISIS DE PESO DE EJEMPLARES DE TRUCHA ARCOÍRIS

	PESOS PROMEDIO DE EJEMPLARES DE TRUCHA ARCOÍRIS						
	MUESTREO INICIAL	Muestra N° 2	Muestra N° 3	Muestra N° 4	Muestra N° 5	Muestra N° 6	Muestra N° 7
	DIA 0	DIA 15	DIA 30	DIA 45	DIA 60	DIA 75	DIA 90
TC	1.08	1.77	2.53	3.74	4.42	6.53	8.54
TC	1.08	1.78	2.51	3.58	4.39	6.36	8.48
T1	1.08	1.71	2.51	3.59	4.43	6.34	8.35
T1	1.08	1.70	2.49	3.46	4.34	6.27	8.39
T2	1.08	1.68	2.36	3.45	4.36	6.05	8.02
T2	1.08	1.80	2.42	3.46	4.32	5.96	8.23

PESO DIA 90 o Muestreo #07

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna No todas las medias son iguales

Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

<u>Factor</u>	<u>Niveles</u>	<u>Valores</u>
Tratamiento	3	T1; T2; TC

Análisis de Varianza

<u>Fuente</u>	<u>GL</u>	<u>SC Ajust.</u>	<u>MC Ajust.</u>	<u>Valor F</u>	<u>Valor p</u>
Tratamiento	2	0.15190	0.075950	9.24	0.052
Error	3	0.02465	0.008217		
Total	5	0.17655			

Resumen del modelo

<u>S</u>	<u>R-cuad.</u>	<u>R-cuad.</u>	<u>R-cuad.</u>
		<u>(ajustado)</u>	<u>(pred)</u>
0.0906458	86.04%	76.73%	44.15%

Medias

Tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	2	8.3700	0.0283	(8.1660; 8.5740)
T2	2	8.125	0.148	(7.921; 8.329)
TC	2	8.5100	0.0424	(8.3060; 8.7140)

Desv.Est. agrupada = 0.0906458

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento	N	Media	Agrupación
TC	2	8.5100	A
T1	2	8.3700	A B
T2	2	8.125	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

• ANÁLISIS DE TALLA DE EJEMPLARES DE TRUCHA ARCOÍRIS

	TALLA PROMEDIO DE EJEMPLARES DE TRUCHA ARCOÍRIS						
	MUESTREO INICIAL	Muestra N° 2	Muestra N° 3	Muestra N° 4	Muestra N° 5	Muestra N° 6	Muestra N° 7
	DIA 0	DIA 15	DIA 30	DIA 45	DIA 60	DIA 75	DIA 90
TC	4.89	5.33	6.45	7.05	7.55	8.35	9.22
TC	4.88	5.34	6.37	6.86	7.61	8.50	9.04
T1	4.86	5.21	6.33	6.91	7.56	8.15	9.12
T1	5.04	5.26	6.23	7.05	7.61	8.26	9.08
T2	4.94	5.26	6.16	6.92	7.30	8.23	8.76
T2	5.08	5.19	6.19	7.06	7.43	7.96	8.80

TALLA DIA 90 o Muestreo #07

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna No todas las medias son iguales

Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
ESTANQUES	3	T1; T2; TC

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
ESTANQUES	2	0.15053	0.075267	12.69	0.034
Error	3	0.01780	0.005933		
Total	5	0.16833			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.0770281	89.43%	82.38%	57.70%

Medias

ESTANQUES	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	2	9.1000	0.0283	(8.9267; 9.2733)
T2	2	8.7800	0.0283	(8.6067; 8.9533)
TC	2	9.1300	0.1273	(8.9567; 9.3033)

Desv.Est. agrupada = 0.0770281

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

ESTANQUES	N	Media	Agrupación
TC	2	9.1300	A
T1	2	9.1000	A B
T2	2	8.7800	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

- ANÁLISIS DE TASA DE CRECIMIENTO ABSOLUTO DE TRUCHA ARCOÍRIS**

	TASA DE CRECIMIENTO ABSOLUTO (TCA)					
	DIA 15	DIA 30	DIA 45	DIA 60	DIA 75	DIA 90
TC	0.05	0.06	0.10	0.06	0.18	0.17
TC	0.05	0.06	0.09	0.07	0.16	0.18
T1	0.05	0.07	0.09	0.07	0.16	0.17
T1	0.05	0.07	0.08	0.07	0.16	0.18
T2	0.05	0.06	0.09	0.08	0.14	0.16
T2	0.06	0.05	0.09	0.07	0.14	0.19

TCA DIA 90

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna No todas las medias son iguales

Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

<u>Factor</u>	<u>Niveles</u>	<u>Valores</u>
ESTANQUE	3	T1; T2; TC

Análisis de Varianza

<u>Fuente</u>	<u>GL</u>	<u>SC Ajust.</u>	<u>MC Ajust.</u>	<u>Valor F</u>	<u>Valor p</u>
ESTANQUE	2	0.000026	0.000013	0.09	0.913
Error	3	0.000423	0.000141		
Total	5	0.000450			

Resumen del modelo

<u>S</u>	<u>R-cuad.</u>	<u>R-cuad. (ajustado)</u>	<u>R-cuad. (pred)</u>
0.0118770	5.88%	0.00%	0.00%

Medias

<u>ESTANQUE</u>	<u>N</u>	<u>Media</u>	<u>Desv.Est.</u>	<u>IC de 95%</u>
T1	2	0.17194	0.00707	(0.14522; 0.19867)
T2	2	0.1765	0.0183	(0.1498; 0.2033)
TC	2	0.17222	0.00629	(0.14550; 0.19895)

Desv.Est. agrupada = 0.0118770

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

<u>ESTANQUE</u>	<u>N</u>	<u>Media</u>	<u>Agrupación</u>
T2	2	0.1765	A
TC	2	0.17222	A
T1	2	0.17194	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

• **FACTOR DE CONDICIÓN DE ALEVINOS DE TRUCHA ARCOÍRIS**

	FACTOR DE CONDICIÓN (K)					
	DIA 15	DIA 30	DIA 45	DIA 60	DIA 75	DIA 90
TC	1.17	0.94	1.07	1.02	1.12	1.09
TC	1.17	0.97	1.11	0.99	1.04	1.15
T1	1.21	0.99	1.09	1.02	1.17	1.10
T1	1.17	1.03	0.99	0.99	1.11	1.12
T2	1.16	1.01	1.04	1.12	1.09	1.19
T2	1.28	1.02	0.99	1.05	1.18	1.21

“K” DIA 90

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
 Hipótesis alterna No todas las medias son iguales
 Nivel de significancia $\alpha = 0.05$
 Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
ESTANQUE	3	T1; T2; TC

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
ESTANQUE	2	0.009848	0.004924	7.80	0.065
Error	3	0.001895	0.000632		
Total	5	0.011742			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.0251314	83.86%	73.11%	35.46%

Medias

ESTANQUE	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	2	1.11011	0.01317	(1.05356; 1.16667)
T2	2	1.20002	0.01170	(1.14347; 1.25658)
TC	2	1.1187	0.0398	(1.0621; 1.1753)

Desv.Est. agrupada = 0.0251314

Comparaciones en parejas de Tukey
Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

ESTANQUE	N	Media	Agrupación
T2	2	1.20002	A
TC	2	1.1187	A
T1	2	1.11011	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

- CONVERSIÓN ALIMENTICIA DE ALEVINOS DE TRUCHA ARCOÍRIS**

	CONVERSIÓN ALIMENTICIA (CA)					
	DIA 15	DIA 30	DIA 45	DIA 60	DIA 75	DIA 90
TC	1.21	1.29	1.19	1.38	1.26	1.27
TC	1.20	1.32	1.22	1.35	1.28	1.26
T1	1.35	1.37	1.28	1.38	1.30	1.29
T1	1.33	1.33	1.34	1.43	1.32	1.28
T2	1.35	1.50	1.35	1.42	1.36	1.33
T2	1.14	1.42	1.35	1.47	1.41	1.30

“CA” DIA 90

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna No todas las medias son iguales

Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
ESTANQUE	3	T1; T2; TC

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
ESTANQUE	2	0.002821	0.001411	9.47	0.051
Error	3	0.000447	0.000149		
Total	5	0.003268			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.0122067	86.32%	77.20%	45.29%

Medias

ESTANQUE	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	2	1.28681	0.00455	(1.25934; 1.31428)
T2	2	1.3158	0.0199	(1.2883; 1.3432)
TC	2	1.26274	0.00564	(1.23527; 1.29021)

Desv.Est. agrupada = 0.0122067

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

ESTANQUE	N	Media	Agrupación
T2	2	1.3158	A
T1	2	1.28681	A B
TC	2	1.26274	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

• TASA DE CRECIMIENTO ESPECÍFICO DE ALEVINOS DE TRUCHA ARCOÍRIS

	TASA DE CRECIMIENTO ESPECÍFICO (TCE)					
	DIA 15	DIA 30	DIA 45	DIA 60	DIA 75	DIA 90
TC	3.77	3.00	3.26	1.39	3.26	2.24
TC	3.81	2.87	2.95	1.69	3.09	2.40
T1	3.50	3.20	2.98	1.75	3.00	2.29
T1	3.46	3.20	2.74	1.89	3.07	2.43
T2	3.40	2.83	3.16	1.96	2.73	2.34
T2	3.92	2.48	2.97	1.84	2.68	2.69

“TCE” DIA 90

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna No todas las medias son iguales

Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
ESTANQUE	3	T1; T2; TC

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
ESTANQUE	2	0.04409	0.02205	0.78	0.535
Error	3	0.08521	0.02840		
Total	5	0.12930			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.168534	34.10%	0.00%	0.00%

Medias

ESTANQUE	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	2	2.3588	0.1014	(1.9796; 2.7381)
T2	2	2.517	0.250	(2.138; 2.897)
TC	2	2.3190	0.1124	(1.9397; 2.6982)

Desv.Est. agrupada = 0.168534

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

ESTANQUE	N	Media	Agrupación
T2	2	2.517	A
T1	2	2.3588	A
TC	2	2.3190	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

- ## ÍNDICE DE SUPERVIVENCIA DE ALEVINOS DE TRUCHA ARCOÍRIS

	ÍNDICE DE SUPERVIVENCIA (%)					
	DIA 15	DIA 30	DIA 45	DIA 60	DIA 75	DIA 90
TC	99.10	98.20	96.73	96.20	95.85	95.40
TC	99.10	98.10	96.78	96.30	95.98	95.60
T1	98.70	98.08	96.95	96.55	96.33	95.98
T1	99.38	98.55	97.03	96.68	96.48	96.20
T2	99.28	98.25	97.15	96.80	96.65	96.43
T2	99.38	98.55	97.28	96.98	96.78	96.53

DIA 90

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna No todas las medias son iguales

Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

<u>Factor</u>	<u>Niveles</u>	<u>Valores</u>
estanque	3	T1; T2; TC

Análisis de Varianza

<u>Fuente</u>	<u>GL</u>	<u>SC Ajust.</u>	<u>MC Ajust.</u>	<u>Valor F</u>	<u>Valor p</u>
estanque	2	0.96396	0.48198	28.74	0.011
Error	3	0.05031	0.01677		
Total	5	1.01427			

Resumen del modelo

<u>S</u>	<u>R-cuad.</u>	<u>R-cuad. (ajustado)</u>	<u>R-cuad. (pred)</u>
0.129502	95.04%	91.73%	80.16%

Medias

<u>estanque</u>	<u>N</u>	<u>Media</u>	<u>Desv.Est.</u>	<u>IC de 95%</u>
T1	2	96.088	0.159	(95.796; 96.379)
T2	2	96.4750	0.0707	(96.1836; 96.7664)
TC	2	95.500	0.141	(95.209; 95.791)

Desv.Est. agrupada = 0.129502

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

<u>estanque</u>	<u>N</u>	<u>Media</u>	<u>Agrupación</u>
T2	2	96.4750	A
T1	2	96.088	A
TC	2	95.500	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

- **COEFICIENTE TÉRMICO DE CRECIMIENTO EN ALEVINOS DE TRUCHA ARCOÍRIS**

	COEFICIENTE TÉRMICO DE CRECIMIENTO (GF₃)					
	DIA 15	DIA 30	DIA 45	DIA 60	DIA 75	DIA 90
TC	1.29	0.52	0.44	0.16	0.33	0.21
TC	1.31	0.50	0.40	0.19	0.31	0.23
T1	1.20	0.56	0.40	0.20	0.30	0.21
T1	1.18	0.56	0.37	0.21	0.31	0.23
T2	1.15	0.49	0.42	0.22	0.27	0.22
T2	1.35	0.43	0.40	0.21	0.27	0.25

DIA 90

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
 Hipótesis alterna No todas las medias son iguales
 Nivel de significancia $\alpha = 0.05$
 Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
ESTANQUE	3	T1; T2; TC

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
ESTANQUE	2	0.000231	0.000115	0.48	0.662
Error	3	0.000729	0.000243		
Total	5	0.000960			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.0155876	24.06%	0.00%	0.00%

Medias

ESTANQUE	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	2	0.22110	0.00935	(0.18602; 0.25618)
T2	2	0.2329	0.0234	(0.1978; 0.2680)
TC	2	0.21873	0.00971	(0.18365; 0.25380)

Desv.Est. agrupada = 0.0155876

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

ESTANQUE	N	Media	Agrupación
T2	2	0.2329	A
T1	2	0.22110	A
TC	2	0.21873	A

Las medias que no compartan una letra son significativamente diferentes.

Cálculos para la muestra en la prueba experimental

- n = Tamaño de muestra buscado.
- N = Tamaño de la población o Universo = 24 000
- Z = Parámetro estadístico que depende el Nivel de confianza **95%** - **1.96**
- e = Error de estimación máximo aceptado **3%**
- p = Probabilidad de que ocurra el evento estudiado (éxito) **50%**
- q = (1-p) = probabilidad de que no ocurra el evento = 50/100

*Desarrollo

$$n = \frac{N * Z\alpha * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z\alpha * p * q}$$

$$\frac{24000 \times \frac{95}{100} \times 1,96 \times \frac{50}{100} \times \frac{50}{100}}{\frac{3}{100} \times \frac{3}{100} \times (24000 - 1) + \frac{95}{100} \times 1,96 \times \frac{50}{100} \times \frac{50}{100}}$$

$$\frac{240 \times 95 \times 1,96 \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}}{\frac{9}{10000} \times (23999) + \frac{95}{100} \times 1,96 \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}}$$

$$\frac{60 \times 186,2}{21,5991 + 0,4655}$$

$$\frac{11.172}{22,0646}$$

$$\mathbf{506.4}$$