

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



PROGRAMA DE MAESTRÍA

SECCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES

MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL

TESIS

RELACIÓN DE LA DENSIDAD DE CRIANZA Y FRECUENCIA DIARIA DE
ALIMENTACIÓN, EN EL CONTROL DE LA MORTALIDAD DE ALEVINES TRUCHA
ARCO IRIS (*Oncorhynchus mykiss*), DEL CENTRO PISCÍCOLA NAMORA

Para optar el Grado Académico de
MAESTRO EN CIENCIAS

Presentada por:
DENIS SILVA RODRÍGUEZ

Asesor
Dr. NILTON EDUARDO DEZA ARROYO

CAJAMARCA - PERÚ

2017

COPYRIGHT © 2017 by
DENIS SILVA RODRÍGUEZ
Todos los derechos reservados

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



PROGRAMA DE MAESTRÍA

SECCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES

MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL

TESIS APROBADA

RELACIÓN DE LA DENSIDAD DE CRIANZA Y FRECUENCIA DIARIA DE ALIMENTACIÓN, EN EL CONTROL DE LA MORTALIDAD DE ALEVINES TRUCHA ARCO IRIS (*Oncorhynchus mykiss*), DEL CENTRO PISCÍCOLA NAMORA

Para optar el Grado Académico de
MAESTRO EN CIENCIAS

Presentada por:
DENIS SILVA RODRÍGUEZ

Comité Científico

Dr. Nilton E. Deza Arroyo
Asesor

Dr. Teófilo Torrel Pajares
Presidente del Comité

Dr. Corpus Cerna Cabrera
Primer Miembro Titular

Dra. Consuelo Plasencia Alvarado
Segundo Miembro Titular

Cajamarca - Perú

2017



Universidad Nacional de Cajamarca

Escuela de Post Grado

CAJAMARCA - PERU

PROGRAMA DE MAESTRIA

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

Siendo las 4.00 de la tarde del día 11 de agosto del año dos mil diecisiete, reunidos en el Auditorium de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Jurado Evaluador presidido por el **Dr. TEÓFILO TORREL PAJARES** en Representación del Director y como Miembro de Jurado Evaluador, **Dr. NILTON DEZA ARROYO** en calidad de Asesor; **Dr. CORPUS CERNA CABRERA**, **Dra. CONSUELO PLASENCIA ALVARADO**, como integrantes del Jurado Evaluador. Actuando de conformidad con el Reglamento Interno y el Reglamento de Tesis de Maestría de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se dio inicio a la Sustentación de la Tesis titulada **“RELACIÓN DE LA DENSIDAD DE CRIANZA Y FRECUENCIA DIARIA DE ALIMENTACIÓN, EN EL CONTROL DE LA MORTALIDAD DE ALEVINES TRUCHA ARCO IRIS (*Oncorhynchus mykiss*), DEL CENTRO PISCÍCOLA NAMORA.”**, presentado por el alumno **DENIS SILVA RODRÍGUEZ**, con la finalidad de optar el Grado Académico de **MAESTRO EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agrarias, con Mención en **GESTIÓN AMBIENTAL**.

Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Comité Científico, y luego de la deliberación, se acordó **A.P.R.O.B.A.R.** la mencionada Tesis con la calificación de B.U.E.N.O (1.5); en tal virtud, el alumno **DENIS SILVA RODRÍGUEZ** está apto para recibir en ceremonia especial el Diploma que la acredita como **MAESTRO EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agrarias, con Mención en **GESTIÓN AMBIENTAL**.

Siendo las 5.30 horas del mismo día, se dio por concluido el acto.

.....
Dr. Teófilo Torrel Pajares
Jurado Evaluador

.....
Dr. Nilton Deza Arroyo
ASESOR

.....
Dr. Corpus Cerna Cabrera
Jurado Evaluador

.....
Dra. Consuelo Plasencia Alvarado
Jurado Evaluador

A:

Humberto Silva Rodríguez, hombre que me dio la vida y se encuentra en el infinito, pero siento su cuidado y amor eterno.

Mi madre, esposa, hijos y hermanos, pilares fundamentales en mi vida, han impulsado mi carrera profesional, con su apoyo moral, espiritual y económico, dentro de un marco de fe y bendición de Dios

Nunca consideres el estudio como una obligación, sino como una oportunidad para penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber.

- Albert Einstein

CONTENIDO

Ítem	Página
AGRADECIMIENTO.....	xii
LISTA DE ABREVIACIONES.....	xiii
GLOSARIO.....	xiv
RESUMEN.....	xviii
ABSTRACT.....	xix
Capítulo I. Introducción	1
Formulación del problema	2
Objetivos de la investigación	4
Capítulo II. Marco conceptual	5
Antecedentes	5
Bases teóricas	6
Capítulo III. Diseño de contrastación de la hipótesis	16
Hipótesis	16
Operacionalización	16
Diseño experimental	18
Método de investigación.....	20
Capítulo IV. Resultados y discusión	26
Capítulo V. Conclusiones y recomendaciones	31
Capítulo VI: Lista de referencias.....	33
Apéndice: Registros e información experimental.....	39
Registros de evaluación biométrica	42
Registros de alimentación	45
Fotografías.....	51
Anexos.....	57

LISTA DE ILUSTRACIONES

Figuras	Página
Capítulo III	
1. Distribución de tratamientos por estanque	24
Apéndice:	39
1. Estanques del C. P. Namora desinfectados con óxido de calcio	51
2. Acondicionamiento de estanques: área 2 m ² por estanque	51
3. Distribución de agua por estanques: volumen promedio 1,8 L /s	52
4. Sorteado de unidades de análisis para ubicación en estanques	52
5. Conteo de alevines por unidad de análisis	53
6. Seguimiento y control de proceso experimental	53
7. Recojo y conteo diario de alevines muertos	54
8. Evaluación tamaño de alevines en cm	54
9. Evaluación peso de alevines en g	55
10. Pesaje de alimento para alevines según tratamiento	55
11. Alevines en proceso experimental	56

Gráficos

Capítulo IV:

1. Porcentajes de mortalidad media de los tratamientos experimentales 27

Tablas

Capítulo III

1. Combinación factorial cruzada
2. Área experimental utilizada

Capítulo IV:

1. Porcentajes de mortalidad de alevines.....	26
2. Factores y niveles evaluados	28
3. Análisis de variancia	29
Apéndice:	39
1. Porcentajes de mortalidad de alevines trucha.....	39
2. Evaluación hídrica en estanques de crianza experimental	40
3. Consolidado de mortalidad de alevines Trucha Arco Iris	41
4. Biomasa promedio por tratamiento experimental en gramos	42
5. Peso promedio por tratamiento y repeticiones en g/ ejemplar	43
6. Incremento de peso en g/ejemplar de alevines Trucha	44
7. Ración alimenticia para 300 alevines por m ² , con una (1) frecuencia diaria de alimentación	45
8. Ración alimenticia para 300 alevines por m ² , con dos (2) frecuencias diarias de alimentación	46
9. Ración alimenticia para 300 alevines por m ² , con tres (3) frecuencias diarias de alimentación	47
10. Ración alimenticia para 500 alevines por m ² , con una (1) frecuencia diaria de alimentación	48
11. Ración alimenticia para 500 alevines por m ² , con dos (2) frecuencias diarias de alimentación	49
12. Ración alimenticia para 500 alevines por m ² , con tres (3) frecuencias diarias de alimentación	50

Anexo 01

1. Mortalidad de alevines Trucha Arco Iris registrada en el Centro Piscícola Namora.....	57
---	----

Anexo 02

1. Portafolio nutricional de alimento extruído, Aquaxcel para alevines de Trucha	58
---	----

Anexo 03

1. Propiedades físicas y químicas de un cuerpo de agua para la Truchicultura	59
---	----

PREFACIO

El Centro Piscícola Namora, administrado por la Dirección Regional de la Producción Cajamarca, presenta en su proceso de crianza de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) elevados porcentajes de mortalidad de alevines durante la última década, afectando negativamente los costos de producción, la diversidad hidrobiológica del área de influencia, las acciones de capacitación y transferencias tecnológicas, factores que han motivado la planificación y ejecución de esta investigación, con el propósito de reducir el porcentaje de mortalidad de alevines en la segunda etapa de crecimiento. Además, se tiene información evidente que en otros centros de producción de trucha con características de manejo similares a los del Centro Piscícola Namora, se está manifestando la misma problemática; siendo necesario contribuir a la solución del problema, teniendo en cuenta que la etapa de alevines representa el primer eslabón del proceso productivo de trucha, para garantizar la sostenibilidad y fortalecimiento de las actividades pesqueras en la zona.

AGRADECIMIENTO

A todas aquellas personas que aportaron su esfuerzo físico, y conocimiento técnico científico en la realización objetiva del presente trabajo, y de manera especial agradezco al Dr. Nilton E. Deza Arroyo por aceptarme asesorar este trabajo de investigación, bajo sus conocimientos y orientaciones que han reflejado en los buenos resultados obtenidos.

También expreso gratitud a mis maestros de la Escuela de Postgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, personas de gran sabiduría, con información relevante y rigor académico han fortalecido substancialmente mi formación profesional.

Agradezco a la Dirección Regional de la Producción Cajamarca, por facilitar sus instalaciones y equipos del Centro Piscícola Namora, para desarrollar satisfactoriamente mi labor investigadora.

Un agradecimiento muy especial merece el respaldo de comprensión, paciencia y ánimo recibidos de mi familia y amigos; ingredientes principales para un término feliz de mi tesis.

LISTA DE ABREVIACIONES

ANVA:	Análisis de la Variancia
°C:	Grados Centígrados
C.P.N.:	Centro Piscícola Namora
DIREPRO:	Dirección Regional de la Producción
FAO:	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FCA:	Factor de Conversión Alimenticia
FONDEPEZ:	Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero
OIE:	Organización Mundial de Sanidad Animal
ppm:	Partes por millón
SKRETTING:	Líder mundial en soluciones nutricionales innovadoras y sostenibles para la industria de la acuicultura.

GLOSARIO

Acuicultura. Conjunto de actividades tecnológicas, orientadas al cultivo o crianza de especies acuáticas, que abarca su ciclo biológico completo o parcial y se realiza en un medio seleccionado y controlado, en ambientes hídricos naturales o artificiales, tanto en aguas marinas, dulces o salobres.

Alevín. Pez pequeño, desde el momento que la trucha empieza a nadar y recibe alimento sin dificultad, hasta alcanzar un tamaño promedio de 9 cm.

Alimento balanceado. Mezcla de ingredientes diseñada para cubrir el requerimiento nutricional de un animal, en función de su etapa metabólica, edad, peso y reproducción, que es sometida a procesos que facilitan la disponibilidad de los nutrientes.

Artesas. Estructuras de incubación donde se mantienen las ovas, larvas y primeros estadios de alevines (bateas).

Bacterias. Son microorganismos unicelulares que carecen de núcleo verdadero y orgánulos como mitocondrias, cloroplastos y lisosomas (procariota).

Bastidor. Marco de madera rectangular con malla que soporta ovas y larvas de peces.

Biomasa. Peso (kg) de una población de truchas / estanque de cría.

Buenas prácticas en acuicultura. Conjunto de procedimientos del manejo productivo en la actividad acuícola, que son necesarios para obtener productos inocuos y de calidad, conforme a las leyes y reglamentaciones de los sectores competentes.

Capacidad de carga. Cantidad de biomasa por unidad de volumen que puede soportar un sistema de cultivo o recurso hídrico.

Capacidad instalada. Volumen de producción que soporta una determinada infraestructura acuícola.

Carnívoros. Especies cuya base de su alimentación está constituida por proteína de origen animal; que se alimentan de carne.

Caudal. Cantidad de fluido que circula por unidad de tiempo en determinado sistema o elemento.

Crustáceos. Clase de artrópodos que comprenden las langostas, cangrejos, camarones, cochinillas y pulgas de agua.

Densidad de siembra. Número de individuos en cultivo sembrados por unidad de área o volumen en estanques o jaulas flotantes.

Espejo de agua. Superficie del agua expuesta al ambiente exterior.

Estrés. Es un estado de ausencia de sosiego de un organismo frente a las exigencias que le proporciona el ambiente.

Factor de conversión alimenticia (FCA). Es la relación entre la cantidad de alimento consumido y el incremento de peso en un período determinado. También se le denomina conversión alimenticia y tasa de conversión alimenticia.

Frecuencia diaria de alimentación. Número de veces/día que reciben alimentos los animales trucha en crianza.

Hongos. Grupo de organismos eucariota, caracterizados por la ausencia de clorofilas, la presencia de una pared celular rígida en algunos estadios de su ciclo de vital y la reproducción por esporas.

Ictiología. Ciencia que estudia los peces.

Infeción. Invasión y multiplicación de microorganismo en tejidos corporales.

Infestación. Ataque o subsistencia parasitaria en la piel o en sus apéndices o en ambas, además en algunos casos de invasiones de órganos y tejidos.

Ova. Huevo de la trucha.

Ova embrionada. Huevo conteniendo el embrión de un pez, en el cual se observan los ocelos (ojos).

Ovulo fecundado y viable de animal acuático. Término referido al ovulo fertilizado denominado comúnmente huevo.

Parásitos. Organismo animal o vegetal que vive a expensas de otro organismo.

Poiquiloterms. Son animales cuya temperatura corporal varía según la del medio ambiente ya que carecen de mecanismos reguladores de la misma.

Ración alimenticia. Cantidad total de alimento que se suministra a un animal en un periodo de 24 horas.

Toma de muestra. Conjunto de procedimientos destinados a obtener una parte representativa cuantitativamente a partir de un todo.

Virus. Cualquier miembro de una clase única de agentes infecciosos, que se distinguen originariamente por su pequeño tamaño y su incapacidad de replicarse fuera de la célula huésped.

RESUMEN

Relación de la densidad de crianza y frecuencia diaria de alimentación, en el control de la mortalidad de alevines trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), del Centro Piscícola Namora.

El Centro Piscícola Namora, ubicado en el distrito Namora, provincia y departamento Cajamarca – Perú, registra los últimos 11 años un porcentaje de mortalidad de alevines trucha arco iris de 24,67 % promedio anual. Este estudio se llevó a cabo con 2 densidades de crianza 300 y 500 alevines de trucha por m², con 1, 2 y 3 frecuencias diarias de alimentación concordantes a su biomasa, con el objetivo de evaluar la relación con el porcentaje de mortalidad de alevines. Se instalaron 6 tratamientos con 3 repeticiones del 13 de julio al 10 de setiembre año 2016, abastecidos en forma constante con 1,8 litros de agua por segundo, en promedio. Para evaluar los porcentajes de mortalidad media entre los tratamientos experimentales, se utilizó la prueba F de Snedecor, obteniendo resultados con diferencias estadísticas no significativa que reportan una media general de mortalidad de 3,99%, pero resultado interesante el tratamiento con densidad de 300 alevines de trucha por m² con dos frecuencias de alimentación diaria 7 a.m. y 5 p.m. por haber tenido el menor porcentaje numérico de mortalidad (3,27%).

Palabras clave: Densidad, frecuencia alimenticia, biomasa, alevino.

ABSTRACT

Relationship of daughter density and daily feeding frequency, in the control of the mortality of rainbow truck (*Oncorhynchus mykiss*), of the Namora Fish Center.

The Namora Fishery Center, located in the Namora District, Province and Cajamarca - Peru Department, recorded the last 11 years a mortality rate of juvenile rainbow trout of 24.67% annual average. This study was carried out with 2 breeding densities of 300 and 500 trout fry per m², with 1, 2 and 3 daily feed frequencies in agreement with their biomass, in order to evaluate the relationship with the percentage of fish mortality. Six treatments were installed with 3 replicates from July 13 to September 10, 2016, constantly supplied with 1.8 liters of water per second, on average. To evaluate the mean mortality rates among the experimental treatments, we used the Snedecor F test, obtaining results with non-significant statistical differences that reported a general mortality rate of 3.99%, but the treatment with density of 300 fingerlings of trout per m² with two daily feed frequencies 7 am And 5 p.m. For having had the lowest numerical percentage of mortality (3.27%).

Key words: Density, food frequency, biomass, fingerlings.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El Perú, a lo largo de la Cordillera de los Andes presenta recursos hídricos lénticos y lóticos con características especiales para el cultivo de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*); actividad con notable importancia en la vida económica y social de la población, como fuente generadora de trabajo, de alimento e intercambio comercial. La trucha aporta proteína animal de buena calidad y barata, equilibrando en parte las necesidades nutricionales del crecimiento demográfico, y aprovecha sosteniblemente las tierras no aptas para la agricultura. La producción de peces contamina muy poco, y por el efecto auto-depurador del agua se puede reutilizarla o reciclarla (Moscoso *s.f.*).

La Dirección Regional de la Producción Cajamarca (DIREPRO), promueve actividades piscícolas, como la crianza de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en el Centro Piscícola Namora. Dependencia que registra en el proceso de crianza una mortalidad de alevines de 24,67% promedio anual, cuando los ejemplares alcanzan 40 a 100 días de edad, variable que origina elevados costos de producción, alteraciones en el ecosistema acuático, menos competitividad y baja credibilidad institucional, problema que afecta a toda la cadena productiva de trucha.

El propósito del trabajo de investigación, es contribuir a solucionar el problema de mortalidad de alevines trucha arco iris en el Centro Piscícola Namora. Se evaluó la relación de dos (2) densidades de crianza y tres (3) frecuencias diarias de alimentación con la mortalidad de alevines de 1,5 a 3,5 meses de edad en estanques exteriores de dos (2) m² de área cada unidad experimental. Resultados que fueron procesados en el programa SAS para determinar el nivel de significación estadística entre los

tratamientos evaluados. La base teórica, recoge experiencias valiosas que han facilitado el planteamiento de la hipótesis bajo el método de investigación hipotético deductivo, con miras a implementar sistemas de información útil en materia pesquera y acuícola, que busca contribuir a mejorar la calidad de vida de la población, así como preservar y proteger el ambiente.

La investigación se desarrolló bajo un diseño factorial completamente al azar, abasteciendo los tratamientos con agua perenne bajo continuo control. Durante el proceso de evaluación se utilizó equipos y herramientas específicas para actividades piscícolas, con registros para las evaluaciones biométricas, mortalidad por estanque, alimentación, y calidad de agua utilizada.

Los resultados obtenidos, servirán para su aplicación y valoración en centros de producción acuícola con problemas similares a los estudiados.

Formulación del Problema

Pregunta general

¿Cómo la mortalidad de alevines trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) del Centro Piscícola Namora, está relacionada con la densidad de crianza y frecuencia diaria de alimentación?

Pregunta específica

¿Cuál es la densidad de crianza más adecuada, en interacción con la frecuencia diaria de alimentación, para controlar la mortalidad de alevines de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), criados en estanques exteriores del Centro Piscícola Namora?

Justificación de la Investigación

La Dirección Regional de la Producción Cajamarca, promueve responsablemente el desarrollo sostenible de las actividades pesqueras, optimizando los beneficios económicos, en armonía con la preservación del medio ambiente y la conservación de la biodiversidad, razones que comprometieron su participación activa en el desarrollo del proyecto, facilitando el uso de la infraestructura del Centro Piscícola Namora.

Vega y Ballén (2012) consideran que la trucha arco iris es originaria de las Costas del Pacífico de América del Norte, que debido a su fácil adaptación al cautiverio, su crianza ha sido difundida casi en todo el mundo. La carne de pescado es fuente alternativa de proteínas altamente digeribles, proporciona minerales para la alimentación y todos los componentes necesarios para una dieta sana, es fácil de asimilar y exenta de colesterol.

Además la trucha tiene un suficiente potencial de mercado. De acuerdo a estadísticas de la FAO (2010) el volumen productivo de esta actividad se incrementó en casi 200 % durante la última década, mientras el alimento marino ofrecido a las pesqueras del mundo se ha mantenido relativamente estable.

Meyer (1978) menciona que la proteína de la carne de pescado tiene un alto valor biológico, muy indicada como fuente de proteína de alto valor para los organismos en desarrollo, pudiendo administrarse como nutriente ya a los niños lactantes de cierto tiempo y decididamente a los niños pequeños.

El cultivo de trucha arco iris tiene trascendencia social y económica sustentada en el fortalecimiento de toda la cadena productiva de trucha, como fuente generadora de trabajo, alimentación e ingresos económicos.

Los ecosistemas acuáticos merecen una especial atención en su uso y conservación, por la gran diversidad biológica que en ella existe al servicio de la población, que contribuye a mejorar el bienestar de la persona y la sostenibilidad de nuestros recursos naturales.

Limitaciones de la investigación

Inicialmente se tuvo la incertidumbre de no contar con el apoyo de la infraestructura del Centro Piscícola Namora, de parte de la Dirección Regional de la Producción Cajamarca, pero dada la importancia de la investigación en beneficio institucional se logró el apoyo incondicional.

Objetivos de la Investigación

General

Determinar la relación de la densidad de crianza y frecuencia diaria de alimentación en la mortalidad de alevines de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), del Centro Piscícola Namora.

Específico

Evaluar la relación de 2 densidades de crianza, en interacción con 1, 2 y 3 frecuencias diarias de alimentación, en la mortalidad de alevines de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), criados en estanques exteriores del Centro Piscícola Namora.

CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL

Antecedentes

Caracterización. La mortalidad de alevines trucha arco iris en estanques exteriores del Centro Piscícola Namora, se presenta en mayor porcentaje cuando los peces tienen 1,5 a 3 meses de edad, con tamaño y peso promedio de 4,5 cm y 1,5 g respectivamente, alcanzando porcentajes de 24,67 % promedio anual. Los alevines muertos presentan apariencia externa de color oscuro generalizado en todo el cuerpo, ojos exoftálmicos, secreciones anales de color blanco amarillento cuando se presiona la parte abdominal del alevín, vientre abultado y caen al fondo del estanque acumulándose por la corriente del agua en las compuertas de evacuación hídrica.

Causas. Las altas densidades de crianza generan el canibalismo, competencia por espacio, por alimento, y deficiencias en el oxígeno disuelto del agua. Así mismo el suministro de alimento en cantidades no acordes a su biomasa y en horas con temperatura hídrica elevada incrementa la deficiencia de oxígeno.

Consecuencias. Los alevines sometidos a densidades de crianza y frecuencias de alimentación inadecuadas, se estresan, alteran sus procesos fisiológicos y facilitan la presencia de enfermedades seguido de la muerte de alevines. Además retrasan el peso y crecimiento de los peces en crianza (Rome 1997).

Alternativas. Trabajar con bajas densidades de crianza por m², con frecuencias de alimentación diaria según la temperatura promedio del agua, y raciones alimenticias acordes a la biomasa de los alevines.

Bases Teóricas

Gijón y Zarza (2006) del servicio de patología de peces - SKRETTING-, recomiendan como medidas preventivas para disminuir la mortalidad de alevines de trucha arco iris, mantener perfectamente limpias las pilas y estanques, trabajar a las mínimas densidades posibles, reducir las tasas de alimentación, etc. Además demostraron que la gastroenteritis de la trucha arco iris, es causada por la bacteria *Candidatus arthromitus*. Enfermedad que aparece con temperaturas superiores a los 15 °C; aunque se ha observado algún brote incluso a 11 °C. La mortalidad y la morbilidad va a estar directamente relacionada con la intensificación de producción; cuanto mayor sea la tasa de alimentación y peores las condiciones ambientales, mayor será la incidencia de la enfermedad. Se controla dejando los peces en ayunas durante 4 – 5 días para detener el proceso, pero en ocasiones no disminuye el número de muertes. Tras estos días de ayuno, se debe ir incrementando muy poco a poco la tasa de alimentación.

Estudios realizados por Quintero et al. (2011) afirman que una frecuencia de alimentación de 8 a 10 veces /día para alevines con peso de 0,23 a 0,5 g y 4 a 6 veces para ejemplares de 0,5 a 9 g, son adecuadas en esta etapa de desarrollo.

De la Oliva (2011) en el manual de buenas prácticas de producción acuícola para el cultivo de trucha arco iris, indica que el oxígeno, temperatura, turbidez, pH y amonio en el agua de crianza deben mantenerse dentro de los rangos establecidos para esta actividad.

La temperatura tiene incidencia en el grado de actividad metabólica. El pH tiene efectos en el nivel de estrés de la trucha. Las sustancias amoniacaes son producto de la excreción de los peces. Para evitar esto se debe tener en cuenta la carga de peces por estanque, pues una alta concentración de truchas puede traer consecuencias negativas en

los niveles de amonio presentes en el agua, que ocasiona daños en las branquias y retarda el crecimiento de los peces. El amonio debe ser menor a 0,012 mg/L como NH₄. Asimismo, recomienda que los alimentos utilizados deben cumplir con las normas de calidad de alimentos, bajo control estricto sobre el manejo de la comida y la alimentación de los peces, con frecuencias que varían dependiendo de la calidad del agua o si los peces están estresados, de igual manera en días soleados es recomendable acabar de alimentar antes del mediodía y cuando hay heladas es recomendable empezar a alimentar después de ellas.

La prevención de la enfermedad costiasis, causada por el protozoario *Ictyobodo necator* en alevines de trucha arco iris según De La Oliva (2011) se evita con densidades bajas de crianza y una adecuada alimentación.

El Manual Acuático de la OIE (2012) considera que, un aumento de la temperatura del agua, una restricción alimentaria, una reducción de la densidad de crianza y menos manipulación pueden reducir la mortalidad de peces por septicemia hemorrágica viral.

Rome (1997) asevera que las enfermedades en piscicultura, se deben básicamente a factores que causan estrés. Una alimentación inadecuada, manipulaciones bruscas o excesivas, sobrepoblación de estanques, temperaturas de agua inadecuadas, falta de oxígeno disuelto, evolución del pH hacia valores extremos, disminuyen su resistencia a las enfermedades y aumenta la probabilidad de que se presenten problemas sanitarios en los animales en crianza.

Rodríguez et al. (2001) enfatiza que la mejor medida profiláctica para mantener los peces saludables y en buen crecimiento es la higiene, calidad del agua, cultivar tallas homogéneas y números de organismos con relación al tamaño del estanque para evitar

el hacinamiento, dar raciones alimenticias adecuadas a la fase de desarrollo del organismo y su talla.

Según Schaeperclaus (1941) y Zwillenberg (1965) la septicemia hemorrágica viral de la trucha (S.H.V.) es causada por un virus, y que las condiciones del medio y sobre todo la alimentación juegan un papel importante en la aparición y evolución de la enfermedad.

Zamora (2014) argumenta que el estrés causado por las condiciones ambientales y las enfermedades en peces asociadas al mismo, se ven minimizados con una óptima calidad de agua, control poblacional y excelente nutrición. El estrés social debido a las altas densidades de población que se maneja en acuicultura intensiva; estrés físico, causado por cambios de temperatura, oxígeno y pH del agua; estrés químico, debido a contaminantes endógenos y exógenos; estrés nutricional, por deficiencia o exceso de algún nutrimento en la dieta. Todos ellos constituyen la vía de entrada a infecciones bacterianas, virales o micóticas que son causa de pérdida en la economía acuícola.

Tack (1956) hace mención que la enfermedad llamada costiasis, provocada por protozoarios en truchas arco iris procedentes de un estanque gravemente infectado, se restablecen al distribuir parte de los peces en otros estanques, es decir, con una menor densidad de población.

Huet (1998) indica que las enfermedades y mortalidades en trucha, con frecuencia se debe a una alimentación excesiva. Este peligro crece con el empleo cada vez más generalizado de alimentos secos concentrados. La degeneración lipoidea del hígado es, en salmonicultura, una enfermedad esencialmente alimenticia, siendo sus síntomas idénticos a los de la septicemia hemorrágica viral. Se combate evitando la sobre alimentación, dejando de vez en cuando que los peces ayunen y distribuyendo periódicamente alimentos frescos, como puede ser el hígado de vaca y el pescado no

graso. Además no distribuir una cantidad de alimento superior al 2,5% del peso de los peces; en tiempos muy cálidos o frío reducir e incluso suprimir totalmente la alimentación.

Mattiello (2008) enfatiza que la aparición de la Septicemia hemorrágica bacteriana, está asociada a situaciones estresantes como el hacinamiento, altas temperaturas, elevadas cantidades de materia orgánica o reducción en los niveles de oxígeno.

Balbuena y Ríos (2011) han determinado que la bacteria *Streptococcus*, vive en la flora intestinal normal de los peces y causa enfermedades en su huésped, bajo condiciones de estrés. En caso de aparición de la enfermedad se recomienda disminuir la alimentación para reducir la mortandad, la disminución de alimento debe hacerse porque los peces presentan anorexia y la acumulación de partículas no consumidas deterioran la calidad del agua; así mismo el suministro de dieta inadecuada mantiene muy bien a los peces vivos, pero debilita su sistema inmunológico con lo que aumenta el riesgo de enfermedades. Otra de las acciones a tomar es la disminución de la densidad de cultivo, ayudando a disminuir la carga del patógeno en la población, y mantener los niveles de oxígeno óptimos y temperaturas bajas. Las altas densidades inducen condiciones de estrés, debilitando el sistema inmunológico y estimulando una mayor propagación de los patógenos.

Llerena (2012) considera como criterios en sanidad acuícola, mantener densidades de siembra adecuadas, valorando la edad y talla de los peces. Para mantener la calidad del agua, se debe usar densidades de peces y cantidades de alimento adecuadas a la carga del centro de producción; el alimento debe ser consumido completamente sin dejar exceso de residuos en el agua.

Chimbor (2010) en su portal de información de acuicultura, considera que la aparición de una enfermedad en una población de truchas en cultivo, se debe principalmente a factores de orden fisiológico, químico o biológico, que pueden desencadenar de forma natural o inducido por las malas condiciones ambientales en el lugar en donde se realiza el cultivo. Las altas densidades de cultivo favorecen el surgimiento y la diseminación de las enfermedades.

Maíz et al. (2010) recomienda tener en cuenta que a medida que los peces avanzan en su etapa de desarrollo y crecimiento, también aumenta sus demandas metabólicas y su necesidad de espacio, por lo que debe disminuir la densidad en los tanques para evitar mortalidades, principalmente por deficiencia de oxígeno.

FAO (2005) en su programa de información de especies acuáticas, sobre *Oncorhynchus mykiss*, considera que los alevines son alimentados con dietas iniciales preparadas especialmente, comenzando cuando el 50% de ejemplares aproximadamente alcanza la etapa de nadar hacia arriba. Cuando los alevines tienen 15 a 25 mm de longitud, la alimentación se basa en tablas publicadas, relacionadas con la temperatura y el tamaño de los peces. La alimentación manual es recomendada en las etapas tempranas para evitar la sobrealimentación. A medida que el crecimiento continúa, se monitorea el oxígeno disuelto y los peces son movidos a estanques más grandes para reducir la densidad.

Castañeda (2010) menciona que la densidad de siembra permite determinar el número de alevines por m² y evitar riesgos de competencia por alimento, asegurar la óptima captación de oxígeno del agua, evitar niveles altos de amoníaco y el canibalismo; recomendando usar alimento de alta calidad en cantidades en base a muestreos de peso y talla de organismos sin caer en la sobre alimentación para disminuir el estrés por manejo excesivo o inadecuado.

FAO (2014) en el manual práctico para el cultivo de la trucha arco iris, considera necesario para mantener a 2000 alevines de 5 cm de tamaño a 15 °C de temperatura de agua, un volumen de ingreso a los estanques de cría de 8 L/m. La cantidad de alevines por metro cúbico depende de su tamaño, el caudal, la temperatura del agua y el diseño del estanque. Alevines de 5,0 cm se pueden colorar como máximo 1700 ejemplares por m³ en estanques rectangulares. Es muy importante tener la densidad de alevines apropiada en relación con la temperatura y el caudal del agua para tener un buen crecimiento y evitar enfermedades. Además considera que para alevines de 5,1 a 10 cm de tamaño, la frecuencia de alimentación debe ser cuatro (4) veces por día en función de la biomasa y temperatura del agua, basándose en tablas de alimentación para determinar la dosis de alimentación diaria. Con relación a las enfermedades, indica que pueden llegar a ser un problema cuando no se da un buen manejo en el cultivo de la trucha, debido a ello, es muy importante tomar en cuenta el número de peces sembrados, número de recambios de agua por hora de los estanques, calidad y cantidad de alimento diario, medidas sanitarias básicas y tratar con cuidado a los peces cuando se hacen muestreos o selección, para prevenir la aparición de las enfermedades.

Camacho et al. (2000) mencionan que los principios fundamentales que se deben tomar en cuenta en las prácticas de alimentación son el tamaño del pellet apropiado en función del pez más chico de la población, y administrar el alimento al estanque de tal manera que todos los peces puedan comer al mismo tiempo.

La sobrecarga de individuos por estanque, según Aquino (2009) genera competencia por alimento, luchas por espacio, puede ocasionar lesiones físicas, además, el continuo rozamiento entre peces da como resultado descamación, lesiones corporales, desarrollo de hongos, incomodidad e intranquilidad que en muchos casos se traduce en retraso del ritmo de crecimiento y aparición de enfermedades como la Costiasis. También confirma

que las enfermedades de las truchas son ocasionadas frecuentemente por microorganismos como: bacterias, virus, protozoarios, hongos y gusanos presentes por altas densidades de cultivo, deficiencias en el recambio de agua, acumulación de alimento y excretas en los estanques, deficiencias nutricionales y lesiones que debilitan a los peces y los convierten en presa fácil de estos organismos agresores.

Carrera (2010) evaluó dos densidades de siembra y dos fuentes de proteína (lombrices y vísceras de pollo) en la producción de trucha arco iris. Concluye que las densidades de cultivo 30 y 60 truchas por metro cuadrado, influyen en el incremento de peso de los animales; por lo tanto en el análisis de variancia demuestra que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre las densidades; para las truchas que tuvieron una densidad de 30 por metro cuadrado alcanzaron en promedio el incremento de 87,78 g y las truchas con densidad de 60 por metro cuadrado, alcanzaron en promedio 66,22 g por trucha manteniendo una diferencia de 21,56 g, lo que demuestra que la densidad óptima es de 30 ejemplares por metro cuadrado. En relación a los horarios de alimentación, considera alimentar siempre con la temperatura promedio del agua y los niveles de saturación de oxígeno recomendados técnicamente. Finalmente indica desinfectar los estanques con cal viva en una dosis de 50 g /m² dejándola en reposo por unos 5 días antes de la siembra de los animales.

Fragoso y Auró (*s.f.*) en su publicación científica *Zootecnia Acuícola* consideran que para evitar los problemas de sanidad por la densidad y desechos orgánicos, cada hora se revisan las concentraciones de oxígeno y se mide la temperatura, todos los días se toman los parámetros de amonio, nitratos y nitritos, ya que una concentración elevada puede causar la muerte por intoxicación de todos los organismos del estanque.

Perdomo et al. (2013) realizó un experimento en el estado Trujillo – Venezuela, durante 90 días con dos grupos de peces que fueron alimentados con un alimento balanceado comercial: Tratamiento 1, 5 días de alimentación y 2 días de restricción y Tratamiento 2, 2 días de alimentación y 1 día de restricción. La sobrevivencia fue diferente entre tratamientos, siendo el Tratamiento 2, el grupo con mayor proporción de peces vivos al final del estudio (94,2% versus 92,8%). Sin embargo las tasas de Sobrevivencia pudieron estar determinadas por la manipulación de los peces al momento de realizar las mediciones biométricas o por las densidades de siembra que pueden provocar igualmente altas mortalidades.

Orna (2010) afirma que la dieta de las truchas necesita ácidos grasos esenciales como el linoleico, linolénico y araquidónico, todos ellos poliinsaturados. Un pienso normal contiene un 5-8% de grasa. Si el contenido en grasa de la dieta es demasiado elevado se producen bajas como consecuencia de una degeneración grasa del hígado y los riñones. Los peces muertos aparecen hinchados y, cuando se diseccionan el hígado se observa considerablemente incrementado de tamaño y de color muy pálido, por almacenamiento excesivo de glucógeno. La mayoría de la energía potencial de la trucha debe ser obtenida a partir de las proteínas.

Según la FAO (1987) la cantidad de alimento balanceado a utilizar para alimentar los peces no es fácil determinar con el propósito de obtener los mejores resultados. Se debe evitar la subalimentación que conlleva a pérdidas en la producción de peces, y la sobrealimentación, que es poco económica y puede resultar en una mala calidad del agua y pérdida de producción.

FONDEPES (2014) afirma que la aparición, propagación y dispersión de organismos causantes de enfermedades en peces, se debe a deficiencias en la cantidad, frecuencia de

alimento y calidad (rancidez y mico toxinas), falta o inadecuada limpieza, desinfección de estanques y equipos acuícolas, deficiencia en el recambio de agua de los estanques, estrés por condiciones hidrológicas inadecuadas y altas cargas de biomasa.

FAO (1997) en su publicación prevención y tratamiento de enfermedades de los peces, recomienda desinfectar todas las poblaciones piscícolas importadas de afuera, ya sea en forma de huevos, juveniles o adultos. Si detecta una enfermedad en la granja, retire los peces muertos o moribundos de los estanques tan rápidamente como sea posible, al menos una vez al día y no moleste ni cause estrés excesivo a los peces restantes; entierre los peces enfermos con cal viva lejos de los estanques.

Balbuena et al. (2011) considera que los peces cohabitan o están infectados de numerosos agentes patógenos sin generarle la enfermedad; esta situación se establece por un equilibrio entre la resistencia del huésped y la virulencia del agente patógeno. Dicha condición se rompe, cuando existen factores de estrés suficientemente importante, para que el animal enferme. Los peces son poiquiloterms, las variaciones bruscas de temperatura por períodos prolongados, generan estrés, disminución en las defensas, reducción del apetito de los peces y pueden causar la muerte. Durante un día, el pH, el oxígeno y la temperatura fluctúan de acuerdo con la hora, al amanecer, los niveles de oxígeno disuelto en el agua son más bajos, al igual que el pH. Las partículas de materias presentes en el agua de los estanques en producción, pueden generar lesiones en las branquias produciendo serios trastornos respiratorios. Los desechos del metabolismo de los peces (amoníaco y nitrito) pueden producir efecto tóxico sobre su salud si se acumulan en niveles elevados, conduciendo al animal a la muerte o una patología branquial crónica. Dicha situación se presenta en estanques cuya calidad del agua no sea manejada con densidades bajas de peces, alimentación controlada y recambios de agua satisfactorios. Así mismo, los niveles altos de bióxido de carbono en

agua producen nefrocalcinosis, que consiste en una deposición en el riñón de sales de calcio insolubles produciendo una extensa lesión renal y la consecuente disfunción renal. Desde el punto de vista patológico, las enfermedades producidas por hongos como el Ichthyophthiriosis responsable de causar la enfermedad denominada punto blanco, la Saprolegniasis y Branquiomycosis, se deben a la mala calidad del agua, comprar peces sin certificación sanitaria, presencia de una gran cantidad de materia orgánica en el agua, densidades altas de peces, animales muertos o huevos de peces en descomposición, sobrealimentación, deficiente secado al sol de estanques y desinfecciones con cal viva inadecuadas, falta de cuarentenas de al menos 2 semanas en estanques aislado de especies introducidas.

CAPÍTULO III

DISEÑO DE CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Hipótesis

La mortalidad de alevines de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) del Centro Piscícola Namora está directamente relacionada con la densidad de crianza y la frecuencia de alimentación diaria.

Consecuencias Contrastables

La mortalidad de alevines de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), criados en estanques exteriores del Centro Piscícola Namora, se incrementa cuando manejamos altas densidades de crianza con numerosas frecuencias de alimentación diaria, sin tener en cuenta la temperatura promedio del agua de crianza y la biomasa por estanque para el cálculo de la ración alimenticia.

Operacionalización

Desinfección de estanques en Centro Piscícola Namora 8 días antes de la siembra de alevines, con óxido de calcio en lechada a una concentración de 70 g/m². En seguida se acondicionó 18 estanques con 2 m² de área cada uno (Ver Apéndice: Figuras 1 y 2)

Día 11 de julio 6 a.m. captura de 14 400 alevines de trucha arco iris en forma aleatoria de un lote promedio de 35 860 ejemplares de 5,02 cm y 1,53 g de tamaño y peso promedio cada uno respectivamente.

Se realizó conteo de alevines para cada unidad experimental y reubicación en estanques exteriores del Centro Piscícola Namora en forma aleatoria, teniendo en cuenta las

densidades de 300 y 500 alevines por m² según tratamiento, con tres repeticiones, abastecidos con 1,8 litros de agua por segundo cada estanque (Ver Apéndice: Figuras 3, 4 y 5).

Abastecimiento diario de alimento inicio para alevines de truchas arco iris de 1,5 y 2,0 mm tamaño de pellets, con riqueza nutricional detallada en el Anexo 02, suministrando una, dos o tres frecuencias diarias de alimentación según corresponda a los diferentes tratamientos, teniendo en cuenta la biomasa evaluada cada 10 días (Ver Apéndice: Tabla 4), en relación con la temperatura hídrica promedia registrada a horas 7:30 a.m. 1 p.m. y 5 p.m. todos los días (Ver Apéndice – Tabla 2), para calcular la cantidad de alimento diario por tratamiento (Ver Apéndice: Tablas 7 a 12).

Recojo manual de alevines muertos por cada tratamiento con apoyo de un carcal, para su evaluación y registro de mortalidad, dos veces por día: 8 a.m. y 6 p.m. (Ver Apéndice: Figuras 7 y 8)

Evaluación de pH y oxígeno disuelto del recurso hídrico a intervalos de 10 días, valores que se encontraban dentro de los rangos normales para la crianza de alevines trucha; a diferencia del elemento hierro evaluado una vez durante todo el proceso experimental que se encontraba en cantidades elevadas 1,85 ppm (Apéndice: Tabla 2 y Anexo 3).

Indicadores.

En la variable densidad de crianza, se considera como indicador el número de alevines por m² dentro de cada tratamiento. En la variable frecuencia diaria de alimentación, el número de veces de alimentación por tratamiento/día, y para la variable dependiente su indicador estaba representado por el porcentaje de mortalidad de alevines en cada unidad experimental.

Categorías.

En la investigación se trabajó dos densidades de crianza: 300 y 500 alevines/m², en interacción con una, dos y tres frecuencias diarias de alimentación según el tratamiento, con la finalidad de evaluar la relación de estas variables con el porcentaje de mortalidad de alevines trucha arco iris.

Diseño Experimental.

Diseño factorial completamente al azar

Factor A: densidad de crianza de alevines trucha, con dos (2) niveles de tratamiento: $a_1 = 300$ y $a_2 = 500$ ejemplares/m².

Factor B: frecuencia diaria de alimentación, con tres (3) niveles de tratamiento: $b_1 = 7$ a.m., $b_2 = 7$ a.m. – 5 p.m. y $b_3 = 7$ a.m. – 12 m. - 5 p.m.

Nº de tratamientos: $2a \times 3b = 6$ ab, con tres repeticiones.

En la Tabla 1, se presenta detalladamente la combinación factorial cruzada de los factores y niveles de tratamientos en estudio.

Tabla 1. Combinación factorial cruzada de los factores y niveles de tratamientos experimentales.

Frecuencia diaria de alimentación: B	Densidad de crianza: A		Repeticions	Total alevines/ m ²
	a ₁ = 300 alevines/m ²	a ₂ = 500 alevines/m ²		
b ₁ = Una FA*/día: 7 a.m.	a ₁ b ₁ = 300 alevines 1 FA	a ₂ b ₁ = 500 alevines 1 FA	3	2400
b ₂ = Dos FA/día: 7 a.m. y 5 p.m.	a ₁ b ₂ = 300 alevines 2 FA	a ₂ b ₂ = 500 alevines 2 FA	3	2400
b ₃ = Tres FA/día: 7 a.m.- 12 m. – 5 p.m.	a ₁ b ₃ = 300 alevines 3 FA	a ₂ b ₃ = 500 alevines 3 FA	3	2400
Total alevines m²	900	1500	3	7200

*FA: frecuencia de alimentación

Características geográficas del área experimental.

El Centro Piscícola Namora, se ubica cerca de la zona urbana del distrito Namora a 250 metros de la plaza de armas, a una altitud de 2733 m.s.n.m. (Gobierno Regional Cajamarca 2009 – Dirección de Patrimonio).

Este centro de producción truchícola dista 30 km de la ciudad de Cajamarca, por vía asfaltada a Cajabamba. Coordenadas geográficas 7° 10'11,5" latitud sur y 78° 30'19" longitud oeste. Clima templado – frío, precipitación y temperatura media anual de 598 mm y 13,9 °C respectivamente, humedad relativa promedio 65 % (Ponce 1995). En la Tabla 2 se presenta información del área de trabajo en las instalaciones del Centro Piscícola Namora.

Tabla 2. Área experimental y total de alevines evaluados.

Descripción	Unidad medida	Dimensión
Área total	m ²	66,00
Área útil	m ²	36,00
Largo de estanque utilizado	m	2,00
Ancho de estanque	m	1,00
Profundidad de estanque	m	0,45
Área de estanque por tratamiento	m ²	2,00
Total de alevines	alevín	14 400

Método de Investigación.

Se utilizó el método **hipotético deductivo**, basado en trabajos experimentales descritos en la base teórica, que facilitaron la formulación de la hipótesis.

Muestra, Unidad de Análisis y Unidades de Observación.

Tamaño de muestra: 14 400 alevines de trucha arco iris de 5,02 cm tamaño y 1,53 g de peso promedio capturados al azar.

Unidad de análisis: poza usada por cada tratamiento

Unidad de observación: alevín muerto.

Técnicas e Instrumentos de Recopilación de Información.

Se determinó y aisló el área de trabajo, permitiendo el ingreso solamente de personal técnico encargado de la conducción experimental, con el uso de equipos y herramientas para conteo, alimentación, evaluaciones hídricas y biométricas previamente desinfectadas.

El volumen promedio de ingreso de agua 1,8 L/s en cada unidad de análisis, fue calculada con apoyo de balde plástico y reloj pulsera, medido por tres oportunidades para obtener el promedio por estanque.

La ubicación de los tratamientos en su respectivo estanque, se realizó en forma aleatoria, mediante la codificación de papeles y uso de balde como ánfora, luego se procedió al conteo manual de alevines, haciendo uso de tinas con agua, carcales y pequeños coladores para capturar y contabilizar los ejemplares de trucha de acuerdo a las unidades de análisis a evaluar (Ver Apéndice: Figuras 4 y 5).

Para la obtención de los parámetros peso y tamaño de alevines a intervalos de 10 días, se utilizó balanza con precisión de décimas y un ictiómetro metálico para medir. Durante el proceso de pesado se utilizó un depósito con agua para obtener un peso inicial, en seguida se capturaron los animales con apoyo del carcal y se colocaron en el mismo depósito con agua para obtener un peso final, que por diferencia de pesos se obtiene la biomasa de esa muestra, para ser dividida entre el número de animales muestreados y calcular el peso promedio en gramos por alevín (Ver Apéndice: Figuras 8 y 9).

La temperatura hídrica se evaluó con termómetro de mercurio de 50 °C de rango, sumergido en el agua de crianza durante 5 minutos antes de realizar la lectura.

El pH, hierro y oxígeno disuelto en el agua de crianza, se evaluaron por el método colorimétrico. Se utilizó un Kit de análisis – hach.

Para evaluar la mortalidad diaria de alevines, se utilizó un carcal asignado exclusivamente para esta actividad, que facilitó extraer de los estanques los animales muertos a contabilizar manualmente y colocarlos en un depósito para su eliminación (enterrar) en área alejada a la zona experimental. Finalmente se registraron los ejemplares muertos en cada tratamiento.

El alimento balanceado para truchas de 1,5 y 2 mm tamaño de pellets, se distribuyó manualmente en la superficie del agua, buscando alimentar a todos los animales en estudio en función de los peces más pequeños.

La tasa de alimentación se determinó en tablas alimenticias para trucha, en base al número de alevines por kg y la temperatura promedio del agua; valor porcentual que relacionado con la biomasa de cada unidad de análisis facilitó encontrar la ración alimenticia diaria por estanque, actualizada a intervalos de 10 días (Ver Apéndice: Tablas 7 a 12).

Se diseñaron formatos para registro de información: temperatura, mortalidad, raciones alimenticias, biomasa, peso, pH, hierro y oxígeno.

A continuación se especifica los elementos básicos utilizados en la instalación y conducción experimental, así como en el recojo y procesamiento de información:

Equipos:

- Kit de análisis - hach.
- Cámara fotográfica
- Computadora.

Herramientas:

- Ictiómetro metálico
- Balanza con precisión de decimas
- Termómetro de mercurio de 50 °C de rango
- Carcales de diferentes tamaños de malla: mosquitera y anchovetera.
- Tinas
- Tableros manuales
- Escobas con fibra de plástico
- Wincha de 5 m.

Materiales:

- Material de escritorio: papel bond A4, lapiceros, plumones etc.
- Costales
- Madera aserrada.
- Malla metálica galvanizada de 1/8"
- Clavos de 1,5" y 1"
- Grapas de 1/2"
- Bolsas plásticas.

Insumos:

- Óxido de calcio para desinfección de estanques.
- Alimento inicio aquaxel para alevines de 1,5 y 2 mm tamaño de pellets

Material hidrobiológico:

- Alevines de trucha arco iris

La distribución de estanques y tratamientos experimentales, estuvo enmarcado en el siguiente esquema:

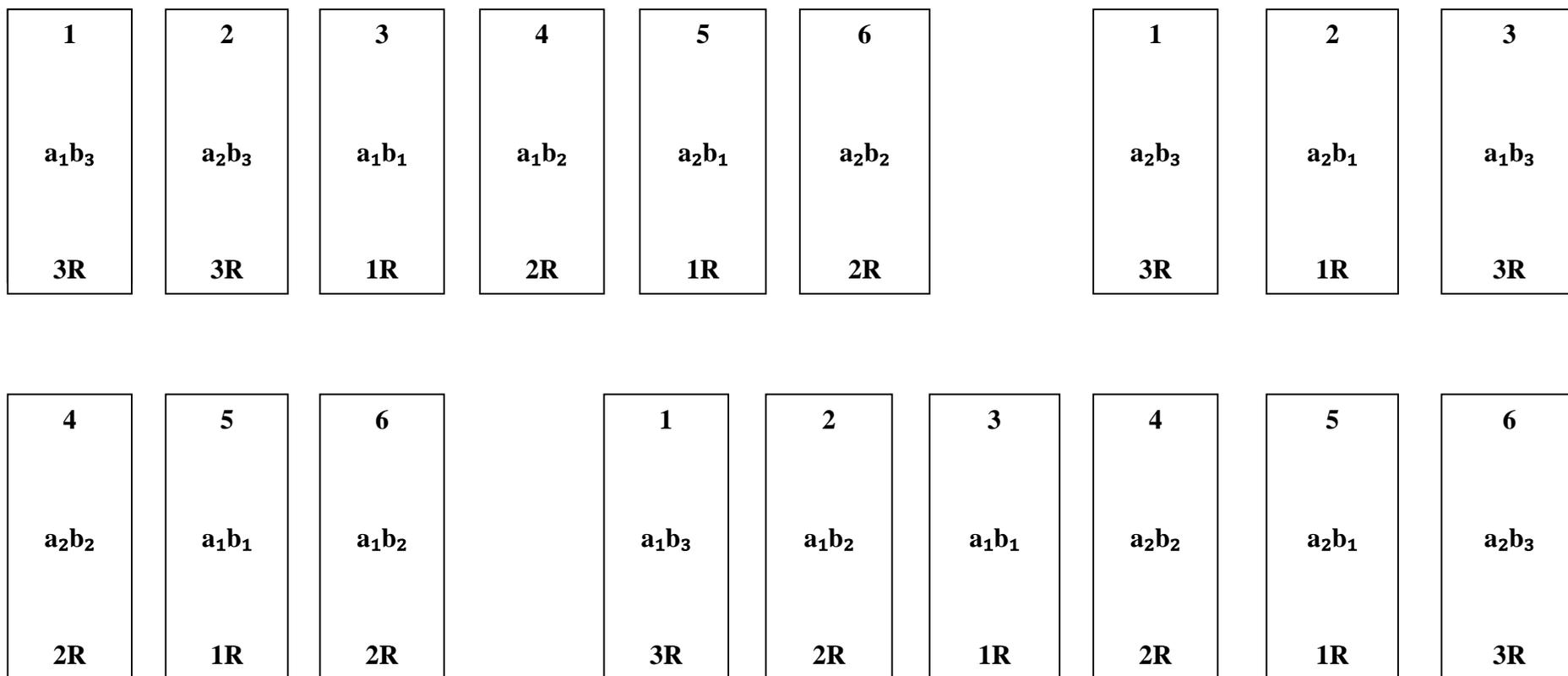


Figura 1. Distribución de tratamientos por estanque (E) de 2 m² de área.

Detalles:

Una ración + 600 alevines: E. 3, 5 y 3
 Dos raciones + 600 alevines: E. 4, 6 y 2
 Tres raciones + 600 alevines: E. 1, 3 y 1

Una ración + 1,000 alevines: E. 5, 2 y 5
 Dos raciones + 1000 alevines: E. 6, 4 y 4
 Tres raciones + 1,000 alevines: E. 2, 1 y 6

Técnicas Para el Procesamiento y Análisis de la Información.

Ordenamiento de datos obtenidos, comprobación de supuestos y análisis del ANVA.

Nivel de significación estadística: 0,05

Estadístico de prueba: "F"

Modelo Estadístico.

Modelo I (Efectos fijos)

$$Y_{ijk} = U + A_i + B_j + (AB)_{ij} + E_{ijk}$$

Determina la relación de la interacción de los factores en estudio con la mortalidad de alevines trucha en cada unidad experimental.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 1. Porcentajes de mortalidad de alevines trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en función de los tratamientos evaluados en el Centro Piscícola Namora.

Tratamientos	Porcentaje de mortalidad	Tiempo experimental
a ₁ b ₁	4,28%	
a ₁ b ₂	3,27%	
a ₁ b ₃	4,72%	13 de julio al 10 de
a ₂ b ₁	3,83%	setiembre año 2016
a ₂ b ₂	3,50%	
a ₂ b ₃	4,36%	

Los porcentajes de mortalidad experimental en la tabla 1, indican que las dos densidades de crianza, en interacción con las tres frecuencias de alimentación diaria, tienen pequeñas diferencias numéricas de mortalidad, a evaluarse estadísticamente para determinar si existe o no diferencias significativas entre las medias de mortalidad de los diferentes tratamientos

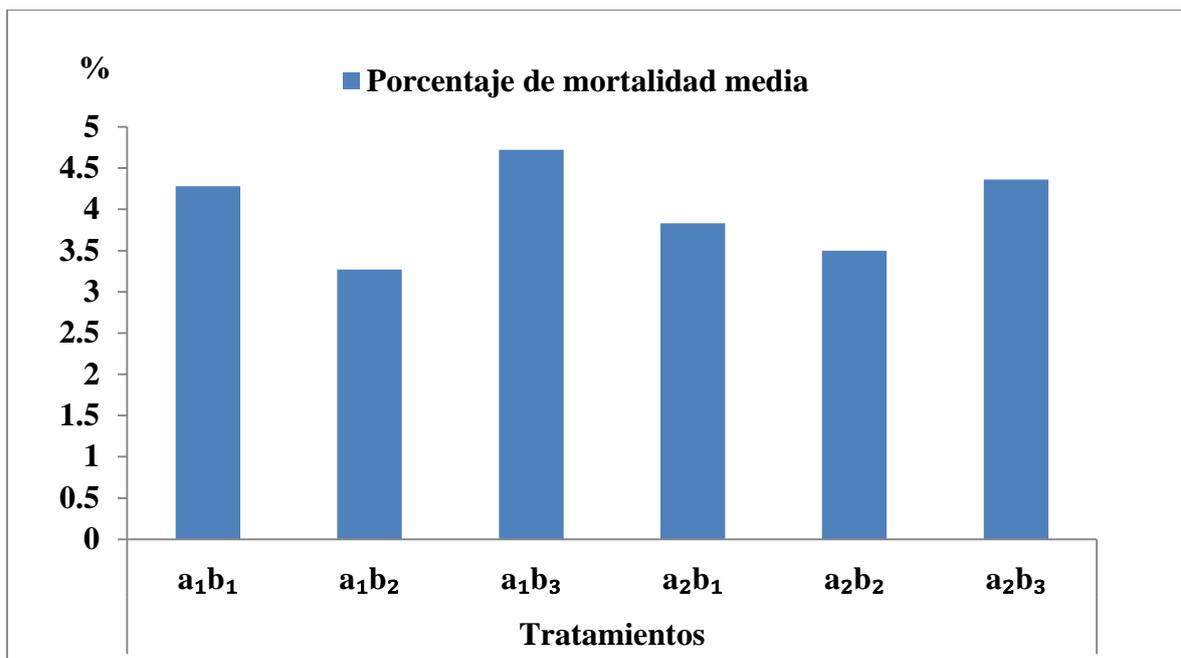


Gráfico 1. Porcentajes de mortalidad media de los tratamientos experimentales

Las medias porcentuales de mortalidad de los diferentes tratamientos que se presenta en el Gráfico 1, evidencian que los tratamientos con densidad de crianza de 300 y 500 alevines de trucha por m² en interacción con dos frecuencias de alimentación diaria, tienen numéricamente los menores porcentajes de mortalidad en comparación a los tratamientos con una y tres frecuencias de alimentación diaria.

Información de nivel de clase, para evaluaciones estadísticas:

Rep: Repeticiones

DC: Densidad de crianza

FA: Frecuencia de alimentación

Mor: Mortalidad registrada en porcentaje

Morc: Mortalidad corregida

Tabla 2. Factores y niveles evaluados experimentalmente

Clase	Niveles	Valores
Rep	3	1 2 3
DC	2	300-alev 500-alev
FA	3	1-Alimen. 2-Alimen. 3-Alimen.
	Número de observaciones leídas	18
	Número de observaciones usadas	18

Comprobación de Supuestos

Los parámetros estadísticos: Normalidad, independencia, aditividad y linealidad, se cumplen rigurosamente en el trabajo experimental. Además el análisis de variancia de los diferentes tratamientos, para determinar la homocedasticidad, a través del Test de Bartlett, al nivel de significación estadística 0,05 afirma que no existen diferencias significativas entre las varianzas de los tratamientos en estudio.

Para realizar el análisis de variancia de la mortalidad, se transformó los datos porcentuales de mortalidad a mortalidad corregida (Ver Apéndice: Tabla 1), con la siguiente formula:

$$\text{Morc.} = \text{arco seno} (\text{raíz cuadrada de } \text{Mor \%} / 100)$$

Tabla 3. Análisis de variancia para la variable porcentaje de mortalidad corregida de alevines trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), con relación a la densidad de crianza y frecuencia de alimentación diaria en el Centro Piscícola Namora.

Fuente de Variabilidad	Grados Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	FC	Pr > F	Significación Estadística
Rep.	2	0,00055	0,00027	0,49	0,6248	NS
DC.	1	0,00007	0,00007	0,14	0,7165	NS
FA.	2	0,00256	0,00128	2,29	0,1523	NS
DC*FA	2	0,00029	0,00014	0,27	0,7710	NS
Error exp.	10	0,00561	0,00056			
Total	17	0,00911				

CV=11,84%

Promedio general de mortalidad = 3,99%

Los resultados obtenidos en el ANVA, demuestran que el valor Pr > F es mayor que 0,05 por lo tanto, no existen diferencias estadísticas significativas (NS) de mortalidad entre los tratamiento evaluados, demostrando que las dos densidades de crianza experimental en interacción con las tres frecuencias de alimentación diaria, tenían pequeñas diferencias porcentuales de mortalidad que estadísticamente no eran representativas. Sin embargo el promedio general de mortalidad registrada (3,99%), estaba dentro de parámetros técnicos recomendados por la FAO (*s.f.*) para la segunda etapa de alevines en crianza (hasta 8%).

También, en la Tabla 1 se observa que los tratamientos con dos (2) frecuencias diarias de alimentación 7 a.m. y 5 p.m. en interacción con las dos densidades de crianza 300 y 500 alevines por m², han tenido el menor porcentaje numérico de mortalidad (3,27 y 3,50), debido probablemente a bajas temperaturas en horas de alimentación

repercutiendo en una mayor presencia de oxígeno disuelto en el agua que facilita un mejor proceso metabólico. Resultados concordantes a las afirmaciones de Ragash (2009) que asocia a la producción de trucha con la nutrición, el manejo y prevención de enfermedades.

Los parámetros físicos y químicos del recurso hídrico utilizado en el experimento, se evaluaron a intervalos de 10 días, encontrando valores de pH, oxígeno disuelto y temperatura adecuados para la crianza de alevines de trucha arco iris (Ver Apéndice: Tabla 2 y Anexo 3). Estos resultados tienen relación con la densidad de crianza y frecuencia de alimentación diaria, en el control de la mortalidad de alevines trucha en el Centro Piscícola Namora, afirmación coincidente con los argumentos de Zamora (2014) que recomienda disminuir el estrés en los peces utilizando agua de buena calidad asociada a un control poblacional y excelente nutrición.

El tratamiento con densidad de crianza experimental de 300 alevines de trucha arco iris por m² con dos (2) frecuencias diarias de alimentación 7 a.m. y 5 p.m., presento numéricamente el menor porcentaje de mortalidad (3,27%), relación coincidente a las recomendaciones de Castañeda (2010), similar a las de Aquino (2009) que describen la sobrecarga de individuos por estanque, como un factor negativo que favorece la aparición de enfermedades.

Contrastación de Hipótesis.

El análisis de Variancia de los resultados obtenidos en el trabajo experimental, demostró que la relación de la densidad de crianza y frecuencia diaria de alimentación, en el control de la mortalidad de alevines trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), del Centro Piscícola Namora, tiene diferencias porcentuales de mortalidad no significativas estadísticamente, en oposición a la hipótesis planteada. Pero es útil e importante que los tratamientos evaluados presenten una mortalidad media de 3,99%.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. En los tratamientos evaluados, la relación de la densidad de crianza y frecuencia diaria de alimentación, en el control de la mortalidad de alevines trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) del Centro Piscícola Namora, no es significativa estadísticamente; se reporta 3,99% de promedio general de mortalidad.
- 2.- Los porcentajes medios de mortalidad en los diferentes tratamientos, demuestran que las densidades de crianza de 300 y 500 alevines de trucha por m² con dos frecuencias diarias de alimentación 7 a.m. y 5 p.m. registraron la menor mortalidad numérica de alevines (3,27 y 3,50%); con diferencias no representativas estadísticamente entre los tratamientos evaluados.
- 3.- Los porcentajes medios de mortalidad de los tratamientos experimentales no presentaron diferencias estadísticas significativas. Sin embargo, el tratamiento con densidad de 300 alevines de trucha por m² con dos frecuencias de alimentación diaria 7 a.m. y 5 p.m. reportaba el menor porcentaje numérico de mortalidad (3,27%).

Recomendaciones

Desarrollar trabajos complementarios de investigación, utilizando otras densidades de crianza de alevines trucha con frecuencias de alimentación distintas a las experimentadas. Así mismo, evaluar calidad y cantidad de agua para alevines trucha, calidad de alimento, desinfecciones, calidad de ovas embrionadas de ésta especie etc. con el propósito de reducir aún más la mortalidad de alevines trucha arco iris en el Centro Piscícola Namora a porcentajes significativos estadísticamente.

CAPITULO VI

LISTA DE REFERENCIAS

- Aquino, M. 2009. Manual básico para el cultivo de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). <https://es.scribd.com/doc/.../Manual-Basico-Para-El-Cultivo-de-Trucha-Arco-Iris-1>
- Balbuena, R. y M. Ríos. 2011. Manual básico de sanidad piscícola. FAO, Ministerio de agricultura y ganadería – viceministerio de ganadería.
- Balbuena, R.; M. Ríos; A. Flores; J. Meza y A. Galeano. 2011. Manual básico de sanidad piscícola. FAO, Ministerio de agricultura y ganadería – viceministerio de ganadería. FAO - Paraguay
- Betancur, L.; C. Rivera; V. Echevarri; H. Trujillo y C. Toborda. 2010. Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de la trucha arco iris en el departamento Antioquía. Asoc Acuícola y Min Agricultura. Bogotá 220 p. Compendiado en enfermedades emergentes en el cultivo de la trucha arco iris. 2006. p. 13 – 17
- Camacho, B.; R. Moreno; G. Rodríguez; R. Luna y M. Vásquez. 2000. Citado por Aquino, M. 2009. Guía para el cultivo de trucha. Secretaría de medio ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México D.F. 135 p. Compendiado en Mundo Pecuario, VI, N° 2, 157-168, 2010.
- Cargill Animal Nutrition Franklinton, LA-EE.UU. *s.f.* Aquaxcel expertos en iniciadores para especies de agua fría. Disponible en www.aquaxcel.com (consultada el 12 de abril de 2016).

- Carrera, Y. 2010. Evaluación de dos densidades de siembra y dos fuentes de proteína (lombrices y vísceras de pollo) en la producción de trucha “arco iris” (*Oncorhynchus mykiss*). Loja, Ecuador: TESIS. Disponible en dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/.../5559/1/Carrera%20Yanzapanta%20Segundo.pdf (consultada el 22 de junio 2016).
- Corral, L.; H. Grizel; J. Montes y E. Polanco. 2000. LA ACUICULTURA: Biología, regulación, fomento, nuevas tendencias y estrategia comercial- TOMO I – Análisis del desarrollo de los cultivos: medio, agua y especies. 258 p. Compendiado en enfermedades emergentes en el cultivo de la trucha arco iris. 2006. p. 13 – 17.
- Castañeda, V. 2010. Producción de trucha arco iris en la zona serrana del estado de Durango. pg. 27 – 29. Disponible en [www.redinnovagro.in /casosexito /20durangotrucha. pdf](http://www.redinnovagro.in/casosexito/20durangotrucha.pdf) (18 de junio de 2016).
- Chimbor, C. 2010. Principales enfermedades en la trucha arco iris. Portal de información de acuicultura – Aquahoy. Disponible en <http://www.aquahoy.com/es/component/content/article> (consultada el 15 abril de 2016).
- De la Oliva. 2011. Manual de buenas prácticas de producción acuícola en el cultivo de trucha arco iris. p. 8 – 28. Versión html. Archivo <http://www.perucam.com/presen/pdf/> (21 de octubre de 2015).
- Dinara. 2010. Manual básico de piscicultura en estanques. Dirección Nacional de Recursos Acuáticos. Montevideo – Uruguay. 52 p. Compendiado en enfermedades emergentes en el cultivo de la trucha arco iris. 2006. p. 13 – 17.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT).
s.f. Acuicultura de los más pobres y de los menos pobres. Versión
www.fao.org/docrep/field/003/AB478S/AB478S03.htm (consultado el 9 de agosto
del 2017).

_____. 2014. Manual práctico para el cultivo de la trucha arcoíris. Guatemala.
Versión www.fao.org/3/a-bc354s.pdf (5 de noviembre de 2015)

_____. 2005. Programa de información de especies acuáticas. Texto de Cowx,
I. In: Departamento de Pesca y Acuicultura. Roma. Versión www.fao.org › FAO ›
Pesca y Acuicultura (consultada el 17 de setiembre de 2015)

_____. 1997. Prevención y tratamiento de enfermedades de los peces. Towards safe
and effective use of chemicals in coastal aquaculture. GESAMP Reports and
Studies No. 65. Rome. [ftp://ftp.fao.org/fi/CDrom/FAO_training/
FAO_training/
general /.../x6709s15.htm](ftp://ftp.fao.org/fi/CDrom/FAO_training/FAO_training/general/.../x6709s15.htm) (consultada el 7 de octubre de 2015).

_____. 1987. Nutrición y alimentación de los peces. Informe ADCP 87/26. Roma.
ftp://ftp.fao.org/fi/CDrom/FAO_training/FAO_training/general/.../x6709s10.htm
(consultada el 7 de octubre de 2015).

FONDEPES (Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero), Perú. 2014. Manual de Crianza
de Trucha en Ambientes Convencionales. Lima, Perú. Versión [www.fondepes.
gob.pe/ src/ manuales/MANUAL_TRUCHA.pdf](http://www.fondepes.gob.pe/src/manuales/MANUAL_TRUCHA.pdf) (consultada el 7 de octubre de
2015).

Fragoso, C. y A. Auró. *s.f.* Zootecnia acuícola. Unidad 9. Versión [www.cib. uaem.
mx/pdf/ zootecnia_acuicola.pdf](http://www.cib.uaem.mx/pdf/zootecnia_acuicola.pdf) (consultada el 7 de octubre de 2015).

- Gijón, D. & C. Zarza. 2006. Enfermedades emergentes en el cultivo de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). Skretting Informa, verano 2006; pp. 12 - 17.
- Holliman, A. 2000. Enfoque veterinario de la cría de la trucha. Pp: 233-258. In: Acuicultura para veterinarios. Producción y clínica de peces. Edit. Acribia, S.A. España. Compendiado en principales enfermedades en la trucha arco iris. 2015 Aquahoy – Acuicultura.
- Huet, M. 1998. Tratado de piscicultura. Enfermedades de origen alimenticio. 3º edición. p. 617, 627, 637.
- Llerena, D. 2012. Asistencia técnica dirigida en control sanitario en la crianza de truchas. Agrobanco servicios financieros para el Perú Rural. Huánuco – Huancavelica – Perú. www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/037-b-piscicultura.pdf (consultada el 11 de octubre de 2015).
- Llerena, E. 2012. Asistencia técnica dirigida en control sanitario en la crianza de truchas. Huando – Huancavelica.
- Maíz, P.; L. Valero y P. Briceño. 2010. Mundo Pecuário. VI, N° 2, 157 -168. Elementos prácticos para la cría de trucha en Venezuela.
- Mattiello, R. 2008. Manual para inspectores sanitarios acuícolas. Enfermedades bacterianas y parasitarias de importancia en salmónidos. Argentina. p. 20. Versión html. Archivo http://www.agroindustria.gob.ar/site/pesca/acuicultura/18_Sanidad/ (consultada el 11 de octubre de 2015).
- Meyer, V. 1978. El pescado y los productos de la pesca. 2.a edición española. p. 80 - 81.

- Moscoso, M. s.f. Introducción e Importancia a la Piscicultura. Versión www.stodomingo.ute.edu.cc/content/101454-9-52-2.../Modulo%20Peces1_UTE.pdf.p.2 (consultada el 11 de octubre de 2015).
- OIE (Organización Mundial de Sanidad Animal). 2012. Manual Acuático - Septicemia hemorrágica viral. Capítulo 2.3.9. p. 9.
- Otarola, A. 1999. Producción y manejo de alevines de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), en el Centro Truchícola ojo de agua de Dota. Departamento de acuicultura. INCOPESC.
- Perdomo, D.; K. Castellanos; M. González; Estopiñán y G. Perea. 2013. Efecto de la estrategia alimenticia en el desempeño productivo de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). Universidad de Los Andes (ULA). Trujillo, Venezuela. Revista Científica, vol. XXIII, núm. 4. Versión www.redalyc.org/pdf/959/95926991006.pdf (16 de noviembre de 2015).
- Ponce, H. 1995. Estudio de impacto ambiental – Centro Piscícola Namora – Cajamarca. 56 p.
- Quintero, G.; B. Pardo y M. Quintero. 2011. Manual técnico para la producción de Peces de consumo a pequeña escala en el Departamento de Cundinamarca. Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá, facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 100 pg.
- Ragash – Perú. 2009. Manual de crianza. Trucha (*Oncorhynchus mykiss*).25 p. Compendiado en Mundo Pecuario, VI, N° 2, 157-168, 2010.

Rodríguez, G.; C. Rodríguez; G. Monroy y S. Mata. 2001. Manual de enfermedades de peces. Universidad Autónoma Metropolitana – Unidad Xochimilco, III, N° 15, p.3

Rome, FAO. 1997. Towards safe and effective use of chemicals in coastal aquaculture. GESAMP Reports and Studies N°. 65.

Schaeperclaus 1941 y Zwillenberg 1965. Citado por Huet, M. 1998. Tratado de piscicultura. Enfermedades de origen alimenticio. 3° edición. p. 617, 627, 637.

Tack 1956 citado por Huet, M. 1998. Tratado de piscicultura. Enfermedades de origen alimenticio. 3° edición. p. 617, 627, 637.

Vega, V. y C. Ballén. 2012. Truchas agua clara. Institución Educativa Departamental de Cundinamarca. Área de Gestión Empresarial. Tecnología e Informática Zipaquirá.

Walbaum, J. 1792. Disponible en https://es.wikipedia.org/wiki/Oncorhynchus_mykiss (consultada el 16 de noviembre de 2015).

Zamora, E. 2014. Acuicultura. Universidad Nacional Experimental De los Llanos Occidentales. Venezuela.

APÉNDICE

REGISTROS E INFORMACIÓN EXPERIMENTAL

Tabla 1. Porcentajes de mortalidad de alevines trucha por tratamiento experimental.

Obs	Rep	DC	FA	Mor %	InT	InP	Tt	Pt	FC	Morc
1	1	300-alev	1-Alimen	4,67	4,58	11,22	9,60	12,75	1,55	0,21782
2	1	300-alev	2-Alimen	2,33	5,31	14,89	10,33	16,42	1,31	0,15324
3	1	300-alev	3-Alimen	6,33	5,02	12,61	10,04	14,14	1,55	0,25433
4	1	500-alev	1-Alimen	3,40	5,37	13,01	10,39	14,54	1,40	0,18545
5	1	500-alev	2-Alimen	3,20	5,79	16,45	10,81	17,98	1,34	0,17985
6	1	500-alev	3-Alimen	3,20	5,15	15,87	10,17	17,40	1,28	0,17985
7	2	300-alev	1-Alimen	4,50	5,63	15,56	10,65	17,09	1,32	0,21376
8	2	300-alev	2-Alimen	3,33	5,63	15,62	10,65	17,15	1,45	0,18351
9	2	300-alev	3-Alimen	4,00	5,00	13,01	10,02	14,54	1,40	0,20136
10	2	500-alev	1-Alimen	3,60	4,88	12,59	9,90	14,12	1,46	0,19089
11	2	500-alev	2-Alimen	3,40	5,22	13,29	10,24	14,82	1,40	0,18545
12	2	500-alev	3-Alimen	4,30	5,14	15,36	10,16	16,89	1,36	0,20888
13	3	300-alev	1-Alimen	3,67	5,07	12,83	10,09	14,36	1,53	0,19276
14	3	300-alev	2-Alimen	4,17	5,19	13,65	10,21	15,18	1,42	0,20565
15	3	300-alev	3-Alimen	3,83	5,76	17,23	10,78	18,76	1,38	0,19698
16	3	500-alev	1-Alimen	4,50	4,47	9,73	9,49	11,26	1,80	0,21376
17	3	500-alev	2-Alimen	3,90	4,67	11,35	9,69	12,88	1,56	0,19879
18	3	500-alev	3-Alimen	5,60	6,08	16,69	11,10	18,22	1,33	0,23891

Tabla 2. Evaluación hídrica en estanques de crianza experimental. Hora: 12:30 a 1:00 p.m.

Fecha de evaluación 2016	pH del agua		Oxígeno disuelto ppm		Temperatura promedio °C intervalo 10 días	Hierro total ppm
	Ingreso	Salida	Ingreso	Salida		
13 de julio	7,7	7,5	7,0	7,0	15,4	
22 de julio	7,5	7,3	7,0	7,0	16,92	
01 de agosto	7,7	7,5	7,0	7,0	16,07	
11 de agosto	7,7	7,5	7,0	7,0	15,8	1,85
21 de agosto	7,5	7,3	7,0	6,8	16,23	
31 de agosto	7,5	7,3	7,0	6,8	16,07	
10 setiembre	7,5	7,3	7,0	6,8	16,07	
Promedio	7,59	7,39	7,0	6,91	16,08	1,85

Tabla 3. Consolidado de mortalidad de alevines trucha arco iris en el C. P. Namora por tratamientos y repeticiones

TRATAMIENTOS													
A₁B₁		A₁B₂		A₁B₃		A₂B₁		A₂B₂		A₂B₃		TOTAL	
Unidad	%	Unidad	%										
28,00	4,67	14,00	2,33	38,00	6,33	34,00	3,40	32,00	3,20	32,00	3,20	178,00	3,71
27,00	4,50	20,00	3,33	24,00	4,00	36,00	3,60	34,00	3,40	43,00	4,30	184,00	3,83
22,00	3,67	25,00	4,17	23,00	3,83	45,00	4,50	39,00	3,90	56,00	5,60	210,00	4,38
77,00	4,28	59,00	3,27	85,00	4,72	115,00	3,83	105,00	3,50	131,00	4,36	572,00	3,99

Tabla 4. Biomasa promedio por tratamiento experimental en gramos

Fecha de evaluación	Tratamientos					
	A₁B₁	A₁B₂	A₁B₃	A₂B₁	A₂B₂	A₂B₃
12 de julio	918,0000	918,0000	918,0000	1530,0000	1530,0000	1530,0000
22 de julio	1308,0733	1307,3500	1362,3967	2058,8400	2390,4567	2299,2567
1 de agosto	2368,7867	2448,5100	2404,9900	3637,3267	4042,2533	3853,3667
11 de agosto	3575,8900	3795,8200	3765,5100	5477,5100	5897,6667	6727,1000
21 de agosto	4974,2000	5385,9167	5459,4000	7847,5667	8451,6200	9070,8200
31 de agosto	7005,7100	7782,2933	7575,6433	11 010,9733	11 503,6667	12 738,6567
10 de setiembre	8463,0000	9434,0433	9048,2067	12 801,7567	14 702,5300	16 734,8033

Tabla 5. Peso promedio por tratamiento y repeticiones en g/ejemplar, en base a muestreo de 30 alevines por unidad de análisis, a intervalo de diez días

Fecha 2016	Estanques y resultados de evaluación																	
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
13 Julio	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53
22 Julio	2,25	2,04	2,21	2,41	2,07	2,49	2,50	2,12	2,22	2,42	2,16	1,89	2,37	2,26	2,19	2,29	1,99	2,38
1 Agosto	3,86	3,55	3,75	3,67	3,74	4,44	3,77	3,68	3,51	3,82	4,23	4,65	4,81	3,98	4,02	3,98	3,60	4,36
11 Agost	6,18	7,32	6,03	5,86	5,58	6,74	6,72	6,08	5,75	5,56	6,38	7,69	7,31	5,68	5,95	5,71	5,09	6,61
21 Agost	9,30	8,31	7,36	8,09	8,10	10,33	9,67	8,29	7,98	7,76	9,03	10,44	10,88	8,84	9,28	7,89	7,76	10,15
31 Agost	12,21	12,96	10,30	12,92	11,31	13,40	12,99	11,33	11,22	11,73	12,87	15,04	15,90	11,89	13,18	10,45	11,47	13,76
10 Setieb	14,14	17,40	12,75	16,42	14,54	17,98	16,89	14,12	14,54	14,82	17,09	17,15	18,76	15,18	14,36	12,88	11,26	18,22

Tabla 6. Incremento de peso en g/ejemplar de alevines trucha arco iris en el C. P. Namora por tratamientos y repeticiones

REPETICIONES	TRATAMIENTOS					
	A₁B₁	A₁B₂	A₁B₃	A₂B₁	A₂B₂	A₂B₃
1	11,22	14,89	12,61	13,01	16,45	15,87
2	15,56	15,62	13,01	12,59	13,29	15,36
3	12,83	13,65	17,23	9,73	11,35	16,69
Promedio	13,20	14,72	14,28	11,78	13,70	15,97

Tabla 7. Ración alimenticia para 300 alevines por m² con una (1) frecuencia diaria de alimentación

N°	Fecha de actualización de ración alimenticia							Observación
	13 julio	23 julio	2 agosto	12 agosto	22 agosto	1 setiembre	10 setiembre	
Estanque	Hora de alimentación: 7 a.m. el 100% de la ración							
3	57,83	75,40	118,06	144,44	175,25	190,23	233,38	En la primera y segunda fase de alimentación, sobro 25,28 y
5	57,83	73,73	132,79	152,25	214,50	236,81	313,38	
3	57,83	74,55	125,79	143,14	222,09	245,51	265,69	
Total /día	173,49	223,68	376,64	439,83	611,84	672,55	812,45	18,12 gr de 1,5 mm alimento/día
Tasa alimt.	6,3%	5,7%	5,3%	4,1%	4,1%	3,2%	3,2%	

Tabla 8. Ración alimenticia para 300 alevines por m² con dos (2) frecuencias diarias de alimentación

N°	Fecha de actualización de ración alimenticia							Observación
	13 julio	23 julio	2 agosto	12 agosto	22 agosto	1 setiembre	10 setiebr	
Estaque								
Hora de alimentación: 7 a.m. el 50% de la ración y 5 p.m. el sobrante.								
4	57,84	82,18	116,08	141,78	195,62	243,16	307,92	A partir del
6	57,84	64,48	147,78	187,54	253,34	282,94	318,38	2 agosto los
2	57,84	76,88	125,48	137,58	213,52	221,02	279,38	alevines
Total/día	173,52	223,54	389,34	466,90	662,48	747,12	905,68	consumen
Tasa alimentc	6,3%	5,7%	5,3%	4,1%	4,1%	3,2%	3,2%	alimento
								para trucha
								de 2 mm

Tabla 9. Ración alimenticia para 300 alevines por m² con tres (3) frecuencias diarias de alimentación

N° Estanque	Fecha de actualización de ración alimenticia						
	13 de julio	23 de julio	2 agosto	12 agosto	22 agosto	1 setiembre	10 setiembre
Hora de alimentación: 7 a.m. el 33.33% de la ración, 12 m. 33.33%, y 5 p.m. el sobrante.							
1	57,84	76,65	120,45	146,82	219,30	222,63	254,22
3	57,84	75,75	110,64	139,44	191,76	208,95	268,02
1	57,84	80,52	151,29	176,88	260,46	295,65	346,38
Total/día	173,52	232,92	382,38	463,14	671,52	727,23	868,62
Tasa alimentc.	6,3%	5,7%	5,3%	4,1%	4,1%	3,2%	3,2%

Tabla 10. Ración alimenticia para 500 alevines por m² con una (1) frecuencia diaria de alimentación

N° Estanque	Fecha de actualización de ración alimenticia							Observaciones
	13 julio	23 julio	2 agosto	12 agosto	22 agosto	1 setiembre	10 setiembre	
Hora de alimentación: 7 a.m. el 100% de la ración								
5	96,39	118,02	196,10	225,10	325,94	353,13	449,55	En la primera y segunda fase de alimentación, sobro 63,65 y
2	96,39	120,80	193,73	244,70	329,99	350,56	435,43	
5	96,39	113,25	188,51	263,62	309,31	353,36	343,99	
Total/día	289,17	352,07	578,34	733,42	965,24	1057,05	1228,97	43,17 gr de 1,5 mm alimento/día
Tasa aliment.	6,3%	5,7%	5,3%	4,1%	4,1%	3,2%	3,2%	

Tabla 11. Ración alimenticia para 500 alevines por m² con dos (2) frecuencias diarias de alimentación

N° Estanque	Fecha de actualización de ración alimenticia						
	13 julio	23 julio	2 agosto	12 agosto	22 agosto	1 setiembre	10 setiembre
Hora de alimentación: 7 a.m. el 50% de la ración y 5 p.m. el sobrante.							
6	96,40	141,44	233,64	272,36	414,00	417,22	557,06
4	96,40	137,56	201,08	224,00	310,02	364,10	458,16
4	96,40	129,76	208,00	229,06	315,52	323,04	396,24
Total/día	289,20	408,76	642,72	725,42	1039,54	1104,36	1411,46
Tasa alimtc.	6,3%	5,7%	5,3%	4,1%	4,1%	3,2%	3,2%

Tabla 12. Ración alimenticia para 500 alevines por m² con tres (3) frecuencias diarias de alimentación

N° Estanque	Fecha de actualización de ración alimenticia						
	13 julio	23 julio	2 agosto	12 agosto	22 agosto	1 setiembre	10 setiembre
	Hora de alimentación: 7 a.m. el 33.33% de la ración, 12 m. 33.33%, y 5 p.m. el sobrante.						
2	96,39	116,22	187,41	295,02	332,70	404,10	538,80
1	96,39	141,90	196,56	268,35	382,80	400,20	517,20
6	96,39	135,06	228,75	264,06	400,20	418,80	550,50
Total/día	289,17	393,18	612,72	827,43	1115,70	1223,10	1606,50
Tasa alimentc.	6,3%	5,7%	5,3%	4,1%	4,1%	3,2%	3,2%



Figura 1. Estanques del C. P. Namora desinfectados con óxido de calcio



Figura 2. Acondicionamiento de estanques experimentales: área 2 m² por estanque



Figura 3. Distribución de agua por estanques experimentales: volumen promedio 1,8L/s



Figura 4. Sorteo de unidades de análisis para ubicación en estanques



Figura 5. Conteo de alevines por unidad de análisis



Figura 6. Seguimiento y control de proceso experimental por maestría



Figura 7. Recojo y conteo diario de alevines muertos



Figura 8. Evaluación tamaño de alevines en cm



Figura 9. Evaluación peso de alevines en g



Figura 10. Pesaje de alimento para alevines según tratamiento



Figura 11. Alevines en proceso experimental.

ANEXO 01

Tabla 1. Mortalidad de alevines trucha arco iris registrada en el C. P. Namora

Año	Producción alevines. Millar	Mortalidad	
		Millar	%
2005	41,03	8,68	21,16
2006	38,25	7,20	18,82
2007	21,85	4,55	20,82
2008	36,77	4,41	11,99
2009	29,82	6,98	23,41
2010	29,82	9,85	33,03
2011	34,32	5,18	15,09
2012	33,71	6,19	18,36
2013	43,55	14,76	33,89
2014	27,69	12,84	46,37
2015	13,52	3,84	28,40
Media			24,67

Fuente: Dirección Regional de la Producción Cajamarca (2005 – 2015)

ANEXO 02

Tabla 1. Portafolio nutricional de alimento extruido, Aquaxcel para alevines de trucha

Tamaño de partícula	0,6 mm	0,8 mm	1,5 mm	2,0 mm
Presentación (kg)	25,0	25,0	25,0	25,0
Proteína Min. (%)	50,0	50,0	50,0	50,0
Grasa Min. (%)	16,0	16,0	16,0	16,0
Fibra Cruda Máx.(%)	3,0	3,0	3,0	3,0
Calcio Min. (%)	2,0	2,0	2,0	1,8
Fósforo Min. (%)	1,2	1,2	1,2	1,1
Cenizas Máx (%)	11,0	11,0	11,0	10,0
Humedad Máx (%)	11,0	11,0	11,0	11,0

Fuente: Cargill Animal Nutrition Franklinton, LA – EE.UU. (s.f.).

ANEXO 03

Tabla 1. Propiedades físicas y químicas de un cuerpo de agua para la truchicultura

Parámetros	Rango Óptimo:
Temperatura del agua	: 10 – 16°C
Oxígeno Disuelto	: 6,5 – 9 ppm
PH	: 6,5 – 8,5
CO2	: < 7 ppm
Alcalinidad	: 20 – 200 mg/L CaCO3
Dureza	: 60 – 300 mg/L CaCO3
NH3	: No mayor de 0,02 mg/L
Nitratos	: No mayor de 100 mg/L
Nitritos	: No mayor de 0,055 mg/L
Nitrógeno amoniacal	: No mayor de 0,012 mg/L
Fierro	: Menores de 0,1 mg/L

Fuente: Ragash – Perú. (2009)