

**EVALUACIÓN PRODUCTIVA EN LA ETAPA DE ALEVINAJE DE TRES
VARIEDADES DE TRUCHA ARCOÍRIS (*Oncorhynchus mykiss*), CULTIVADOS
EN JAULAS FLOTANTES, EN LA LAGUNA DE LA COCHA, COLOMBIA**

**JENIFER DEL CARMEN GÓMEZ HERNÁNDEZ
JUAN MANUEL CUAYAL LAGOS**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS
PROGRAMA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN ACUÍCOLA
PASTO, COLOMBIA
2022**

**EVALUACIÓN PRODUCTIVA EN LA ETAPA DE ALEVINAJE DE TRES
VARIEDADES DE TRUCHA ARCOÍRIS (*Oncorhynchus mykiss*), CULTIVADOS
EN JAULAS FLOTANTES, EN LA LAGUNA DE LA COCHA, COLOMBIA**

**JENIFER DEL CARMEN GÓMEZ HERNÁNDEZ
JUAN MANUEL CUAYAL LAGOS**

**Informe final de Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para
optar al título de Ingeniero en Producción Acuícola.**

**Director
JULBRINNER SALAS BENAVIDES
Biólogo con énfasis en ecología., M.Sc. en recursos
hidrobiológicos continentales., Candidato a Doctorado.**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS
PROGRAMA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN ACUÍCOLA
PASTO, COLOMBIA
2022**

“Las ideas y conclusiones aportadas en este trabajo de grado, son responsabilidad exclusiva de sus autores”.

Artículo 1° del Acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966 emanado por el Honorable Consejo Superior Directivo de la Universidad de Nariño.

NOTA DE ACEPTACIÓN

JULBRINNER SALAS BENAVIDES
Biólogo con énfasis en ecología
M.Sc. en recursos hidrobiológicos continentales
Candidato a Doctorado
Director

MARIO DAVID DELGADO GÓMEZ
Ing. En Producción Acuícola
M.Sc. Ingeniería Ambiental
Jurado delegado

JAIME EDMUNDO RODRIGUEZ SANCHEZ
Ing. En Producción Acuícola
Esp. Ecología en medio ambiente
Jurado

San Juan de Pasto, noviembre 2022

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

JULBRINNER SALAS BENAVIDES	Biólogo, M.Sc., Candidato a Doctorado. Director del Departamento de Recursos Hidrobiológicos de la Universidad de Nariño.
MARIO DAVID DELGADO GÓMEZ	Ingeniero en Producción Acuícola, M.Sc. Ingeniería Ambiental. Profesor del Departamento de Recursos Hidrobiológicos de la Universidad de Nariño.
JAIME EDMUNDO RODRIGUEZ SANCHEZ	Ingeniero en Producción Acuícola, Esp. Ecología en medio ambiente. Profesor del Departamento de Recursos Hidrobiológicos de la Universidad de Nariño.
PIEDAD MEJÍA SANTACRUZ	Secretaria del Departamento de Recursos Hidrobiológicos.
LUIS ALFONSO SOLARTE PORTILLA	Zootecnista, Esp. Secretario Académico Facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad de Nariño.

Al programa Ingeniería en Producción Acuícola y a todas las personas que de una u otra forma colaboraron con el desarrollo de esta investigación.

DEDICADO A:

A Dios, quien ha sido mi guía, fortaleza, mano de fidelidad y amor que, hasta el día de hoy, ha estado conmigo con su bendición, llenándome siempre de vida.

A mis padres Rosa María Hernández López y Alfredo Edmundo Gómez Erazo, quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy una meta más de vida, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mis Hermanas Mercy, Erika y hermano Antoni, 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.

A la familia López, quienes me recibieron y aceptaron con los brazos abiertos para este proceso de vida, brindándome su apoyo día a día; en especial a Bairon Andrés López López, propietario de la “Piscícola López” y pareja sentimental, por entenderme en todo, por su paciencia, gracias por ser incondicional en mi proceso de vida, la felicidad encajada en una sola persona, mi motivación encaminada al éxito, el ingrediente perfecto para poder lograr alcanzar esta dichosa y muy merecida victoria en la vida, el poder haber culminado esta tesis con éxito, y poder disfrutar del privilegio de ser agradecida, ser grata con esa persona que se preocupó por mí en cada momento y que siempre quiso lo mejor para mi porvenir, te agradezco por tantas ayudas y tantos aportes no solo para el desarrollo de mi tesis, sino también para mi vida; eres mi inspiración y mi motivación.

A mi director de tesis, el profesor Julbrinner Salas Benavides, por la confianza que deposito en mí, por brindarme su conocimiento, apoyo, indicaciones y orientaciones indispensables en el desarrollo del trabajo.

A mi compañero Juan Manuel, por su lucha de vida para salir adelante, un gran profesional.

Mil gracias...

Jenifer Gómez

DEDICADO A:

A Dios, el dador de vida y quién me brindó cobijo en los momentos más complejos de la vida. Consuelo de mis lágrimas y, por tanto, merecedor de todos mis logros.

A mi familia, fiel consejera y real confidente de lo que cuesta cada logro cuando se prefiere labrar el camino con sudor en la frente, fango en las botas, pero la conciencia tranquila. Amor en vida y en la eternidad.

A la familia López, quien me recibió con humildad y los brazos abiertos en esta parte de la vida, por el calor de sus pláticas bajo la tulpá y el apoyo incondicional en el diario vivir, motivos estos y muchos más para permanecer siempre en el corazón.

A mi director de tesis, quien me ha enseñado la gran diferencia entre lo que es un profesor y un maestro; a su vocación y amor por la enseñanza del conocimiento sin olvidar la humildad del corazón.

A mi compañera Jenifer, porque pese a sus tropiezos nunca se ha cansado de luchar por sus objetivos. Deseo los logre y sé que será una gran ingeniera.

A mí, por no rendirme y buscar alternativas, porque en las caídas también dejé huella y aprendí que se es más humano cuando te levantas para limpiarte las heridas y volver a caminar.

Gracias, gracias, gracias.

Juan Manuel

RESUMEN

La acuicultura es el cultivo de organismos acuáticos de origen continental y marino, por el cual, es un proceso de cría para aumentar la producción y a la vez aumentar la economía poblacional. En consecuencia, la presente investigación evaluó el rendimiento productivo de tres variedades de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en fase de alevinaje durante 45 días de cultivo en jaulas flotantes de la estación “PISCÍCOLA LÓPEZ”, en la vereda Mojondino del corregimiento El Encano, Nariño, Colombia.

La evaluación partió con 3.600 alevinos de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) de las diferentes variedades de interés, con los valores de peso y talla respectivamente como se describen a continuación T0: kamloop (7,46 g $\pm$ 1,17 y 8,36 cm $\pm$ 0,54), T1: danesa (7,08 g $\pm$ 1,15 y 8,19 cm $\pm$ 0,45), T2: estadounidense (7,19 g $\pm$ 1,01 y 8,01 cm $\pm$ 0,44), distribuidos en 12 unidades experimentales, cada una con 300 peces. En la investigación el diseño experimental completamente al azar estuvo conformado por tres tratamientos y cada uno con cuatro réplicas. La estimación del alimento a servir se determinó mediante la tabla de EWOS, la ganancia de peso se registró realizando muestreos semanales y la supervivencia mediante el conteo diario de animales muertos.

El análisis estadístico estableció la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos y las variables productivas evaluadas ($p > 0,05$), al igual que la relación Beneficio/Costo, donde se observó que existen diferencias económicas entre los diferentes parámetros evaluados.

Palabras claves: Variedad kamloop, alevinaje, estimación costo/beneficio, desempeño productivo, jaulas flotantes.

ABSTRACT

Aquaculture is the cultivation of aquatic organisms of continental and marine origin, by which it is a breeding process to increase production and at the same time increase the population economy. Consequently, the present investigation evaluated the productive performance of three varieties of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in the frying phase during 45 days of culture in floating cages of the "PISCÍCOLA LÓPEZ" station, in the Mojondinoy village of the Encano, Nariño, Colombia.

The evaluation started with 3,600 rainbow trout fingerlings (*Oncorhynchus mykiss*) of the different varieties of interest, with weight and size values, respectively, as described below T0: kamloop ($7.46 \text{ g} \pm 1.17$ and $8.36 \text{ cm} \pm 0.54$), T1: Danish ($7.08 \text{ g} \pm 1.15$ and $8.19 \text{ cm} \pm 0.45$), T2: American ($7.19 \text{ g} \pm 1.01$ and $8.01 \text{ cm} \pm 0.44$), distributed in 12 experimental units, each with 300 fish. In the investigation, the completely randomized experimental design consisted of three treatments and each with four replications. The estimation of the food to be served was determined using the EWOS table, weight gain was recorded by taking weekly samples and survival by daily counting of dead animals.

The statistical analysis established the existence of significant differences between the treatments and the productive variables evaluated ($p > 0.05$), as well as the Benefit/Cost relationship, where it was observed that there are economic differences between the different parameters evaluated.

Keywords: Kamloop variety, fingerlings, cost/benefit estimation, productive performance, floating cages.

CONTENIDO

Pág.

1. INTRODUCCIÓN.....	16
2. OBJETIVOS.....	19
2.1. OBJETIVO GENERAL.	19
2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	19
3. MARCO REFERENCIAL.....	20
3.1. GENERALIDADES.....	20
3.1.1. Clasificación e identificación taxonómica trucha arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	20
3.1.2. Biología.	21
3.1.3. Distribución y hábitat.	22
3.1.4. Nutrición y alimentación..	22
3.1.5. Calidad del agua para el cultivo de trucha arcoíris.	23
3.2. SISTEMAS DE CULTIVO	24
3.2.1. Estanques.	24
3.2.2. Jaulas flotantes	25
3.3. CULTIVO DE TRUCHA ARCOIRIS.....	25
3.3.1. Etapas de cultivo.....	25
3.3.1.1. Alevinaje..	26
3.3.1.2. Juvenil.....	26
3.3.1.3. Engorde.	26
3.4. VARIEDADES DE TRUCHA ARCOÍRIS	26
3.4.1. Variedad Kamloop.....	27
3.4.2. Variedad Danesa.....	28
3.4.3. Variedad estadounidense.	29
3.5. CULTIVO DE TRUCHA ARCOÍRIS EN EL ALTIPLANO NARIÑENSE	30
3.6. POTENCIAL DEL CULTIVO DE TRUCHA ARCOÍRIS	31
3.7. RELACIÓN COSTO – BENEFICIO	31
4. DISEÑO METODOLÓGICO	32
4.1. ZONA DE ESTUDIO.....	32
4.2. MATERIAL BIOLÓGICO.....	32
4.3. PERIODO DE ESTUDIO.	33

4.4. INSTALACIONES, MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS.	33
4.4.1. Infraestructura de la estación Piscícola López.....	33
4.4.2. Materiales.....	33
4.4.3. Equipos.	34
4.4.4. Insumos.	34
4.4.5. Adecuación de Instalaciones y elaboración de unidades experimentales... 34	
4.5. PLAN DE MANEJO TECNICO.....	36
4.5.1. Recepción de alevinos..	36
4.5.2. Periodo de aclimatación..	37
4.5.3. Tallaje, pesaje, selección y siembra.	37
4.5.4. Alimentación.....	38
4.5.5. Monitoreo de la calidad de agua.....	38
4.5.6. Muestreos.	39
4.5.7. Control sanitario.	39
4.5.8. Mantenimiento de las unidades experimentales..	40
4.5.9. Tratamientos profilácticos.....	40
4.5.10. Análisis de costos parciales.....	41
4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	41
4.6.1. Formulación de hipótesis.....	42
4.6.2. Análisis estadístico.....	42
5. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	47
5.1. PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DEL AGUA	47
5.1.1. Temperatura.....	47
5.1.2. Oxígeno disuelto.	48
5.1.3. Potencial de hidrógeno (pH).	49
5.1.4. Alcalinidad.....	50
5.1.5. Dureza..	50
5.1.6. Amonio.....	51
5.1.7. Amoniacó.....	52
5.1.8. Nitritos.....	53
5.1.9. Nitratos.....	54
5.2. EVALUACIÓN DE VARIABLES	54
5.2.1. Peso final.	54
5.2.2. Talla final..	56
5.2.3. Incremento de peso.....	57
5.2.4. Incremento de talla.....	59
5.2.5. Factor de conversión alimenticia.	60
5.2.6. Tasa de crecimiento simple (TCS)..	61
5.2.7. Carga final.....	62
5.2.8. Tasa de crecimiento térmico..	63
5.2.9. Supervivencia.....	64
5.3. CURVA DE CRECIMIENTO DE LAS VARIEDADES.....	66
5.4. RELACIÓN BENEFICIO COSTO (RBC)	67

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	69
6.2. CONCLUSIONES.....	69
6.3. RECOMENDACIONES.	70
BIBLIOGRAFIA.....	71
ANEXOS	82

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Requerimiento de nutrientes por estadio de crecimiento de la trucha.	23
Tabla 2. Parámetros de calidad del agua para trucha arcoíris (<i>O. mykiss</i>).	24
Tabla 3. Parámetros fisicoquímicos iniciales de las variedades Trucha arcoíris ...	36
Tabla 4. Peso y talla de las tres variedades de trucha arcoíris.	38
Tabla 5. Disección de las tres variedades.	39
Tabla 6. Resumen estadístico peso final (g).	55
Tabla 7. Resumen estadístico talla final (cm).	56
Tabla 8. Resumen estadístico incremento de peso (g).	57
Tabla 9. Resumen estadístico incremento de talla (cm).	59
Tabla 10. Resumen estadístico de conversión alimenticia.	60
Tabla 11. Resumen estadístico tasa de crecimiento simple.	61
Tabla 12. Resumen estadístico carga final.	62
Tabla 13. Resumen estadístico tasa de crecimiento térmico.	63
Tabla 14. Análisis parcial de costos.	67

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Estación “PISCÍCOLA LÓPEZ”	32
Figura 2. Plano vista superior de infraestructura propuesta para el experimento. .	35
Figura 3. Elaboración de las unidades experimentales.	35
Figura 4. Desinfección e instalación de las unidades experimentales.	36
Figura 5. Recepción de los animales.	37
Figura 6. Monitoreo de calidad de agua.	38
Figura 7. Muestreos.	39
Figura 8. Disección de las variedades.	40
Figura 9. Tratamiento profiláctico.	41
Figura 10. Comportamiento de la temperatura.	48
Figura 11. Comportamiento del oxígeno.	49
Figura 12. Comportamiento del pH.	49
Figura 13. Comportamiento de la alcalinidad.	50
Figura 14. Comportamiento de la dureza.	51
Figura 15. Comportamiento del amonio.	52
Figura 16. Comportamiento del amoniaco.	53
Figura 17. Comportamiento de los Nitritos.	53
Figura 18. Comportamiento de los nitratos.	54
Figura 19. Comportamiento del peso.	55
Figura 20. Comportamiento de la Talla.	56
Figura 21. Incremento de peso por tratamiento.	58
Figura 22. Incremento de talla por tratamiento semanal.	59
Figura 23. Factor de conversión alimenticia.	60
Figura 24. Tasa de crecimiento simple por tratamiento.	61
Figura 25. Carga final.	62
Figura 26. Tasa de crecimiento térmico por tratamiento.	64
Figura 27. Supervivencia.	65
Figura 28. Curva de crecimiento por tratamiento.	66
Figura 29. Relación beneficio-costos.	68

LISTA DE ANEXOS

Pág.

Anexo 1. Documento de trazabilidad variedad Kamloop.	82
Anexo 2. Documento de trazabilidad variedad Danesa.	83
Anexo 3. Documento de trazabilidad variedad Estadounidense.	84
Anexo 4. Datos de peso y talla inicial.	85
Anexo 5. Tabla de alimentación EWOS.	87
Anexo 6. Ración alimento diario (Kg)/muestreo/tratamiento/réplica.	88
Anexo 7. Temperatura durante el periodo de estudio.	89
Anexo 8. Oxígeno disuelto durante el periodo de estudio.	90
Anexo 9. pH durante el periodo de estudio.	91
Anexo 10. Parámetros.	92
Anexo 11. Análisis de Varianza (ANOVA) para peso final.	93
Anexo 12. Prueba de Tukey peso final.	94
Anexo 13. Análisis de Varianza (ANOVA) para talla final.	95
Anexo 14. Prueba de Tukey talla final.	96
Anexo 15. Análisis de Varianza (ANOVA) para incremento de peso.	97
Anexo 16. Prueba de Tukey incremento de peso.	98
Anexo 17. Diferencia de medias de incremento de peso.	99
Anexo 18. Análisis de Varianza (ANOVA) para incremento de talla.	100
Anexo 19. Prueba de Tukey incremento de talla.	101
Anexo 20. Análisis de Varianza (ANOVA) para factor de conversión alimenticia.	102
Anexo 21. Prueba de Tukey factor de conversión alimenticia.	103
Anexo 22. Prueba de Kruskal Wallis factor de conversión alimenticia.	104
Anexo 23. Análisis de varianza (ANOVA) para tasa de crecimiento simple.	105
Anexo 24. Análisis de Varianza (ANOVA) para carga final.	106
Anexo 25. Prueba de Tukey Carga final.	107
Anexo 26. Análisis de Varianza (ANOVA) para tasa de crecimiento térmico.	108
Anexo 27. Tasa de crecimiento térmico /muestreo/tratamiento/replica	109
Anexo 28. Prueba de Chi - cuadrado supervivencia.	110
Anexo 29. Conteos observados y esperados.	111

GLOSARIO

ALEVINO: es el estado larval de los peces, desde la eclosión hasta la absorción de los nutrientes del saco vitelino.

VARIEDAD: es el mejoramiento genético de una misma especie para la producción acuícola.

ACUICULTURA: es el proceso productivo de organismos acuáticos, sea animales o vegetales en aguas dulces, salobres o saladas.

DESEMPEÑO PRODUCTIVO: proceso por el cual se evalúa la efectividad y la cantidad de producción en un sistema acuícola.

JAULAS FLOTANTES: son estructuras de diferentes formas, que permiten al cultivo de organismos acuáticos.

PARÁMETROS FISICOQUÍMICO: es la información extensa de la naturaleza química del agua y sus propiedades físicas, que influyen en la actividad biológica de los animales.

PATÓGENO: es un microorganismo infeccioso capaz de causar enfermedad.

PREVENCIÓN: son estrategias que permiten minimizar riesgos de contaminación, a exposición del patógeno.

PROFILAXIS: es el control de enfermedades mediante procedimientos preventivos.

TRUCHA ARCOÍRIS: es un pez que pertenece al grupo de los salmónidos originarios de los ríos y lagos, ha sido introducida en el mundo entero debido a la pesca deportiva y a su buen filete.

1. INTRODUCCIÓN

La producción acuícola se ha realizado por años, debido que es una actividad de interés, que permite mejorar la calidad de vida de las personas y ayuda a la disminución del hambre, así lo confirma Graziano et al¹, donde la acuicultura presenta un aporte a la alimentación mundial y comunitaria, contribuyendo a la reducción de pobreza y la seguridad alimentaria, reflejados en el hambre y la mal nutrición; aportando bienestar nutricional, ingresos y oportunidades de empleo. Según la Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) ², plantea que la producción mundial de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) ha alcanzado un valor de 848,1 mil toneladas, demostrando un crecimiento promedio anual de 1,6% para el año 2018.

De acuerdo con Calcetero³, en Colombia la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) es una de las principales especies de la acuicultura continental, la cual en la gestión, producción y comercialización exige cumplir con los parámetros establecidos en las normas técnicas; por lo anteriormente expuesto, “uno de los aspectos de alto valor a considerar, es la calidad de alevinos que se adquiere para el engorde, los cuales estarán sometidos a las condiciones propias del cuerpo de agua en el lugar de cultivo”⁴. El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, a través de la Dirección de Cadenas Pecuarias, Pesqueras y Acuícolas⁵, menciona que la piscicultura continental en Colombia para el año 2020 produjo 179.351 toneladas entre tilapia, trucha, cachama, camarón y otras especies nativas, de los cuales el 16% (28.696,16) equivalen a la producción de trucha arcoíris (*O. mykiss*).

La globalización ha permitido abrir nuevos mercados a lo largo del mundo, con ello, la posibilidad de tener acceso a la cantidad y variedad de material biológico de

¹ GRAZIANO DA SILVA, José, *et al.* Sistemas alimentarios en América Latina y el Caribe. Desafíos en un escenario pos pandemia. Capítulo 2. Publicado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura y el Centro Internacional de Desarrollo Sostenible. 2021. 29-48 p. ISBN: 978-92-5-134646-4

² Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. La sostenibilidad en acción. 2020. 31 p. ISBN 978-92-5-132756-2

³ CALCETERO, Adriana Alejandra. Efecto de tres cultivos comerciales de trucha arcoíris, *Oncorhynchus mykiss*, sobre la calidad del agua del río Siecha, en Guasca, Cundinamarca. Trabajo de grado Administración Ambiental y de los Recursos Naturales. Bogotá D.C.: Universidad Santo Tomas. Facultad de Ciencias y Tecnologías. 2022. 11 p.

⁴ TORREZ, Reynaldo Jesús. Adaptabilidad de tres variedades de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) procedentes de ovas importadas de diferentes países, cultivados en jaulas flotantes, bajo las mismas condiciones, en la represa san José de uzuña, polobaya-arequipa. Trabajo de grado Ingeniero Pesquero. Perú.: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Facultad de Ciencias Biológicas. 2021. p. 2.

⁵ Ministerio de Agricultura y Rural. Cadena de la acuicultura. 1er. Trimestre. Publicado por la Dirección de Cadenas Pecuarias, Pesqueras y Acuícolas. 2020. 4-39 p.

diferente procedencia, pudiendo lograr así aumentar la variabilidad genética de los individuos de *O. mykiss* producidos dentro del territorio colombiano, para así disminuir factores que podrían alterar la calidad de semilla obtenida; de acuerdo con Rosado⁶, los objetivos finales buscados, deben dirigirse a niveles de reemplazo parcial de las actuales importaciones, promoviendo principalmente la diversificación de opciones para el productor y la producción de carne.

Si bien, la apertura de otros importadores puede aumentar el riesgo de entrada de enfermedades inexistentes en el territorio nacional, esto se puede mitigar con procesos productivos que se lleven a cabo, bajo normas de bioseguridad por parte del país importador; incluso permitiría el control a la venta de líneas de trucha arcoíris que en la actualidad se comercializan por debajo de las normativas nacionales, generando alto riesgo en la morbilidad y mortalidad en los sistemas productivos. Por ello para la importación de ovas embrionadas de trucha, la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP)⁷, expidió la resolución número 2723 del 27 de octubre de 2021, por la cual se establecen los requisitos y procedimientos para el otorgamiento de permisos, autorizaciones y patentes de pesca para el ejercicio de la actividad pesquera y de la acuicultura, y se adoptan otras medidas para el cumplimiento de los objetivos y funciones de la AUNAP. Por lo anteriormente expuesto, los exportadores e importadores deben tener los permisos de comercialización, en los cuales se incluye esta actividad y los demás requisitos que establezcan otras entidades.

El Ministerio de Agricultura, por medio de la Federación Colombiana de Acuicultores (FEDEACUA)⁸ cita que el cultivo de trucha parte de la importación y desarrollo de solo hembras; los Estados Unidos de Norteamérica el principal exportador al mercado y productor nacional abocado a la calidad y precios de mercado del producto; pese a la larga trayectoria en este proceso por parte de empresas estadounidenses dedicadas a la actividad, han surgido otros importadores de países tales como Francia y Dinamarca.

En particular, productores del lago Guamuez en el departamento de Nariño, mencionan su descontento con la mala calidad de semilla traída de estados unidos, debido al bajo porcentaje de eclosión, individuos con problemas de crecimiento y mal formaciones genéticas relacionadas con la escoliosis, exoftalmia, las cuales han

⁶ ROSADO, Rafael. Consideraciones sobre la producción nacional de semilla de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). En: Revista Electrónica de Ingeniería en Producción Acuícola. 2007, Vol. 2, p. 135.

⁷ COLOMBIA. AUTORIDAD NACIONAL DE ACUICULTURA Y PESCA (AUNAP). Resolución 2723. (27 de octubre de 2021). Por lo cual se establecen los requisitos y procedimientos para el otorgamiento de permisos, autorizaciones y patentes de pesca para el ejercicio de la actividad pesquera y de la acuicultura, se adopta otras medidas para el cumplimiento de los objetivos y funciones de la AUNAP y se derogan las resoluciones No. 0707 de 2019, No. 2363 de 2020, No. 2026 de 2020 y No. 1363 de 2021. Bogotá D.C., 2021. No. 2723. p. 1.

⁸ FEDERACIÓN COLOMBIANA DE ACUICULTORES (FEDEACUA). Plan de negocio sectorial de la piscicultura colombiana. 2 ed. Programa de Transformación productiva. 2015. 55-56 p.

determinado bajo rendimiento productivo. Por otra parte, la importación de ovas de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), aunque trae consigo un riesgo elevado, este no es un factor determinante para su prohibición, toda vez que se puede solventar incrementando la exigencia en factores de bioseguridad, para el material biológico en calidad de importación a Colombia y la región.

Teniendo en cuenta los antecedentes y las necesidades mencionadas previamente, se formuló la presente investigación, con el objetivo de evaluar el desempeño productivo de tres variedades de alevinos de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) de diferentes orígenes, cultivados en jaulas flotantes en ecosistemas de alta montaña.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el desempeño productivo de tres variedades de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) kamloop, danesa y estadounidense en la fase de alevinaje, cultivados en jaulas flotantes, en la laguna de la cocha, Colombia.

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Evaluar el rendimiento productivo en cada una de las variedades cultivadas.
- Determinar la curva de crecimiento de alevinaje de cada una de las variedades.
- Comparar el análisis parcial de costos para las variedades de cultivo.

3. MARCO REFERENCIAL

3.1. GENERALIDADES

Phillips, Hernández y Aquino ⁹, mencionan que la trucha arcoíris en su ambiente natural, es un pez que habita espacios acuáticos con aguas puras y cristalinas, con cauces que presentan marcados desniveles topográficos que originan rápidos, saltos y cascadas que son muy comunes en los ríos de alta montaña, estos rápidos con una pronunciada velocidad de corriente y suelo pedregoso. “Es una especie íctica perteneciente a la familia Salmonidae, originarios de América del Norte, su nombre deriva por su peculiar coloración, esta varía en función del medio, talla, sexo, alimentación y del grado de maduración sexual. Además, es de fácil adaptación al cautiverio, su crianza ha sido ampliamente difundida casi en todo el mundo” ^{10 11}. Por consiguiente, es una especie que ha sido introducida al territorio nacional Colombia y la cual ha sido domesticada durante los años, acorde a lo afirmado por el Sistema del Servicio Estadístico Pesquero Colombiano (SEPEC)¹², siendo producida en los departamentos de Boyacá, Nariño, Cauca, Antioquia, Santander, Huila y Tolima.

3.1.1. Clasificación e identificación taxonómica trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). Según la FAO¹³, la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) pertenece a:

REYNO:	Animalia
PHYLLUM:	Chordata
SUB PHYLLUN:	Vertebrata
GRUPO:	Gnatosthomata
SUPER CLASE:	Pisces
CLASE:	Osteichthyes
SUB CLASE:	Actinopterygii
SUPER ORDEN:	Clupeomorpha
ORDEN:	Salmoniformes
SUBORDEN:	Salmonoidei

⁹ PHILLIPS, Víctor; HERNÁNDEZ, Marco y AQUINO, Guillermo. Manual básico para el cultivo de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). Manual de capacitación para la participación comunitaria. México. 2009. 6 p.

¹⁰ RODRÍGUEZ, Adriana del Rosario. Efecto de los carotenos y los probióticos sobre los parámetros de desempeño, hematológicos, bioquímicos, color del filete, carotenoides totales y estrés térmico en la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). Tesis de Maestría. Aguascalientes México: Universidad Autónoma de Aguascalientes, 2016. 18 p.

¹¹ ANÓNIMO. Manual de crianza trucha (*Oncorhynchus mykiss*). Perú. 2009. 25 p.

¹² ROCA, Brayan; MENDOZA, Rafael y MANJARRÉS, Luis. Análisis de la producción de la acuicultura durante el año 2019 en el área de cobertura de la encuesta estructural desarrollada durante el año 2020. Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP). Bogotá D.C.: 2020. 17 p.

¹³ FAO. Programa de información de especies acuáticas *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792). 2019.

FAMILIA:	Salmonidae
GÉNERO:	<i>Oncorhynchus</i>
ESPECIE:	<i>Mykiss</i>
NOMBRE COMÚN:	Trucha arcoíris.

3.1.2. Biología. De acuerdo con Gómez¹⁴ y Anónimo¹⁵, la trucha arcoíris es una especie que se caracteriza por tener el cuerpo cubierto por finas escamas y de forma fusiforme, ligeramente aplanada lateralmente, posee una banda lateral rosada iridiscente, que se hace más vistosa en la época de reproducción; su cabeza es robusta y más bien tosca, la cual ocupa aproximadamente la quinta parte de su cuerpo, la boca es ancha y dentada, la cola homocerca, con el borde posterior recto, las escamas son pequeñas y visibles y en la línea lateral están en número de 110 a 125.

La coloración varía a menudo según el ambiente, dorso verde oscuro en los torrentes de montaña, que se vuelve casi gris hacia la boca, en los ríos se torna gris pálido con reflejos amarillentos, incluso puede ser pardo violáceo sobre el dorso y argénteo en el vientre. El cuerpo de este pez está punteado de pequeñas manchas rojas y negras, rodeadas de un halo que puede ser amarillo o blanquecino, en algunos ejemplares estas aureolas son azuladas o rosadas, a veces incluso desaparecen en los ejemplares más viejos. Las aletas de las truchas carecen de espinas, y todas las especies tienen una pequeña aleta adiposa en el lomo, cerca de la cola¹⁶.

“La trucha arcoíris es bastante exigente en cuanto a la calidad de agua que debe ser limpia y con suficiente cantidad de oxígeno disuelto. Poseen una vida anádroma. Son peces poiquiloterms, mantienen su temperatura corporal acorde con la temperatura del agua”¹⁷, por tal razón Bastardo¹⁸, menciona sus exigencias donde se observa la biología reproductiva de machos y hembras que difiere en diferentes aspectos, entre ellos la edad a la cual maduran sus gametos; en el caso de los machos ocurre al año, mientras que las hembras a los dos años y una sola vez por año y los machos lo hacen varias veces durante un ciclo anual.

¹⁴ GÓMEZ, Yohe. Crecimiento de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes en la etapa de engorde alimentadas ad libitum y convencionalmente, en Chucasuyo-Juli. Trabajo de grado Licenciado en Biología. Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano. Facultad de Ciencias Biológicas. Escuela Profesional de Biología, 2017. 5 p.

¹⁵ ANÓNIMO. Crianza de trucha arcoíris, Anatomía y Morfología [sitio web]. <https://sites.google.com/site/crianzadetruchaarcoiris/capitulo-2/2-1-marco-teorico/3-anatomia-y-morfologia>

¹⁶ Ibid., p. 1.

¹⁷ FAO. Fisheries and Aquaculture Department. 2002. [sitio web]. http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oncorhynchus_mykiss/en

¹⁸ BASTARDO, Hilda. Efecto del alimento sobre algunos aspectos reproductivos de la trucha arcoíris, *Oncorhynchus mykiss*, en un criadero venezolano. En: Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 1999. Vol. 49, no. 4, p. 367-372.

3.1.3. Distribución y hábitat. La Junta Nacional Asesora de Cultivos Marinos (JACUMAR)¹⁹, informa que la trucha arcoíris es una especie originaria de América del Norte, con cierto grado de domesticidad y proveniente de varias especies del Pacífico, está presente de forma natural en los ríos que desembocan en el Pacífico, desde el sur de Alaska hasta el norte de México. Fue introducida para la pesca deportiva y la acuicultura en todos los continentes (salvo la Antártida) a finales del siglo XIX. Por consiguiente, “la producción de trucha arcoíris es mundial, en muchos países, es relativamente insignificante en comparación con los sistemas más grandes que se localizan en Norte América, Chile, Japón y Australia”²⁰.

Phillips et al²¹, comunica que la trucha arcoíris en su ambiente natural, habita en espacios acuáticos con aguas puras y cristalinas, con cauces que presentan marcados desniveles topográficos que originan rápidos, saltos y cascadas que son muy comunes en los ríos de alta montaña, los más frecuentados por las truchas ya que poseen una pronunciada velocidad de corriente y suelo pedregoso.

3.1.4. Nutrición y alimentación. El Ministerio del Ambiente²², menciona que la trucha es un pez de hábito alimenticio carnívoro, por ende, se alimenta en la naturaleza de presas vivas como insectos en estado larvario, moluscos, crustáceos, gusanos, renacuajos y peces pequeños de la misma u otras especies. Esta condición, igualmente es ratificada por Porras²³, en la evaluación de tres tasas de alimentación, en el cual, su aparato digestivo y todas sus funciones relacionadas con la digestión, absorción y utilización alimenticia se encuentran orientadas de forma natural, a la propia naturaleza del alimento que habitualmente consumen.

“El sistema digestivo de las truchas arcoíris está naturalmente estructurado para procesar alimentos que contienen principalmente proteína (proveniente de pescado), obteniendo de esta manera la cantidad determinada de energía a partir de las grasas y carbohidratos existentes. Las dietas para larvas y alevinos de truchas requieren un contenido proteico y energía más alta, como aquellas que corresponderían a peces más grandes. En la etapa de alevinos y juveniles se alimentan con contenidos de proteína cercanos al 50% y el 15% de grasa, mientras que los peces adultos pueden

¹⁹ Junta Nacional Asesora de Cultivos Marinos (JACUMAR). Trucha arcoíris, (*Oncorhynchus mykiss*). España. 2011. 1 p.

²⁰ FAO. Programa de información de especies acuáticas *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792). Fisheries and Aquaculture Department. 2017.

²¹ PHILLIPS, Víctor; HERNÁNDEZ, Marco y AQUINO, Guillermo. Manual básico para el cultivo de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). Manual de capacitación para la participación comunitaria. México. 2009. 6 p.

²² MINISTERIO DEL AMBIENTE. Servicio de sistematización de información temática para la elaboración del documento de la línea de base de la trucha con fines de bioseguridad. Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales. Dirección General de Diversidad Biológica. Perú, 2019. 13 p.

²³ PORRAS, Deyvis. Evaluación de tres tasas de alimentación en los estadios de alevino, juvenil y engorde de truchas arcoíris en el centro piscícola el ingenio. Trabajo de grado Ingeniero Zootecnista. Huancayo, Perú: Universidad Nacional del Centro de Perú. Facultad de Zootecnia, 2008. 20-21 p.

crecer con un 40% de proteína y un 10 a 12% de grasa”²⁴.

De acuerdo con Quishpe et al²⁵, se presentan los requerimientos de nutrientes por etapa de desarrollo de la trucha arcoíris. Ver (Tabla 1).

Tabla 1. Requerimiento de nutrientes por estadio de crecimiento de la trucha.

Nutriente	Alevinos	Juveniles	Adultos	Reproductores
Proteína (min)	45	42	40	40
Carbohidratos (máx.)	22	24	25	25
Grasa (min)	10	10	10	10
Minerales (máx.)	10	10	10	10
Humedad (máx.)	2	3	3	3
Fibra (máx.)	1,5	1,5	1,5	1,5
Calcio (min)	1	1	1	1
Fósforo (min)				

Fuente: Quishpe, 2020.

3.1.5. Calidad del agua para el cultivo de trucha arcoíris. En el crecimiento normal de *Oncorhynchus mykiss*, es fundamental que el agua tenga condiciones de calidad rigurosas que asegure un entorno óptimo para su supervivencia. Los parámetros de análisis entre otros son la temperatura, el pH y el oxígeno disuelto.

Según el Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero (FONDEPES)²⁶, la calidad del agua se cuantifica por la determinación de los factores físico-químicos, los mismos que hacen favorables o desfavorables desde el punto de vista técnico – económico al crecimiento de la trucha, esta cuantificación tendrá que ser determinada por empresas o laboratorios de prestigio y especialistas en el tema, que avalen sus resultados, según el Instituto Nacional de Pesca (INP)²⁷ y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)²⁸. Ver (Tabla 2).

²⁴ ORGANISMO PÚBLICO DESCENTRALIZADO SIERRA EXPORTADORA, SEDE PUNO (OPDSE). Guía para la producción, alimentación y sanidad de truchas en jaulas flotantes. Lima-Perú. 2011. 25-27 p.

²⁵ QUISHPE, Jenny, *et al.* Alimentos alternativos a formular para trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) según sus necesidades nutritivas y procesos eficientes de residuos de mataderos, *En: Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal*. 2020, vol. 4 no, 3.,10. P.

²⁶ FONDO NACIONAL DE DESARROLLO PESQUERO (FONDEPES). Manual de Cultivo de trucha en Jaulas Flotantes, Ministerio de la Producción, Lima-Perú. 2017. 12 p.

²⁷ INSTITUTO NACIONAL DE PESCA (INP). Acuicultura trucha arcoíris. Acuicultura comercial. 2018. [sitio web]. <https://www.gob.mx/inapesca/acciones-y-programas/acuicultura-trucha-arcoiris>

²⁸ FAO. Manual práctico para el cultivo de la trucha arcoíris, Guatemala. 2014.

Tabla 2. Parámetros de calidad del agua para trucha arcoíris (*O. mykiss*).

Parámetro	Min	máx.
Temperatura °C	9	17
Oxígeno disuelto (mg/L)	5 (Juveniles y adultos) 6 (huevos y alevines)	
pH	4,5	10
Dureza (ppm)	25	
Nitrito (mg/L)	< 0,55	
Nitrato (mg/L)	< 100	
Amonio (mg/L) (NH ₃)	< 0,012	
Alcalinidad (mg/l)	20	200
Sólidos en suspensión (ppm)	< 30	
Dióxido de carbono (mg/L)	< 2	

Fuente: Instituto Nacional de Pesca, 2018 y Organización de las Unidades para la Alimentación y la Agricultura, 2014.

3.2. SISTEMAS DE CULTIVO

Los sistemas de cultivo para la producción de trucha arcoíris son estanques y jaulas flotantes, los cuales se describen a continuación:

3.2.1. Estanques. De acuerdo con FONDEPES²⁹, la crianza de truchas en ambientes convencionales como los estanques, tiene como característica principal la utilización como fuente de abastecimiento de agua, los recursos hídricos loticos (ríos, arroyos y manantiales), a fin de permitir el confinamiento de los peces para lograr su crianza y desarrollo, a expensas de una alimentación ofrecida por el piscicultor. La disponibilidad de agua que ingresa a la unidad productiva determina el nivel de producción a obtener, y en base a ello se diseñará la infraestructura hidráulica necesaria para tal fin (bocatoma, canal principal, secundario, filtros, desarenadores, y otros)³⁰.

“Los ambientes convencionales para utilizar en una unidad productiva son de varios tipos, su diseño y construcción depende básicamente por la disponibilidad económica de los productores de truchas y/o interesados en incursionar en la crianza de trucha, estos son los siguientes: estanques de concreto, mampostería de piedra y de tierra”³¹. “Un estanque hace las veces de un hábitat artificial capaz de satisfacer las exigencias biológicas del animal en su medio natural, siendo de responsabilidad del piscicultor a su vez, la atención de las necesidades alimenticias

²⁹ FONDEPES., Op. Cit., 25 p.

³⁰ OLIVA, de la Gloria. Manual de buenas prácticas de producción acuícola en el cultivo de trucha arcoíris. 2011. 12 p.

³¹ FONDEPES., Op. Cit., 25.p.

y de protección sanitaria de los peces en cultivo, a fin de obtener resultados favorables en los niveles de producción esperados”³².

3.2.2. Jaulas flotantes. Para la producción de trucha se ha implementado nuevas tecnologías, como los sistemas de producción super-intensivos aplicados en jaulas flotantes de bajo volumen y altas densidades, las cuales se evalúan producción, ambiental y económica, que permitan eficiencia y alta rentabilidad para los acuicultores. De acuerdo con la FAO³³, las jaulas flotantes son empleadas con mucha frecuencia en países donde se cuenta con cuerpos de agua de altura, como lagos, embalses y represas que tienen buenas condiciones para el cultivo de trucha, ya que tienen ventajas como ser un sistema que permite desarrollar cultivos intensivos, facilidad de manejo (alimentación, limpieza, selección) y rápido crecimiento de los peces.

Así mismo, Castañeda y Ochoa³⁴ y Burgos et al³⁵, informan que las jaulas son estructuras que pueden tener variedad de formas, utilizando materiales como mallas sintéticas, nylon, alambre, madera, bambú y redes; las cuales permiten mantener o cultivar diversidad de organismos acuáticos, entre ellos, se encuentra *O. mykiss*.

3.3. CULTIVO DE TRUCHA ARCOÍRIS

“La trucha arcoíris es una especie que se considera de fácil adaptación en cultivos de jaulas flotantes, prácticamente en todos los ecosistemas acuáticos. Actualmente, en el lago Guamuez, el cultivo de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) se realiza en jaulas de alto volumen y baja densidad con tamaños promedios de 15 m³ y 20 kg de pez por m³, con rendimientos similares a los obtenidos en canales y en estanques en tierra”³⁶.

3.3.1. Etapas de cultivo. Las etapas de cultivo considerados después de la siembra son la etapa de alevinaje, Juvenil y engorde, estas etapas tienen una duración de acuerdo con las características fisicoquímicas del agua, manejo de producción y calidad de semilla. El Ministerio de la producción (El PRODUCE)³⁷ menciona tallas y pesos límites, lo mismo que coincide con FONDEPES³⁸. Los

³² Ibid., p. 12.

³³ FAO. Op. cit.

³⁴ CASTAÑEDA, Stephany y OCHOA, Nathalie. Ensayo de mantenimiento de alevines de *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) (Pisces: Salmonidae) en acuarios y jaulas flotantes. Trabajo de grado Biólogo. Campus Nueva Granada, Cajicá: Universidad Militar Nueva Granada. Facultad de Ciencias Básicas, 2012. 17 p.

³⁵ BURGOS, Álvaro, et al. Comparación de dos sistemas de producción intensiva de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes en el lago Guamuez, municipio de Pasto, Colombia. En: Revista UdeNar, 2004. p. 2

³⁶ BURGOS, et al. Op. cit., p. 2.

³⁷ MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN (PRODUCE). Principios para optimizar el cultivo de trucha arcoíris en la categoría arel. Lima – Perú. 2019.

³⁸ FONDEPES. Op. Cit., p. 12.

cuales se describen a continuación:

3.3.1.1. Alevinaje. Esta etapa de cultivo comprende desde su talla promedio de siembra de 4 cm hasta alcanzar los 10 cm con pesos promedios aproximadamente de 1,8 g a 12 g respectivamente. En esta fase los alevinos son alimentados con alimento balanceado tipo inicio I y II que contienen alrededor de 45% de proteína.

3.3.1.2. Juvenil. Esta etapa comprende el cultivo de trucha arcoíris desde una talla promedio de 10 cm hasta alcanzar los 17 cm con peso promedio aproximadamente de 12 g a 68 g respectivamente. Son alimentados con alimento balanceado tipo crecimiento I y II que contienen alrededor de 42 % de proteína.

3.3.1.3. Engorde. Esta etapa comprende el cultivo desde la talla promedio de 18 cm hasta alcanzar los 26 cm con peso promedio aproximadamente de 73 g y 250 g (tamaño comercial) respectivamente. Son alimentados con alimento balanceado tipo engorde que contiene alrededor de 35 a 40 % de proteína.

3.4. VARIEDADES DE TRUCHA ARCOÍRIS

Dado que la trucha arcoíris es una especie de alta importancia comercial y se viene domesticando desde hace varios años, Morales et al³⁹, menciona que se ha realizado mejoras para el rendimiento de la producción en acuicultura y que para obtener truchas de alta calidad, bajo un sistema de manejo genético, para así escoger reproductores para las próximas generaciones que produzcan ovas de alta calidad y para ello se debe tener en cuenta la tasa de eclosión, conversión alimenticia, crecimiento, supervivencia, uniformidad, calidad de carne, rendimiento y resistencia a las enfermedades.

Mendoza y Palomino⁴⁰, señalan que existen diferentes especies de trucha y dentro de la especie arcoíris se han desarrollado algunas variedades ideales para su cultivo, de acuerdo a la producción requerida, donde de preferencia son hembras en el ámbito mundial para su cultivo a nivel industrial. El Ministerio del ambiente (MINAM) ⁴¹, menciona que la única diferencia que pueden tener las truchas nacionales con las truchas modificadas genéticamente es que su brillo no es tan intenso y en cautiverio crecen más lento. Por tal razón, el Área Funcional de

³⁹ MORALES, Emeterio., QUISPE, Hilda y MARISCAL, Jesús. Módulo de Buenas Prácticas de producción Truchicola, proyecto Mejorando la rentabilidad de la truchicultura en el lago Titi Caca con visión empresarial y responsabilidad social ambiental, Puno-Perú. 2010. 22-25. p.

⁴⁰ MENDOZA, Raúl y PALOMINO, Alfredo. Manual de Cultivo de trucha en Jaulas Flotantes, Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero-FONDEPES, Ministerio de la Producción, Lima-Perú. 2004. 30. p.

⁴¹ EL MINISTERIO DEL AMBIENTE (MINAM). Exploración de la distribución de la trucha naturalizada en zonas priorizadas de Junín y Huánuco. 2015.

Investigaciones en Acuicultura (AFIA)⁴², afirma que en el caso de las ovas importadas, el nacimiento de los alevinos se inicia entre el primer y quinto día de haber sido incubados, dependiendo de la temperatura de la sala de incubación, se debe tener mucho cuidado en la manipulación, ya que nacen con saco vitelino y lo reabsorben entre los 21 a 28 días según la temperatura, es ahí donde se inicia su alimentación.

3.4.1. Variedad Kamloop. “La variedad kamloop es aproximadamente 20% más pequeña en tamaño, a pesar de ello las tasas de crecimiento de las cepas se comparan de manera similar con otras de trucha arcoíris, por ende, para asegurar que los alevinos sobrevivan y crezcan bien, se recomiendan el uso de dietas iniciadoras de truchas de primera calidad”⁴³. De acuerdo a lo reportado por Camacho⁴⁴ y Fuentealba⁴⁵, esta variedad es procedente del estado de Washington en Estados Unidos, donde a inicios de los años 90’s fue importada por el departamento técnico de la Corporación autónoma Regional de Nariño CORPONARIÑO - GUAIRAPUNGO, la cual fue inaugurada en 1971 donde su enfoque es un espacio para reproducción de ovas para crianza y venta de alevinos para repoblamiento y restauración, realizó contacto con el propósito de obtener alevinos mejorados de trucha arcoíris; desde aquí comenzó a que esta variedad sea catalogada como especie domesticada según la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP)⁴⁶ en la resolución 2287 de 2015, donde sus ovas se adaptaron exitosamente a la alta altitud sobre el nivel del mar y donde los productores tienen acceso directo a los alevinos.

Burgos et al⁴⁷, afirma que la variedad Kamloop ha sido empleada por muchas investigaciones en la laguna de la Cocha. Uno de estos estudios es por Arcos et al, quienes evaluaron alevinos en jaulas de 1 m³, donde obtuvieron como resultado que esta trucha tiene un incremento de peso de 1,40 ±0,55 g diarios, un índice de conversión alimenticia de 2,28±0,33 con coeficientes de variación de 14,28%

⁴² ÁREA FUNCIONAL DE INVESTIGACIONES EN ACUICULTURA (AFIA). Guía para la incubación y alevinaje de trucha arcoíris *Oncorhynchus mykiss*. En: Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú. Serie de divulgación científica. Diciembre ,2015. Vol. 1, No. 5, p. 21-24.

⁴³ TRAUTLODGE. Grupo de desove kamloop. p.1. [sitio web]. https://www.troutlodge.com/documents/1499/Troutlodge_Product_Kamloop_Spawning_Group_August_ES.pdf

⁴⁴ CAMACHO, Santiago. Memoria del ministro de la economía Nacional al congreso. 1943. 195 p. Citado por MONTENEGRO, Carlos. La incursión de la trucha arcoíris en el lago Guamuez la cocha Nariño. 2 ed. 5 p.

⁴⁵ FUENTEALBA, Paula Javiera. (Mono) cultivos de trucha arcoíris en la laguna La Cocha, Colombia: trayectorias y transformaciones socio ambientales, productivas, culturales y en las relaciones de género dentro del entorno lacustre. Trabajo de grado maestría de Investigación en Estudios Socio ambientales. Quito.: Universidad FLACSO. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales. Departamento de Desarrollo, Ambiente y territorio. 2018. 82 p.

⁴⁶ AUNAP. Op. Cit., 2015.

⁴⁷ BURGOS, Álvaro., FIGUEROA, Marco., RODRIGUEZ, Jaime y MENA, Paolo. Comparación de dos sistemas de producción intensiva de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes en el lago Guamuez, Municipio de Pasto, Colombia. 1-8 p.

respectivamente y un porcentaje de mortalidad de 15,28%. Otro estudio realizado por Salas y López ⁴⁸, obtuvieron como resultado en la de tasa de crecimiento 1,24 a 17,7 g en los primeros cuatro meses, el incremento de talla que mayor tubo fue de 26,01±0,34 cm, conversión alimenticia la mejor de 1,87±0,65 y la de menor 2,68±1,23, una supervivencia del 94%.

3.4.2. Variedad Danesa. El Sr. Juan Padilla (*)⁴⁹, señala que la Trucha danesa según los productores la caracteriza por tener un cuerpo ancho tipo salmón, larga, su carne es firme, es de crecimiento lento hasta 250 g de ahí este se dispara alcanzando 1 Kg y algunos mencionan que es delicada a enfermedades, pero de acuerdo a la literatura y empresas que la exportan como Troutex⁵⁰ se caracteriza porque sus ovas son libres de enfermedades específicas como: NHI (Necrosis Hematopoyética Infecciosa), VHS (Septicemia hemorrágica viral), NPI (Necrosis Pancreática Infecciosa), BKD (enfermedad renal bacteriana), EHN (necrosis hematopoyética epizoótica), SVC (viremia primaveral de la carpa), OMV (Enfermedad por el virus *Oncorhynchus masou*), Estreptococosis (*Lactococcus garvieae*), ISA (Anemia Infecciosa del Salmón), SRS (*Piscirickettsia salmonis*), ceratomyxa shasta. Los óvulos se incuban desde la fecundación en agua libre de esporas de *Myxosoma cerebralis* (enfermedad del torbellino).

La evaluación de Torres⁵¹, con alevinos de trucha danesa, el factor de conversión alimenticia promedio fue 1,01, tasa de crecimiento estimada en 4,2%/día, ganancia de peso por día 1,5 g/día y mortalidad 18,4%, este mismo autor informa que es difícil para las empresas proveedoras de ovas asegurar qué tan rápido crecerán las truchas, ya que está relacionado con numerosos factores tales como, la temperatura del agua, la calidad del alimento, manejo de la alimentación y la gestión general. “Es común mencionar en el sector que la ova danesa es de calidad y potencial genético necesario para lograr la producción en menos tiempo y con el más bajo consumo de alimento posible; esta producción se caracteriza por alcanzar pesos entre 250 – 450 g en 8 meses, es de tamaño grande, buena pigmentación y maduración tardía”^{52 53}.

En Colombia, la empresa representativa de Dinamarca es Troutex a través de la importadora Win2sol Holdings en Bogotá, la cual tiene presencia varios años atrás con productores de trucha a nivel nacional.

⁴⁸ LÓPEZ, Jorge y SALAS, Julbrinner. Comparación fisicoquímica y biológica entre efluentes de la producción de trucha arcoíris y la condición limnológica del Lago Guamuez, Departamento de Nariño. En: Orinoquia. Agosto-noviembre, 2019. vol. 23, no. 2, p. 87-96.

⁴⁹ PADILLA, Juan. Laboratorio Hatchery Quilínza. La Cocha, Nariño. Comunicación personal, 8 de abril de 2022.

⁵⁰ TROUTEX. Gama de productos para ovas de trucha arcoíris. [sitio web]. <https://troutex.dk/en/rainbow>

⁵¹ TORREZ, Reynaldo Jesús. Op. cit., p. 41.

⁵² TROUTEX. Productos. 2020. [sitio web]. <https://troutex.dk/es/gama%20de%20productos.html>

⁵³ AQUASEARCH. Productos, Agua dulce. 2020. [sitio web]. <https://aquasearch.dk/productos/agua-dulce/>

La visión de Troutex “es crear una empresa que oferte ovas de trucha arcoíris de alta calidad, libre de enfermedades y certificada, de oferta todo el año y a una base de clientes en todo el mundo. En la actualidad esta empresa suministra ovas a más de 30 países en todo el mundo, las ventas superan los 100 millones de ovas al año; aunque existe una curva estacional fuerte, una cantidad considerable se venden en los meses de verano. Las características de esta trucha es la forma recta y proporcional (alto y largo), color plateado y mejor capacidad de supervivencia. Esta organización ofrece varios tipos de productos de trucha arcoíris tales como las truchas normales plateadas, tamaño plato y con apetito agresivo. Esta cepa madura próxima a los 1.000 gramos; son plateados con rápido crecimiento, la maduración tardía en tamaño entre 1,5 kg y 2 kg, tiene un alto rendimiento de carne y adquiere buena pigmentación, finalmente, la extra Maduración tardía, se alcanzan entre 2 y 3,5 kg. La cepa se utiliza comúnmente para la producción de peces en el mar, con gran tamaño y sin gónadas; en un ciclo de 22 meses de crecimiento, alcanzan el peso de 2,5 a 3 kg y un porcentaje de maduración por debajo del 5%”⁵⁴.

3.4.3. Variedad estadounidense. Sánchez⁵⁵ menciona que esta variedad tiene menor mortalidad de larvas y menor mal formaciones, las cuales aseguran una producción mejorada para los productores, disminuyendo altos costos por mantener un plantel de reproductores más rentable y atractiva la producción en siembras escalonadas.

Los antecedentes demuestran que la empresa norteamericana más representativa en Colombia es sin duda es Troutlodge⁵⁶, la cual maneja cuatro cepas de trucha arcoíris, todas desarrolladas a partir de cepas originarias del noroeste del Pacífico de los EE.UU; el hogar nativo de esta especie. El mantenimiento de cuatro cepas distintas le permite a esta empresa suministrar huevos de trucha arcoíris cada semana del año con una necesidad mínima de fotoperiodo. Todas las ovas de trucha arcoíris son producidas a partir de un programa de selección genética que está diseñado para maximizar el valor a los clientes, mediante la optimización de las tasas de eclosión, conversión de alimento, crecimiento y comercialización, sin embargo, “es común los comentarios de una cepa de bajo control sanitario, ya que es susceptible a la transmisión de enfermedades, lo cual provoca grandes pérdidas a los productores; además ostenta grandes problemas genéticos y deformidades”⁵⁷.

En referencia a los parámetros zootécnicos de esta variedad, según la empresa distribuidora Troutlodge⁵⁸, ésta garantiza la tasa de eclosión en 90% basada en el número de ovas facturadas, sin embargo, la mayoría de los clientes alcanzan un

⁵⁴ TROUTEX. Op. Cit., 2020.

⁵⁵ SÁNCHEZ, Orlando Leonel. Índice de eficiencia de eclosión de ovas nacionales e importadas, para la producción de alevinos de *Oncorhynchus mykiss* (Kendal, 1998) “trucha arcoíris”, los molinos de Sanguli – Ayabaca – Piura – Perú – 2019. Trabajo de grado ingeniero pesquero. Piura – Perú. Universidad Nacional del Piura. Facultad de Ingeniería Pesquera. 2019. 21 p.

⁵⁶ TROUTLODGE (2020), Historia. [sitio web]. <https://www.troutlodge.com/es/historia/>

⁵⁷ SÁNCHEZ, Orlando Leonel. Op. Cit., 80 p.

⁵⁸ TROUTLODGE. Op. Cit., 2020.

95% o mayor tasa de eclosión; según la investigación de Triviño⁵⁹, en la fase de alevinaje esta variedad ostenta incremento de talla y peso en $2,657 \pm 0,502$ cm y $0,218 \pm 0,056$ g respectivamente, la mortalidad alcanza el 9%; el estudio de Calero y Villavicencio⁶⁰ y Asenjo⁶¹, señalan que esta variedad en un ciclo normal alcanza la talla de 25 – 30 cm hasta 90 gramos, la supervivencia consigue el 82% y el Factor de conversión alimenticia se estima en 0,69.

3.5. CULTIVO DE TRUCHA ARCOÍRIS EN EL ALTIPLANO NARIÑENSE

El cultivo de trucha arcoíris en la Laguna de la Cocha del altiplano Nariñense, existe aproximadamente 114 usuarios dedicados a la producción de trucha arcoíris (*O. mykiss*), de los cuales la mayoría son establecimientos de acuicultura de recursos limitados, medianas y pequeñas empresas. Según el Servicio Estadístico Colombiano Agropecuario⁶², la producción total aproximada equivale a 848,09 toneladas en el año. En los últimos años la intervención de la academia y otras fuentes, en el desarrollo de la investigación que ha permitido el apoyo y conocimiento ambiental y económico, así, por ejemplo, el estudio realizado por López y Portillo⁶³, menciona que la utilización de inmunoestimulantes es recomendable para reducir los costos de producción y mitigar la contaminación ambiental.

⁵⁹ TRIVIÑO, Karen Lorena. Evaluación del prebiótico citromarine® en primeras etapas de crecimiento de alevinos de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). Trabajo de grado Bióloga Marina. Santa Marta.: Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Ciencias Naturales E Ingeniería. Programa De Biología Marina 2020. 23-28 p.

⁶⁰ CALERO, María y VILLAVICENCIO, Juan. Evaluación del efecto del probiótico comercial “Bio-probiotic-c@” en el ciclo productivo de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). Trabajo de grado Ingenieros Agroindustriales y de Alimentos. México.: Universidad de las Américas Puebla. Facultad de Ingeniería y Ciencias Pecuarias. 2016. 51-56 p.

⁶¹ ASENJO, Julio Enrique. Eclosión, sobrevivencia y crecimiento de alevinos de *Oncorhynchus mykiss* “trucha arcoíris” a partir de ovas procedentes de dos laboratorios. Trabajo de grado de Licenciado de Biología Pesquera. Lambayeque – Perú.: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Facultad de ciencias Biológicas. Departamento Académico de Pesquería y Zoología. 2015. 26 p.

⁶² INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO (ICA). Para fortalecer la producción acuícola de Nariño, el ICA asegura el adecuado manejo sanitario con actividades de control. 2021. [sitio web]. <https://www.ica.gov.co/noticias/ica-fortalece-produccion-acuicola-en-narino>

⁶³ LOPEZ, Bairon y PORTILLO, Tatiana. Evaluación del efecto de inmunoestimulantes en alevinos de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes. Tesis de grado Ingeniero en Producción Acuícola. San Juan de Pasto.: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Ingeniería en Producción Acuícola. 2022. 76 p.

3.6. POTENCIAL DEL CULTIVO DE TRUCHA ARCOÍRIS

La acuicultura colombiana, de acuerdo con García⁶⁴, es representada por el cultivo de trucha arcoíris, que reúne múltiples actividades económicas que van desde la producción de alevinos hasta el levante y engorde, de allí que esta actividad se convierta en la alternativa de negocio con alto potencial; Colombia en la actualidad es el quinto productor de trucha arcoíris de Latinoamérica, sin embargo, es necesario que las entidades en su responsabilidad y competencia, prioricen las políticas que fortalezcan la acuicultura, especialmente la producción de truchas; así Rufino et al⁶⁵ y Quiñones⁶⁶, cita que una manera de potenciar los cultivos es avanzar en el conocimiento sobre la alimentación en la producción truchícola. Adicionalmente, Colombia tiene tratados con los Estados Unidos y la Unión Europea.

3.7. RELACIÓN COSTO – BENEFICIO

En opinión de Castañer ⁶⁷, la relación costo-beneficio (CB) es el sistema utilizado para determinar los costos de producción de un producto dentro de una empresa, la toma de decisiones, y no está limitado a una disciplina académica o campo en particular, un proyecto privado o público. Es un híbrido de diversas técnicas de gerencia, finanzas, y los campos de las ciencias sociales. Presenta tanto los costos como los beneficios en unidades de medición estándar (usualmente monetarias), para que se puedan comparar directamente; el fundamento de este análisis es determinar si el costo de la solución sobrepasa el costo del problema. Cuando la solución es más cara, no se debe de implementar. Cada análisis es diferente y requiere de un pensamiento cuidadoso e innovador, sin entenderse que no existe una secuencia estándar de pasos y procedimientos a seguir.

⁶⁴ GARCIA, Manuel. Cultivo de Tilapia y Trucha arcoíris, un negocio con potencial exportador. 2013. [sitio web]. <https://www.larepublica.co/archivo/cultivo-de-tilapia-y-trucha-arco-iris-un-negocio-con-potencial-exportador-2080386>

⁶⁵ RUFINO, Cristóbal., YAPUCHURA, Saico., MAMANI Sabino., PARI, Dina y FLORES, Emilio. Importance of the curves of growth and efficiency in the food of trout rainbow (*Oncorhynchus mykiss*) in the cost of production. En: Scielo. 2018. 68-77. p.

⁶⁶ QUIÑONES, Juan. Análisis de la cadena agroalimentaria de la trucha en Colombia. Trabajo de grado Administrador de Empresas Agropecuarias. Bogotá D.C.: Universidad de la Salle. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Programa Administración de Empresas Agropecuarias. 2014. 53 p.

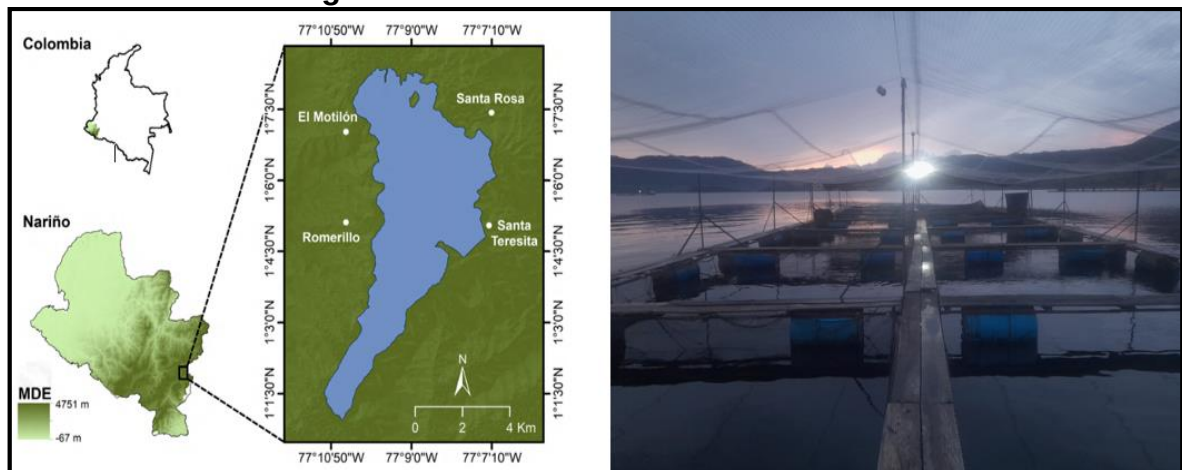
⁶⁷ CASTAÑER, Juan. Análisis de costo beneficio Ejemplos de análisis sector privado. En: Estudios Técnicos Inc., febrero 28 de 2014. 4 p.

4. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1. ZONA DE ESTUDIO

La presente investigación se realizó en jaulas flotantes de la empresa “PISCÍCOLA LÓPEZ” localizada en la Laguna de la Cocha, vereda Mojondinoy, corregimiento El Encano (Figura 1). La empresa está ubicada a 27 kilómetros de la ciudad de Pasto, departamento de Nariño; las coordenadas corresponden a 1°06′00″ Norte y 77°09′00″ Oeste⁶⁸, altitud equivalente a 2.800 msnm, temperatura promedio 11 °C, precipitación 2.200 mm anuales; superficie de espejo de agua 41,5 km², longitud 25 km, y profundidad media igual a 75 metros⁶⁹.

Figura 1. Estación “PISCÍCOLA LÓPEZ”



Fuente: López y Madroño⁷⁰

4.2. MATERIAL BIOLÓGICO

Se evaluó 3.600 alevinos de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) de tres variedades, las cuales en siembra iniciaron respectivamente con valores de peso y talla de la siguiente manera: T0: kamloop (7,46 g $\pm$ 1,17 y 8,36 cm $\pm$ 0,54), T1: danesa (7,08 g $\pm$ 1,15 y 8,19 cm $\pm$ 0,45), T2: estadounidense (7,19 g $\pm$ 1,01 y 8,01 cm $\pm$ 0,44); los ejemplares fueron distribuidos en 12 hapas con 300 animales cada

⁶⁸CORPONARIÑO. Expediente OCSC-009-17. [sitio web]. <https://corponarino.gov.co/expedientes/calidadambiental/boletin/2017res112catq.pdf>.

⁶⁹ GONZÁLEZ, *et al.* Efecto de la producción acuícola sobre las variables de calidad del agua del lago Guamez. *En*: Revista Investigación Pecuaria. Junio, 2018, vol. 5 no. 1. p. 1.

⁷⁰ LÓPEZ, Meri Liliana & MADROÑERO, Sandra Milena. Estado trófico De la ware Naciones Unidas lago tropical De la ware alta montaña: caso laguna de la Cocha. *En*: Scielo. 2015. Vol. 25, No. 2. 21-42 p.

una, hasta una carga de $2,1 \text{ kg/m}^3$. La biomasa en las unidades experimentales proviene de las estaciones piscícolas “LA MAR”, ubicada en la vereda El Motilón, “HACHER QUILINZA”, localizada en la vereda Santa Clara y “GUAIRAPUNGO-CORPORNARIÑO”, ubicada en la vereda Casa Pamba, en el corregimiento El Encano del municipio de Pasto - Nariño.

La estación piscícola adquirió 10.000 animales de cada variedad danesa y estadounidense y 1.500 alevinos de la variedad kamloop, que propendieron para cada tratamiento y replicas poblaciones con peso dentro de la distribución normal que garanticen condiciones iguales de cultivo.

4.3. PERIODO DE ESTUDIO

El periodo de estudio de esta investigación fue 45 días de cultivo, que cubrió las actividades de seguimiento, control, análisis y evaluación de la especie y demás acciones descritas y priorizadas en el plan de manejo.

4.4. INSTALACIONES, MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS

4.4.1. Infraestructura de la estación Piscícola López. La ejecución del proyecto tuvo lugar en la empresa “PISCÍCOLA LÓPEZ”, la cual está constituida por 16 jaulas flotantes, divididas en dos módulos; el primero está constituido por seis jaulas cubiertas con polisombra 80% de transparencia, que permite regular la luz que incide en los alevinos y “dedinos”; y el segundo módulo está conformado por ocho jaulas, de ellas, ocho destinadas para cultivar animales en fase de levante y dos para el sacrificio, la selección y el traslado de ejemplares.

La jaula N° 1 dedicada a la recepción de los alevinos y la jaula N° 2 destinada a la realización del experimento, en su caracterización tiene 25 m^2 de superficie, soportada en un sistema de flotación con ocho tambores flotantes de 200 litros, malla de cáñamo de hilo $\frac{3}{4}$ de pulgada en 100 m^3 aprovechables de columna de agua y suspendidas a 14 metros de profundidad.

4.4.2. Materiales.

- Recipientes plásticos
- Nasas
- Baldes
- Pie de rey
- Tubos PVC 3 pulgadas
- Codos PVC 3 pulgadas
- Tees PVC 3 pulgadas
- Malla de hilo $\frac{1}{4}$ de pulgada

- Hilo cáñamo encerado
- Tanque de 1000 L
- Difusor
- Cilindro de Oxígeno

4.4.3. Equipos.

- Balanza digital Scout Pro® 4.000 g $\pm$ 0.1 g
- Balanza digital Kalley® 1k g $\pm$ 1 g
- Espectrofotómetro EcoSence® YSI-9300
- Termómetro digital
- Estereoscopio
- pH-metro
- Oxímetro
- Estacionaria
- Disco de corte
- Computador
- Cámara fotográfica

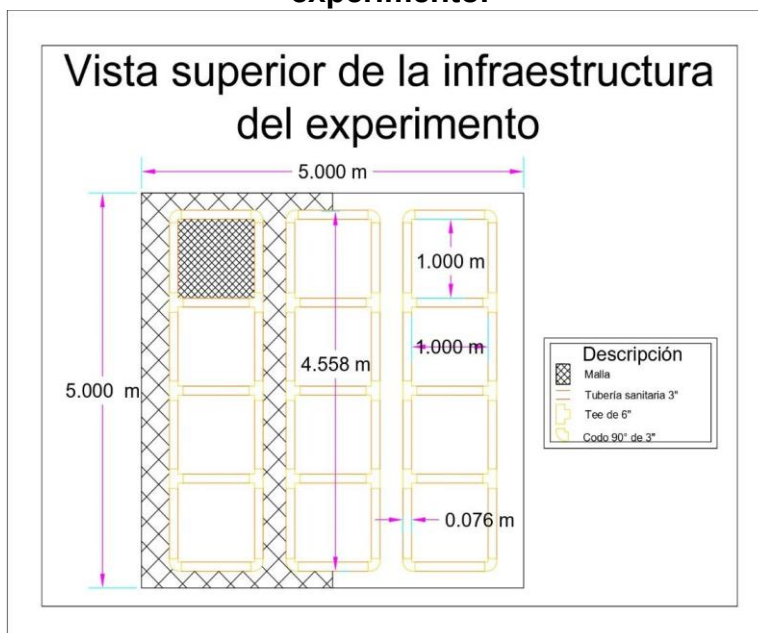
4.4.4. Insumos.

- Concentrado 48% Agrinal®
- Alevinos trucha arcoíris
- Sal industrial
- Eugenol
- Alcohol
- Soldadura de PVC
- TIMSEN®
- Oxitetraciclina
- Nuflor

4.4.5. Adecuación de Instalaciones y elaboración de unidades experimentales. El lavado y desinfección de las jaulas N° 1 y 2 de la unidad de cultivo se hizo con TIMSEN® en dosis de 800 ppm. La jaula N° 1 se dividió en dos secciones para la recepción de los alevinos de las variedades danesa y kamloop y la jaula N° 2 para el acopio de los ejemplares de la variedad estadounidense.

La elaboración de las 12 hapas como unidades experimentales, partió de la construcción de tres bloques de cuatro replicas; cada bloque utilizó 13 metros de PVC, accesorios (6 tees y 4 codos) de 3 pulgadas, posteriormente con soldadura PVC se unió cada segmento de tubo hasta conseguir una estructura resistente y apta para el cultivo. Ver (Figura 2).

Figura 2. Plano vista superior de la infraestructura propuesta para el experimento.



En el diseño y elaboración de las hapas, se utilizó malla de $\frac{1}{4}$ pulgadas; para tal efecto, se cortó en tres áreas de 3x4 metros cada uno, las cuales conformaron el fondo y los laterales de cada bloque. Para la división de ellas y constituir las réplicas, se cortó cinco retazos de área de malla 1 m² cada uno. En total, en los bloques fueron 15 cuadrados de malla cosidos con hilo de cáñamo encerado. Después de formadas las divisiones, éstas se sujetaron a la estructura PVC mediante cordón encerado. Por último, se procedió a desinfectar, instalar y rotular las áreas de cultivo. Ver (Figura 3 y 4).

Figura 3. Elaboración de las unidades experimentales.



Figura 4. Desinfección e instalación de las unidades experimentales.



4.5. PLAN DE MANEJO TECNICO.

4.5.1. Recepción de alevinos. El acopio de ejemplares se ejecutó en las jaulas N° 1 y 2 de las unidades de cultivo, previamente alistadas y desinfectadas con TIMSEN® (800 ppm).

El transporte de los animales se llevó a cabo en dos tanques de 300 litros, durante 40 minutos desde su origen a la estación piscícola. Posteriormente, se estimaron los parámetros fisicoquímicos para verificar que el transporte de los alevinos no haya alterado la calidad de agua requerida por la especie y así asegurar el bienestar animal (Tabla 3); posteriormente, se ingresaron los alevinos a las jaulas de recepción asignadas (Figura 5). Para la obtención de estos animales se tuvo en cuenta la documentación de trazabilidad de cada distribuidor en las variedades de interés. Ver (Anexo 1,2,3)

Tabla 3. Parámetros fisicoquímicos iniciales de las tres variedades de Trucha arcoíris.

Parámetros	T0 Kamloop	T1 Danasa	T2 Estadounidense
Oxígeno (mg/L)	6,94	7,28	6,48
Temperatura (°C)	15,1	15,0	15,3
pH	7,4	7,4	7,3

Figura 5. Recepción de los animales.



4.5.2. Periodo de aclimatación. Una vez el material biológico estuvo dispuesto en la piscifactoría, se realizó la estimación de temperatura del agua de la laguna y aquella de los tanques de transporte de los peces, con el propósito de igualar ambas temperaturas, y así aclimatar correctamente estas fuentes mediante el método de mezcla de agua, subiendo 2 °C cada 30 minutos hasta lograr la temperatura de las unidades experimentales en el lugar de estudio.

4.5.3. Tallaje, pesaje, selección y siembra. Una vez terminada la aclimatación, se realizó el muestreo inicial de los alevinos en cada una de las variedades, para conocer las características biométricas iniciales con el fin de estandarizar el peso y tomarlo como referencia para cada uno de los tratamientos; los parámetros en mención se obtuvieron mediante la balanza y el pie de rey (Tabla 4) con el objetivo de estimar la cantidad de alimento a suministrar; una vez se ejecutó la actividad, se extrajo los animales con la ayuda de la nasa desde las jaulas N° 1 y 2 y se ubicaron en un recipiente plástico para depositarlos finalmente en cada tratamiento asignado.

Con la ayuda de un tamiz se eligió 3.600 animales que cumplieron con las características sanitarias requeridas, se realizaron 15 muestras con 20 animales por cada replica. Posteriormente se hizo la siembra conservando la densidad de 2,1 kg/m³, por lo tanto, cada unidad experimental inició con 300 individuos. El conteo de alevinos y los registros de peso y talla se encuentran en el Anexo 4.

Tabla 4. Peso y talla de las tres variedades de trucha arcoíris.

	T0 Kamloop		T1 Danesa		T2 Estadounidense	
	Peso (g)	Talla (cm)	Peso (g)	Talla (cm)	Peso (g)	Talla (cm)
Promedio	7,46	8,36	7,08	8,19	7,19	8,01
Desviación Estándar	1,17	0,54	1,15	0,45	1,01	0,44
Coefficiente de Variación	16%	7%	16%	6%	14%	6%

4.5.4. Alimentación. En la estimación del alimento fue útil el balanceado Agrinal® 48% de proteína siguiendo la tabla de EWOS⁷¹ de acuerdo con el incremento de biomasa obtenida en cada muestreo (Anexo 5), aplicando la metodología interna de la estación Piscícola López. La ración diaria se dividió en cinco comidas y se suministró cada dos horas así: 8:00 am, 10:00 am, 12:00, 2:00 pm y 4:00 pm (Anexo 6) asegurando una distribución uniforme de consumo.

4.5.5. Monitoreo de la calidad de agua. Este seguimiento se ejecutó diariamente dos veces al día (8:00 am y 4:00 pm) para los parámetros temperatura (°C), oxígeno disuelto (mg/L) y el potencial de hidrógeno (pH).

Durante la investigación, los parámetros químicos nitritos (NO₂), nitratos (NO₃), amonio (NH₃), amoniaco (NH₄), alcalinidad (CaCO₃) y dureza (CaCO₃) se analizaron tres veces (inicio, intermedio y final del periodo de evaluación), mediante espectrofotometría EcoSence® YSI-9300. Ver (Figura 6).

Figura 6. Monitoreo de calidad de agua.



⁷¹ EWOS. Tabla de alimentación para Trucha arcoíris. 2021.

4.5.6. Muestreos. El muestreo se realizó cada fin de semana, a partir del cual se tomaron 30 alevinos al azar de cada unidad experimental, luego en un recipiente se colocaron 10 litros de agua y se aplicó Eugenol a razón de 1 gota/3 litros, se mezcló y en seguida se colocaron los animales, se procedió a pesar y tallar con los instrumentos disponibles para tal fin. Después de efectuar la medición, los animales fueron trasladados a un tanque de recuperación 0,5 % de sal y oxígeno, en el cual permanecieron hasta retomar el nadado autónomo; por último, se regresaron los animales a sus respectivas unidades experimentales. Con el fin de mitigar el error por alimento consumido, este no fue suministrado en la última comida del día anterior al muestreo. Ver (Figura 7).

Figura 7. Muestreos.



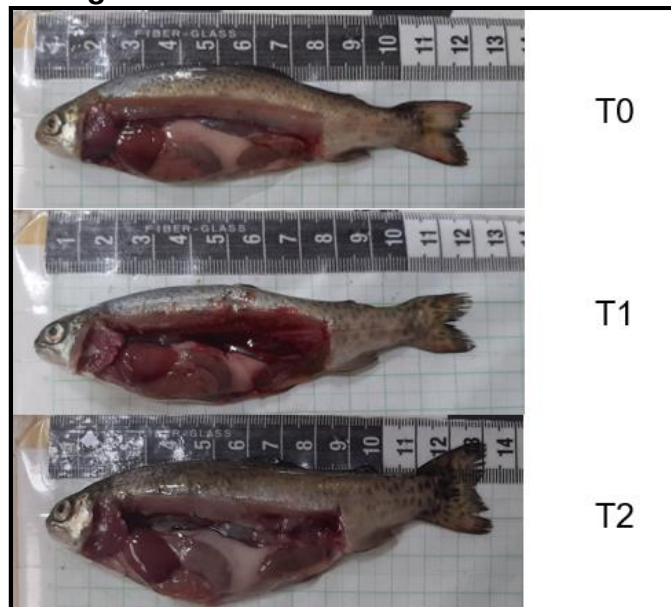
4.5.7. Control sanitario. Diariamente en todos los tratamientos se realizó la revisión de animales muertos, los cuales se retiraron para ser examinados externamente y así determinar la presencia de deformidades, lesiones o enfermedades. De igual manera se realizó disecciones de animales por cada réplica al final del experimento con el fin de observar la condición morfométrica, merística y anatómica externa e interna. Ver (Tabla 5, Figura 8).

Tabla 5. Disección de las tres variedades.

Tabla 1. Descripción de las tres variedades.								
T0 (Kamloop)			T1 (Danesa)			T2 (Estadounidense)		
Peso (g)	Talla (cm)		Peso (g)	Talla (cm)		Peso (g)	Talla (cm)	
20,7	10,7		20,3	10,7		30,6	11,8	
Medidas Biométricas								
Alto tronco (cm)	Ancho tronco (cm)	P. caudal (cm)	Alto tronco (cm)	Ancho tronco (cm)	P. caudal (cm)	Alto tronco (cm)	Ancho tronco (cm)	P. caudal (cm)
2	1,1	7,7	1,9	1,2	7,4	2,5	1,4	8,9
Rendimiento de canal								
83%			85%			83%		

El análisis y evaluación previa, de acuerdo con la disección de las diferentes variedades, se pretende resaltar que variedad de interés presenta, por ejemplo, el mejor rendimiento de canal, derivado del menor porcentaje en viseras; en consecuencia, a partir de este resultado que animales de cual grupo posiblemente acumulen más masa muscular respecto o igual condición en las variedades de estudio.

Figura 8. Disección de las variedades.



4.5.8. Mantenimiento de las unidades experimentales. Durante el experimento, dos veces en semana se lavaron con hidrolavadora estacionaria las mallas de las unidades experimentales. Este proceso duró 10 minutos por cada hapa con el propósito de remover el material biológico y sedimentos que se acumulan en la estructura, garantizando así la buena condición de calidad de agua y disminuir la proliferación de patógenos. En el proceso de lavado se extrajo de una esquina la malla hacia la superficie y hacer la limpieza pertinente mientras los animales se distribuyen al extremo contrario de la hapa.

4.5.9. Tratamientos profilácticos. Los tratamientos se ejecutaron tres veces a la semana o ante la presencia de algún patógeno, para tal efecto, se llenó en un tanque de 1.000 litros con 800 litros de agua, concentración de sal 1,5% y saturación de oxígeno 130% mediante manguera difusora, se ubicó toda la densidad poblacional de una unidad experimental hasta completar las 12 hapas de estudio, y se mantuvo los animales durante 5 minutos en la solución. Después de transcurrido este tiempo se regresaron los animales a su respectiva unidad. Ver (Figura 9).

Figura 9. Tratamiento profiláctico.



4.5.10. Análisis de costos parciales. Esta evaluación tuvo en cuenta la cuantificación de los costos variables utilizados en cada tratamiento, igualmente se incluye los ingresos brutos, cuantificando la biomasa y el valor comercial a la venta, con el fin de estimar la relación beneficio-costo para cada tratamiento.

4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En la presente investigación se empleó un diseño completamente al azar (DCA), conformado por tres tratamientos y cuatro replicas cada uno, conformando en total 12 unidades experimentales, conformada por 300 alevinos de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), de la siguiente manera:

T0: Kamloop.

T1: Danesa.

T2: Estadounidense.

El modelo matemático utilizado se representa bajo la siguiente expresión algebraica ⁷².

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_{j(i)} + \eta_{k(ij)}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta en la ij-ésima unidad experimental.

⁷² SOLARTE, Carlos; GARCÍA, Hernán, A e IMUEZ, Marco. Bioestadística: Aplicaciones en producción y salud animal, San Juan de Pasto: Editorial Universitaria – Universidad de Nariño, 2009. 304. p.

μ = Media poblacional.

τ_i = Efecto del i – ésimo tratamiento

$\beta_{j(i)}$ = Error experimental asociado a la ij -ésima unidad experimental que recibe el i ésimo tratamiento.

$\eta_{k(ij)}$ = Error de muestreo asociado a la k – ésima unidad experimental.

K = Unidad observacional.

4.6.1. Formulación de hipótesis. La investigación planteó dos hipótesis, explicadas a continuación:

Hipótesis nula (H_0). No existen diferencias significativas en el efecto medio de los tratamientos sobre las diferentes variables.

$$H_0: T_i = T_j \{i \neq j\}$$

Hipótesis alterna (H_1). Por lo menos uno de los tratamientos tiene un efecto medio sobre las variables en evaluación.

$$H_1: T_i \neq T_j \{i, j = 0, 1, 2\}$$

4.6.2. Análisis estadístico. Los datos se presentaron en tablas y gráficos estadísticos, en los cuales se indicó la media y el error estándar, así como la desviación estándar y el coeficiente de variación como indicativo de variabilidad.

Previo a los análisis inferenciales, los datos fueron sometidos a pruebas para identificar y corregir datos atípicos e influyentes mediante pruebas que verifican el cumplimiento de los supuestos estadísticos (Normalidad, Homogeneidad de varianzas e Independencia), en cuyo caso se aplicó un análisis de varianza para determinar la existencia de diferencias significativas entre tratamientos y la prueba de Tukey entre medias de los tratamientos. El no cumplimiento de los supuestos permite realizar la transformación de los datos o aplicación de pruebas no paramétricas (Kruskal Wallis), dependiendo del comportamiento de los datos. Para el caso de supervivencia, se aplicó la prueba de bondad de ajuste de Chi-cuadrada. En todos los casos se utilizó el nivel de significancia de 0,05, estimados a través del software MiniTab.

La investigación evaluó las siguientes variables respuesta.

- **Peso Final.** Es el peso de cada organismo obtenido al final de la evaluación ⁷³.

$$Pf = \frac{\sum PM}{N^{\circ} AM}$$

Dónde:

Pf = Peso final (g)

PM = Pesos de los muestreos (g)

N° AM = Número de animales totales muestreados.

- **Talla Final.** Según Salas, et al ⁷⁴, es la talla de cada organismo obtenida al final de la evaluación.

$$Tf = \frac{\sum TM}{N^{\circ} AM}$$

Dónde:

Tf = Talla final (cm).

TM= Tallas de los muestreos (cm).

N° AM= Número de animales totales muestreados.

- **Incremento en el peso (IP).** De acuerdo con Montaña ⁷⁵, es el aumento de peso que presentan los individuos durante el periodo de estudio y es la diferencia entre el peso final y el peso inicial.

$$IP = Pf - Pi$$

Dónde:

IP= Incremento de peso (g).

Pf= Peso final (g).

Pi= Peso inicial (g).

⁷³ SISTEMAS DE INFORMACIÓN SOFTWARE. Glosario de términos más usados en acuicultura. Fishfarmfeeder. [Sitio web]. <https://www.fishfarmfeeder.com/es/blog/glosario-terminos-mas-usados-acuicultura/>.

⁷⁴ SALAS, Julbrinner, *et al.* Caracterización parasitaria de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) y su efecto en la producción de la estación piscícola flotante Intiyaco, en el lago Guamuez (Nariño). En: Veterinaria y Zootecnia. Mayo-julio, 2014, vol. 8 no. 2., 87-101. p.

⁷⁵ MONTAÑA, Camilo. Crecimiento y sobrevivencia en el levante de alevinos de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en sistemas cerrados de recirculación de agua. Trabajo de grado Biólogo Aplicado. Bogotá D.C.: Universidad Militar Nueva Granada, Facultad de Ciencias, 2009. 39 p.

- **Incremento en talla (IT).** Como dice Carrera ⁷⁶, es el aumento de longitud que presentan los individuos durante el periodo de estudio y se obtiene mediante la diferencia entre la talla inicial y la talla final.

$$IT = Tf - Ti$$

Dónde:

IT= Incremento en talla (cm).

Ti= Talla promedio inicial (cm).

Tf= Talla promedio final (cm).

- **Factor de conversión alimenticia (FCA).** Permite la transformación del alimento consumido por los peces en tejido corporal fue determinado mediante la relación entre la cantidad de alimento consumido y la ganancia en peso.

$$FCA = \frac{AC}{IB}$$

Dónde:

FCA= Factor de conversión alimenticia.

AC=Alimento consumido (Kg).

IB = Incremento de Biomasa (Kg).

- **Tasa de crecimiento simple (TCS).** Según Cerón, J.N ⁷⁷indica la siguiente fórmula:

$$TCS = \frac{\ln Wf - \ln Wo}{t} * 100$$

Dónde:

TCS (%): Porcentaje de crecimiento mensual

Wf: Biomasa final (Kg).

Wo: Biomasa inicial (Kg).

t: Días de cultivo.

⁷⁶ CARRERA, Segundo. Evaluación de dos densidades de siembra y dos fuentes de proteína (lombrices y vísceras de pollo) en la producción de trucha “arcoíris” (*Oncorhynchus mykiss*). Trabajo de grado Ingeniero en Administración y Producción Agropecuaria. Loja, Ecuador: Universidad Nacional de Loja, 2010. 43 p.

⁷⁷ CERÓN, James. Evaluación de tres dietas alimenticias suministradas en la fase de alevino al pez ornamental amazónico escalar (*Pterophyllum scalare* - schultze, 1823). Trabajo de grado magister Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Manizales: Universidad de Manizales, Facultad de Ciencias Contables, Económicas Administrativas. 2016. 72 p.

- **Porcentaje de supervivencia.** Como dicen Perdomo, et al ⁷⁸ es la relación entre el número de animales finales y el número de animales iniciales en porcentaje (%).

$$S = \frac{N^{\circ} \text{ Ind. } f}{N^{\circ} \text{ Ind. } I} * 100$$

Dónde:

S = Porcentaje de supervivencia (%).

N° Ind. F = Número de animales finales.

N° Ind. i = Número de animales sembrados.

- **Carga Final.** De acuerdo con Riascos, et al ⁷⁹, es la biomasa final obtenida en el volumen de la unidad de cultivo.

$$Cf = \frac{Ppf * N^{\circ} AT}{V}$$

Dónde:

Cf = Carga final (Kg/m³)

Ppf = Peso promedio final (Kg)

N° AT = Número de animales totales

V = Volumen (m³)

- **Tasa de Crecimiento Térmico.** Según Arce ⁸⁰, es el incremento diario de peso por cada unidad de temperatura.

$$C = \frac{Pf - Pi}{Tmd * T}$$

Dónde:

C = Tasa de crecimiento térmico.

Pf = Peso final.

Pi = Peso inicial.

Tmd = Temperatura diaria.

T = Tiempo.

⁷⁸ PERDOMO, Daniel, *et al.* Efecto de la estrategia alimenticia en el desempeño productivo de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). *En*: Revista Científica. Julio, 2013. vol. 23, no. 4. 343 p.

⁷⁹ RIASCOS, Javier, *et al.* Modelo dinámico para estimar la capacidad de carga de cuerpos de agua con piscicultura. *En*: SciELO. Junio, 2012. vol. 15, no. 1. 135-145 p.

⁸⁰ ARCE, José. Determinación de la tasa de alimentación para tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus, 1759) en condiciones comerciales corregida por el Coeficiente Térmico de Crecimiento. Trabajo de grado e Licenciatura en Ingeniería Agronómica con énfasis en Zootecnia. Ciudad Universitaria Rodrigo Facio: Universidad de Costa Rica. Facultad de Ciencias Agroalimentarias, 2014. 16 p

- **Relación beneficio costo.** Permite referenciar si una producción es aceptable o no, desde el punto de vista técnico, utilizando un indicador (1.0) que se expresa el nivel de viabilidad como se indica a continuación ⁸¹.

$$\mathbf{C/B = CT / IB}$$

Dónde:

C/B= Costo-beneficio

CT = Costos totales

IB= Ingresos brutos

Cuando.

C/B =1 Aconsejable.

C/B = Indiferente.

C/B >1 Aconsejable.

⁸¹ MARTÍNEZ, Irma y ESCORCIA, Eveling. Análisis de rentabilidad de la producción de vacas lecheras (*Bosprimigenius taurus*) en la Quinta Doalmar de la comarca San Isidro del municipio de Camoapa en el período octubre a diciembre 2019. Trabajo de grado Licenciadas en Administración de Empresa con Mención en Agro negocios. Camoapa, Boaco, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria Sede Regional Camoapa Recinto Myriam Aragón Fernández, 2020. 21 p.

5. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DEL AGUA

Según el FONDEPES ⁸², la calidad del agua se cuantifica a partir de la determinación de los factores fisicoquímicos, los mismos que hacen favorables o desfavorables desde el punto de vista técnico – económico el crecimiento de la trucha.

La presente investigación estimo los siguientes parámetros fisicoquímicos en las unidades experimentales de estudio.

5.1.1. Temperatura. Acorde a FAO⁸³ La trucha arcoíris requiere en su fase de alevinaje condiciones de temperatura en un rango de temperatura de 14 – 15°C; así durante el desarrollo de esta investigación, este comportamiento para todos los tratamientos tuvo un valor promedio de 15,54 °C, (Figura 10) (Anexo 7). De acuerdo con Vásquez et al⁸⁴, la temperatura del agua influye directamente sobre la biología de las truchas; principalmente sobre el ritmo mensual de crecimiento y el grado de actividad metabólica, de igual forma el Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero ⁸⁵, comunica que esta especie se caracteriza por crecer en ríos, lagos y lagunas, soportando temperaturas desde los 0 a 25°C, sin embargo, la temperatura óptima de crecimiento es de 10 a 15°C y en caso del desarrollo embrionario se requiere entre 8 a 12°C.

De la misma manera, Montaña⁸⁶ describe que este parámetro físico influye sobre la tasa de crecimiento de *O. mykiss* y para fines de producción recomienda como más adecuado 15°C. Además un estudio reciente realizado por López y Portillo⁸⁷ en la Laguna de la Cocha, dio como resultado promedio favorable de temperatura igual a 15,47 °C, por lo tanto, el valor obtenido en este estudio se encuentra dentro de un valor apropiado en el desarrollo de la especie de interés.

⁸² FONDEPES. Op. cit., p. 12.

⁸³ FAO. Manual Práctico para el cultivo de trucha arcoíris. Guatemala. 2014. p. 6.

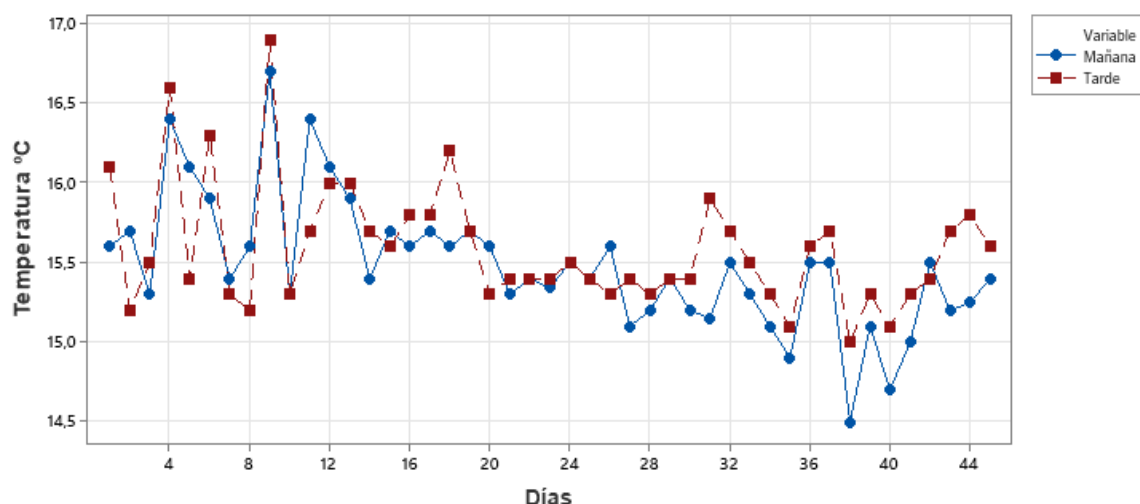
⁸⁴ VÁSQUEZ QUISPESIVANA, Wilfredo. *et al.* Evaluación del impacto en la calidad de agua debido a la producción semi intensiva de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes en la laguna Arapa – Puno. 2015. p. 21.

⁸⁵ FONDO NACIONAL DE DESARROLLO PESQUERO. Manual de cultivo de truchas arcoíris en jaulas. Citado por JANSSEN, Jhordany Frankovsky y HUAMANI, Tunque. Evaluación del efecto en los parámetros físico, químico y microbiológico del agua debido a la producción intensiva de trucha en jaulas flotantes en la laguna Choclococha - Huancavelica 2018. Trabajo de grado Ingeniero Ambiental. Huancayo, Perú: Universidad Continental. Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental, 2022. 18 p.

⁸⁶ MONTAÑA. Op. cit., p. 29.

⁸⁷ LÓPEZ y PORTILLO. Op. cit., p. 54.

Figura 10. Comportamiento de la temperatura.



5.1.2. Oxígeno disuelto. La condición de oxígeno favorable para la producción de trucha arcoíris esta entre 7,5 y 12 mg/L⁸⁸. Este parámetro durante el periodo de estudio tuvo un promedio de 6,27 mg/L para todos los tratamientos (Figura 11) (Anexo 8). De acuerdo con Aquino⁸⁹ y Cabra⁹⁰ señalan que la trucha, es una de las especies que demanda mayor cantidad de oxígeno disuelto en el agua, por lo cual como mínimo este parámetro debe ser 5 a 5,5 mg/L, mientras que los embriones y alevines son más exigentes, demandando de 6 a 7 mg/L; con cifras muy inferiores a las mencionadas, las truchas presentan dificultades para extraer el oxígeno del agua y transportarlo a través de sus branquias. En la evaluación de López y Salas⁹¹ realizada en la Laguna de la Cocha, en relación con la producción de trucha arcoíris encontraron una concentración de oxígeno disuelto de 5 a 7 mg/L; de la misma manera López y Portillo⁹² los resultados promedio fue 5,45 mg/L, los cuales coinciden dentro de los mínimos exigidos exigentes por la especie.

⁸⁸ FAO. Op. cit., p. 6.

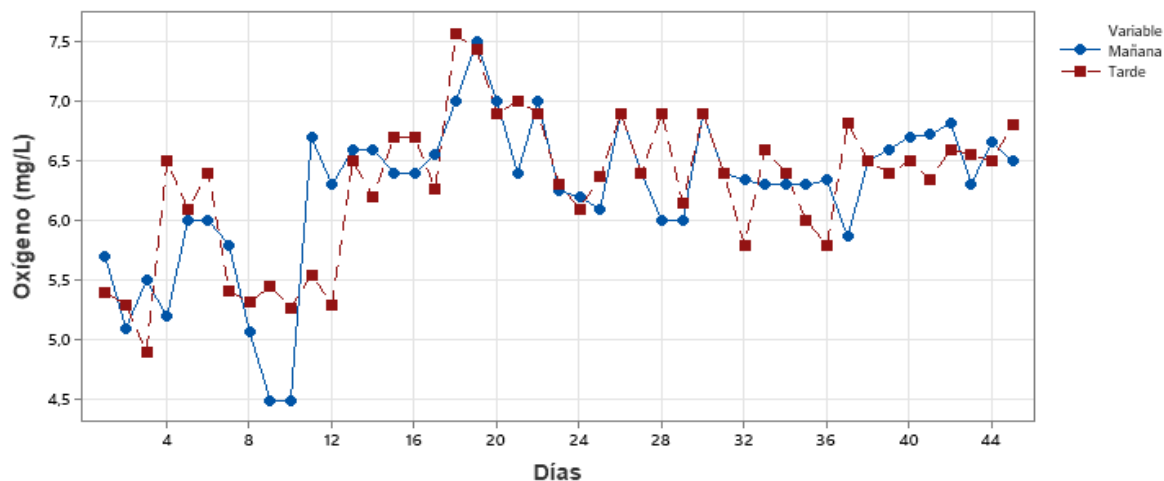
⁸⁹ AQUINO, Guillermo. Manual básico para el cultivo de trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). Manual de capacitación para la participación comunitaria. En: Global Environmental Management. Toronto, Canadá. 2019. p. 9.

⁹⁰ CABRA, Erika. Caracterización y propuesta para la exportación de trucha arcoíris colombiana a Aruba. Trabajo de grado Ingeniera Comercial. Bogotá D.C.: Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A. Facultad de Ciencias Ambientales e Ingenierías, 2019. 39 p.

⁹¹ LÓPEZ y SALAS, Op. cit., p. 87-96.

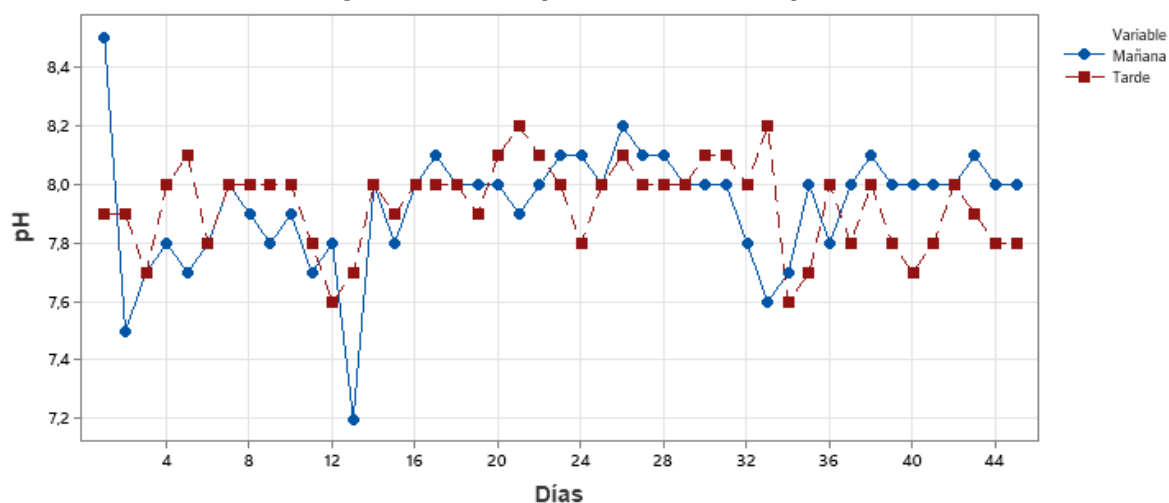
⁹² LÓPEZ y PORTILLO. Op. cit., p. 55.

Figura 11. Comportamiento del oxígeno.



5.1.3. Potencial de hidrógeno (pH). La producción de trucha arcoíris requiere un potencial de hidrogeno entre 6,5 a 8,5⁹³; en este estudio, el promedio de pH fue 7,93 para todos los tratamientos (Figura 12) (Anexo 9). De acuerdo con Aquino⁹⁴, con valores de pH inferiores a 6,5 o mayores a 9,5 en la especie de interés la reproducción disminuye⁹⁵. El pH por debajo de 4 representa la muerte ácida de los peces y por arriba de 11 unidades la muerte alcalina, de igual manera Timmons, et al ⁹⁶, establecen un rango de pH de 6,5 a 8,5; así en esta investigación el resultado obtenido se encuentra dentro de lo mencionado por los autores anteriores.

Figura 12. Comportamiento del pH.



⁹³ FAO. Op. cit., p. 6.

⁹⁴ AQUINO. Op. cit., p. 11.

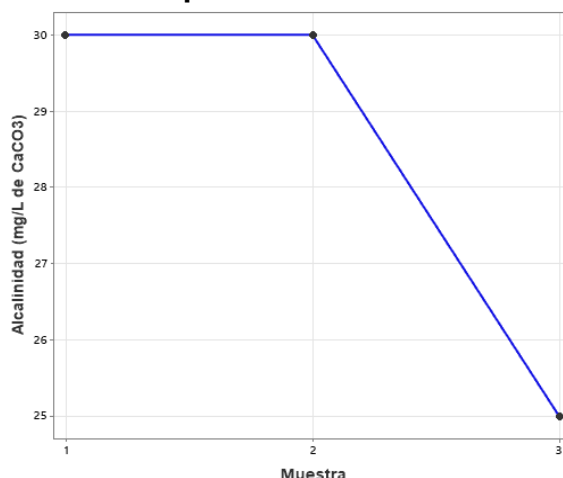
⁹⁵ Ibid., p. 11.

⁹⁶ TIMMONS, Michael, *et al.* Sistemas de recirculación para la acuicultura. Traducido por Gustavo Parada Rebolledo y Martin Hevia Werkmeister. 2 ed. Vitacura, Santiago: Fundación Chile, 2002. 22 p. ISBN 956-8200-00-2.

5.1.4. Alcalinidad. De acuerdo con FONDEPES⁹⁷ el rango adecuado para truchicultura fluctúa de 80 a 180 ppm; igualmente Timmons, et al ⁹⁸, reportan que los rangos de alcalinidad deben estar entre 50 - 300 mg/L.

En el periodo de evaluación, la alcalinidad tuvo un valor promedio de 28,33 mg/L de CaCO_3 para todos los tratamientos (Figura 13) (Anexo 10). Arboleda ⁹⁹ informa que la alcalinidad representada principalmente en el carbonato y el bicarbonato, los cuales actúan como buffer haciendo que la variación del pH en todo el día sea el menor posible y en general este parámetro debe ser mayor a 20 mg/L. Por lo anteriormente expuesto y de acuerdo a la mención de los autores, los valores obtenidos en este estudio están por fuera del rango óptimo de la especie, sin embargo, estos resultados son similares al proyecto realizado por López y Portillo¹⁰⁰ en la producción de trucha arcoíris en este mismo ecosistema.

Figura 13. Comportamiento de la alcalinidad.



5.1.5. Dureza. Rodríguez & Anzola ¹⁰¹ definen este parámetro como la concentración de iones de calcio y iones de magnesio, expresado en mg/L del equivalente a carbonato de calcio. El Instituto Nacional de Pesca ¹⁰² y Gallardo¹⁰³,

⁹⁷ FONDEPES. Manual de cultivo de trucha en ambientes convencionales. En: Ministerio de la Producción. Perú. 2021. p.13.

⁹⁸ TIMMONS, et al. Op. Cit., p. 23.

⁹⁹ ARBOLEDA, Duván. Limnología aplicada a la acuicultura. En: Revista Electrónica de Veterinaria REDVET. Málaga, España. 2006. Vol. 7, No. 11. p. 7.

¹⁰⁰ LÓPEZ y PORTILLO. Op. cit., p. 58.

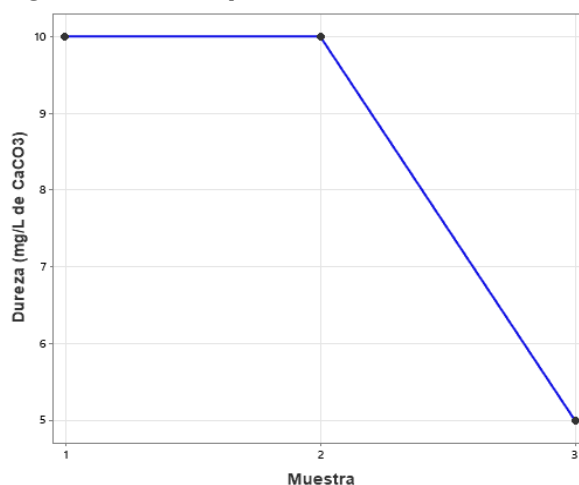
¹⁰¹ RODRÍGUEZ Horacio. y ANZOLA, Eduardo. Calidad del agua y la productividad de un estanque en acuicultura. 2001. [sitio web]. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/34940>

¹⁰² INSTITUTO NACIONAL DE PESCA. Op. cit., p 7.

¹⁰³ GALLARDO, Edwar Marden. Diagnóstico situacional de la crianza de truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en el distrito de Namora, provincia y departamento de Cajamarca. Trabajo de grado Médico Veterinario.

afirman que la producción de trucha requiere una dureza mínima de 10 a 25 mg/L de CaCO_3 , debido a que los alevinos de trucha prefieren aguas blandas, para un buen crecimiento y desarrollo. En este sentido, el comportamiento de la dureza para todo el periodo de estudio en todos los tratamientos fue de 8,33 mg/L de CaCO_3 (Figura 14) (Anexo 10). El estudio de López y Portillo¹⁰⁴ en la producción de trucha en la Laguna de la Cocha obtuvieron 14 mg/L de CaCO_3 el cual entra en el rango citado por los autores; contrariamente Flores¹⁰⁵ y Timmons¹⁰⁶ reportan valores óptimos entre 50 a >100 mg/L de CaCO_3 .

Figura 14. Comportamiento de la dureza.



5.1.6. Amonio. Castillo¹⁰⁷, Camacho¹⁰⁸ y Uribe¹⁰⁹ mencionan que el amonio en unidades piscícolas debe ser menor a 0,012 mg/L de NH_4^+ ; En la presente investigación el promedio de amonio para todos los tratamientos fue 0,02 mg/L de NH_4^+ (Figura 15) (Anexo 10), que difiere con el estudio de López y Portillo¹¹⁰ quienes

Cajamarca, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca. Facultad de Ciencias Veterinarias. Escuela Académico Profesional de Medicina Veterinaria, 2019. 9 p.

¹⁰⁴ LÓPEZ y PORTILLO. Op. cit., p. 60.

¹⁰⁵ FLORES, Mónica Nelba. Evaluación económica de la producción de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas, en el municipio de San Pedro de Tiquina, del Lago Titicaca – La Paz. Tesis de Maestría en Ciencias. La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía, 2017. 9 p

¹⁰⁶ TIMMONS, et al. Op. cit., p. 23.

¹⁰⁷ CASTILLO, Socorro y MELLO, Elsy. Diseño de una propuesta de implementación de unidades productivas piscícolas para quince familias de la vereda la regadera, corregimiento San Miguel del Municipio de Sandoná, Departamento de Nariño. Trabajo para optar al título de Especialista en Gobierno Local. San Juan de Pasto, Colombia: Universidad de Nariño. Centro de Estudios Socio Jurídicos. 2010. 36 p.

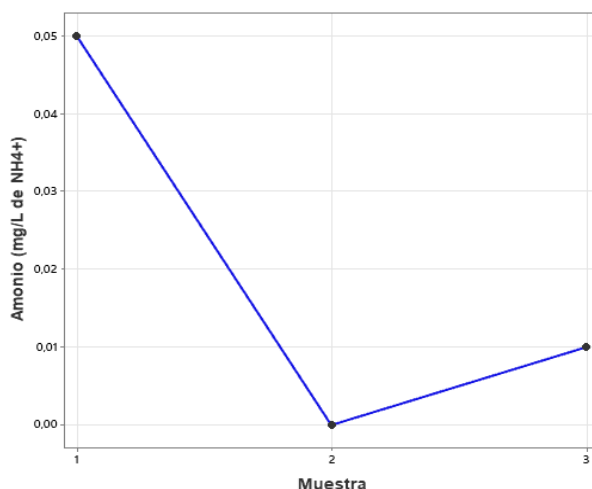
¹⁰⁸ CAMACHO, Berthely, et al. Guía para el cultivo de Trucha. 1 ed. México: Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Subsecretaría de Pesca, Dirección General de Acuicultura, 2000. 37 p. ISBN 9688174378.

¹⁰⁹ URIBE, José Enrique. Determinación de Yersinia ruckeri aisladas de truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en una piscigranja de Chachapoyas – Amazonas. Trabajo de grado Médico Veterinario. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Medicina Veterinaria. Escuela profesional de Medicina Veterinaria, 2020. 11 p.

¹¹⁰ LÓPEZ y PORTILLO. Op. cit., p. 60.

reportaron una concentración igual a 0,0636 mg/L de NH_3 cuando utilizaron inmunoestimulantes en la producción de Trucha arcoíris; en consecuencia, el resultado de este estudio se encuentra dentro del rango tolerable por la especie.

Figura 15. Comportamiento del amonio.



5.1.7. Amoniaco. Ragash¹¹¹ informa que las elevadas concentraciones de nitrógeno amoniacal en el agua producen alta tasa de mortalidad en la explotación acuícola, ya que este es sumamente letal para los peces y demás animales, lo recomendable es poseer un nivel de 0,0 mg/L, mínimo 0,001mg/L y concentraciones superiores a 2 mg/L pueden ocasionar mortalidad; autores como Pucuhuaranga¹¹² y Timmons, et al ¹¹³ establecen un valor < 0,0125 mg/L de NH_3 aceptado por la especie; no obstante, Dolcemáscolo¹¹⁴ informa que en los peces de aguas frías, el amoniaco debe estar en valores < 1 mg/L de NH_3 . Esta propuesta encontró en promedio 0,02 mg/L de NH_3 para todos los tratamientos (Figura 16) (Anexo 10), de tal manera y de acuerdo a lo referido previamente, este estudio se mantuvo dentro del rango tolerable.

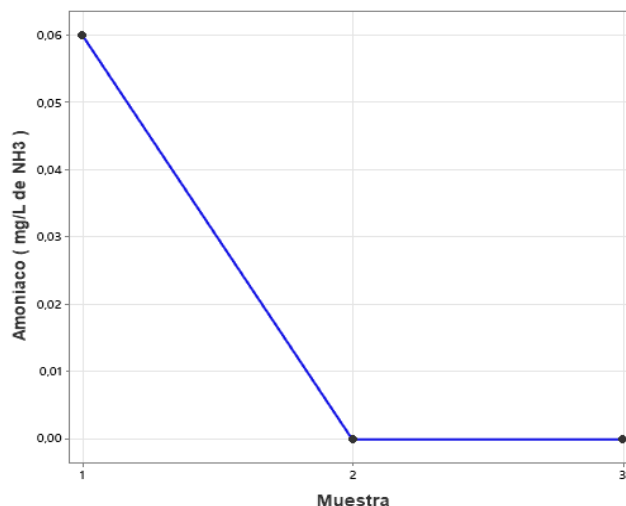
¹¹¹ RAGASH, M. Manual de crianza truchas (*Oncorhynchus mykiss*), Citado por MASABANDA, José Luis. Efecto de tres niveles de grasa sobre el desempeño productivo de *Oncorhynchus mykiss* en fase de alevinaje. Tesis de grado Ingeniero Agropecuario. Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas. Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura, 2021. 30 p.

¹¹² PUCUHUARANGA, Luis Miguel. Estudio de prefactibilidad para la instalación de una piscigranja de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en la Provincia de Junín. Trabajo de grado Ingeniero Agroindustrial. Junín, Perú: Universidad Nacional del Centro de Perú. Facultad de Ingeniería y Ciencias Humanas. Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, 2019. 84 p.

¹¹³ TIMMONS, et al. Op. cit., p. 23.

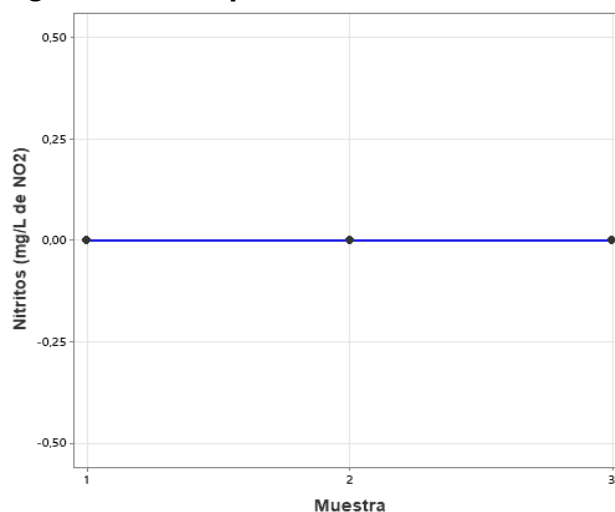
¹¹⁴ DOLCEMÁSCOLO, Juan Enrique. Gestión ambiental aplicada a la Acuicultura el estado de la piscicultura en Argentina y una propuesta de gestión. Tesis de Maestría. Buenos Aires: Instituto Tecnológico de Buenos Aires. Escuela de Postgrado, 2020. 137 p.

Figura 16. Comportamiento del amoniaco.



5.1.8. Nitritos. Timmons et al¹¹⁵ mencionan un valor no mayor a 1 mg/L o 0,1 mg/L en agua blanda. En el periodo de evaluación, este parámetro tuvo un promedio para todos los tratamientos de 0,00 mg/L de NO₂ (Figura 17) (Anexo 10). El valor obtenido durante todo el experimento se encuentra dentro de los rangos aceptables expresados por Sarmiento¹¹⁶, quien recomienda un valor por debajo de 0,55 mg/L, e inferiores aquellos reportados por López y Portillo¹¹⁷ quienes encontraron un valor promedio de 0,006 mg/L para todos sus tratamientos y un valor máximo de 0,234 mg/L en su investigación.

Figura 17. Comportamiento de los Nitritos.



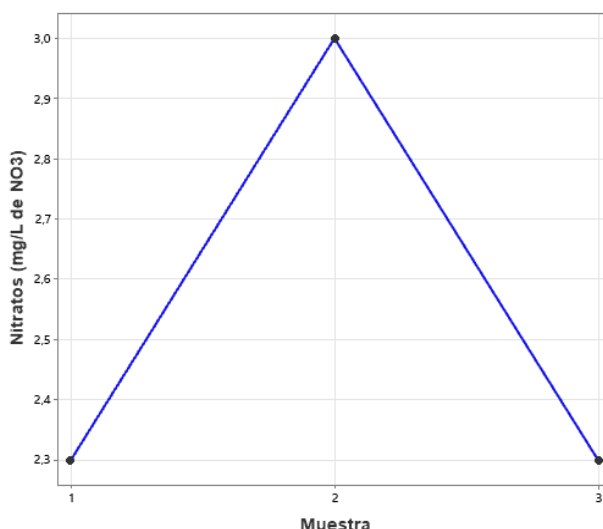
¹¹⁵ TIMMONS, *et al.* Op. cit., p. 23.

¹¹⁶ SARMIENTO, Eduard. Modelo de un cultivo intensivo de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). En: Revista Electrónica de Ingeniería en Producción Acuícola. 2006. vol. 2. p. 2.

¹¹⁷ LÓPEZ y PORTILLO. Op. cit., p. 61.

5.1.9. Nitratos. Timmons, et al¹¹⁸ reportan un rango admisible de 0 – 400 mg/L de NO_3 ; por su parte Sarmiento¹¹⁹ recomienda concentraciones menores a 1 mg/L de NO_3 ; sin embargo, presentar valores elevados de nitrato en comparación con valores cercanos a cero de nitritos, demuestra que se está dando una eficiente labor de desnitrificación en el cultivo, por parte de las bacterias nitrificantes. El comportamiento de los nitratos para la presente investigación en todos los tratamientos fue 2,53 mg/L de NO_3 , (Figura 18) (Anexo 10), el cual se encuentra dentro del rango óptimo para el cultivo de trucha arcoíris. López y Portillo¹²⁰ en la producción de trucha en la Laguna de la Cocha obtuvieron valores similares con un promedio de 2,56 mg/L NO_3 .

Figura 18. Comportamiento de los nitratos.



5.2. EVALUACIÓN DE VARIABLES

En la investigación, se estableció los resultados, el análisis y evaluación del comportamiento de las variables de interés según los objetivos específicos, los cuales describieron el comportamiento de los animales y el proceso productivo durante 45 días, así mismo se realizó el análisis parcial de costos para identificar la viabilidad económica de cada tratamiento.

5.2.1. Peso final. La variable peso promedio para el día 0 del experimento inició con T0: 7,46 g $\pm$ 1,17, T1: 7,08 g $\pm$ 1,15 y T2: 7,19 g $\pm$ 1,01. Al día 45, la variable

¹¹⁸ TIMMONS, et al. Op. cit., p. 23.

¹¹⁹ SARMIENTO. Op. cit., p. 1.

¹²⁰ LÓPEZ y PORTILLO. Op. cit., p. 62.

peso promedio registró para cada tratamiento de la siguiente manera: T0: 30,02 g $\pm$ 5,78, T1: 35,37 g $\pm$ 7,85 y T2: 44,33 g $\pm$ 8,64, determinando diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$) (Anexo 11 y 12). Ver (Tabla 6, Figura 19)

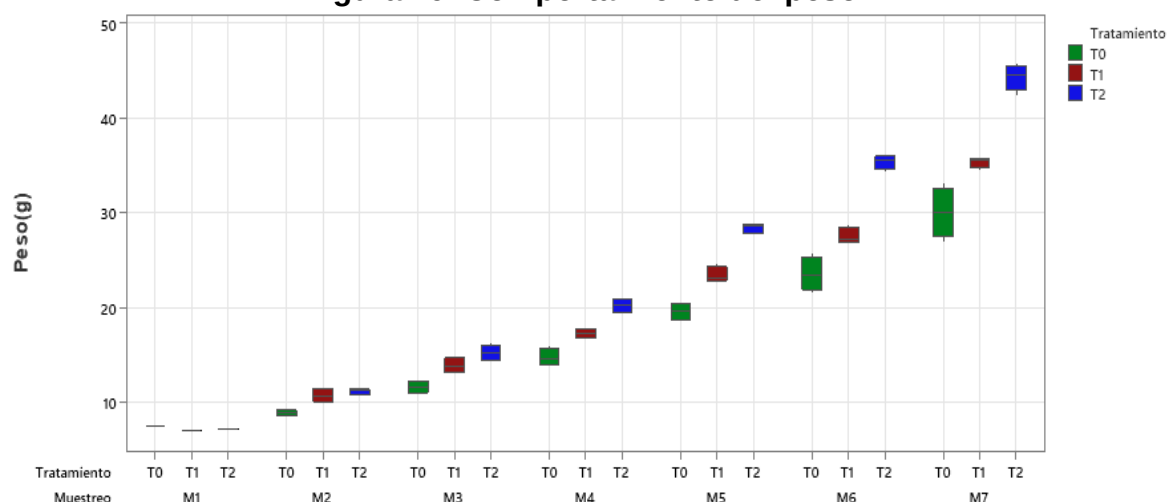
Tabla 6. Resumen estadístico peso final (g).

Tratamiento	T0	T1	T2
Media	30,02 ^c	35,37 ^b	44,33 ^a
Desviación estándar	5,78	7,85	8,64
Coeficiente de variación	19%	22%	20%

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

En la tabla 6, se puede observar el menor coeficiente de variación obtenido en T0 (variedad kamloop) y T2 (variedad estadounidense) respecto a T1 (variedad danesa); sin embargo, el T2 presentó mayor índice de robustez de los animales, incrementando principalmente las cabezas de lote, mientras que el T0 y el T1 los animales tienden a tener animal de tallas medias y colas de lote.

Figura 19. Comportamiento del peso.



Según resultados previos (Tabla 6), se corrobora que la variedad danesa posee igual tendencia en ganancia de peso, culminando en la fase de alevinaje de 35,3 g, respecto a la información del investigador Torres¹²¹, mientras que la variedad Kamloop, presenta resultados similares en el peso final 30,02 g, en relación con López y Salas¹²², quienes en su investigación con la misma variedad encontraron un valor de 29,10 g en igual fase de evaluación. Los autores López y Portillo¹²³ en su estudio registraron el peso final de sus ejemplares en 26,63 g para la variedad

¹²¹ TORRES. Op. cit., p. 66.

¹²² LOPEZ, Jorge y SALAS, Julbrinner. Efecto de harina de hidrolizado de vísceras en el crecimiento de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). En: Revista MVZ Córdoba. Diciembre, 2020. vol. 26 no. 1, p. 6.

¹²³ LÓPEZ y PORTILLO. Op. cit., p. 63.

estadounidense, aunque en esta propuesta el periodo de evaluación fue menor, en consecuencia, quizá se encontró un peso final inferior al presente trabajo.

5.2.2. Talla final. La variable longitud total promedio para el día 0 del experimento inició registrando en T0: 8,36 cm $\pm$ 0,54, T1: 8,19 cm $\pm$ 0,45 y T2: 8,01 cm $\pm$ 0,44. Al día 45, la variable talla promedio registró para el tratamiento: T0: 14,03 cm $\pm$ 1,15, T1: 14,48 cm $\pm$ 1,22 y T2: 15,78 cm $\pm$ 1,29. De acuerdo con el análisis de varianza ($p>0,05$) (Anexo 13 y 14), se encontraron diferencias estadísticas significativas en el T2 con respecto al T0 y T1, como se indica a continuación, ver (Tabla 7, Figura 20).

Tabla 7. Resumen estadístico talla final (cm).

Tratamiento	T0	T1	T2
Media	14,03 ^b	14,48 ^b	15,78 ^a
Desviación estándar	1,15	1,22	1,29
Coefficiente de variación	9%	9%	8%

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

En la tabla 7 el menor coeficiente de variación lo obtuvo el T2 respecto al T0 y T1. Por lo anterior, López y Portillo ¹²⁴ mencionan que al presentar una alta dispersión, se pierde el crecimiento homogéneo, debido a la competencia que se presenta entre los peces, además de un aumento de conversión alimenticia. Por tal razón, la misma selección natural conlleva aumentar los niveles de estrés (aumento de cortisol) y el porcentaje de eliminados como colas de lote, debido a que se disminuye la homogeneidad.

Figura 20. Comportamiento de la Talla.



¹²⁴ LÓPEZ y PORTILLO. Op. cit., p. 67.

Durante todos los muestreos, se observó que los resultados de talla final en las variedades evaluadas tienden a no ser similares, se percibe que desde el muestreo 2, todos los tratamientos presentaron un comportamiento no homogéneo en ganancia de talla.

En los resultados obtenidos, se puede confirmar que la variedad danesa tiene la misma tendencia de ganancia de talla a lo mencionado por Torres¹²⁵ quien registra un comportamiento final en función del tiempo evaluado. Así mismo Poma¹²⁶ obtuvo una talla máxima de 15 cm, valores similares a los resultados logrados en el T1 en donde se alcanzó una talla promedio de 14,48 cm. De igual manera, Coela¹²⁷ señala en un periodo de tiempo equivalente, que la variedad estadounidense alcanzó una talla final de 14,9 cm, mientras que en el presente estudio, se adquirió una talla de 15,78 cm, valor que se encuentra ligeramente por encima a lo mencionado por el autor; sin embargo, cabe aclarar que la temperatura de la evaluación citada es menor, por lo tanto, el crecimiento de los animales es más lento. También, Salas y López¹²⁸ en su publicación hallaron una talla final de 14,085 cm en el mismo periodo de tiempo con la variedad nativa (kamloop), valor que se ajusta a la presente investigación. De acuerdo a toda la información citada, los valores encontrados para la variable en el presente proyecto son válidos, dando como resultado general los valores más altos para la variedad estadounidense.

5.2.3. Incremento de peso. La variable peso promedio semanal reportó para los tratamientos: T0: 3,22 g $\pm$ 0,48, T1: 4,04 g $\pm$ 0,63 y T2: 5,31 g $\pm$ 0,68, donde existe diferencias estadísticas significativas según el análisis de varianza ($p > 0,05$) (Anexo 15, 16 y 17), al día 45, se registró el mayor incremento en el T2, seguido del T1 y T0, Ver (Tabla 8, Figura 21).

Tabla 8. Resumen estadístico incremento de peso (g).

Incremento de peso (g/día)			
	T0	T1	T2
Media	0,50 ^c	0,63 ^b	0,83 ^a
Desviación estándar	0,07	0,10	0,11
Coeficiente de variación	0,15	0,15	0,13
Incremento de peso (g/semanal)			
	T0	T1	T2

¹²⁵ TORRES. Op. cit., p. 66.

¹²⁶ POMA, James. Evaluación productiva y económica de alevinos de Trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), en la piscigranja “Gruta Milagrosa” – Acolpalca – Huancayo. Trabajo de grado Ingeniero Zootecnista: Universidad Nacional del Centro del Perú. Facultad de zootecnia. 2013. 30 p.

¹²⁷ COELA, Edwin. Cultivo de crecimiento de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) alimentada con dos marcas de alimento extruido: estudio en laguna alto andina de Perú. En: Revista de Investigación Ciencia, Tecnología y Desarrollo. Diciembre, 2020. vol. 6, no. 1, p 38-44.

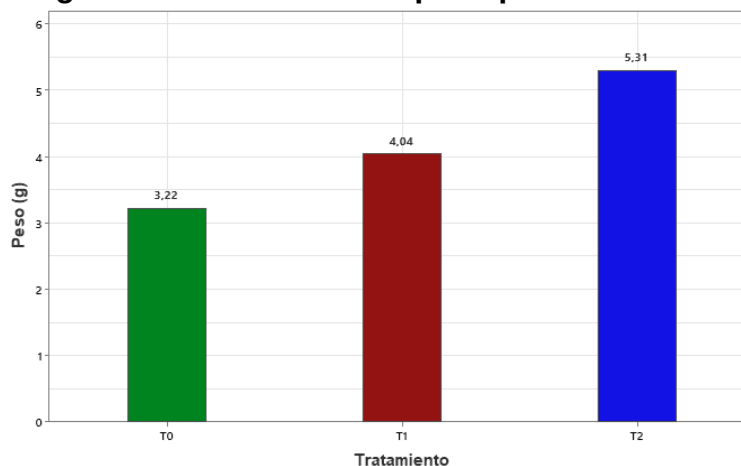
¹²⁸ SALAS, Jullbriner y LOPEZ, Jorge. Evaluación de la ginogénesis de trucha arcoíris (*O. mykiss*), utilizando choque térmico de 27°C a diferentes periodos de exposición, en el centro ambiental Guairapungo (Nariño). En: Revista Veterinaria y Zootecnia. vol. 6, no. 2, p. 40.

Media	3,22	4,04	5,31
Desviación estándar	0,48	0,63	0,68
Coeficiente de variación	0,15	0,16	0,13

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Los resultados obtenidos, se encuentran dentro de lo reportado por Martínez citado por López y Portillo¹²⁹, quien indica que “la ganancia de peso diaria de la trucha arcoíris, durante un periodo de 60 días es aproximadamente 1 g/día”. Por lo anterior, en este estudio se obtuvo un incremento de peso para el T0: 0,50 g/día, T1: 0,63 g/día y T2: 0,83 g/día, donde esta se acerca al valor de 1 g/día. Esto sucede debido a que la variedad estadounidense aprovecha de mejor manera las condiciones ambientales y de alimentación; así como lo afirma López et al citado por Salas y López¹³⁰ “el incremento de peso de los organismos hidrobiológicos en cautiverio, inicia cuando los procesos anabólicos exceden a los procesos catabólicos y a la restauración, remodelación y mantenimiento de los tejidos, además de la eficiencia de nitrógeno y acumulación de nuevos tejidos relacionados con la calidad y consumo del alimento”.

Figura 21. Incremento de peso por tratamiento.



Respecto a la información anterior, presenta un mejor incremento de peso el T2 de 0,83 g/día, dicho resultado coincide con Asenjo¹³¹ quien en su evaluación encontró que la variedad estadounidense, indica un mayor incremento en la variable con respecto a la variedad nativa. Así mismo lo confirma López y Portillo¹³², quien en un estudio en condiciones ambientales similares, obtuvieron 0,53 g/día, cabe resaltar que este trabajo tuvo un periodo de evaluación menor, por dicha razón el dato es menor a la presente investigación. De la misma manera, López y Salas¹³³ para la variedad nativa (Kamloop) la referencia fue de 0,64 g/día, valor por encima de dicho

¹²⁹ LÓPEZ y PORTILLO. Op. cit., p. 66.

¹³⁰ SALAS y LOPEZ. Op. cit., p. 32.

¹³¹ ASENJO. Op. cit., p. 19.

¹³² LÓPEZ y PORTILLO. Op. cit., p. 67.

¹³³ LOPEZ y SALAS. Op. cit., p. 6.

análisis, donde se manejaron lapsos de tiempos diferentes. En cuanto al T1, se alcanzó 0,63 g/día, igual a lo reportado por Torres ¹³⁴ quien descubrió el mismo valor de incremento de peso, trabajando con la misma variedad de trucha arcoíris.

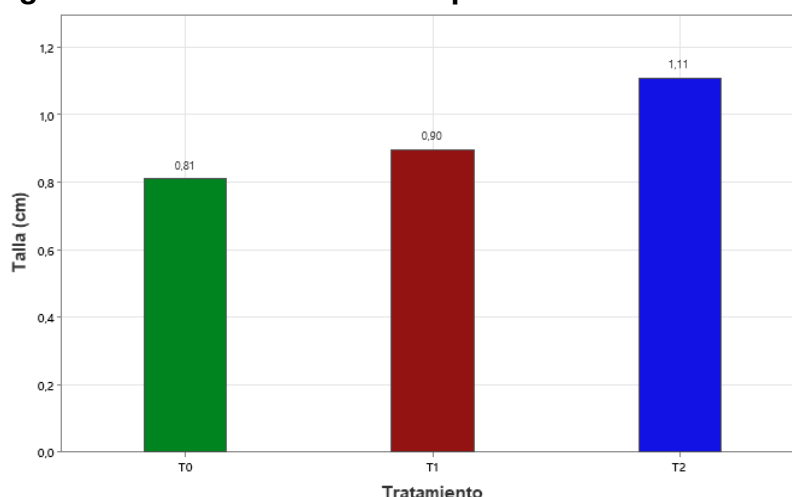
5.2.4. Incremento de talla. La variable incremento de talla semanal para el tratamiento: T0: 0,81 cm $\pm$ 0,15, T1: 0,90 cm $\pm$ 0,15 y T2: 1,11 cm $\pm$ 0,15 (Anexo 18 y 19). De acuerdo con el análisis de varianza ($p > 0,05$), se encontraron diferencias estadísticas significativas en el T2 con respecto al T0 y T, ver (Tabla 9, Figura 22).

Tabla 9. Resumen estadístico incremento de talla (cm).

Incremento de talla (cm/día)			
	T0	T1	T2
Media	0,13 ^b	0,14 ^b	0,17 ^a
Desviación estándar	0,02	0,02	0,02
Coefficiente de variación	0,17	0,16	0,13
Incremento de talla (cm/semanal)			
	T0	T1	T2
Media	0,81	0,90	1,11
Desviación estándar	0,15	0,15	0,15
Coefficiente de variación	0,17	0,16	0,13

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Figura 22. Incremento de talla por tratamiento semanal.



Los resultados obtenidos de esta variable, señalan el mayor rendimiento en el T2, valor que se ajusta a lo obtenido por López y Portillo¹³⁵, en condiciones ambientales similares encontraron un incremento de talla diaria de 0,11 cm/día, cabe resaltar

¹³⁴ TORRES. Op. cit., p. 78.

¹³⁵ LÓPEZ y PORTILLO. Op. cit., p. 67.

que este estudio tuvo un periodo de evaluación menor, por dicha razón se encontró un incremento menor a la presente investigación. De igual manera Torres ¹³⁶ menciona que la variedad danesa, presentó un valor de 0,16 cm/día, a comparación del presente ensayo 0,14 cm/día. Así mismo López y Salas¹³⁷ para la variedad nativa (kamloop) llegó a un incremento de 0,11 cm/día, dato similar a este proyecto con 0,13 cm/día.

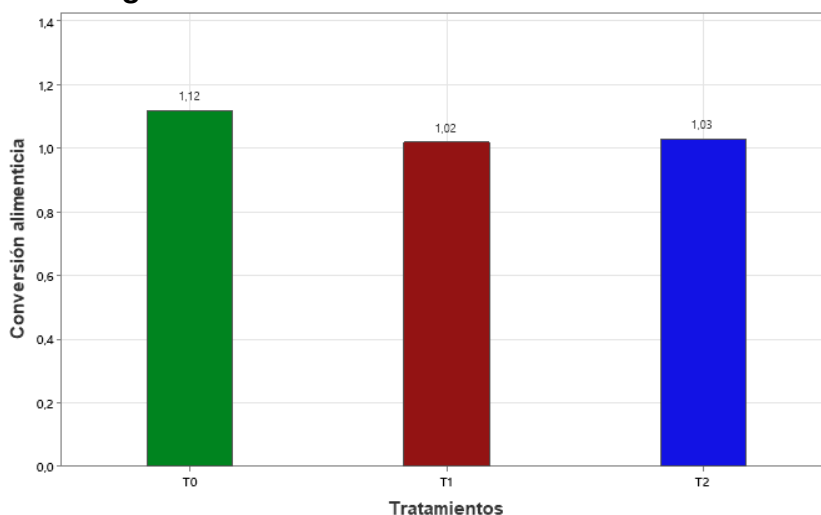
5.2.5. Factor de conversión alimenticia. Se obtuvo una conversión alimenticia para cada tratamiento de T0: $1,12 \pm 0,07$, T1: $1,02 \pm 0,07$ y T2: $1,03 \pm 0,09$ (Tabla 10, Figura 23) (Anexos 20, 21 y 22). Por medio de la prueba estadística de Kruskal Wallis se logró determinar que existen diferencias significativas entre los tratamientos T0 respecto al T1 y T2 con un 95% de confiabilidad ($p > 0,05$), ver (Anexo 16).

Tabla 10. Resumen estadístico de conversión alimenticia.

Tratamiento	T0	T1	T2
Media	1,12 ^b	1,02 ^a	1,03 ^a
Desviación estándar	0,07	0,07	0,09
Coeficiente de variación	0,07	0,07	0,09

Las medias que no compartan una letra son significativamente diferentes.

Figura 23. Factor de conversión alimenticia.



La mejor conversión alimenticia, se obtuvo para el T1 con respecto al T0, de acuerdo con Torres¹³⁸ la danesa en su estudio presenta el mismo FCA de 1,02; de igual

¹³⁶ TORRES. Op. cit., p. 64-67.

¹³⁷ LOPEZ y SALAS. Op. cit., p. 40.

¹³⁸ TORRES. Op. cit., p. 100.

modo, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural¹³⁹, menciona que, en condiciones normales de alimentación y manejo, la trucha arcoíris presenta una conversión alimenticia de 1,3 siendo los resultados de esta evaluación mejores al valor citado; para el T2 su FCA fue de 1,03 dicho dato posee la misma tendencia de Asenjo¹⁴⁰ quien manifiesta que la variedad estadounidense, indica menor FCA respecto a la nacional con valores de 0,69 y 0,99; por su parte López y Salas¹⁴¹ obtuvieron 1,15 de FCA en la producción de trucha arcoíris para la variedad nativa (kamloop), valor similar a los resultados dados en el presente ensayo, con un valor de 1,12.

5.2.6. Tasa de crecimiento simple (TCS). Para cada uno de los tratamientos fue de T0: $3,31 \pm 0,63$, T1: $3,83 \pm 1,22$ y T2: $4,33 \pm 1,18$ (Tabla 11, Figura 24) (Anexos 23). De acuerdo con el análisis de varianza ($p > 0,05$), no se encontraron diferencias estadísticas significativas.

Tabla 11. Resumen estadístico tasa de crecimiento simple.

Tratamiento	T0	T1	T2
Media	3,31 ^a	3,83 ^a	4,33 ^a
Desviación estándar	0,63	1,22	1,18
Coeficiente de variación	19%	32%	27%

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Figura 24. Tasa de crecimiento simple por tratamiento.



¹³⁹ MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Costos de producción tilapia y trucha. [Sitio web]. <https://sioc.minagricultura.gov.co/DocumentosContexto/A131COSTOS%20TRUCHA%20Y%20TILAPIA.pdf>

¹⁴⁰ ASEÑO. Op. cit., p. 19.

¹⁴¹ LOPEZ y SALAS. Op. cit., p. 7.

Según los resultados obtenidos, de acuerdo con Carhuaricra ¹⁴² en condiciones normales de cultivo de trucha arcoíris, estableció una tasa de crecimiento simple 4,38%. Así mismo Torres¹⁴³ confirma específicamente que la variedad danesa presenta una TCS de 4,2%. En otra investigación Morales y Quiroz¹⁴⁴ encontraron un valor de $3,35 \pm 0,53\%$ para la misma variable, resultado hallado en este estudio para las diferentes variedades.

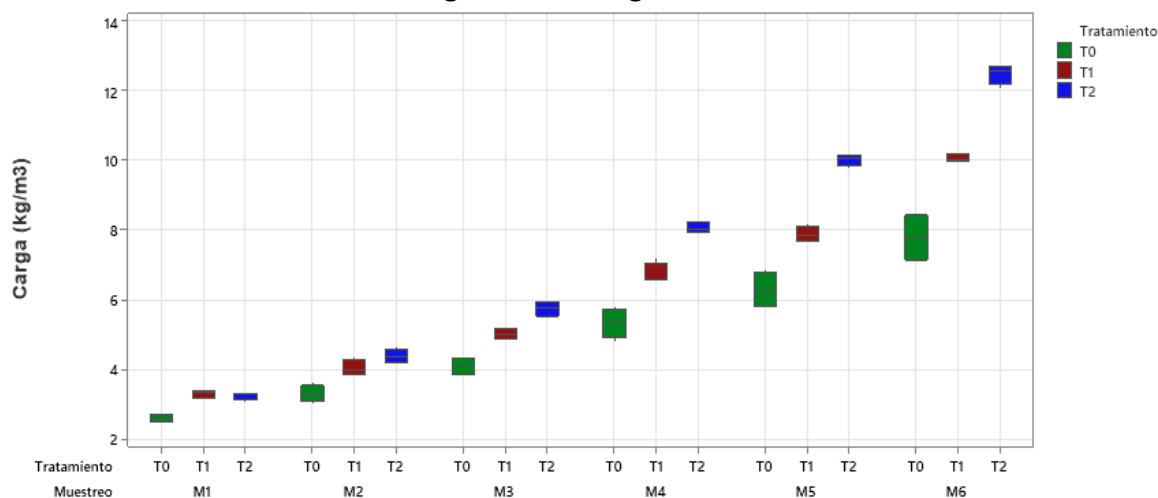
5.2.7. Carga final. Para cada tratamiento fue de T0: $7,79 \text{ kg/m}^3 \pm 0,73$, T1: $10,06 \text{ kg/m}^3 \pm 0,11$ y T2: $12,48 \text{ kg/m}^3 \pm 0,28$, encontrando que existen diferencias estadísticas significativas de acuerdo al análisis de varianza ($p > 0,05$), ver (Tabla 12, Figura 25), (Anexo 24 y 25).

Tabla 12. Resumen estadístico carga final.

Tratamiento	T0	T1	T2
Media	7,79 ^a	10,06 ^b	12,48 ^c
Desviación estándar	0,73	0,11	0,28
Coefficiente de variación	0,02	0,01	0,02

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Figura 25. Carga final.



Los resultados obtenidos de esta variable para la trucha arcoíris, en los tratamientos T1 y T2 son superiores a los recomendados por el Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero citado por López y Portillo¹⁴⁵, donde menciona que en la fase de alevinaje,

¹⁴² CARHUARICRA. Op. cit., p. 151.

¹⁴³ TORRES. Op. cit., p. 100.

¹⁴⁴ MORALES, Gabriel y QUIROS, Rolando. Desempeño productivo de la trucha arcoíris en jaulas bajo diferentes estrategias de alimentación. *En: Repositorio Institucional CONICET Digital*. Diciembre 2007. vol. 15, no 4, p. 121-129.

¹⁴⁵ FONDO NACIONAL DE DESARROLLO PESQUERO (FONDEPES). Manual de crianza de trucha en ambientes convencionales, Citado por LÓPEZ y PORTILLO. Op. cit., p. 67.

la capacidad de carga puede fluctuar entre 6 – 8 Kg/m³. El valor de T0 se ajusta al rango establecido por el autor citado anteriormente, puesto que presentó la menor carga final; sin embargo, dentro del manejo de la estación piscícola, donde se desarrolló la investigación, las densidades de siembra se manejaron por debajo de los 7 Kg/ m³ para la fase de alevinaje.

Es importante destacar que en el T1 y T2, se observó que la supervivencia no se vio afectada significativamente debido a la alta densidad, ya que valores altos de esta última variable, de acuerdo a Montaña¹⁴⁶ puede causar la proliferación de enfermedades, si se sobrepasa su valor, a lo anterior las dos variedades tienen resistencia a una mayor carga; sin embargo, la variedad nativa (kamloop) a pesar de presentar una carga dentro de lo establecido, presento una disminución pronunciada de la supervivencia en función del incremento de la densidad de siembra. Ver (Figura 27).

Para el T2, los valores de carga encontrados son acordes a los mencionados por López y Portillo¹⁴⁷, quienes trabajando la misma variedad, obtuvieron una carga final de 11,24 Kg/m³. De la misma manera López et al ¹⁴⁸ para kamloop, manejó una densidad en misma fase de cultivo 2,1 Kg/m³, valor que se encuentra por debajo de la carga encontrada en esta investigación. En cuanto al T1 en un estudio realizado por Torres¹⁴⁹ encontró una carga de 1,5 Kg/m³, valor que se encuentra por debajo a lo reportado.

5.2.8. Tasa de crecimiento térmico. Esta variable se obtuvo para cada tratamiento T0: 0,05 ± 0,01, T1: 0,06 ± 0,02 y T2: 0,07 ± 0,02. Mediante el análisis de varianza ANOVA se pudo determinar que no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos con 95% de confiabilidad (p>0,05), ver (Anexo 26 y 27), (Tabla 13, Figura 26).

Tabla 13. Resumen estadístico tasa de crecimiento térmico.

Tratamiento	T0	T1	T2
Media	0,05 ^a	0,06 ^a	0,07 ^a
Desviación estándar	0,01	0,02	0,02
Coeficiente de variación	0,29	0,30	0,21

Las medias que no compartan una letra son significativamente diferentes.

¹⁴⁶ MONTAÑA, Op. cit., p. 23.

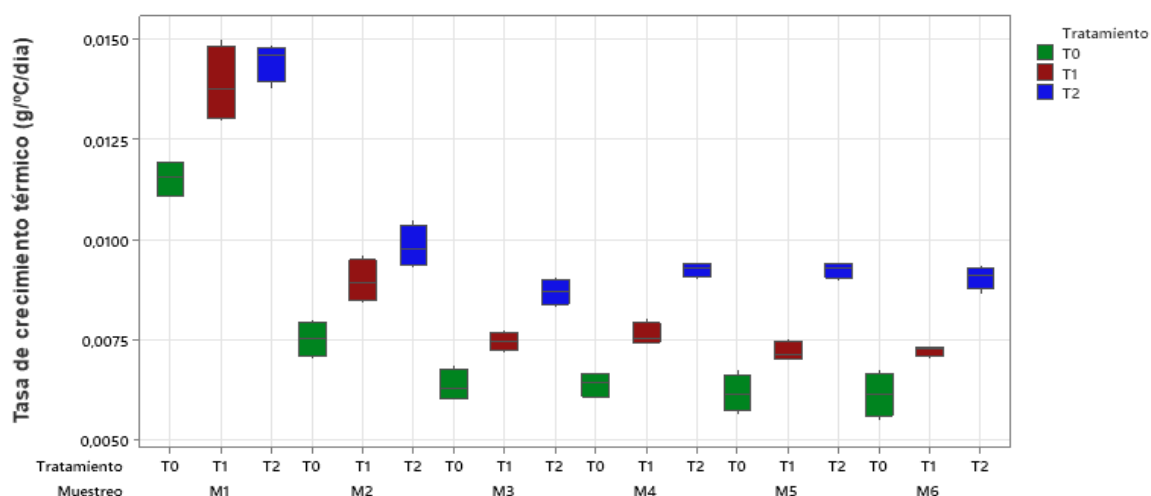
¹⁴⁷ LÓPEZ y PORTILLO. Op. cit., p. 69.

¹⁴⁸ LOPEZ, Jorge, et al. Evaluación de inmunoestimulantes en el crecimiento y sobrevivencia de la de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), cultivada en jaulas flotantes, en el Lago Guamuez. En: Revista Electrónica de Ingeniería en Producción Acuicola. 2004. vol. 1, no. 1, p 7.

¹⁴⁹ TORRES. Op. cit., p. 78-93.

En la tabla 12 los resultados se encuentran por encima de lo reportado por Berguño¹⁵⁰ quien manifiesta que los valores de referencia de la tasa de crecimiento térmico, para la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) van de 0,00152 a 0,00173 con temperaturas entre 15 – 17 °C. Por otro lado, en una investigación de trucha arcoíris en la fase de alevinaje por López y Portillo¹⁵¹, registraron 0,034 a una temperatura 15,47 °C. Por tal razón, en el presente estudio, los resultados de esta variable son más altos; sin embargo, se presentan diferentes condiciones con mayor temperatura de 15,54 °C y mayor tiempo, lo que hace que dicho valor sea más alto, pero se encuentra dentro del rango del autor citado.

Figura 26. Tasa de crecimiento térmico por tratamiento.



La tasa de crecimiento térmico en este proyecto, manifiesta un crecimiento más acelerado en los muestreos 1 y 2 en todos los tratamientos, en comparación al muestreo 3,4,5 y 6, donde esta tasa es menor. También esta variable, está involucrada directamente con la temperatura, es decir, cada vez que haya una variación de este parámetro, dicha tasa varía sustancialmente; en este caso de acuerdo con la figura anterior y la figura 10, se presentó un mayor promedio de temperatura diaria en el M 4 con respecto al M 3, por dicho motivo se puede observar, que la tasa de crecimiento térmico fue más favorable en el M 3, corroborando la incidencia directa de la temperatura con la ganancia de peso en los animales; además, se observa la clara tendencia de la disminución de la variable en función del tiempo.

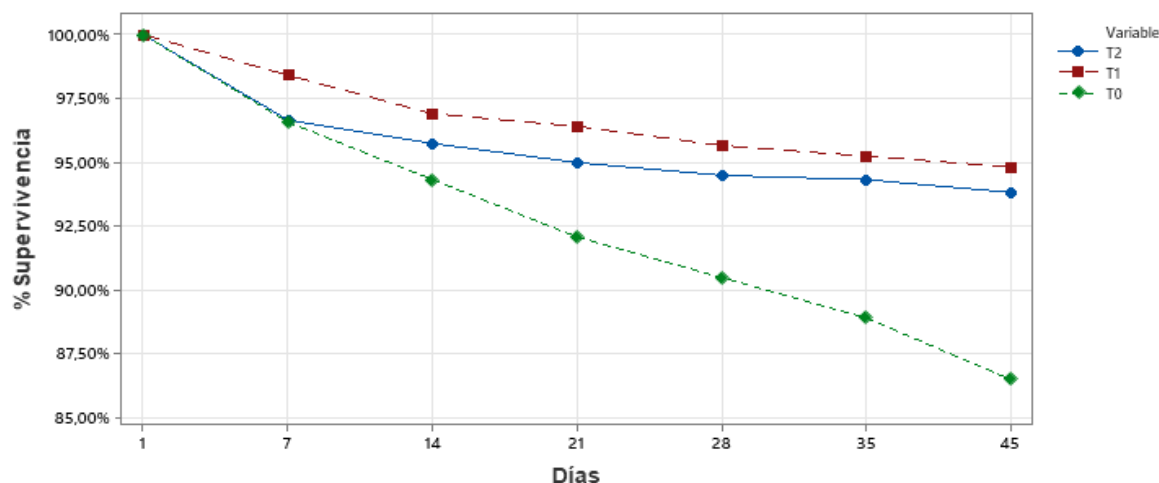
5.2.9. Supervivencia. Durante los 45 días del experimento el mejor resultado en la variable supervivencia total se presentó en el T1: 94,83 %, seguido del T2: 93,83

¹⁵⁰ BERGUÑO, Álvaro Alexis. Crecimiento de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) bajo cultivo con agua del manantial de Puelen, la Pampa. Tesis de grado Ingeniero en Recursos Naturales y Medio Ambiente. Santa Rosa, La Pampa: Universidad Nacional de la Pampa. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, 2008. 15 p.

¹⁵¹ LÓPEZ y PORTILLO. Op. cit., p. 70.

% y por último el T0: 86,50 %, (Figura 27). Sin embargo, de acuerdo con prueba de bondad de ajuste de chi-cuadrada (Anexo 28, 29), no existen diferencias significativas entre los tratamientos para esta variable.

Figura 27. Supervivencia.



De acuerdo a lo anterior, la información obtenida en esta investigación se contrasta con el estudio realizado por Sánchez ¹⁵² donde los animales procedentes de Dinamarca, presentaron un mayor porcentaje de supervivencia, con respecto a la variedad estadounidense. En cuanto a lo que corresponde a la nativa, en su estudio es mayor a comparación a este proyecto, debido a que su paquete tecnológico es más avanzado, esto lo afirma la FAO¹⁵³, quienes mencionan que una buena instalación apropiada, favorece el recambio del agua y una buena oxigenación, permite tener una buena calidad del agua, lo que favorece el buen crecimiento de las truchas y previene la aparición de enfermedades.

También Asenjo¹⁵⁴ encontró valores de supervivencia altos, en la fase de alevinaje de trucha arcoíris de la variedad estadounidense con un valor de 90,53%, el cual se encuentra cercano a 93,83%. Cabe destacar que el valor de supervivencia para los peces nativos obtenido por el autor anteriormente mencionado, está por encima del valor registrado para la estadounidense, por dicha razón se puede indagar sobre el buen manejo de la semilla kamloop y que esta se acopla al medio brindándole las condiciones necesarias desde su ciclo embriológico.

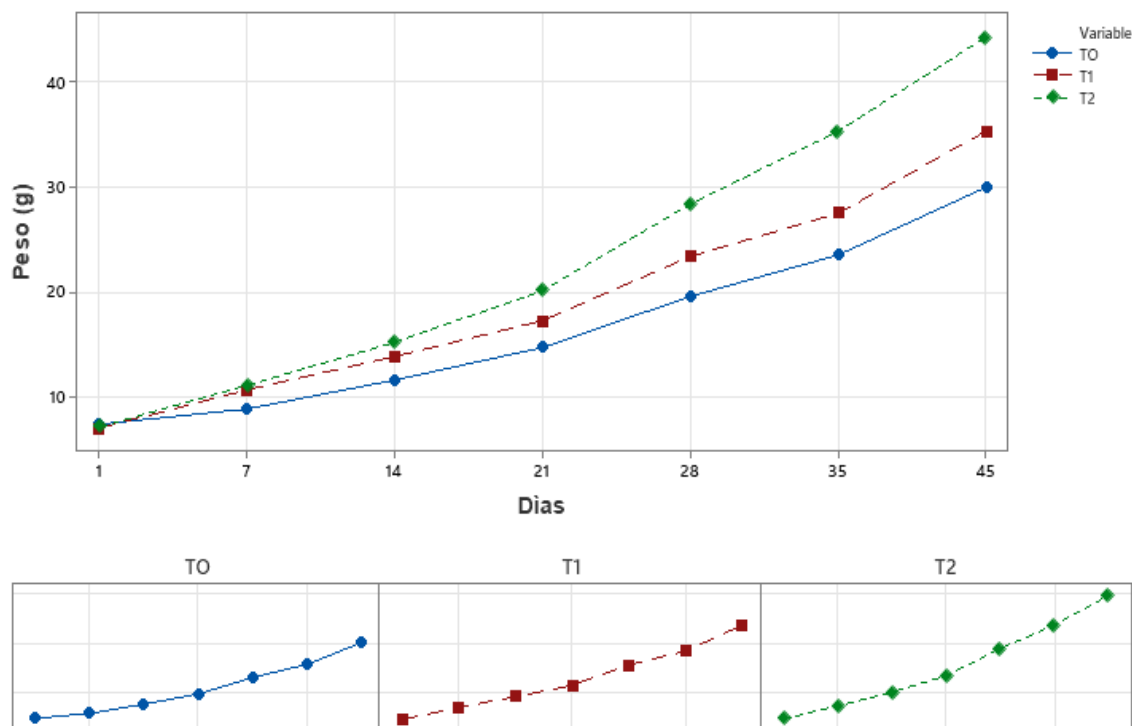
¹⁵² SANCHEZ. Op. cit., p. 43.

¹⁵³ FAO, Manual práctico para el cultivo de la trucha arcoíris, Op. cit., p. 26.

¹⁵⁴ ASENJO. Op. cit., p. 19.

5.3. CURVA DE CRECIMIENTO DE LAS VARIEDADES

Figura 28. Curva de crecimiento por tratamiento.



De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación, se obtuvo una ganancia de peso superior en el T2, seguido del T1 y en última estancia el T0; estos resultados son similares a los obtenidos por García et al¹⁵⁵ quienes encontraron una diferencia de tiempo en el crecimiento de las variedades, hallando el mayor desarrollo en el menor tiempo para la variedad estadounidense, seguida de la danesa y la nativa mexicana.

Con respecto a lo mencionado anteriormente, se presenta un mayor resultado positivo en el T2, puesto que el autor Triviño¹⁵⁶ manifiesta que esta, se caracteriza por ser sobresalientes y sanos, debido al menor número de machos, disminución del número de machos precozmente no comercializables, una mejor conversión alimenticia y al final de la cosecha, un producto de calidad. De igual manera Asenjo¹⁵⁷ obtiene resultados aproximados, aludiendo que los alevinos estadounidenses, desarrollan mejor su crecimiento significativamente en función de

¹⁵⁵ GARCIA, et al. Op. cit., p. 11-22.

¹⁵⁶ TROUTLODGE. La ventaja Troutlodge; ovas hembras, Citado por: TRIVIÑO, Karen Lorena. Evaluación del prebiótico citromarine® en primeras etapas de crecimiento de alevinos de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). Trabajo de grado Biólogo Marino. Santa Marta, Colombia: Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Facultad de ciencias naturales e ingeniería, 2020. 23 p.

¹⁵⁷ ASENJO. Op. cit., p. 19.

la longitud y peso. Así mismo, de acuerdo con la FAO¹⁵⁸ “la trucha arcoíris norteamericana (*Oncorhynchus mykiss*) se ha cultivado en estanques daneses de agua dulce, por más de 100 años; desde 1950s también ha sido producido en jaulas costa afuera y desde 1970s en unidades de maricultura basadas en tierra”

5.4. RELACIÓN BENEFICIO COSTO (RBC)

Este análisis se realizó teniendo en cuenta los costos de los alevinos de trucha arcoíris de cada variedad y el balanceado comercial, además del mantenimiento. Ver (Tabla 14).

Tabla 14. Análisis parcial de costos.

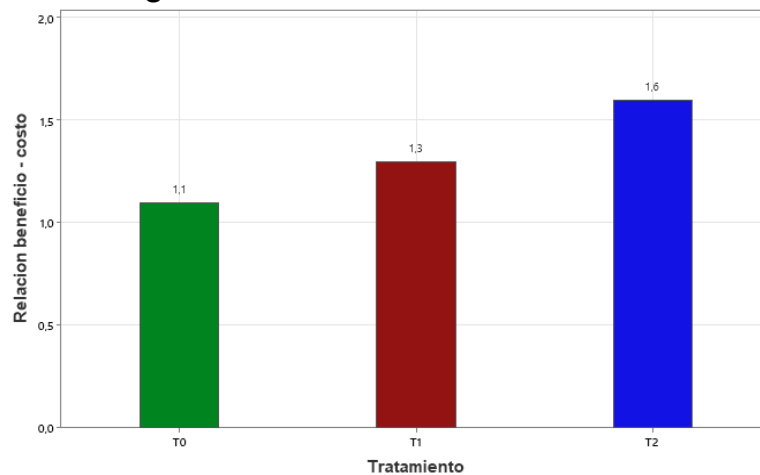
COSTOS VARIABLES				
Adquisición de alevinos				
Tratamiento	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Total
T0	Alevino	1200	\$ 400	\$480.000
T1	Alevino	1200	\$ 360	\$432.000
T2	Alevino	1200	\$ 380	\$456.000
Alimento balanceado				
T0	kg	25,12	\$ 6.975	\$175.212
T1	kg	33,10	\$ 6.975	\$230.873
T2	kg	42,97	\$ 6.975	\$299.716
Mano de obra				
Alimentación y manejo	Diario	45	\$ 5.000	\$225.000
Combustible				
Gasolina	Galon	1,5	\$ 10.000	\$15.000
COSTOS FIJOS				
Depreciaciones				
Sistema de anclaje	Mes	1,5	\$ 8.300	\$12.450
Estructura jaulas	Unidad	12	\$ 1.438	\$17.250
Malla 1/4"	Unidad	12	\$ 667	\$ 8.000
Materiales para labores piscícolas	Mes	1,5	\$ 20.000	\$ 30.000
RESULTADOS ECONOMICOS				
CONCEPTO	T0	T1	T2	
Ingresos	\$ 830.400	\$1.024.164	\$1.351.152	
Egresos	\$ 757.779	\$ 765.439	\$858.282	
RELACION BENEFICIO-COSTO				
RBC (TI/TE)	1,1	1,3	1,6	

¹⁵⁸ ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA (FAO). Descripción general del sector acuícola. [sitio web]. <https://www.fao.org/fishery/es/countrysector/dk/es>

La relación beneficio - costo (B/C) estimada para cada tratamiento es: T0: 1,1, T1: 1,3 y T2: 1,6. Los tratamientos con mejor relación fueron el T1 y T2.

La mayor utilidad se presenta cuando los ingresos son superiores a los egresos, en este caso todos los gastos dependen del precio de la semilla, la cantidad de alimento utilizado y los costos operativos; los ingresos son directamente proporcionales al peso final de las variedades, puesto que los animales se comercializan por unidades. De acuerdo a lo mencionado, en la tabla 14 se observa que el T0 presenta el menor incremento de biomasa; por lo tanto, se registra un ingreso bajo dando una utilidad no factible; caso contrario para el T1 y T2, quienes generaron una biomasa que cubre los gastos, produciendo una utilidad normal en la acuicultura de trucha arcoíris.

Figura 29. Relación beneficio-costos.



6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.2. CONCLUSIONES.

- Las diferentes variedades de Trucha arcoíris evaluadas, tienen diferencias en su desempeño productivo, encontrándose los mejores valores en la variedad estadounidense (T2), seguida de la variedad danesa (T1) y por último la variedad kamloop (T0), esto ligado a la genética, manejo y adaptabilidad de los organismos.
- La ganancia de peso registrada en el presente estudio, marca una clara tendencia de la variedad estadounidense (T2), a estar por encima de la variedad danesa (T1), con la cual existe la posibilidad de obtener resultados similares; en cuanto la variedad kamloop se encuentra por debajo de lo esperado, presentando un rendimiento productivo bajo.
- La variable tasa de crecimiento térmico, no presentó diferencias estadísticas significativas en ninguno de los tratamientos; por lo tanto, se asume que las diferentes variedades tienen la misma capacidad de utilizar la temperatura del agua para el funcionamiento de su organismo.
- El factor de conversión alimenticia, presentó diferencias estadísticamente significativas entre la variedad kamloop (T0), la cual fue mayor respecto a la variedad danesa (T1) y estadounidense (T2), por ello se atribuye que los animales del T0 tiene un crecimiento lento con mayor consumo de alimento, es decir que tienen menor capacidad de transformar el alimento consumido en biomasa.
- La carga final, presentó diferencias estadísticamente significativas, puesto que es una variable que depende fundamentalmente del crecimiento y en este estudio se registró, que la mayor ganancia de peso, lo obtuvo la variedad estadounidense (T2), superando fácilmente la danesa (T1) y totalmente la kamloop (T0). De acuerdo a lo anterior, es indispensable conocer la curva de crecimiento de cada tratamiento, con el fin de evitar problemas de densidad.
- La variedad danesa, presentó el menor número de animales muertos, aunque fue similar a la estadounidense (T2), quien, a pesar de tener menor supervivencia, no se alejó demasiado del valor obtenido por la danesa (T1). Por

otro lado, la kamloop (T0) obtuvo un valor por debajo a los otros tratamientos y aunque no se presentó diferencias significativas, tiende a presentar discrepancia en un tiempo prolongado con las demás variedades.

- La tasa de crecimiento simple, fue mayor en la variedad estadounidense (T2), seguida de la danesa (T1) y por último la kamloop (T0). Sin embargo, no presentó diferencias estadísticas significativas, aunque de acuerdo a los resultados se puede esperar encontrar diferencias, en un periodo de tiempo más prolongado, puesto que se observa que el T2 tiende a marcar un valor más alto.
- Los parámetros fisicoquímicos, se encontraron dentro de los rangos recomendados para el desarrollo normal de la trucha arcoíris, por lo tanto, no alteraron los resultados de la presente investigación.
- El mejor costo- beneficio la obtuvo la variedad estadounidense (T2), debido a que generó la mayor biomasa, obteniendo el mejor rendimiento en todas las variables productivas evaluadas en esta investigación, logrando una utilidad de 0,6 pesos por cada peso invertido, posicionándose como la mejor variedad para el cultivo de trucha arcoíris.

6.3. RECOMENDACIONES.

- Evaluar todo el ciclo de cultivo de las variedades, con el fin de verificar si el desempeño productivo, sigue siendo positivo para la variedad estadounidense (T2).
- Comparar diferentes densidades de siembra, de las tres variedades de trucha arcoíris, con el fin de corroborar, si la variedad danesa tiene mayor resistencia a las enfermedades y a las condiciones ambientales.
- Identificar el porcentaje de hembras y machos de la variedad kamloop, puesto que esta no solo está constituida por truchas hembras, lo cual puede afectar negativamente el desarrollo de las variables, puesto que los machos tienen un desarrollo menor con respecto a las hembras.

7. BIBLIOGRAFÍA

ANÓNIMO. Crianza de trucha arcoíris, Anatomía y Morfología [sitio web]. <https://sites.google.com/site/crianzadetruchaarcoiris/capitulo-2/2-1-marco-teorico/3-anatomia-y-morfologia>

ANÓNIMO. Manual de crianza trucha (*Oncorhynchus mykiss*). Perú. 2009. 25 p.
AQUASEARCH. Productos, Agua dulce. 2020. [sitio web]. <https://aquasearch.dk/productos/agua-dulce/>

AQUINO, Guillermo. Manual básico para el cultivo de trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). Manual de capacitación para la participación comunitaria. En: Global Environmental Management. Toronto, Canadá. 2019. p. 9.

ARCE, José. Determinación de la tasa de alimentación para tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus, 1759) en condiciones comerciales corregida por el Coeficiente Térmico de Crecimiento. Trabajo de grado e Licenciatura en Ingeniería Agronómica con énfasis en Zootecnia. Ciudad Universitaria Rodrigo Facio: Universidad de Costa Rica. Facultad de Ciencias Agroalimentarias, 2014. 16 p

ÁREA FUNCIONAL DE INVESTIGACIONES EN ACUICULTURA (AFIA). Guía para la incubación y alevinaje de trucha arcoíris *Oncorhynchus mykiss*. En: Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú. Serie de divulgación científica. Diciembre ,2015. Vol. 1, No. 5, p. 21-24.

ASENJO, Julio Enrique. Eclosión, sobrevivencia y crecimiento de alevinos de *Oncorhynchus mykiss* “trucha arcoíris” a partir de ovas procedentes de dos laboratorios. Trabajo de grado de Licenciado de Biología Pesquera. Lambayeque – Perú.: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Facultad de ciencias Biológicas. Departamento Académico de Pesquería y Zoología. 2015. 26 p.

BASTARDO, Hilda. Efecto del alimento sobre algunos aspectos reproductivos de la trucha arcoíris, *Oncorhynchus mykiss*, en un criadero venezolano. En: Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 1999. Vol. 49, no. 4, p. 367-372.

BERGUÑO, Álvaro Alexis. Crecimiento de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) bajo cultivo con agua del manantial de Puelen, la Pampa. Tesis de grado Ingeniero en Recursos Naturales y Medio Ambiente. Santa Rosa, La Pampa: Universidad Nacional de la Pampa. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, 2008. 15 p.

BURGOS, Álvaro, *et al.* Comparación de dos sistemas de producción intensiva de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes en el lago Guamuez, municipio de Pasto, Colombia. En: Revista UdeNar, 2004. p. 2

BURGOS, Álvaro., FIGUEROA, Marco., RODRIGUEZ, Jaime y MENA, Paolo. Comparación de dos sistemas de producción intensiva de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes en el lago Guamuez, Municipio de Pasto, Colombia. 1-8 p.

CABRA, Erika. Caracterización y propuesta para la exportación de trucha arcoíris colombiana a Aruba. Trabajo de grado Ingeniera Comercial. Bogotá D.C.: Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A. Facultad de Ciencias Ambientales e Ingenierías, 2019. 39 p.

CALCETERO, Adriana Alejandra. Efecto de tres cultivos comerciales de trucha arcoíris, *Oncorhynchus mykiss*, sobre la calidad del agua del río Siecha, en Guasca, Cundinamarca. Trabajo de grado Administración Ambiental y de los Recursos Naturales. Bogotá D.C.: Universidad Santo Tomas. Facultad de Ciencias y Tecnologías. 2022. 11 p.

CALERO, María y VILLAVICENCIO, Juan. Evaluación del efecto del probiótico comercial "Bio-probiotic-c@" en el ciclo productivo de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). Trabajo de grado Ingenieros Agroindustriales y de Alimentos. México.: Universidad de las américas pueblas. Facultad de Ingeniería y Ciencias pecuarias. 2016. 51-56 p.

CAMACHO, Berthely, *et al.* Guía para el cultivo de Trucha. 1 ed. México: Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Subsecretaría de Pesca, Dirección General de Acuacultura, 2000. 37 p. ISBN 9688174378.

CAMACHO, Santiago. Memoria del ministro de la economía Nacional al congreso. 1943. 195 p. Citado por MONTENEGRO, Carlos. La incursión de la trucha arcoíris en el lago Guamuez la cocha Nariño. 2 ed. 5 p.

CASTAÑEDA, Stephany y OCHOA, Nathalie. Ensayo de mantenimiento de alevines de *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) (Pisces: Salmonidae) en acuarios y jaulas flotantes. Trabajo de grado Biólogo. Campus Nueva Granada, Cajicá: Universidad Militar Nueva Granada. Facultad de Ciencias Básicas, 2012. 17 p.

CASTAÑER, Juan. Análisis de costo beneficio Ejemplos de análisis sector privado. Estudios Técnicos Inc., febrero 28 de 2014. 4 p.

CASTILLO, Socorro y MELLO, Elsy. Diseño de una propuesta de implementación de unidades productivas piscícolas para quince familias de la vereda la regadera, corregimiento San Miguel del Municipio de Sandoná, Departamento de Nariño. Trabajo para optar al título de Especialista en Gobierno Local. San Juan de Pasto, Colombia: Universidad de Nariño. Centro de Estudios Socio Jurídicos. 2010. 36.p.

CERÓN, James. Evaluación de tres dietas alimenticias suministradas en la fase de alevino al pez ornamental amazónico escalar (*Pterophyllum scalare* - schultze, 1823). Trabajo de grado magister Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Manizales: Universidad de Manizales, Facultad de Ciencias Contables, Económicas Administrativas. 2016. 72 p.

COELA, Edwin. Cultivo de crecimiento de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) alimentada con dos marcas de alimento extruido: estudio en laguna alto andina de Perú. En: Revista de Investigación Ciencia, Tecnología y Desarrollo. Diciembre, 2020. vol. 6, no. 1, p 38-44.

COLOMBIA. AUTORIDAD NACIONAL DE ACUICULTURA Y PESCA (AUNAP). Resolución 2723. (27 de octubre de 2021). Por lo cual se establecen los requisitos y procedimientos para el otorgamiento de permisos, autorizaciones y patentes de pesca para el ejercicio de la actividad pesquera y de la acuicultura, se adopta otras medidas para el cumplimiento de los objetivos y funciones de la AUNAP y se derogan las resoluciones No. 0707 de 2019, No. 2363 de 2020, No. 2026 de 2020 y No. 1363 de 2021. Bogotá D.C., 2021. No. 2723. p. 1.

CORPONARIÑO. Expediente OCSC-009-17. [sitio web]. <https://corponarino.gov.co/expedientes/calidadambiental/boletin/2017res112catq.pdf>.

EL MINISTERIO DEL AMBIENTE (MINAM). Exploración de la distribución de la trucha naturalizada en zonas priorizadas de Junín y Huánuco. 2015.

EWOS. Tabla de alimentación para Trucha arcoíris. 2021.

FAO. Fisheries and Aquaculture Department. 2002.
http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oncorhynchus_mykiss/en

FAO. Manual práctico para el cultivo de la trucha arcoíris, Guatemala. 2014.

FAO. Programa de información de especies acuáticas *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792). 2019.

FAO. Programa de información de especies acuáticas *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792). Fisheries and Aquaculture Department. 2017.

FEDERACIÓN COLOMBIANA DE ACUICULTORES (FEDEACUA). Plan de negocio sectorial de la piscicultura colombiana. 2 ed. Programa de Transformación productiva. 2015. 55-56 p.

FLORES, Mónica Nelba. Evaluación económica de la producción de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas, en el municipio de San Pedro de Tiquina, del Lago Titicaca – La Paz. Tesis de Maestría en Ciencias. La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía, 2017. 9 p.

FONDO NACIONAL DE DESARROLLO (FONDEPES). Manual de cultivo de trucha en ambientes convencionales. En: Ministerio de la Producción. Perú. 2021. p.13.
FONDO NACIONAL DE DESARROLLO PESQUERO (FONDEPES). Manual de Cultivo de trucha en Jaulas Flotantes, Ministerio de la Producción, Lima-Perú. 2017. p 12.

FONDO NACIONAL DE DESARROLLO PESQUERO. Manual de cultivo de truchas arcoíris en jaulas. Citado por JANSSEN, Jhordany Frankovsky y HUAMANI, Tunque. Evaluación del efecto en los parámetros físico, químico y microbiológico del agua debido a la producción intensiva de trucha en jaulas flotantes en la laguna Choclococha - Huancavelica 2018. Trabajo de grado Ingeniero Ambiental.

Huancayo, Perú: Universidad Continental. Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental, 2022. 18 p.

FUENTEALBA, Paula Javiera. (Mono) cultivos de trucha arcoíris en la laguna La Cocha, Colombia: trayectorias y transformaciones socio ambientales, productivas, culturales y en las relaciones de género dentro del entorno lacustre. Trabajo de grado maestría de Investigación en Estudios Socio ambientales. Quito.: Universidad

FLACSO. Facultad latinoamericana de Ciencias Sociales. Departamento de Desarrollo, Ambiente y territorio. 2018. 82 p.

GALLARDO, Edwar Marden. Diagnóstico situacional de la crianza de truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en el distrito de Namora, provincia y departamento de Cajamarca. Trabajo de grado Médico Veterinario. Cajamarca, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca. Facultad de Ciencias Veterinarias. Escuela Académico Profesional de Medicina Veterinaria, 2019. 9 p.

GARCIA, Manuel. Cultivo de Tilapia y Trucha arcoíris, un negocio con potencial exportador. 2013. [sitio web]. <https://www.larepublica.co/archivo/cultivo-de-tilapia-y-trucha-arco-iris-un-negocio-con-potencial-exportador-2080386>

GÓMEZ, Yohe. Crecimiento de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes en la etapa de engorde alimentadas ad libitum y convencionalmente, en Chucasuyo-Juli. Trabajo de grado Licenciado en Biología. Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano. Facultad de Ciencias Biológicas. Escuela Profesional de Biología, 2017. 5 p.

GONZÁLEZ, *et al.* Efecto de la producción acuícola sobre las variables de calidad del agua del lago Guamuez. En: Revista Investigación Pecuaria. Junio, 2018, vol. 5 no. 1. p. 1.

GRAZIANO DA SILVA, José, *et al.* Sistemas alimentarios en América Latina y el Caribe. Desafíos en un escenario pos pandemia. Capítulo 2. Publicado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura y el Centro Internacional de Desarrollo Sostenible. 2021. 29-48 p. ISBN: 978-92-5-134646-4

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO (ICA). Para fortalecer la producción acuícola de Nariño, el ICA asegura el adecuado manejo sanitario con actividades de control. 2021. [sitio web]. <https://www.ica.gov.co/noticias/ica-fortalece-produccion-acuicola-en-narino>

INSTITUTO NACIONAL DE PESCA (INP). Acuicultura trucha arcoíris. Acuicultura comercial. 2018. [sitio web]. <https://www.gob.mx/inapesca/acciones-y-programas/acuicultura-trucha-arcoiris>

JUNTA NACIONAL ASESORA DE CULTIVOS MARINOS (JACUMAR). Trucha arcoíris, (*Oncorhynchus mykiss*). España. 2011. 1 p.

LOPEZ, Bairon y PORTILLO, Tatiana. Evaluación del efecto de inmunoestimulantes en alevinos de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes. Tesis de grado Ingeniero en Producción Acuícola. San Juan de Pasto.: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Ingeniería en Producción Acuícola. 2022. 76 p.

LÓPEZ, Jorge y SALAS, Julbrinner. Comparación fisicoquímica y biológica entre efluentes de la producción de trucha arcoíris y la condición limnológica del Lago Guamuez, Departamento de Nariño. En: Orinoquia. Agosto-noviembre, 2019. vol. 23, no. 2, p. 87-96.

LOPEZ, Jorge y SALAS, Julbrinner. Efecto de harina de hidrolizado de vísceras en el crecimiento de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). En: Revista MVZ Córdoba. Diciembre, 2020. vol. 26 no. 1, p. 6.

LOPEZ, Jorge, *et al.* Evaluación de inmunoestimulantes en el crecimiento y sobrevivencia de la de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), cultivada en jaulas flotantes, en el Lago Guamuez. En: Revista Electrónica de Ingeniería en Producción Acuícola. 2004. vol. 1, no. 1, p 7.

LÓPEZ, Meri Liliana & MADROÑERO, Sandra Milena. Estado trófico De la ware Naciones Unidas lago tropical De la ware alta montaña: caso laguna de la Cocha. En: Scielo. 2015. Vol. 25, No. 2. 21-42 p.

MARTÍNEZ, Irma y ESCORCIA, Eveling. Análisis de rentabilidad de la producción de vacas lecheras (*Bosprimigenius taurus*) en la Quinta Doalmar de la comarca San Isidro del municipio de Camoapa en el período octubre a diciembre 2019. Trabajo de grado Licenciadas en Administración de Empresa con Mención en Agro negocios. Camoapa, Boaco, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria Sede Regional Camoapa Recinto Myriam Aragón Fernández, 2020. 21 p.

MENDOZA, Raúl y PALOMINO, Alfredo. Manual de Cultivo de trucha en Jaulas Flotantes, Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero-FONDEPES, Ministerio de la Producción, Lima-Perú. 2004. 30. p.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Costos de producción tilapia y trucha. [Sitio web]. <https://sioc.minagricultura.gov.co/DocumentosContexto/A131COSTOS%20TRUCHA%20Y%20TILAPIA.pdf>

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RURAL. Cadena de la acuicultura. 1er. Trimestre. Publicado por la Dirección de Cadenas Pecuarias, Pesqueras y Acuícolas. 2020. 4-39 p.

MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN (PRODUCE). Principios para optimizar el cultivo de trucha arcoíris en la categoría arel. Lima – Perú. 2019.

MINISTERIO DEL AMBIENTE. Servicio de sistematización de información temática para la elaboración del documento de la línea de base de la trucha con fines de bioseguridad. Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales. Dirección General de Diversidad Biológica. Perú, 2019. 13 p.

MORALES, Emeterio., QUISPE, Hilda y MARISCAL, Jesús. Módulo de Buenas Prácticas de producción Truchicola, proyecto Mejorando la rentabilidad de la truchicultura en el lago Titi Caca con visión empresarial y responsabilidad social ambiental, Puno-Perú. 2010. 22-25. p.

MORALES, Gabriel y QUIROS, Rolando. Desempeño productivo de la trucha arcoíris en jaulas bajo diferentes estrategias de alimentación. En: Repositorio Institucional CONICET Digital. Diciembre 2007. vol. 15, no 4, p. 121-129.

OLIVA, de la Gloria. Manual de buenas prácticas de producción acuícola en el cultivo de trucha arcoíris. 2011. 12 p.

ORGANISMO PÚBLICO DESCENTRALIZADO SIERRA EXPORTADORA, SEDE PUNO (OPDSE). Guía para la producción, alimentación y sanidad de truchas en jaulas flotantes. Lima-Perú. 2011. 25-27 p.

ORGANIZACIÓN DE LA NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA (FAO). El estado mundial de la pesca y la acuicultura. La sostenibilidad en acción. 2020. 31 p. ISBN 978-92-5-132756-2

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA (FAO). Descripción general del sector acuícola. [sitio web]. <https://www.fao.org/fishery/es/countrysector/dk/es>

PADILLA, Juan. Laboratorio Hatchery Quilínza. La Cocha, Nariño. Comunicación personal, 8 de abril de 2022.

PERDOMO, Daniel, *et al.* Efecto de la estrategia alimenticia en el desempeño productivo de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). En: Revista Científica. Julio, 2013. vol. 23, no. 4. 343 p.

PHILLIPS, Víctor; HERNÁNDEZ, Marco y AQUINO, Guillermo. Manual básico para el cultivo de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). Manual de capacitación para la participación comunitaria. México. 2009. 6 p.

POMA, James. Evaluación productiva y económica de alevinos de Trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), en la piscigranja “Gruta Milagrosa” – Acolpalca – Huancayo. Trabajo de grado Ingeniero Zootecnista: Universidad Nacional del Centro del Perú. Facultad de zootecnia. 2013. 30 p.

PORRAS, Deyvis. Evaluación de tres tasas de alimentación en los estadios de alevino, juvenil y engorde de truchas arcoíris en el centro piscícola el ingenio. Trabajo de grado Ingeniero Zootecnista. Huancayo, Perú: Universidad Nacional del Centro de Perú. Facultad de Zootecnia, 2008. 20-21 p.

PUCUHUARANGA. Luis Miguel. Estudio de prefactibilidad para la instalación de una piscigranja de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en la Provincia de Junín. Trabajo de grado Ingeniero Agroindustrial. Junín, Perú: Universidad Nacional del

Centro de Perú. Facultad de Ingeniería y Ciencias Humanas. Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, 2019. 84 p.

QUIÑONES, Juan. Análisis de la cadena agroalimentaria de la trucha en Colombia. Trabajo de grado Administrador de Empresas Agropecuarias. Bogotá D.C.: Universidad de la Salle. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Programa Administración de Empresas Agropecuarias. 2014. 53 p.

QUISHPE, Jenny, *et al.* Alimentos alternativos a formular para trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) según sus necesidades nutritivas y procesos eficientes de residuos de mataderos, En: Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal. 2020, vol. 4 no, 3.,10. P.

RAGASH, M. Manual de crianza truchas (*Oncorhynchus mykiss*), Citado por MASABANDA, José Luis. Efecto de tres niveles de grasa sobre el desempeño productivo de *Oncorhynchus mykiss* en fase de alevinaje. Tesis de grado Ingeniero Agropecuario. Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas. Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura, 2021. 30 p.

RIASCOS, Javier, *et al.* Modelo dinámico para estimar la capacidad de carga de cuerpos de agua con piscicultura. En: SciELO. Junio, 2012. vol. 15, no. 1. 135-145 p.

ROCA, Brayan; MENDOZA, Rafael y MANJARRÉS, Luis. Análisis de la producción de la acuicultura durante el año 2019 en el área de cobertura de la encuesta estructural desarrollada durante el año 2020. Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP). Bogotá D.C.: 2020. 17 p.

RODRÍGUEZ Horacio. y ANZOLA, Eduardo. Calidad del agua y la productividad de un estanque en acuicultura. 2001. [sitio web]. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/34940>

RODRÍGUEZ, Adriana del Rosario. Efecto de los carotenos y los probióticos sobre los parámetros de desempeño, hematológicos, bioquímicos, color del filete, carotenoides totales y estrés térmico en la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). Tesis de Maestría. Aguascalientes México: Universidad Autónoma de Aguascalientes, 2016. 18 p.

ROSADO, Rafael. Consideraciones sobre la producción nacional de semilla de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). En: Revista Electrónica de Ingeniería en Producción Acuícola. 2007, Vol. 2, p. 135.

RUFINO, Cristóbal; YAPUCHURA, Saico; MAMANI, Sabino; PARI, Dina y FLORES, Emilio. Importance of the curves of growth and efficiency in the food of trout rainbow (*Oncorhynchus mykiss*) in the cost of production. En: Scielo. 2018. 68-77. p.

SALAS, Jullbriner y LOPEZ, Jorge. Evaluación de la ginogénesis de trucha arcoíris (*O. mykiss*), utilizando choque térmico de 27°C a diferentes periodos de exposición, en el centro ambiental Guairapungo (Nariño). En: Revista Veterinaria y Zootecnia. vol. 6, no. 2, p. 40.

SÁNCHEZ, Orlando Leonel. Índice de eficiencia de eclosión de ovas nacionales e importadas, para la producción de alevinos de *Oncorhynchus mykiss* (Kendal, 1998) “trucha arcoíris”, los molinos de Sanguli – Ayabaca – Piura – Perú – 2019. Trabajo de grado ingeniero pesquero. Piura – Perú. Universidad Nacional del Piura. Facultad de Ingeniería Pesquera. 2019. 21 p.

SARMIENTO, Eduard. Modelo de un cultivo intensivo de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). En: Revista Electrónica de Ingeniería en Producción Acuícola. 2006. vol. 2. p. 2.

SOLARTE, Carlos., GARCÍA, Hernán, A e IMUEZ, Marco. Bioestadística: Aplicaciones en producción y salud animal, San Juan de Pasto: Editorial Universitaria – Universidad de Nariño, 2009. 304. p.

TIMMONS, Michael, *et al.* Sistemas de recirculación para la acuicultura. Traducido por Gustavo Parada Rebolledo y Martin Hevia Werkmeister. 2 ed. Vitacura, Santiago: Fundación Chile, 2002. 22 p. ISBN 956-8200-00-2.

TORREZ, Reynaldo Jesús. Adaptabilidad de tres variedades de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) procedentes de ovas importadas de diferentes países, cultivados en jaulas flotantes, bajo las mismas condiciones, en la represa san José de uzuña, polobaya-arequipa. Trabajo de grado Ingeniero Pesquero. Perú.: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Facultad de Ciencias Biológicas. 2021. p. 2.

TRAUTLODGE. Grupo de desove kamloop. p.1. [sitio web]. https://www.troutlodge.com/documents/1499/Troutlodge_Product_Kamloop_Spawning_Group_August_ES.pdf

TRIVIÑO, Karen Lorena. Evaluación del prebiótico citromarine® en primeras etapas de crecimiento de alevinos de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). Trabajo de grado Bióloga Marina. Santa Marta.: Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Ciencias Naturales E Ingeniería. Programa De Biología Marina 2020. 23-28 p.

TROUTEX. Gama de productos para ovas de trucha arcoíris. [sitio web]. <https://troutex.dk/en/rainbow>

TROUTEX. Productos. 2020. [sitio web]. <https://troutex.dk/es/gama%20de%20productos.html>

TROUTLODGE (2020), Historia. [sitio web]. <https://www.troutlodge.com/es/historia/>

TROUTLODGE. La ventaja Troutlodge; ovas hembras, Citado por: TRIVIÑO, Karen Lorena. Evaluación del prebiótico citromarine® en primeras etapas de crecimiento de alevinos de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). Trabajo de grado Biólogo Marino. Santa Marta, Colombia: Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Facultad de ciencias naturales e ingeniería, 2020. 23 p.

URIBE, José Enrique. Determinación de *Yersinia ruckeri* aisladas de truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en una piscigranja de Chachapoyas – Amazonas. Trabajo de grado Médico Veterinario. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Medicina Veterinaria. Escuela profesional de Medicina Veterinaria, 2020. 11 p.

VÁSQUEZ QUISPESIVANA, Wilfredo. *et al.* Evaluación del impacto en la calidad de agua debido a la producción semi intensiva de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes en la laguna Arapa – Puno. 2015. p. 21.

7. ANEXOS

Anexo 1. Documento de trazabilidad variedad Kamloop.



CENTRO AMBIENTAL GUAIRAPUNGO

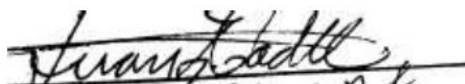
FECHA ENTREGA	05/10/2022
CLIENTE	Bairon Andrés López López
DESTINO	El encano/ Vereda Mojondinoy
CEPA	Kamloop
TRAZABILIDAD DE LOTE	
FECHA SIEMBRA	24/02/2022
FECHA ECLOSIÓN	25/03/2022
Tº ECLOSIÓN (°C)	11°C
FIN ABSORCIÓN	11/04/2022
FECHA PRIMER ALIMENTO	15/04/2020
REFERENCIA ALIMENTO	Italcol
MANEJO SANITARIO	
TRATAMIENTOS VETERINARIOS	Tratamiento sal Marina (1.5%)
DURACIÓN TRATAMIENTO	3 días
DATOS DE DESPACHO	
Tº CARGUE	14°C
CANTIDAD DE ALEVINOS	1.500
DATOS DE RECEPCION	
CANTIDAD DE ALEVINOS	1.500
PESO PROMEDIO (gr)	2.5
TALLA PROMEDIO (cm)	5
RESPONSABLE	

Anexo 2. Documento de trazabilidad variedad Danesa.

HACHER QUILINZA
Producción Alevinos Trucha arcoíris

FECHA ENTREGA	05/10/2022
CLIENTE	Bairon Andrés López López
DESTINO	El encano/ Vereda Mojondinoy
CEPA	Danesa
TRAZABILIDAD DE LOTE	
FECHA SIEMBRA	2/04/2022
FECHA ECLOSIÓN	8/04/2022
Tº ECLOSIÓN (°C)	10,2
FIN ABSORCIÓN	28/04/2022
FECHA PRIMER ALIMENTO	02/05/2022
REFERENCIA ALIMENTO	Agrinal
MANEJO SANITARIO	
TRATAMIENTOS VETERINARIOS	Tratamiento sal marina (1,5%)
DURACIÓN TRATAMIENTO	3 días
DATOS DE DESPACHO	
Tº CARGUE	14.5°C
CANTIDAD DE ALEVINOS	10.000 + 100
DATOS DE RECEPCION	
CANTIDAD DE ALEVINOS	10.100
PESO PROMEDIO (gr)	5
TALLA PROMEDIO (cm)	7
RESPONSABLE entrega	Juan padilla

Entrega



JUAN PADILLA
DIRECTOR LABORATORIO

Anexo 3. Documento de trazabilidad variedad Estadounidense.

PLANTA Y FRIGORIFICO LAMAR SAS ZOMAC

NIT. 901561171-6

INFORMACIÓN DE ORIGEN DE LOS ALEVINOS

Fecha de envío:	01	09	2022	Remisión No.			
Cliente:	Mayren Andryl Lopez Lopez			Destino:	El Estero / V. Higuerón		
Cantidad despachada:	10.000 + 100			Cantidad entregada:	10.100		
Lote:	#2/21/04/02	Talla:	7cm	Peso:	3 gr.		
Proveedor de ovas:	Acuagráfica			No Lote de Ovas:	WAAQ2262A00239		
Fecha de siembra:	21	04	2022	Fecha de Eclosión:	2	05	2022
Fecha de reabsorción:	15	05	2022	Primera alimentación:	16	05	2022
Alimentación:	alimento Comestible Solla 50% proteína todo el ciclo						
Tratamientos:	Sal Marina, Cloramin T.						
SI ☒ NO ☐							
Tratamientos Terapéuticos:							
SI ☐ NO ☒							
Embalaje transporte:	Tanque de 1000 litros con Oxígeno.						
Observaciones:	Lote con Comportamiento Normal						

Firma

Administrador o encargado

C.C. 87.574.908.

Firma

Cliente

Anexo 4. Datos de peso y talla inicial.

T0 Kamloop		T1 Danesa		T2 Estadounidense	
Peso (g)	Talla (cm)	Peso (g)	Talla (cm)	Peso (g)	Talla (cm)
7,8	8,5	5,7	7,2	6,9	7,2
6,5	7,9	8	7,4	6,7	7,4
6,6	7,9	6	8,2	7,4	8,2
8,6	8,9	2,2	8,6	7,3	8,6
8,3	8,5	8,4	7,9	7,1	7,9
6,5	7,9	8,3	7,9	6,5	7,9
8,8	8,3	7,2	8,3	8,8	8,3
6,2	8	6	8,3	7,7	8,3
6,4	8	7,4	7,5	6	7,5
7,1	8,5	7,8	8,5	7,8	8,5
8,6	8,4	6,5	7,9	6,5	7,9
6,2	9	6,6	7,9	6,6	7,9
8,6	8,9	8,6	8,9	8,6	8,9
8,3	8,5	8,3	8,5	8,3	8,5
6,5	7,9	6,5	7,9	6,5	7,9
8,8	8	8,8	8	10,1	8
7,9	8,2	7,9	8,2	7,9	8,2
6,7	7,8	6,7	7,8	6,7	7,8
6,8	9	6,8	7,8	6,8	7,8
6,2	8	6,2	8	6,2	8
6,4	8	6,4	8	6,4	8
7,1	8,5	7,1	8,5	7,1	8,5
8,6	8,4	8,6	8,4	8,6	8,4
6,2	9	6,2	7,8	6,2	7,8
6	7,7	6	7,7	6	7,7
6,5	8	6,5	8	6,5	8
8,3	8,6	8,3	8,6	8,3	8,6
6,2	9	6,2	7,7	6,2	7,7
6	7,5	6	7,5	6	7,5
7,5	7,7	7,5	7,7	7,5	7,7
7,2	7,9	7,2	7,9	7,2	7,9
6,5	9	6,5	7,6	6,5	7,6
8,3	9,1	8,3	8	8,3	7,2
7,2	9,5	7,2	8,2	7,2	8,2
6,7	7,5	9,1	9	6,7	7,5
6,7	9	6,7	7,9	6,7	7,9
6,2	8	7	8	7	8
6,4	8	8,3	8,5	8,3	8,5
7,1	8,5	7,2	8,2	7,2	8,2
8,6	8,4	9,4	7,8	6,5	7,8
6,2	9	9	8	5,8	6,8
5,9	9,4	8,2	8	5,9	6,9

7,4	8,3	7,4	8,3	7,4	8,3
6,5	8	7,8	8,4	7,8	8,4
8,3	8,6	7,8	8,1	7,8	8,1
6,2	9	9	8	6,2	8
6	7,5	7,7	8,3	7,7	8,3
7,5	7,7	8,8	8,4	8,8	8,4
7,2	7,9	8,7	8,8	8,7	8,8
6,5	9	8,6	8,7	8,6	8,7
8,3	9,1	7,6	8,5	7,6	8,5
7,2	9,5	6,9	7,9	6,9	7,9
6,7	7,5	8,5	8,4	8,5	8,4
6,1	9	6,1	8	6,1	8
8,5	8,1	8,5	8,1	8,5	8,1
6	9,1	6	7,7	6	7,7
8,4	8,3	8,4	8,3	8,4	8,3
7,6	8,2	7,6	8,2	7,6	8,2
4,6	8,5	8,1	9,2	8	7,1
6	7,7	8,1	9,1	8,1	8,4
7,4	8	8,4	8,3	4,3	7,1
11,1	9,1	8,4	8,3	6,2	8,3
8,4	8,5	6,8	8	6,8	8
8,4	7,8	6,4	7,8	6,4	7,8
4,5	7,9	7,5	9	7,5	7,9
4,6	8,5	7,9	8,5	7,9	8,5
6	7,7	9	9,7	6,2	7,7
7,4	8	6,7	9	6,7	8
6,4	7,8	8	8,2	5,8	8,2
7,5	9	8,4	8,5	8,3	8,5

Anexo 5. Tabla de alimentación EWOS.

TABLA SFR		PESO														
Temperatura	0,15	0,2	0,5	1	3	6	10	15	30	60	90	120	150	200	400	600
5			1,33	1,25	1,11	1,03	0,96	0,89	0,80	0,69	0,62	0,58	0,54	0,49	0,38	0,30
6			1,59	1,50	1,33	1,23	1,15	1,07	0,96	0,84	0,76	0,71	0,67	0,61	0,47	0,39
7		2,08	1,91	1,80	1,60	1,48	1,38	1,29	1,16	1,02	0,92	0,86	0,81	0,75	0,59	0,49
8		2,52	2,31	2,17	1,92	1,77	1,66	1,55	1,39	1,22	1,11	1,04	0,98	0,90	0,72	0,61
9	3,15	3,06	2,79	2,61	2,31	2,12	1,98	1,85	1,66	1,46	1,33	1,25	1,18	1,09	0,87	0,74
10	3,83	3,72	3,36	3,14	2,76	2,53	2,36	2,20	1,97	1,74	1,59	1,48	1,40	1,30	1,05	0,89
11	4,64	4,49	4,03	3,74	3,26	2,99	2,78	2,59	2,32	2,04	1,86	1,74	1,65	1,52	1,23	1,04
12	5,54	5,34	4,75	4,38	3,79	3,46	3,21	2,99	2,67	2,35	2,14	1,99	1,89	1,75	1,41	1,20
13	6,43	6,18	5,44	5,00	4,30	3,91	3,62	3,36	2,99	2,62	2,39	2,23	2,11	1,95	1,57	1,33
14	7,14	6,85	5,99	5,48	4,68	4,24	3,92	3,64	3,23	2,82	2,56	2,39	2,26	2,09	1,67	1,42
15	7,49	7,17	6,25	5,70	4,86	4,39	4,05	3,76	3,33	2,91	2,63	2,45	2,32	2,14	1,71	1,44
16		7,05	6,15	5,61	4,78	4,32	3,99	3,70	3,27	2,85	2,58	2,40	2,26	2,08	1,65	1,39
17		6,52	5,72	5,24	4,47	4,05	3,74	3,46	3,06	2,66	2,41	2,23	2,11	1,93	1,52	1,27
18			5,09	4,68	4,02	3,64	3,36	3,12	2,76	2,39	2,16	2,00	1,88	1,72	1,34	1,11
19			4,39	4,05	3,50	3,18	2,93	2,72	2,41	2,08	1,87	1,73	1,63	1,48	1,14	0,93
20			3,71	3,44	2,98	2,72	2,51	2,33	2,05	1,77	1,59	1,47	1,37	1,25	0,95	0,76

Anexo 6. Ración alimento diario (Kg)/muestreo/tratamiento/réplica.

TRATAMIENTO	REPLICA	M1	M2	M3	M4	M5	M6
T0	1	0,44	0,88	1,11	1,17	1,64	1,98
	2	0,28	0,94	0,60	1,34	0,79	1,54
	3	0,25	0,56	0,77	0,98	1,16	1,34
	4	0,47	1,11	0,74	1,91	0,97	2,16
T1	1	1,39	0,80	1,16	1,57	1,19	3,29
	2	0,92	0,73	1,05	1,67	1,49	2,07
	3	1,07	0,47	1,11	1,52	1,29	2,27
	4	1,09	0,88	0,88	1,92	1,23	2,04
T2	1	0,97	1,13	1,43	2,26	1,36	2,51
	2	0,85	1,29	1,17	2,49	2,04	3,03
	3	1,13	1,06	1,67	2,44	2,28	3,04
	4	0,95	1,52	1,08	2,12	2,33	2,83

Anexo 7. Temperatura durante el periodo de estudio.

TEMPERATURA °C			
Día	Fecha	Mañana (8:00 am)	Tarde (4:00 pm)
1	14/07/2022	15,60	16,10
2	15/07/2022	15,70	15,20
3	16/07/2022	15,30	15,50
4	17/07/2022	16,40	16,60
5	18/07/2022	16,10	15,40
6	19/07/2022	15,90	16,30
7	20/07/2022	15,40	15,30
8	21/07/2022	15,60	15,20
9	22/07/2022	16,70	16,90
10	23/07/2022	15,30	15,30
11	24/07/2022	16,40	15,70
12	25/07/2022	16,10	16,00
13	26/07/2022	15,90	16,00
14	27/07/2022	15,40	15,70
15	28/07/2022	15,70	15,60
16	29/07/2022	15,60	15,80
17	30/07/2022	15,70	15,80
18	31/07/2022	15,60	16,20
19	1/08/2022	15,70	15,70
20	2/08/2022	15,60	15,30
21	3/08/2022	15,30	15,40
22	4/08/2022	15,40	15,40
23	5/08/2022	15,34	15,40
24	6/08/2022	15,50	15,50
25	7/08/2022	15,40	15,40
26	8/08/2022	15,60	15,30
27	9/08/2022	15,10	15,40
28	10/08/2022	15,20	15,30
29	11/08/2022	15,40	15,40
30	12/08/2022	15,20	15,40
31	13/08/2022	15,15	15,90
32	14/08/2022	15,50	15,70
33	15/08/2022	15,30	15,50
34	16/08/2022	15,10	15,30
35	17/08/2022	14,90	15,10
36	18/08/2022	15,50	15,60
37	19/08/2022	15,50	15,70
38	20/08/2022	14,50	15,00
39	21/08/2022	15,10	15,30
40	22/08/2022	14,70	15,10
41	23/08/2022	15,00	15,30
42	24/08/2022	15,50	15,40
43	25/08/2022	15,20	15,70
44	26/08/2022	15,25	15,80
45	27/08/2022	15,40	15,60

Anexo 8. Oxígeno disuelto durante el periodo de estudio.

OXIGENO mg/L			
Día	Fecha	Mañana (8:00 am)	Tarde (4:00 pm)
1	16/07/2022	5,7	5,40
2	17/07/2022	5,1	5,30
3	18/07/2022	5,5	4,90
4	19/07/2022	5,2	6,50
5	20/07/2022	6	6,10
6	21/07/2022	6	6,40
7	22/07/2022	5,8	5,41
8	23/07/2022	5,07	5,32
9	24/07/2022	4,5	5,45
10	25/07/2022	4,5	5,27
11	26/07/2022	6,7	5,55
12	27/07/2022	6,3	5,30
13	28/07/2022	6,6	6,50
14	29/07/2022	6,6	6,20
15	30/07/2022	6,4	6,70
16	31/07/2022	6,4	6,70
17	1/08/2022	6,55	6,27
18	2/08/2022	7	7,56
19	3/08/2022	7,5	7,43
20	4/08/2022	7	6,90
21	5/08/2022	6,4	7,00
22	6/08/2022	7	6,90
23	7/08/2022	6,25	6,31
24	8/08/2022	6,2	6,10
25	9/08/2022	6,1	6,37
26	10/08/2022	6,9	6,90
27	11/08/2022	6,4	6,40
28	12/08/2022	6	6,90
29	13/08/2022	6	6,15
30	14/08/2022	6,9	6,90
31	15/08/2022	6,4	6,40
32	16/08/2022	6,34	5,80
33	17/08/2022	6,3	6,60
34	18/08/2022	6,3	6,40
35	19/08/2022	6,3	6,00
36	20/08/2022	6,34	5,80
37	21/08/2022	5,87	6,82
38	22/08/2022	6,5	6,50
39	23/08/2022	6,6	6,40
40	24/08/2022	6,7	6,50
41	25/08/2022	6,72	6,35
42	26/08/2022	6,82	6,60
43	27/08/2022	6,31	6,55
44	28/08/2022	6,66	6,50
45	29/08/2022	6,5	6,81

Anexo 9. pH durante el periodo de estudio.

Día	Fecha	pH	
		Mañana (8:00 am)	Tarde (4:00 pm)
1	16/07/2022	8,5	7,9
2	17/07/2022	7,5	7,9
3	18/07/2022	7,7	7,7
4	19/07/2022	7,8	8
5	20/07/2022	7,7	8,1
6	21/07/2022	7,8	7,8
7	22/07/2022	8	8
8	23/07/2022	7,9	8
9	24/07/2022	7,8	8
10	25/07/2022	7,9	8
11	26/07/2022	7,7	7,8
12	27/07/2022	7,8	7,6
13	28/07/2022	7,2	7,7
14	29/07/2022	8	8
15	30/07/2022	7,8	7,9
16	31/07/2022	8	8
17	1/08/2022	8,1	8
18	2/08/2022	8	8
19	3/08/2022	8	7,9
20	4/08/2022	8	8,1
21	5/08/2022	7,9	8,2
22	6/08/2022	8	8,1
23	7/08/2022	8,1	8
24	8/08/2022	8,1	7,8
25	9/08/2022	8	8
26	10/08/2022	8,2	8,1
27	11/08/2022	8,1	8
28	12/08/2022	8,1	8
29	13/08/2022	8	8
30	14/08/2022	8	8,1
31	15/08/2022	8	8,1
32	16/08/2022	7,8	8
33	17/08/2022	7,6	8,2
34	18/08/2022	7,7	7,6
35	19/08/2022	8	7,7
36	20/08/2022	7,8	8
37	21/08/2022	8	7,8
38	22/08/2022	8,1	8
39	23/08/2022	8	7,8
40	24/08/2022	8	7,7
41	25/08/2022	8	7,8
42	26/08/2022	8	8
43	27/08/2022	8,1	7,9
44	28/08/2022	8	7,8
45	29/08/2022	8	7,8

Anexo 10. Parámetros.

Fecha	Alcalinidad (mg/L de CaCO₃)	Amonio (mg/L de NH₄)	Amoniaco (mg/L de NH₃)	Dureza (mg/L de CaCO₃)	Nitritos (mg/L de NO₂)	Nitratos (mg/L de NO₃)
23/07/2022	30	0,05	0,06	10	0	2,3
6/08/2022	30	0,00	0,00	10	0	3
20/08/2022	25	0,01	0,00	5	0	2,3

Anexo 11. Análisis de Varianza (ANOVA) para peso final.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	2	418,48	209,239	67,80	0,000
Error	9	27,77	3,086		
Total	11	446,25			

Medias

Factor	N	Media	Desv. Est.	IC de 95%
T0	4	30,02	2,63	(28,03;32,01)
T1	4	35,367	0,603	(33,380;37,354)
T2	4	44,33	1,409	(42,346;46,320)

Desv.Est. agrupada=1,75672

Anexo 12. Prueba de Tukey peso final.

Factor	N	Media	Agrupación
T2	4	44,333	A
T1	4	35,367	B
T0	4	30,02	C

Las medias que no compartan una letra son significativamente diferentes.

Anexo 13. Análisis de Varianza (ANOVA) para talla final.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	2	6,663	3,3314	7,81	0,011
Error	9	3,837	0,4263		
Total	11	10,500			

Medias

Factor	N	Media	Desv. Est.	IC de 95%
T0	4	14,026	0,619	(13,287; 14,764)
T1	4	14,478	0,609	(13,739; 15,216)
T2	4	15,783	0,724	(15,045; 16,522)

Desv.Est. agrupada=0,652944

Anexo 14. Prueba de Tukey talla final.

Factor	N	Media	Agrupación
T2	4	15,783	A
T1	4	14,478	B
T0	4	14,026	B

Las medias que no compartan una letra son significativamente diferentes.

Anexo 15. Análisis de Varianza (ANOVA) para incremento de peso.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	2	431,68	215,841	69,94	0,000
Error	9	27,77	3,086		
Total	11	459,46			

Medias

Factor	N	Media	Desv. Est.	IC de 95%
T0	4	22,56	2,63	(20,58; 24,55)
T1	4	28,282	0,603	(26,295; 30,269)
T2	4	37,143	1,409	(35,156; 39,130)

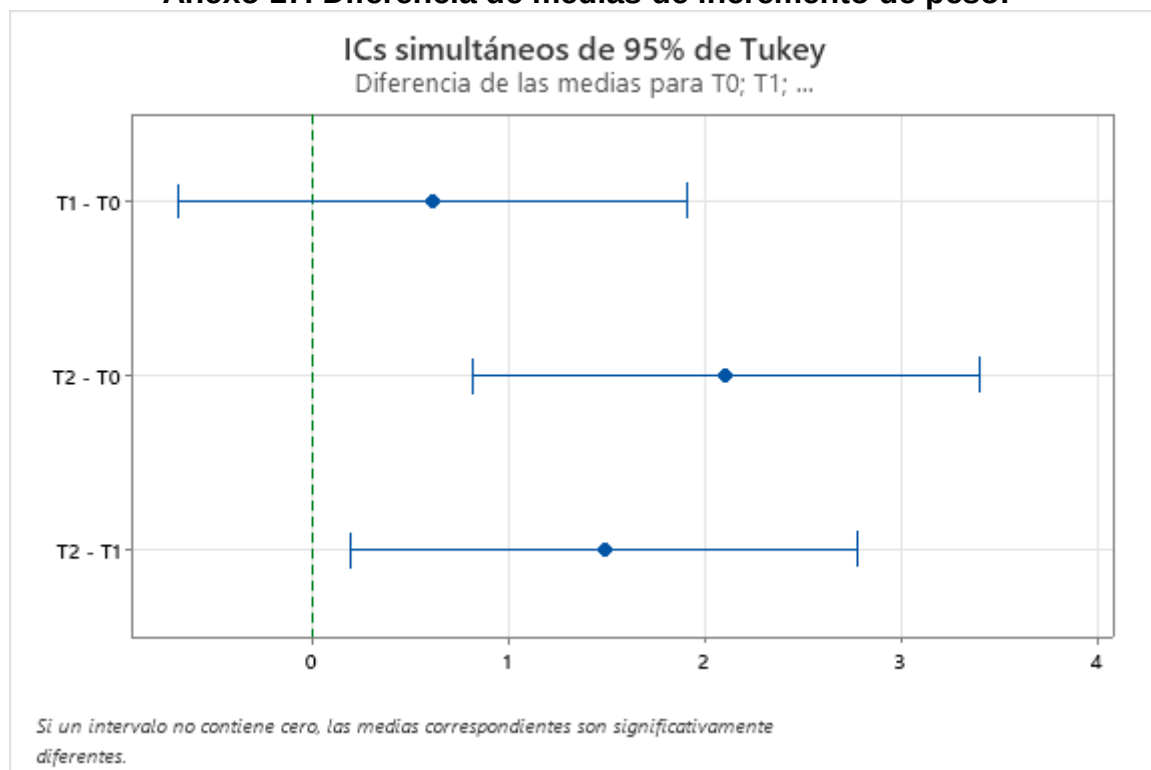
Desv.Est. agrupada=1,75672

Anexo 16. Prueba de Tukey incremento de peso.

Factor	N	Media	Agrupación
T2	4	37,143	A
T1	4	28,282	B
T0	4	22,56	C

Las medias que no compartan una letra son significativamente diferentes.

Anexo 17. Diferencia de medias de incremento de peso.



Anexo 18. Análisis de Varianza (ANOVA) para incremento de talla.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	2	9,373	4,6863	10,99	0,004
Error	9	3,837	0,4263		
Total	11	13,210			

Medias

Factor	N	Media	Desv. Est.	IC de 95%
T0	4	5,667	0,619	(4,929; 6,406)
T1	4	6,286	0,609	(5,548; 7,025)
T2	4	7,773	0,724	(7,035; 8,512)

Desv.Est. agrupada= 0,652944

Anexo 19. Prueba de Tukey incremento de talla.

Factor	N	Media	Agrupación
T2	4	7,773	A
T1	4	6,286	B
T0	4	5,667	B

Las medias que no compartan una letra son significativamente diferentes.

Anexo 20. Análisis de Varianza (ANOVA) para factor de conversión alimenticia.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	2	0,03509	0,017547	2,88	0,087
Error	15	0,09137	0,006091		
Total	17	0,12647			

Medias

Factor	N	Media	Desv. Est.	IC de 95%
T0	6	1,1164	0,0739	(1,0485; 1,1843)
T1	6	1,0200	0,0671	(0,9520; 1,0879)
T2	6	1,0258	0,0912	(0,9579; 1,0937)

Desv.Est. agrupada= 0,0780473

Anexo 21. Prueba de Tukey factor de conversión alimenticia.

Factor	N	Media	Agrupación
T2	6	1,1164	A
T1	6	1,0258	A
T0	6	1,0200	A

Las medias que no compartan una letra son significativamente diferentes.

Anexo 22. Prueba de Kruskal Wallis factor de conversión alimenticia.

Tratamiento	N	Mediana	Clasificación de medias	Valor Z
T0	6	1,11279	13,5	2,25
T1	6	0,99981	7,5	-1,12
T2	6	1,01501	7,5	-1,12
General	18		9,5	

Prueba		
GL	Valor H	Valor p
2	5,05	0,080

Anexo 23. Análisis de varianza (ANOVA) para tasa de crecimiento simple.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	2	1,980	0,9902	0,07	0,929
Error	15	200,703	13,3802		
Total	17	202,683			

Medias

Factor	N	Media	Desv. Est.	IC de 95%
T0	6	6,69	3,88	(3,51; 9,87)
T1	6	7,04	3,46	(3,86; 10,22)
T2	6	7,50	3,61	(4,32; 10,68)

Desv.Est. agrupada= 3,65790

Anexo 24. Análisis de Varianza (ANOVA) para carga final.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	2	43,984	21,9921	105,67	0,000
Error	9	1,873	0,2081		
Total	11	45,857			

Medias

Factor	N	Media	Desv. Est.	IC de 95%
T0	4	7,787	0,733	(7,271; 8,303)
T1	4	10,0605	0,1054	(9,5445; 10,5765)
T2	4	12,476	0,276	(11,960; 12,992)

Desv.Est. agrupada= 0,456197

Anexo 25. Prueba de Tukey Carga final.

Factor	N	Media	Agrupación
T2	4	12,476	A
T1	4	10,0605	B
T0	4	7,787	C

Las medias que no compartan una letra son significativamente diferentes.

Anexo 26. Análisis de Varianza (ANOVA) para tasa de crecimiento térmico.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	2	0,001106	0,000553	2,12	0,154
Error	15	0,003906	0,000260		
Total	17	0,005012			

Medias

Factor	N	Media	Desv. Est.	IC de 95%
TO	6	0,05147	0,01476	(0,03743; 0,06552)
T1	6	0,06113	0,01825	(0,04709; 0,07517)
T2	6	0,07067	0,01517	(0,05663; 0,08471)

Desv.Est. agrupada= 0,0161371

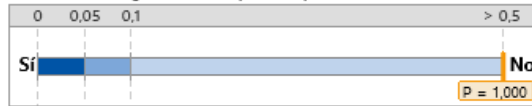
**Anexo 27. Tasa de crecimiento térmico (gr/°C/día)
/muestreo/tratamiento/replica.**

TRATAMIENTO	REPLICA	M1	M2	M3	M4	M5	M6
T0	1	0,083	0,054	0,048	0,047	0,047	0,047
	2	0,078	0,051	0,042	0,043	0,040	0,038
	3	0,078	0,049	0,043	0,042	0,042	0,042
	4	0,084	0,056	0,045	0,047	0,044	0,044
T1	1	0,105	0,064	0,053	0,053	0,050	0,051
	2	0,091	0,061	0,050	0,052	0,053	0,051
	3	0,092	0,059	0,052	0,052	0,050	0,051
	4	0,100	0,067	0,054	0,056	0,049	0,049
T2	1	0,104	0,070	0,063	0,066	0,063	0,061
	2	0,096	0,067	0,058	0,065	0,065	0,065
	3	0,102	0,065	0,060	0,063	0,065	0,064
	4	0,103	0,073	0,062	0,066	0,066	0,064

Anexo 28. Prueba de Chi - cuadrado supervivencia.

Prueba chi-cuadrada para asociación: Supervivenci por Tratamientos Informe de resumen

¿Difieren los perfiles porcentuales?



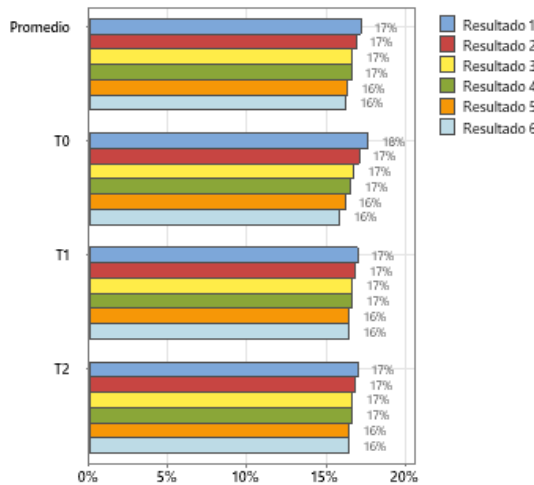
Las diferencias entre los perfiles de resultados porcentuales no son significativas ($p > 0,05$). Usted no puede concluir que existe una asociación entre Supervivenci y Tratamientos.

Comentarios

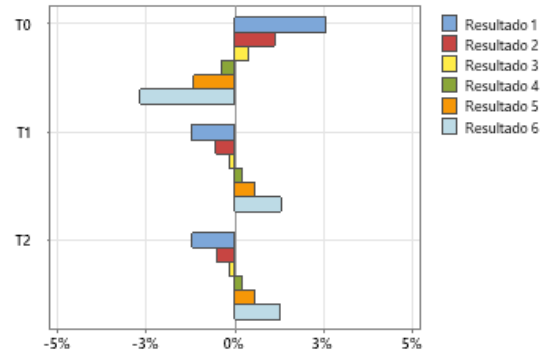
No hay suficiente evidencia para concluir que existen diferencias entre los perfiles porcentuales de resultados en el nivel de significancia de 0,05.

Gráf. de perfiles porcentuales

Compare los perfiles.



Diferencia % entre conteo observados y esperados



Positivo: Ocurre con más frecuencia de lo esperado
Negativo: Ocurre con menos frecuencia de lo esperado

Anexo 29. Conteos observados y esperados.

	T0		T1		T2	
	Obs	Exp	Obs	Exp	Obs	Exp
Resultado 1	97	95	98	99	97	98
Resultado 2	94	93	97	98	96	97
Resultado 3	92	92	96	96	95	95
Resultado 4	91	91	96	96	95	95
Resultado 5	89	90	95	94	94	93
Resultado 6	87	89	95	94	94	93
Total	550		577		571	

Los conteos esperados deben ser por lo menos 2 para asegurar la validez del valor p de la prueba.

Prueba chi-cuadrada para asociación: Supervivenci por Tratamientos		
Tarjeta de informe		
Verificar	Estado	Descripción
Validez de la prueba		Todas las muestras son lo suficientemente grandes para obtener suficientes conteos esperados. El valor p de la prueba debería ser exacto.