

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



TESIS

UTILIZACIÓN DE SPIRULINA (*Arthrospira Platensis*), EN LA ALIMENTACIÓN DE ALEVINOS DE TRUCHA (*Oncorhynchus Mykiss*) EN CONDICIONES DE LABORATORIO

PRESENTADO POR:

Bach. CHRISTIAN HINOSTROSA HUAMAN

Para optar el título profesional de

BIÓLOGO.

ASESOR:

Dr. BELTRAN RODRIGO CHEVARRIA DEL PINO

CUSCO-PERÚ

2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada: UTILIZACIÓN
DE SPIRULINA (*Arthrospira Platensis*), EN LA ALIMENTACIÓN DE ALEVINOS DE TRUCHA
(*Oncorhynchus Mykiss*) EN CONDICIONES DE LABORATORIO

presentado por: CHRISTIAN HINOSTROSA HUAMAN con DNI Nro.: 75005657 presentado
por: con DNI Nro.: para optar el
título profesional/grado académico de BIÓLOGO

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 02 veces, mediante el
Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la**
UNSAAC y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de ?.....%.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o
título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	<input checked="" type="checkbox"/>
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	<input type="checkbox"/>
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	<input type="checkbox"/>

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 23 de enero de 2024



Firma

Post firma ROBERTO CHEVARRÍA DEL PINO

Nro. de DNI 23836256

ORCID del Asesor 0000-0002-6168-603 X

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: oid: 27259:310933626

NOMBRE DEL TRABAJO

UTILIZACIÓN DE SPIRULINA (Arthrospira Platensis), EN LA ALIMENTACIÓN DE AL EVINOS DE TRUCHA (Oncorhyn

AUTOR

Christian Hinostrosa Huamán

RECUENTO DE PALABRAS

32891 Words

RECUENTO DE CARACTERES

165230 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

105 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

4.7MB

FECHA DE ENTREGA

Jan 23, 2024 10:48 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jan 23, 2024 10:52 AM GMT-5**● 2% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 2% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 1% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 20 palabras)

DEDICATORIA

El trabajo de investigación le dedico con mucho Amor a mis padres Rolando Hinostrosa Gutierrez y Carmen Huaman LLamoca, por su amor y apoyo Incondicional durante todo este tiempo de mí vida, por sus Consejos y por el ánimo que me brindan día a día para no rendirme y lograr mis objetivos profesionales.

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento más sincero a la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco y a la facultad de Ciencias Biológicas por acogerme en sus aulas y darme la oportunidad de formarme profesionalmente a los docentes por las enseñanzas brindadas hacia mi persona, que me permitieron adquirir conocimientos propios de la carrera.

Quiero expresar mi agradecimiento más profundo al Dr. Beltran Rodrigo Chevarria del Pino, por acogerme y aceptarme el asesoramiento del trabajo de investigación, por sus orientaciones técnicas en el proceso experimental, por sus recomendaciones y correcciones en el redactado de la presente tesis de investigación, por los ánimos que me brindó día a día y fortalecerme para poder continuar y no rendirme hasta lograr el objetivo trazado.

También quiero agradecer al Blgo. Flavio Quispe Huaman por su co-asesoramiento en el trabajo de investigación, por la orientación y disposición de su tiempo para armar las unidades experimentales que me permitieron realizar el trabajo de investigación sin presentar inconvenientes.

Agradezco a mi madre Carmen Huaman LLamocca por apoyarme durante todo este tiempo de la realización de la tesis, por sus motivaciones y consejos, a mis hermanas Giannina Hinostrosa Huaman y Fernanda Hinostrosa Huaman por su ayuda y tiempo durante el proceso experimental de la tesis.

Así mismo estoy agradecido con mis amigos Crhistian Gamarra Oquendo, Raveli Huamani Huanca, Blanca Rosa Espinoza Otazu, que de alguna manera mediante sus motivaciones y apoyo material y moral contribuyeron a la realización de este trabajo de investigación.

ÍNDICE

RESUMEN.....	i
ABSTRACT	ii
INTRODUCCIÓN.....	iii
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	iv
JUSTIFICACIÓN	v
OBJETIVOS.....	vi
HIPÓTESIS	vii

CAPÍTULO I

MARCO TEORICO

1. ANTECEDENTES O ESTADO DEL ARTE.....	1
1.1. INTERNACIONALES.....	1
1.2. NACIONALES	3
1.3. LOCALES.....	5
2. BASES TEORICAS.....	7
2.1. TRUCHA ARCOÍRIS (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	7
2.1.1. TAXONOMÍA	7
2.1.2. MORFOLOGÍA	8
2.1.3. HÁBITAT	8
2.1.4. NUTRICIÓN.....	9
2.1.5. REPRODUCCIÓN	9
2.1.6. CICLO DE VIDA	9
2.1.7. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE LA TRUCHA ARCOÍRIS	10
2.2. ALIMENTACIÓN.....	11
2.2.1. Calidad del alimento.....	11
2.2.2 Alimento balanceado extruido para Truchas	11
2.2.3. ESPIRULINA (<i>Arthrospira platensis</i>).....	12
2.2.3.1. Morfología	13
2.2.3.2. Hábitat y distribución.....	13
2.2.3.3. Reproducción y ciclo de vida de (<i>Arthrospira platensis</i>).....	13
2.2.3.4. Taxonomía de <i>Arthrospira platensis</i>	14
2.2.3.5. Composición química de (<i>Arthrospira platensis</i>).....	14
2.2.3.6. Importancia de (<i>Arthrospira platensis</i>)	16
2.2.4. Frecuencia de la alimentación.....	16
2.3 INDICES ZOOTECNICOS.....	16

2.3.1. Biomasa inicial	16
2.3.2. Biomasa final.....	16
2.3.3. Ganancia de biomasa.....	16
2.3.4. Ganancia de peso	16
2.3.5. Ganancia de peso diario	17
2.3.6. Factor de conversión alimenticia	17
2.3.7. Factor de condición	17
2.3.8. Tasa de crecimiento específico	17
2.3.9. Porcentaje de Supervivencia	17
2.4. Requerimientos físicos y químicos para el cultivo de la trucha arco iris.....	17
2.4.1 Oxígeno Disuelto	17
2.4.2. pH	18
2.4.3. Temperatura	18
2.4.4. Turbidez	18
2.4.5. Dureza	19
2.4.6. Dióxido de carbono (CO ₂)	19
2.4.7. Alcalinidad	19
2.5. BASES CONCEPTUALES O DEFINICIÓN DE TERMINOS	20

CAPITULO II

ÁREA DE ESTUDIO

2.1. ÁREA DE ESTUDIO A NIVEL DE LABORATORIO.....	21
2.1.1. UBICACIÓN POLÍTICA	21
2.1.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	21
2.2. ÁREA DE ESTUDIO A NIVEL DE CAMPO.....	21
2.2.1. UBICACIÓN POLÍTICA	21
2.2.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	21

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales.....	24
3.1.1. Biológico	24
3.1.2. De campo.....	24
3.1.3. De laboratorio	24
3.2. METODOLOGÍA	26
3.2.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	26
3.2.2. FLUJOGRAMA DE LA METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	26

3.2.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	26
3.2.4. DISEÑO EXPERIMENTAL	26
3.2.5. POBLACIÓN Y MUESTRA	27
3.2.5.1. Población	27
3.2.5.2. Muestra.....	27
3.2.6. TRATAMIENTOS	27
3.2.6.1. EN ACUARIOS	27
3.2.6.2. EN ESTANQUES	27
3.2.7. TRANSPORTE Y ACLIMATACIÓN DE ALEVINOS	28
3.2.8. ELABORACIÓN DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES	28
3.2.9. Ración y frecuencia de alimentación	30
3.2.10. LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO DE LOS ACUARIOS	31
3.2.11. EVALUACIONES BIOMÉTRICAS.....	32
3.2.12. DETERMINACIÓN DE LOS ÍNDICES ZOOTÉCNICOS	33
3.2.12.1. BIOMASA INICIAL	33
3.2.12.2. BIOMASA FINAL.....	33
3.2.12.3. GANANCIA DE BIOMASA	33
3.2.12.4. GANANCIA DE PESO	34
3.2.12.5. GANANCIA DE PESO DIARIO	34
3.2.12.6. FACTOR DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA	35
3.2.12.7. FACTOR DE CONDICIÓN	35
3.2.12.8. TASA DE CRECIMIENTO ESPECÍFICO	35
3.2.12.9. PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA	36
3.2.13. EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS	36
3.2.14. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	37

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. ÍNDICES DE CRECIMIENTO.....	38
4.1.1. Talla de las truchas correspondiente a la dieta T0.....	38
4.1.2. Peso de las truchas correspondiente a la dieta T0	38
4.1.3. Talla de las truchas correspondiente a la dieta T1.....	39
4.1.4. Peso de las truchas correspondiente a la dieta T1	39
4.1.5. Talla de las truchas correspondiente a la dieta T2.....	40
4.1.6. Peso de las truchas correspondiente a la dieta T2	41
4.1.7. Talla de las truchas correspondiente a la dieta T3.....	41

4.1.8. Peso de las truchas correspondiente a la dieta T3	42
4.1.9. Talla de las truchas correspondiente a la dieta T4 (Estanque).....	43
4.1.10. Peso de las truchas correspondiente a la dieta T4 (Estanque).....	43
4.1.11. Talla de las truchas correspondiente a la dieta T5 (Estanque).....	44
4.1.12. Peso de las truchas correspondiente a la dieta T5 (Estanque).....	44
4.1.13. Comparación de la talla de las truchas correspondiente a las 6 dietas	45
4.1.14. Comparación del peso de las truchas correspondiente a las 6 dietas	46
4.2. ÍNDICES ZOOTÉCNICOS	47
4.2.1. Biomasa	47
4.2.2. Ganancia de Peso	48
4.2.3. Ganancia del Peso Diario	48
4.2.4. Factor de conversión alimenticia	49
4.2.5. Factor de condición	50
4.2.6. Tasa de Crecimiento Específico	51
4.2.7. Porcentaje de supervivencia	52
4.3. PARÁMETROS FÍSICOS y QUÍMICOS	53
4.3.1. Oxígeno Disuelto	53
4.3.2. pH	53
4.3.3. Temperatura	54
4.3.4. Turbidez	54
4.3.5. Alcalinidad	55
4.3.6. Dureza total.....	56
4.3.7. Dióxido de carbono.....	56
DISCUSIÓN.....	58
CONCLUSIONES	62
RECOMENDACIONES	63
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	64
ANEXOS	69

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Requerimiento nutricional de la trucha por Etapa.	9
Cuadro 2. Composición nutricional del alimento comercial.	12
Cuadro 3. Composición nutricional del suplemento de espirulina usada en la experimentación.	15
Cuadro 4. Frecuencia de alimentación.	16
Cuadro 5. Comportamiento de la trucha según el nivel de O ₂ en el agua.	17
Cuadro 6. Comportamiento de la trucha según el pH del agua.	18
Cuadro 7. Comportamiento de la trucha según la temperatura de agua.	18
Cuadro 8. Requerimientos básicos de parámetros físicos y químicos para la crianza de truchas.	19

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición nutricional de las dietas experimentales.	28
Tabla 2. Frecuencia de alimentación de todas las dietas durante el periodo de experimentación.	31
Tabla 3. Horarios de alimentación en el periodo de experimentación.	31
Tabla 4. Métodos de los parámetros físicos y químicos.	36

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Trucha arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	8
Figura 2. Ciclo de vida de la trucha Arco Iris.	10
Figura 3. Espirulina (<i>Arthrospira platensis</i>).	12
Figura 4. Ciclo de vida de <i>Arthrospira platensis</i>	14
Figura 5. Mapa del área de estudio, delimitación y ubicación del área de estudio.	22
Figura 6. Área de estudio de la Piscigranja Laritayoc	23
Figura 7. Flujograma de la metodología de investigación	26
Figura 8. Flujograma de la inclusión de espirulina al alimento comercial en polvo	29
Figura 9. Flujograma de la inclusión de espirulina al alimento comercial en Pellet	30
Figura 10. Flujograma de la biometría de las truchas (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	32
Figura 11. Diagrama de dispersión de talla por tiempo en la dieta T0	38
Figura 12. Diagrama de dispersión de peso por tiempo en la dieta T0	38
Figura 13. Diagrama de dispersión de talla por tiempo en la dieta T1	39
Figura 14. Diagrama de dispersión de peso por tiempo en la dieta T1	39
Figura 15. Diagrama de dispersión de talla por tiempo en la dieta T2	40
Figura 16. Diagrama de dispersión de peso por tiempo en la dieta T2	41
Figura 17. Diagrama de dispersión de talla por tiempo en la dieta T3	41
Figura 18. Diagrama de dispersión de peso por tiempo en la dieta T3	42
Figura 19. Diagrama de dispersión de talla por tiempo en la dieta T4	43
Figura 20. Diagrama de dispersión de peso por tiempo en la dieta T4	43
Figura 21. Diagrama de dispersión de talla por tiempo en la dieta T5	44
Figura 22. Diagrama de dispersión de talla por tiempo en la dieta T5	44
Figura 23. Diagrama de dispersión agrupada de talla por tiempo de las 6 dietas alimenticias	45
Figura 24. Diagrama de dispersión agrupada de peso por tiempo en las 6 dietas alimenticias	46
Figura 25. Diagrama de cajas y bigotes de la biomasa	47
Figura 26. Diagrama de cajas y bigotes de la ganancia de peso	48
Figura 27. Diagrama de cajas y bigotes de la ganancia de peso diario	48
Figura 28. Diagrama de cajas y bigotes de factor de conversión alimenticia.	49
Figura 29. Diagrama de cajas y bigotes de factor de condición.	50
Figura 30. Diagrama de cajas y bigotes para la tasa de crecimiento específico	51
Figura 31. Diagrama de cajas y bigotes de porcentaje de supervivencia	52
Figura 32. Diagrama de cajas y bigotes para Oxígeno Disuelto	53

Figura 33. Diagrama de cajas y bigotes para el pH	53
Figura 34. Diagrama de cajas y bigotes para la temperatura	54
Figura 35. Diagrama de cajas y bigotes para la turbidez	54
Figura 36. Diagrama de cajas y bigotes para la alcalinidad	55
Figura 37. Diagrama de cajas y bigotes para la dureza total	56
Figura 38. Diagrama de cajas y bigotes para el Dióxido de carbono	56

RESUMEN

La presente investigación se realizó en las instalaciones del laboratorio de Pesquería de la Facultad de Ciencias Biológicas y complementariamente en la Piscigranja Laritayoc, ubicada en el distrito de Poroy-Cusco, en los meses de Febrero a Julio del 2023, se tuvo como objetivo evaluar la utilización de espirulina (*Arthrospira platensis*) en la alimentación de alevinos de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) en condiciones de laboratorio y campo, la investigación fue de tipo descriptivo experimental con 6 tratamientos distribuidos en 4 acuarios en laboratorio y 2 estanques en Piscigranja con densidades de 30 alevinos de trucha por tratamiento, con una población total de 180 alevinos; se prepararon 4 dietas alimentarias sobre la base del alimento balanceado comercial como dieta control (T0) y la adición de espirulina como suplemento a diferentes porcentajes (T1: 2%, T2: 4% y T3: 6%) en laboratorio y en estanques al (T4: 4% y T5: 6%), la biometría se realizó cada 15 días por un periodo de 120 días, posterior a ello se actualizo las raciones alimentarias para las truchas en base a la biomasa, se determinó los índices de crecimiento de talla y peso, los índices zootécnicos y los parámetros físicos y químicos del agua; para lo cual se aplicó el DCA.

Los resultados obtenidos para los índices de crecimiento indican que las truchas alimentadas con las dietas con inclusión de espirulina presentaron mayor crecimiento de talla y peso que las truchas alimentadas con la dieta control, donde las truchas alimentadas con la dieta T3 obtuvieron el mayor promedio final de talla y peso con 19.8cm y 107.64gr respectivamente en acuarios, en comparación con las alimentadas con la dieta control con un promedio final de talla y peso de 15.8cm y 43.45gr sucesivamente, para los índices zootécnicos de las truchas, los mejores resultados fueron obtenidos con las dietas de inclusión del 6% de espirulina como la ganancia de biomasa con 1038.34gr, la ganancia de peso con 12.98gr, la ganancia de peso diario con 0.87gr/día, el factor de conversión alimenticia con 0.90, el factor de condición con 1.32 en estanque, la tasa de crecimiento específico con 2.79%/día y el porcentaje de supervivencia con el 100% en estanque. En conclusión, los mejores resultados para los índices de crecimiento e índices zootécnicos de las truchas se obtuvieron con la mayor inclusión de espirulina (6%) en cuanto a calidad de agua, esta se encuentra dentro de los valores recomendados por (FONDEPES, 2014) y (PRODUCE, 2022), tanto en acuarios como estanques.

Palabras clave: *Arthrospira platensis*, biometría, índices de crecimiento, índices zootécnicos, *Oncorhynchus mykiss*.

ABSTRACT

This research was carried out in the facilities of the Fisheries Laboratory of the Faculty of Biological Sciences and complementarily in the Laritayoc Fish Farm, located in the district of Poroy-Cusco, from February to July 2023, The objective was to evaluate the use of spirulina (*Arthrospira platensis*) in the feeding of trout fry (*Oncorhynchus mykiss*) in laboratory and field conditions. The research was descriptive and experimental with 6 treatments distributed in 4 aquariums in the laboratory and 2 ponds in the fish farm with densities of 30 trout fry per treatment, with a total population of 180 fry; Four diets were prepared based on commercial balanced feed as a control diet (T0) and the addition of spirulina as a supplement at different percentages (T1: 2%, T2: 4% and T3: 6%) in the laboratory and in ponds at (T4: 4% and T5: 6%), biometry was performed every 15 days for a period of 120 days, after which the food rations for the trout were updated based on the biomass, the growth rates of length and weight, zootechnical indices and the physical and chemical parameters of the water were determined; for which the DCA was applied.

The results obtained for the growth indices indicate that the trout fed with the diets with spirulina inclusion presented higher growth in length and weight than the trout fed with the control diet, where the trout fed with the T3 diet obtained the highest final average of length and weight with 19.8cm and 107.64gr respectively in aquaria, compared to those fed with the control diet with a final average of length and weight of 15.8cm and 43.45gr successively, for the zootechnical indexes of the trout, the best results were obtained with the diets of inclusion of 6% spirulina such as biomass gain with 1038.34gr, weight gain with 12.98gr, daily weight gain with 0.87gr/day, feed conversion factor with 0.90, condition factor with 1.32 in pond, specific growth rate with 2.79%/day and survival percentage with 100% in pond. In conclusion, the best results for growth rates and zootechnical indices of trout were obtained with the highest inclusion of spirulina (6%) in terms of water quality, this is within the values recommended by (FONDEPES, 2014) and (PRODUCE, 2022), both in aquariums and ponds.

Key words: *Arthrospira platensis*, biometrics, growth rates, zootechnical indices, *Oncorhynchus mykiss*.

INTRODUCCIÓN

La acuicultura en las últimas décadas ha experimentado un crecimiento sostenido gracias al suministro de alimentos balanceados cuyas materias primas para su fabricación son la harina de pescado y el aceite de pescado, sin embargo estos están escaseando debido a que las especies pelágicas menores de las que provienen están siendo sobreexplotadas generando una baja disponibilidad y un encarecimiento de sus precios, por lo que se busca alternativas para reemplazar la harina y aceite de pescado que contengan ingredientes ya sea de origen vegetal o animal (Barraza et al., 2019), siendo una de estas alternativas la adición de espirulina (*Arthrospira platensis*) por su alto contenido nutricional.

En la dieta alimenticia de los peces, la harina de pescado es un ingrediente básico para la elaboración de todos los alimentos comerciales, en especial en la alimentación para peces de hábitos carnívoros como las truchas (Sugiura et al., 2001), donde no necesariamente estos alimentos comerciales tienden a tener una buena conversión alimenticia motivo por el cual es importante utilizar suplementos dietéticos que puedan ayudar y generar beneficios sobre la trucha, debido a los nutrientes que posee.

La dieta alimenticia para la trucha arcoíris debe contener elementos nutricionales como las proteínas, lípidos, carbohidratos así como vitaminas y minerales (FONDEPES, 2004), la espirulina (*Arthrospira platensis*) una cianobacteria considerada como el alimento del futuro o súper alimento por tener proteínas de alta digestibilidad de 60 a 70% con todo los aminoácidos esenciales, también presenta ácidos grasos poliinsaturados como el ácido gamma linoleico además de poseer otros componentes nutricionales como vitaminas, minerales y pigmentos, su aplicación en la acuicultura es muy ventajoso porque ocasiona mejoras en el crecimiento, la coloración, la reproducción y la mejora de la calidad de carne de los peces y resistencia contra enfermedades, tiene características de ser antioxidante por estar constituido de β carotenos, ácido gamma linoleico convirtiéndola un alimento completo e idóneo para la trucha (*Oncorhynchus mykiss*) (Abu Elala et al., 2016).

En el Perú la acuicultura ha sido resaltada como una de las actividades de mayor importancia por parte de las autoridades, esto se debe a que este rubro constituye uno de los pilares más importantes para velar por la seguridad alimentaria y generar movimientos económicos, siendo los más beneficiados las zonas rurales (Berger, 2020), esto se ve reflejado en la producción de truchas que ha experimentado un crecimiento sostenido y constante, siendo comercializado mayoritariamente en el mercado interno (Saldarriaga & Regalado, 2017), el éxito de las truchas en el Perú principalmente en la sierra se debe a que se cuenta con cuerpos acuáticos de buena calidad como lagunas y ríos permitiendo resultados muy alentadores ya sea a mediano y largo plazo (Mendoza et al., 2016). Estos datos reflejan la importancia de la producción de las truchas en el Perú, por lo que se busca alimentos ideales ya sea alimentos comerciales o suplementos que permitan mejorar la producción de truchas.

Por lo tanto en la presente investigación se evaluó la utilización de espirulina (*Arthrospira platensis*) en la alimentación de alevinos de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) en condiciones de laboratorio y campo.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La acuicultura ha demostrado que desempeña un papel importante en la seguridad alimentaria mundial debido a que todo los productos pesqueros aparte de ser considerados entre los alimentos más saludables son el tipo de alimento que genera menor impacto negativo en el medio natural (FAO, 2020) por lo que debe contarse con estrategias ya sea a nivel nacional, regional o local para fomentar la seguridad alimentaria y nutricional de la población peruana sobre todo en las zonas rurales.

El gran problema de la truchicultura para las personas que se dedican a este rubro es el tiempo de producción que requiere para su comercialización, según (Zárate et al., 2018) la producción de la trucha arcoíris se da entre 7 a 8 meses. En el caso de la región Cusco según los productores de trucha, el tiempo que requiere la trucha para salir al mercado desde ovas hasta su comercialización toma un tiempo de 10 a 12 meses, por lo que se busca alternativas alimenticias con altos contenidos nutricionales que aceleren el ciclo de producción y reduzcan esa brecha de crianza de las truchas.

A nivel mundial y en el Perú hay una tendencia del consumo proteico de origen animal, que sean altamente nutritivos, sanos y bajo en grasas; la trucha un alimento altamente nutritivo, con nula presencia de colesterol, constituye una fuente proteica segura para las personas que lo consumen; En las zonas alto andinas del Perú como en la región Cusco, la truchicultura es una actividad que se desarrolla en las zonas rurales, en donde el protagonista es la desnutrición crónica de las personas (Chirinos et al., 2008) & (Mendoza, 2010), motivo por el cual la trucha constituye un alimento seguro para combatir con dicha problemática, por lo que se busca opciones alimenticias que puedan generar beneficios en la producción de las truchas como en su crecimiento, en la reducción de la mortalidad y mejoras en la producción y rendimiento acuícola, siendo la espirulina (*Arthrospira platensis*) en cumplir este perfil de beneficios hacia la trucha.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿La utilización de espirulina (*Arthrospira platensis*) mejorará la dieta alimenticia e incrementará el peso y talla de alevinos de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) en condiciones de laboratorio y campo?

¿La incorporación de espirulina en polvo (*Arthrospira platensis*) en diferentes porcentajes en la dieta alimenticia de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) influirá en los índices zootécnicos?

¿Los diferentes parámetros físicos y químicos influirán en el incremento de peso y talla de los alevinos?

JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo de investigación está orientado fundamentalmente a la alimentación de la trucha arco iris debido a que representa aproximadamente el 70% del costo total de producción (FONDEPES, 2014), la cual es preocupante porque la mayoría que se dedica a este rubro utiliza alimentos comerciales con rendimientos no verdaderamente óptimos, por lo que se busca alternativas alimenticias que fomenten mejoras en la producción de las truchas, como los suplementos dietéticos que agregan nutrientes faltantes como vitaminas, minerales, antioxidantes y pigmentos (Sanz, 2009) que ocasionan cambios favorables en el pez y mejoras en el crecimiento de peso, talla y rendimiento acuícola de las truchas.

La presente investigación generara un impacto positivo en la población que se dedica al rubro de la truchicultura, ya que se verá los beneficios nutritivos del suplemento de espirulina (*Arthrospira platensis*) sobre la trucha, que se caracteriza por tener nutrientes muy ricos en proteínas, lípidos, vitaminas, minerales y elementos nutricionales que favorecen en el desarrollo de los peces además de tener bondades como de mantener sana su piel, incrementar la tasa de crecimiento, aumentar la supervivencia e intensificar la coloración de la trucha (Ramírez & Olvera, 2006).

Este trabajo de investigación generara beneficios a la población que se dedica a la crianza de truchas, porque se fomentara una alimentación alternativa a través de un suplemento que genera beneficios a la trucha en cuanto a la producción y rendimiento acuícola así como también servirá como un aporte para futuras investigaciones.

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar la utilización de espirulina (*Arthrospira platensis*) en la alimentación de alevinos de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) en condiciones de laboratorio y campo.

Objetivos específicos

1. Determinar los índices de crecimiento, peso y talla de alevinos, en truchas (*Oncorhynchus mykiss*) bajo condiciones de laboratorio y campo.
2. Evaluar los índices zootécnicos para alevinos de trucha (*Oncorhynchus mykiss*).
3. Analizar los parámetros físicos y químicos de la calidad del agua en condiciones de laboratorio y campo.

HIPÓTESIS

H0: La incorporación de espirulina en polvo (*Arthrospira platensis*) en la dieta alimenticia de trucha, no incrementa de manera favorable los índices de crecimiento e índices zootécnicos.

H1: La incorporación de espirulina en polvo (*Arthrospira platensis*) en la dieta alimenticia de trucha, incrementa de manera favorable los índices de crecimiento e índices zootécnicos.

CAPÍTULO I

MARCO TEORICO

1. ANTECEDENTES O ESTADO DEL ARTE

1.1.INTERNACIONALES

Pókniak, (2007), incorporo espirulina (*Spirulina maxima*) en la dieta para alevinos de trucha arco iris, la investigación se realizó en el Departamento de Fomento de la Producción Animal perteneciente a la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile, el trabajo de investigación tuvo como unidades experimentales 9 estanques de $0,2m^3$, utilizo 1080 truchas con pesos promedios de 2,2gr y 4 cm, cada estanque abarco 120 ejemplares con una duración de 90 días de experimentación, elaboro tres dietas alimenticias (T1: dieta control, T2: con una inclusión de 2.5% de espirulina y T3: con inclusión del 5% de espirulina), en el caso de la dieta T1 el peso inicial, final y la ganancia de peso fueron $2.23 \pm 0.08gr$, $32.26gr \pm 5.08gr$ y $30.03gr$ respectivamente, para la dieta T2 el peso inicial, final y ganancia de peso fue 2.17 ± 0.29 , $31.26 \pm 5.56gr$ y $29.09gr$ sucesivamente, para la dieta T3 tuvo un peso inicial, final y ganancia de peso de $2.11 \pm 0.21gr$, $27.52 \pm 2.15gr$ y $25.41gr$, para la conversión alimenticia arrojaron los siguientes resultados para la dieta T1,T2 y T3 0.79, 0.82 y 0.89 respectivamente, la tasa de crecimiento específico para las tres dietas logro tener lo siguiente, 3.01 para la dieta T1, 3 .0 para la dieta T2 y 2.90 para la dieta T3.

Sirakov et al., (2012), evaluó el efecto de la espirulina sobre los parámetros de crecimiento de la trucha arco iris, la actividad se llevó a cabo en una base de acuicultura de la universidad de Trakia de la ciudad de Stara Zagora en Bulgaria por un periodo de 35 días, la unidad experimental fue un tanque de concreto abastecido con agua común de recirculación, prepararon 2 dietas, la dieta basal (BD) solo alimento comercial y la dieta experimental (10% SD) con un agregado de 10% de espirulina, la ganancia de peso fue mayor en la dieta 10% SD con 7.88gr y la menor en BD con 7.58gr, la mayor ganancia de talla fue para la dieta 10% SD con 2.92cm y la menor 2.57cm para BD, el factor de condición para la dieta BD oscilo entre 0.88 a 1.12, para la dieta (10% SD) fue entre 0.88 y 1.18, para la tasa de crecimiento diario consiguieron los resultados para la dieta BD Y SD fueron 1.21y 1.27 %/ día en ese orden, la tasa de supervivencia fue 96.8 %/día para la dieta BD y 96.8 para la dieta SD, el factor de conversión alimentaria fue 1.32 y 1.26 tanto par al dieta BD y SD correspondientemente, concluyeron la espirulina al agregar 10% al alimento de truchas favorece al crecimiento de peso y talla.

Diaz & Leon, (2014), utilizo la espirulina (*Spirulina máxima*) en la alimentación de alevinos de trucha arco iris (*Oncorhynchus mikyss*), el trabajo de investigación se realizó dentro de una finca privada ubicado en el municipio de Fuquene, departamento de Cundimarca Colombia, cuyo objetivo fue evaluar la respuesta productiva al incorporar espirulina (*Spirulina Maxima*) como recurso alimenticio en la dieta de alevinos de trucha arco iris (*Oncorhynchus mikyss*) de las cuales emplearon 406 larvas de trucha arco iris con pesos iniciales de 0,15gr y una talla de 2,22 cm adquiridas artificialmente, las larvas fueron distribuidas en 12 cubetas de plástico de 35x35x20cm con un flujo constante de agua de 0,04 l/s cada uno de ellos con 34 alevinos, cada cubeta separada mediante una malla de 10cm en la salida de agua, emplearon cuatro dietas con

tres réplicas de cada tratamiento, las cuatro dietas fueron aplicadas de la siguiente manera: una dieta control (T0) solo con alimento comercial, a la que se le agrego porcentajes de Spirulina en polvo (T5: 5%, T10: 10% y T15: 15%), la investigación duro 90 días, mediante el análisis ANOVA mostraron que el T15 presento mayores niveles de ganancia diaria con 12,48g y para la longitud de igual manera el T15 mostro mejores resultados con 9.96cm, la mayor tasa de crecimiento especifico fue para T15 con 4,94%/día, para el factor de condición se obtuvo un valor similar de con excepción del T5 que fue 1,26, la menor tasa de conversión alimenticia fue obtenido por el T15 1,09 concluyendo que los alevinos de trucha arco iris alimentados con tratamiento al 15% de espirulina es mejor tanto en el incremento de peso, ganancia de peso, tasa de crecimiento específico y la tasa de conversión alimenticia.

Abo-State et al., (2017), utilizo la espirulina secada (*Spirulina platensis*) como promotor de crecimiento para tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*), el trabajo de investigación se realizó a escala de campo y de laboratorio, en escala de campo se realizó en un sistema Hapa de estanque con cuatro dietas experimentales de espirulina (0%, 0,03%, 0,05 % y al 0,07%) y a nivel de laboratorio se hizo cuatro dietas uno sin ningún tratamiento y otro con el mejor nivel de espirulina obtenido en el experimento de campo y con dos dietas comerciales de 0.2% de Biogen y 0.1% de Garling Plus, indican que la espirulina al 0.3 % tanto en campo como en laboratorio fue el de mejor desempeño para el crecimiento, los efectos de espirulina en el experimento de campo, el mayor valor de tasa de crecimiento especifico fue 5.62%/día de la dieta con 0.03% de espirulina y el menor valor fue 5.48%/día de la dieta con 0.07% de espirulina y la tasa de supervivencia fue de 99% en las tres dietas de espirulina y la dieta control fue de 98%, a nivel de laboratorio el mayor valor de la tasa de crecimiento fue 3.32%/día de la dieta con espirulina al 0.03% y el menor valor fue 3.04%/día de la dieta control.

Carrillo et al., (2018), evaluó el reemplazo de harina de pescado por harina de gluten de maíz en la dieta de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), el trabajo de investigación se realizó en el laboratorio de producción acuícola de la FEZ Iztacala de la Universidad Nacional Autónoma de México, las truchas tuvieron una adaptación en un tanque de 500L y alimentados con alimento comercial por 15 días, el proceso experimental se realizó en 8 tanques de polipropileno de 500L en donde cada tanque abarco 45 truchas juveniles puestas aleatoriamente con un peso promedio de 14,7gr , elaboraron tres dietas con 40% de proteína y 12% de lípidos como base, las dietas consistieron en la sustitución de la harina de pescado por el gluten del maíz en un 50% , 75% y 100% (G50, G75, G100 respectivamente) y tuvieron como dieta control un alimento comercial, el trabajo tuvo un periodo de duración de 90 días, las truchas fueron alimentados 2 veces al día y al 7% de su biomasa total, para ajustar la ración se pesaron al azar 6 ejemplares cada 10 días, los resultados arrojaron que la dieta control presenta la mayor ganancia de peso 373gr y la dieta G100 con 102gr siendo la de menor ganancia de peso, para la tasa de crecimiento especifico también fue mayor en la dieta control 1.7 % /día y la menor la dieta G100 con 0.8 % /día, concluyendo que a mayor reemplazo de la harina de pescado por gluten de maíz menor es el crecimiento.

Sheikhzadeh et al., (2019), utilizo (*Spirulina platensis*) en la alimentación de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), la investigación se llevó a cabo en una piscifactoría privada en Firouzkooh, Irán, usaron 135 individuos de trucha arcoíris distribuidos de manera aleatoria en

9 tanques de cemento, cada uno de ellos conteniendo 15 truchas, realizaron tres dietas experimentales con 37.8% de proteína cruda que contenían 0, 2.5 y 5 % de *Spirulina platensis* reemplazándolas con harina de pescado para que todo los tratamientos tengas el mismo porcentaje de proteína, las truchas fueron alimentados 2 veces al día (8:00am y 17:00pm) para cada grupo de tratamiento al 2% de su peso corporal en un periodo de tiempo de 7 semanas continuas, obtuvieron los siguientes resultados, el factor de condición para la dieta de *Spirulina platensis* al 0% fue 1.061 ± 0.017 , al 2.5% de 1.077 ± 0.017 y al 5% de 1.059 ± 0.030 , la tasa de supervivencia fue al 100% en todo los tratamientos, en el caso de los parámetros físicos y químicos fueron 13°C temperatura, 8mg/L de oxígeno disuelto y 7.8 de pH.

Triviño, (2020), evaluó la inclusión del prebiótico Citromarine en la dieta de alevinos de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), el objetivo de la investigación fue los efectos del prebiótico comercial en alevinaje temprano de trucha arcoíris, la investigación se realizó en la finca Unión (vereda quebrada Honda) ubicada en el municipio de Cogua, departamento de Cundimarca a 3000 y 3400 msnm en Colombia, las unidades experimentales fueron 6 canaletas cada uno conteniendo 5000 ejemplares dispuestos al azar, elaboro 2 dietas T1 alimento comercial más 5 gr/kg del prebiótico Citromarine y la dieta T2: alimento comercial, indico que la talla y peso final para la dieta T1 fue 2.657cm y 0.218gr respectivamente, para la dieta T2: 2.642 y 0.223gr sucesivamente, concluyendo que el prebiótico en la dieta de trucha arco iris durante la fase de iniciación en 30 días no tiene efectos positivos sobre el desarrollo y sobrevivencia de los alevinos.

1.2.NACIONALES

Quispe, (2014), evaluó la rentabilidad de dos alimentos comerciales (Nicovita y Purina) y una de elaboración propia en el crecimiento de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), el estudio se realizó en el área de la empresa AQUARIUS TWINS ubicado en el lago Titicaca en la zona de faro Pomata, provincia de Puno, las unidades experimentales fueron 9 jaulas de 6 x 6 metros , cada jaula abarcaba 10000 truchas de 15.5 a 15.9 cm constituyendo en total de 90000 truchas en etapa juvenil, evaluó 2 alimentos comerciales (Nicovita y Purina) y un alimento balanceado de elaboración propia, donde el factor de conversión alimentaria para Nicovita fue de 0.90, para elaboración propia 0.86 y para el alimento comercial Purina de 0.93, la tasa de crecimiento específico para Nicovita fue de 2.10%/día, para la elaboración propia de 2.19%/día y para el alimento Purina de 1.95%/día, el factor de condición para Nicovita, elaboración propia y Purina fueron los siguientes 1.29, 1.33 y 1.27 respectivamente, concluyendo que el alimento de elaboración propia genera mayor crecimiento de talla y peso en las truchas.

Cayturo & Villarruel, (2017), evaluó la influencia de una dieta balanceado con inclusión de espirulina (*Arthrospira platensis*) en la alimentación de Paco (*Piaractus brachypomus*) en etapa de engorde, la investigación se realizó en el centro de investigación “Roger Beuzeville Zumaeta”, localizado en el distrito y provincia de Tambopata, región de Madre de Dios, tuvieron como objetivo determinar la influencia de la dietas con *Arthrospira platensis* frente a la harina de pescado, en la alimentación de Paco (*Piaractus brachypomus*) en etapa de engorde, el tipo de estudio fue experimental con un diseño completamente al azar, se usaron tres dietas experimentales con sustitución parcial de la harina de pescado por harina de espirulina (T1: 2%

de Espirulina, T2: 4% de Espirulina y T3: 6% de Espirulina) con tres repeticiones y un testigo con 4% de harina de pescado, la investigación lo realizaron en 10 tanques experimentales de 4m de ancho, 2.5m de largo y 1.4m de alto con ingreso y salida de agua de forma permanente en un sistema cerrado de agua, usaron 100 individuos de paco con un peso promedio de 406g con 10 peces por cada corral experimental con una duración de 90 días, la mayor ganancia de peso lo obtuvieron en la dieta T1 y para la longitud fue la dieta T3, la mayor ganancia de biomasa y ganancia de peso diario fue en la dieta T1, la mejor tasa de conversión alimenticia y tasa de crecimiento específico fue en la dieta T3, el porcentaje de supervivencia fue del 100% en toda las dietas.

Rivas, (2018), evaluó la inclusión de Spirulina (*Arthrospira platensis*) en la dieta de gamitana (*Colossoma macropomun*), la investigación se realizó en el instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP) – Puerto Maldonado, la investigación fue de tipo experimental con diseño experimental al azar, uso 100 individuos de gamitana de 120 a 190g y talla de 19.3 a 23.3cm distribuido en 10 corrales experimentales de 15m², cada uno de ellos conteniendo 10 peces en un tiempo transcurrido de 60 días con tres dietas de tratamiento de Spirulina (T1: 2%, T2: 4%, T3: 6%) y una de testigo con harina de pescado con una frecuencia alimenticia de dos veces al día, las mediciones biométricos lo realizo quincenalmente, mediante el análisis estadístico ANOVA DE UN FACTOR, para las mediciones biométricas obtuvo los siguientes resultados siendo el T3 en donde se obtuvo los mayores valores de crecimiento tanto en peso y talla (120.8g y 3.2cm), respecto a los índices zootécnicos obtuvo los siguientes resultados: la mayor ganancia de biomasa fue 1400g del T1 y la menor 105g del Testigo, la mayor ganancia de peso fue de 120.83g del T3, los mayores valores de ganancia de peso diario fueron de 2.2 de los tratamientos T2 y T3, el mayor valor de tasa de conversión alimentaria fue 3.7 del Testigo, los mayores valores de factor de condición fueron de 1.2 de los tratamientos T1 y T2, la tasa de crecimiento específico de mayor valor fue 0.45 para el T3 y el porcentaje de supervivencia fue del 100% para todo los tratamientos, concluyo que la inclusión de *Arthrospira platensis* en la alimentación de *Colossoma macropomun* incide positivamente en el crecimiento de talla y peso en relación con el testigo, pero el análisis ANOVA indica que no hay diferencia significativa entre los tratamientos.

Tapara, (2020), evaluó tres alimentos balanceados en el crecimiento y mortalidad de truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) de post larva a alevino, la investigación se realizó en las instalaciones del centro de investigación y producción de bienes y servicios (CIBS), ubicado en el distrito de Chucuito-Puno, la unidad experimental estaba conformado por dos artesas la cual cada uno fue dividida en 2 para tener cuatro unidades experimentales, 3 para los tratamientos y una para el testigo, el testigo fue el alimento Naltech usado en la zona de experimentación, y los demás tratamientos fueron Nicovita, Tomasino y Ewos, la investigación fue de tipo experimental donde se tuvo una población de 1200 post larvas dividida en 300 individuos por cada unidad experimental, la investigación tuvo una duración de 36 días, durante toda la campaña se obtuvo los siguientes resultados: para el tratamiento con Tomasino la ganancia de peso fue 0.82gr, para Ewos 0.98gr, para Nicovita 1.06gr y para Naltech 0.87gr, siendo el de mayor ganancia de peso la dieta Nicovita y la menor la dieta Tomasino; para la talla, el tratamiento con Tomasino tuvo ganancia de talla de 2.59cm, Ewos 2.75cm, Nicovita 3cm y Naltech 2.63cm, obteniéndose mayor crecimiento de las truchas con Nicovita y la menor con

Tomasino; la mayor mortalidad se presentó con Tomasino (7.6%) y la menor con Nicovita (6.7%).

Romero, (2021), evaluó dos alimentos extruidos en la etapa de segundo alevinaje de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), la investigación se realizó en las instalaciones de la hacienda Pachacayo, ubicada en el distrito de Canchayllo perteneciente a la provincia de Jauja, departamento de Junín a 3500msnm, las unidades experimentales fueron 6 piletas de concreto de 5.49m x 1.21m x 0.88, cada uno de ellas acogió 5460 alevinos de truchas haciendo una población total de 32760 alevinos de trucha Arco Iris con tamaños de 6.52 a 6.70cm, el tiempo de duración de la investigación fue de 37 días, se trabajó con dos alimentos extruidas: La Molina y Nicovita, donde se reporta los siguientes resultados,: con el alimento La Molina el peso inicial, final y ganancia de peso fueron de 3.27 gr,10.53gr y 7.26gr respectivamente, para Nicovita el peso inicial, final y ganancia de peso fue 4.06ge, 12.83gr y 8.77gr sucesivamente, siendo este último el de mayor ganancia de peso; la conversión alimentaria con Nicovita fue de 0.846 y con la Molina 0.880, siendo Nicovita el de mejor conversión alimenticia; la tasa de crecimiento fue 0.20gr/día para el alimento La Molina y 0.24gr/día para Nicovita; la sobrevivencia fue mejor con La Molina que Nicovita 98.84% contra 96.79% respectivamente, concluyendo que los alimentos en evaluación mostraron resultados similares respecto a la producción de truchas.

1.3.LOCALES

Hanco, (2006), evaluó la cría, recría y engorde de las truchas en un reservorio de riego del distrito de Paccarectambo-Cusco, para fomentar la crianza de truchas de forma técnica, la investigación se realizó en un reservorio de forma poligonal irregular con una base mayor de 35m y una base menor de 30m y una altura de 2.10m, con una altura de espejo de agua de 1.90m haciendo un volumen total de 900m³ ubicado en el distrito de Paccarectambo, provincia de Paruro, realizo 10 evaluaciones tanto en la etapa de alevinos, juveniles y adultos, en lo que respecta a los alevinos evaluó tres veces, en la primera evaluación fueron alimentados con Nicovita, la segunda con Tomasino y la tercera con Nicovita, respecto a la cantidad de alevinos evaluados tanto para la primera , segunda y tercera evaluación fueron 100 de 3150, 100 de 3146 y 74 de 3143 respectivamente; para el peso y talla promedio en la primera, segunda y tercera evaluación fue de 2.67g-5.6cm, 10g-9.26cm y 16.26g-11.51cm respectivamente; en el caso de los índices zootécnicos como: la biomasa, el factor de condición y la mortalidad para la primera, segunda y tercera evaluación arrojaron los siguientes valores: 7.87Kgs-1.52(peces gordos)-0, 31.46Kgs-1.24(peces gordos)-4, 50.980Kgs-1.06(buen estado)-3 respectivamente, determino solo un parámetro físico del agua (temperatura) obteniendo los siguientes valores promedio tanto para la primera, segunda y tercera evaluación 13°C, 15°C, 15°C respectivamente.

Callañaupa, (2023), evaluó *Pleurotus ostreatus* y *Eisenia foetida* como insumos Básicos en la dieta de trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), la investigación se realizó en 2 lugares, la Piscigranja Machacancha en el distrito de Calca con 4 estanques de cemento como unidades experimentales y en laboratorio de limnología de la Escuela Profesional de Biología, con 4 acuarios como unidades experimentales, tuvo como objetivo evaluar las harinas de *Pleurotus ostreatus* y *Eisenia foetida* como insumos básicos para la alimentación de alevinos de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), en dos condiciones de estabulación (estanques y acuarios),

elaboro 3 dietas alimenticias en base a harina de lombriz (*Eisenia foetida*) y harina de estípite de seta ostra (*Pleurotus ostreatus*) al 50%, 45% y 40% nivel proteico y un alimento comercial como dieta control; cada unidad experimental conto con 35 ejemplares de alevinos de truchas (*Oncorhynchus mykiss*) en un periodo de 90 días de investigación; la mayor ganancia de talla fue 5.93cm de la dieta testigo y la menor 3.91cm en la dieta con 40% de proteína todo esto en laboratorio, en estanques la mayor ganancia de talla fue para la dieta control con 4.66cm y la menor para la dieta con 40% de proteína 2.05cm; la ganancia de peso para la dieta testigo fue 9.29gr en acuarios y 6.34gr en estanques y las más bajas 4.32gr en acuarios y 1.57gr en estanques todo esto en la dieta al 40% de nivel proteico; respecto a la biomasa, la mayor ganancia de biomasa obtuvo en la dieta testigo 208.8gr en acuarios y 187gr en estanques, los más bajos valores de ganancia de biomasa fue en la dieta al 40% nivel proteico con 81.8gr en acuarios y 35.1gr en estanques; el factor de conversión alimentaria para la dieta control tanto en acuarios como en estanques fue 1.22 y 1.01 respectivamente y finalmente para la dieta al 40% de nivel proteico el factor de conversión alimentaria fue 3.46 y 3.19 ya sea para acuario y estanque siguiendo el orden siendo estos últimos los más bajos, el factor de condición los valores oscilaron entre 0.96 a 1.06; los valores de tasa de crecimiento especifico fueron desde 0.32 hasta 3.04 en estanques y 0.22 a 4.72 en acuarios, para la mortalidad indica que hay más mortandad en acuarios que en estanques, concluyendo que los tres tratamientos experimentales formuladas a diferentes niveles de proteína influye en l ganancia de peso, talla y biomasa.

2. BASES TEORICAS

2.1. TRUCHA ARCOÍRIS (*Oncorhynchus mykiss*)

Esta especie es originario de los ríos que conforman la vertiente del océano pacifico en América del Norte, se encuentra extendida de forma natural desde el río Kuskokwim al noroeste de Alaska hasta el río Presidio en México, este organismo se encuentra en todo los continentes debido a su introducción a nivel mundial a excepción de la Antártica con fines recreacionales y de acuicultura (MINAM, 2021), en su forma de vida libre no supera los 50 centímetros de longitud aunque se tiene registros de un ejemplar cuyo longitud, peso fue de 1.2 m y 24kg respectivamente con una edad de 11 años, su apariencia es muy similar a la trucha común diferenciándose por tener la cabeza más pequeña, el cuerpo, la aleta adiposa y el caudal están moteados por pequeñas manchas negras además de presentar un banda lateral irisada (Doadrio, 2001).

En el Perú la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) fue introducida en el año de 1925 por dos personas (Mitchell y Colleg) trabajadores de un empresa minera en Pasco, con la importación de huevos fertilizados de trucha sin éxito en el primer importación y con éxito en la segunda importación en el que se logró producir 50 mil alevinos, que una vez alcanzado los 10 centímetros fueron liberados al río Tushgo y al lago Chinchaycocha, en 1930 Mitchell dono 50 truchas arcoíris al poblado de Quichuay, la cual fueron sembrados y alimentados en el centro piscícola el Ingenio ubicado en la provincia de Concepción en Junín, debido al buen desarrollo de la trucha en las lagunas, la trucha fue sembrada en el lago Titicaca en el año de 1939 en donde se adaptó de manera favorable, ya a fines del año de 1939 se culmina la construcción de un criadero de truchas en Chucuito- Puno, en la que se acogió 200 mil ovas embrionarias con la mortalidad del 100% debido a problemas de embalaje y ya para los años 40 se oficializo la introducción de la trucha en el Perú con él envió del segundo lote de ovas de Estados Unidos al Perú y además se tuvo un última introducción de las truchas al lago Titicaca proveniente de Chile, posteriormente se comenzó a diversificar la construcción de diversos centros piscícolas en las zonas andinas del Perú (MINAM, 2015).

2.1.1. TAXONOMÍA

Según FAO (2019) y Froese & Pauly (2020) citado por (MINAM, 2021), la trucha arco iris presenta la siguiente taxonomía:

REINO: Animal

PHYLUM: Chordata

SUBPHYLUM: Vertebrata

CLASE: Actinopterygii

ORDEN: Salmoniformes

FAMILIA: Salmonidae

GÉNERO: *Oncorhynchus*

ESPECIE: *Oncorhynchus mykiss*

NOMBRE CIENTÍFICO: *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792)

NOMBRE COMÚN: Trucha Arcoíris

2.1.2. MORFOLOGÍA

El cuerpo de la trucha arco iris es alargado y fusiforme, cuenta con 60 a 66 vertebras (3-4 espinas dorsales, 10-12 radios blandos dorsales, 3-4 espinas anales, 8-12 radios blandos anales y 19 radios anales), cuenta con una aleta adiposa con borde oscuro, en los flancos presenta un banda irisada rosácea longitudinal, encima de ella presenta una tonalidad azul verdusca y en la parte inferior se encuentra el vientre con un color gris plateado o blanquecino. Respecto a sus caracteres sexuales secundarios el macho tiene la banda irisada más brillante y la mandíbula más pronunciada hacia arriba, las hembras tienen el vientre abultado y el orificio genital hinchado y de color rojizo. Presentan manchas negras en forma de estrella en el cuerpo, la cabeza, la aleta dorsal, anal y caudal además de tener gonocorismo indiferenciado debido a que la glándula sexual no puede ser determinada si es ovario o testículo en los primeras etapas de la vida (Arregui, 2013).

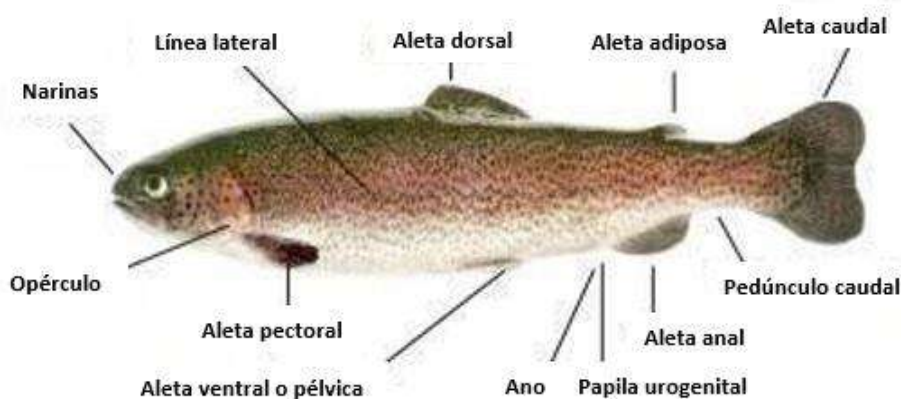


Figura 1. Trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) (Arregui, 2013).

2.1.3. HÁBITAT

La trucha arco iris puede vivir en varios hábitats, es el caso de la cepa conocida como cabeza de acero “steelhead” caracterizada por tener un ciclo de vida anádroma, es decir vive en el océano pero desova sus huevos en los ríos con fondos de grava, flujos rápidos y bien oxigenados, hasta habitar de manera permanente en agua dulce como los lagos. La cepa anádroma posee un crecimiento rápido y puede tener un peso de 7-10 kg dentro de 3 años y la cepa de agua dulce puede alcanzar 4.5 kg en el mismo lapso de tiempo, esta especie tolera amplias gamas de variación de temperatura (0-27 °C), el rango de temperatura para el desove de huevos y el crecimiento es de (9-14 °C) y para el cultivo de truchas arco iris la temperatura ideal es por debajo de los 21 °C (FAO, 2019).

En el Perú la trucha arcoíris se encuentra distribuida en las zonas alto andinas al haberse adaptado a los ríos, lagos y lagunas, es decir la trucha arco iris se encuentra en los cuerpos de agua que se encuentran por encima de los 1500 metros de altitud, en los ríos su distribución es alterado debido a su constante movilidad, como el de migrar de una zona a otra dependiendo de la estación del año, estadio biológico, hora del día y tipo de alimentación en época de reproducción (MINAM, 2021).

2.1.4. NUTRICIÓN

La trucha arcoíris, cuando son alevinos grandes generalmente se alimentan de zooplancton, pero se le puede iniciar con una dieta alimenticia artificial, ya en la etapa adulta esta especie es netamente carnívora por lo que se alimenta de presas vivas como insectos de estado larvario, moluscos, crustáceos, gusanos, renacuajos y peces pequeños de la misma o de otras especies (MINAM, 2021).

Cuadro 1. Requerimiento nutricional de la trucha por Etapa

Estadio	Proteína (%)	Grasa (%)	Carbohidrato (%)	Ceniza (%)	Humedad (%)
Alevinos	50 a 55	13 a 15	14.5 a 18.5	9 a 10	6 a 10
Juveniles	45 a 48	13 a 16	20	7	10
Engorde	45 a 48	13 a 17	23.5	8	7.5

Fuente: (De la Oliva, 2011).

2.1.5. REPRODUCCIÓN

En la reproducción de la trucha intervienen tanto la hembra como el macho, ambos depositan de forma libre en el agua sus productos sexuales (espermatozoides y óvulos) por lo que presentan una reproducción sexual externa (De la Oliva, 2011), la hembra busca un lugar idóneo para anidar y el macho protege el sitio de otros machos y depredadores interesados, una vez encontrado el lugar la hembra con su aleta anal excava el nido llamado “redd” y luego baja sobre él y coloca su caudal y aleta anal en la parte más profunda de la redd, el macho se une a ella de forma paralela para que sus orificios de ventilación estén uno frente al otro, tanto la hembra y el macho abren la boca, arquean la espalda y depositan sus huevos y la lecha o esperma al mismo tiempo, los huevos son cubiertos por una nube de lecha y es ahí donde son fertilizados (Ridolfi, 2006).

2.1.6. CICLO DE VIDA

El ciclo de vida de la trucha arcoíris comprende 5 etapas:

- **Huevo**

La incubación de los huevos fertilizados se da en el nido construido por la hembra, para su desarrollo tiene una dependencia directa de la temperatura, siendo las temperaturas idóneas de 8 a 12°C, a una temperatura de 15.6°C la eclosión del alevino será más rápida (19 días) y a una temperatura de 10°C la eclosión del alevino será más lenta (31 días) (De la Oliva, 2011).

- **Alevino**

Al culminar el desarrollo embrionario, el alevino eclosiona y se alimenta de las reservas nutricionales del saco vitelino en un periodo de dos a cuatro semanas dependiendo de

la temperatura, una vez acabado las reservas nutricionales del saco vitelino el alevino se transforma en cría y sube a la superficie, este periodo ocurre entre 14 a 20 días (De la Oliva, 2011).

- **Cría**

En esta etapa la trucha arcoíris nada libremente y se alimenta por sí solo, a medida que crece y sobrevive las crías siguen desarrollando la cual depende de factores como la duración del día, la temperatura y la alimentación (De la Oliva, 2011).

- **Juvenil**

Es la fase donde la trucha arcoíris presenta todas las características de un adulto, presenta hábitos propios de la especie, es activo, nada contra la corriente y se alimenta de pequeñas presas como ranas y peces pequeños de otras especies, solo se diferencia de los adultos porque aún no ha madurado sexualmente (De la Oliva, 2011).

- **Adulto**

Es la etapa de maduración de la trucha arcoíris, cambian de color y toman las características típicas de una trucha adulta, las truchas pueden madurar entre 15 a 18 meses pero la mayoría alcanza la madures a los 20 meses (De la Oliva, 2011).

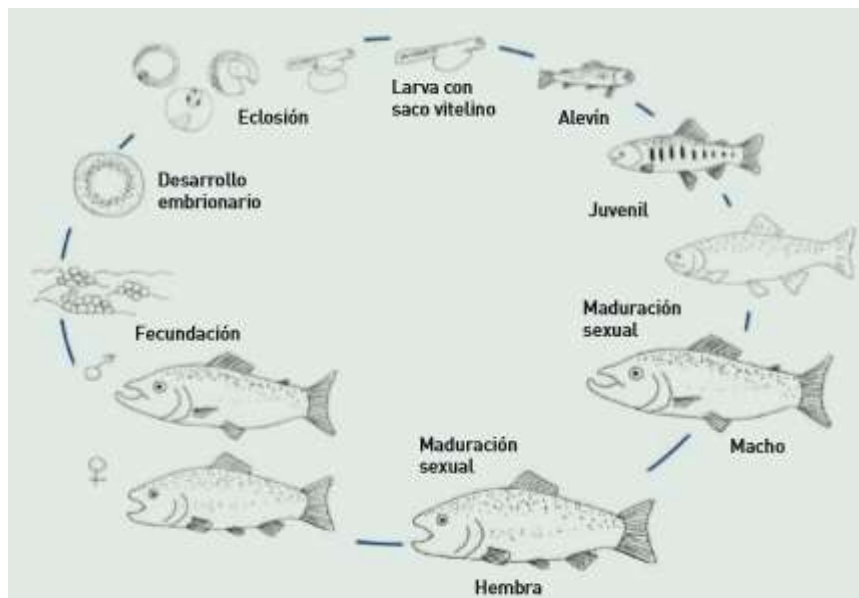


Figura 2. Ciclo de vida de la trucha Arco Iris (Arregui, 2013)

1.2.7. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE LA TRUCHA ARCOÍRIS

Según la (FAO, 2014), se tiene cinco componentes básicos y necesarios para la alimentación de las truchas y son las siguientes:

- **Proteínas**
De vital importancia porque permite la formación de distintos órganos del cuerpo, en el caso de la trucha arcoíris las proteínas deben ser mayormente de origen animal como la carne, el hígado y la sangre.
- **Carbohidratos**
Muy necesarios porque constituyen como la principal fuente de energía, entre los que se tiene son los cereales como el trigo, maíz, cebada y la soya.
- **Grasas**
Importantes por que aportan como fuente de energía.
- **Vitaminas**
Fundamentales para el crecimiento de la trucha arcoíris además de evitar ciertas enfermedades.
- **Minerales**
Muy valiosos por su participación en la formación de los huesos, dientes y la sangre, en el caso de las truchas su requerimiento es muy reducido y son asimilados del agua y del alimento.

2.2.ALIMENTACIÓN

En la acuicultura la alimentación está relacionada con el crecimiento y la supervivencia de los organismos acuáticos en un periodo de tiempo determinado, este ha de ser de vital importancia e indispensable para el desarrollo de los peces (DINARA, 2010).

2.2.1. Calidad del alimento

Los alimentos suministrados a las truchas deben tener alta calidad alimenticia, para cumplir con sus necesidades y tener buena salud, el alimento dado debe ser en relación al tamaño del pez, en el mercado actual se distribuyen dos tipos de alimento: extruido y pelletizado, para una buena calidad de estos alimentos deben contar con un alto contenido proteico fundamentalmente en los primeros estadios de desarrollo incluyendo otras característica como los pigmentos para dar color a los músculos y otros promotores de crecimiento que se evalúan permanentemente (De la Oliva, 2011).

2.2.2 Alimento balanceado extruido para Truchas

Es un alimento extruido para truchas con características de flotabilidad y de lento hundimiento, este alimento se elabora de acuerdo a los requerimientos nutricionales de las truchas, está preparado por los siguientes ingredientes, harina de pescado y de soya, aceite de soya, algunas vitaminas como la vitamina (A, C, D3, E, K3, B1, B2, B6, B12, Niacina, ácido pantoténico, ácido fólico, biotina) y también posee minerales como cobre, hierro, selenio, manganeso, zinc, yodo, cloruro de colina y de sodio y antioxidantes (Ruiz, 2022).

Cuadro 2. Composición nutricional del alimento comercial

PRODUCTO	Proteína %mínimo	Grasa % mínimo	Fibra % mínimo	Humedad % mínimo	Ceniza % mínimo	Tamaño de Pellet
Inicio	45	13	3	12	10	2mm
Crecimiento 1	42	13	3	12	12	3mm
Crecimiento 2	42	13	3	12	12	4mm
Engorde sin pigmento	40	13	4	12	12	6mm
Engorde con pigmento	40	13	4	12	12	6mm

Fuente: (Ruiz, 2022).

2.2.3. ESPIRULINA (*Arthrospira platensis*)

La *Arthrospira platensis* anteriormente conocida como “Spirulina”, es una alga filamentosa microscópica de forma helicoidal, tiene un tamaño promedio de 200 a 250 μ muy usado en la alimentación de humanos y animales por su gran digestibilidad (88-99%) (Licett et al., 2014), esta microalga se establece de mejor manera en lagos y estanques de agua dulce con temperaturas moderadas y de mucha iluminación solar, este microorganismo tiene sus orígenes en las comunidades antiguas de la cultura azteca usado como fuente alimenticio debido su alto valor nutricional y su escasa toxicidad, en el ciclo presente la *Arthrospira platensis* es conocido comúnmente como espirulina pero se hizo cambios reciente en el nombre para un mejor ajuste de la estructura taxonómica, debido a la gran demanda en la salud y en la alimentación de los humanos que han decidido incluir en su dieta, comercialmente es más conocido como “espirulina” (Guasto, 2019).

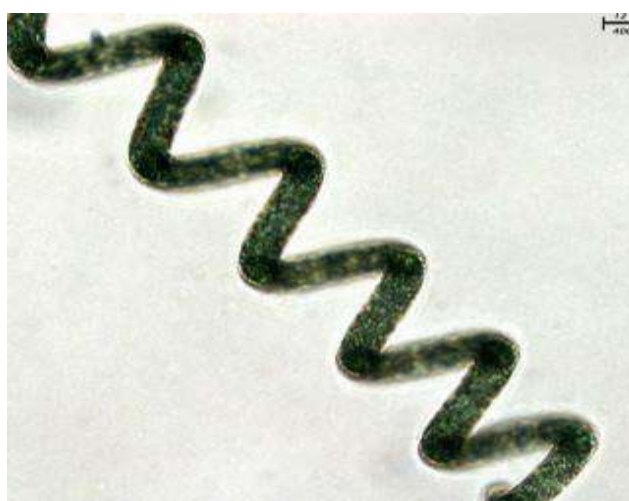


Figura 3. Espirulina (*Arthrospira platensis*) (Guasto, 2019)

2.2.3.1. Morfología

La *Arthrospira platensis* vista de un microscopio electrónico presenta una organización procariota, como el de tener una cápsula, una pared celular pluri-estratificada, láminas fotosintéticas o tilacoides, ribosomas y fibrillas de ADN en la parte central y varias inclusiones, la cápsula presenta una estructura fibrilar e irregular alrededor de los filamentos, la longitud de sus tricomas es de 500 μm , el ancho varía de 6-2 μm y está conformada por células cilíndricas, el diámetro de la hélice varía entre 30 a 70 μm (Sánchez et al., 2003).

La pared celular de la espirulina está constituida por cuatro capas, enunciadas desde la más interna a la más externa como son: la L1, LII, LIII y LIV, la capa LI contiene β -1,2-glucano un polisacárido no digerible en seres humanos pero que se encuentra en bajas concentraciones (< 1%), la capa L2 tiene un grosor de 12nm y está constituida por proteínas y lipopolisacáridos siendo estos digeribles por los humanos además de ser responsable de la rigidez de la pared celular por el peptidoglicano que contiene (Sánchez et al., 2003)

La clorofila, los carotenos y las ficobilisomas de la espirulina llevan dentro la ficocianina (pigmento azul) situadas en el sistema tilacoidal o laminillas fotosintéticas, entre el espacio tilacoidal se encuentran vesículas de gas proteico electrónicamente transparentes en forma cilíndrica que le permite a la espirulina flotar, en la parte central se encuentran los ribosomas y las fibrillas de ADN, la espirulina presenta inclusiones periféricas como los gránulos de cianoficina o de reserva importantes por su naturaleza química y una serie de pigmentos, cuerpos poliédricos o carboxisomas que contienen la enzima 1.5- difosfato carboxilasa responsable de la fijación del CO_2 , gránulos de poliglucano o gránulos de glucógeno o gránulos α son polímeros de glucosa pequeños y circulares ubicados en el espacio intertilacoidal, gránulos de lípidos o gránulos β o gránulos osmófilos constituidos por poli- β -hidroxibutirato (PHB) presente solo en procariotas que sirve como reserva de carbono y energía y gránulos de polifosfato (Sánchez et al., 2003).

2.2.3.2. Hábitat y distribución

Las especies de *Arthrospira* en su mayoría habitan en sistemas acuáticos alcalinos, aunque se encontró especies que habitan sistemas acuáticos de agua dulce como ríos, manantiales y estanques (Ramírez & Olvera, 2006), debido a la gran demanda de espirulina se ha extendido la producción comercial en todo el mundo como México, EE.UU, Tailandia, India, China, Taiwán, Australia, Cuba, Chile, Vietnam, Israel, Bangladesh, Filipinas, Martinica, Perú, Brasil, España, Portugal y otros países (Henrikson, 2011).

2.2.3.3. Reproducción y ciclo de vida de (*Arthrospira platensis*)

La *Arthrospira* se reproduce por fisión binaria transversal (Ramírez & Olvera, 2006) y su ciclo de vida se da mediante tres etapas: la fragmentación de los tricomas, el aumento y maduración de las células de hormogonios y la elongación de los tricomas, la primera etapa empieza con la fragmentación de los tricomas maduros en varios filamentos denominados hormogonios, previa formación de células especializadas llamadas Necridio donde ocurre la reabsorción del material celular ocasionando la fragmentación, el incremento de las células de hormogonios se da por fisión binaria, en este proceso los tricomas crecen longitudinalmente y adquieren su forma helicoidal (Sánchez et al., 2003).

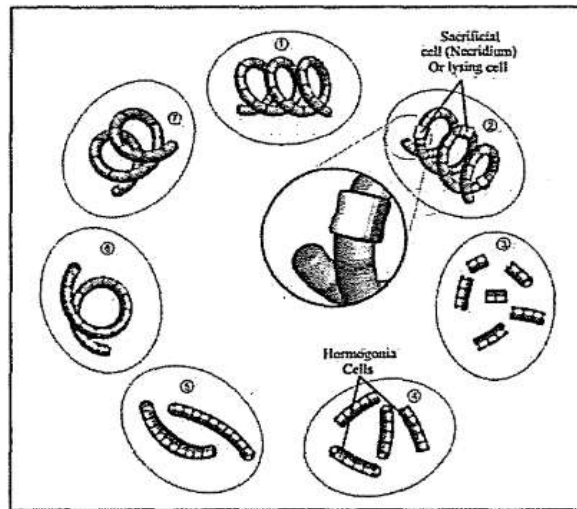


Figura 4. Ciclo de vida de *Arthrospira platensis* (Sánchez et al., 2003)

2.2.3.4. Taxonomía de *Arthrospira platensis*

Según Fedor (n.d.) citado por (Guasto, 2019), la espirulina presenta la siguiente taxonomía

REINO: Monera

PHYLUM: Cyanobacteria

CLASE: Cyanophyceae

ORDEN: Nostocales

FAMILIA: Oscillatoriaceae

GÉNERO: *Arthrospira*

ESPECIE: *Arthrospira platensis*

NOMBRE COMÚN: Espirulina

2.2.3.5. Composición química de (*Arthrospira platensis*)

a. Proteínas

La concentración de proteínas de *Arthrospira platensis* es de 60-70% de su peso seco, entre los aminoácidos esenciales de mayor valor en porcentaje del total de aminoácidos se tiene Leucina (10.9%), Valina (7.5%), isoleucina (6.8%), en temperaturas altas por encima de 67 °C ocasiona la desnaturalización de las proteínas de la espirulina y la gelificación de la proteína de la espirulina se da por la interacción de las zonas hidrofóbicas durante el calentamiento y la formación de los enlaces hidrogeno durante el enfriamiento (Sánchez et al., 2003).

b. Vitaminas

La *Arthrospira platensis* tiene gran variedad de vitaminas como: la provitamina A, β caroteno, vitamina E, Tiamina B1, Riboflavina B2, Niacina B3, Vitamina B6, Vitamina B12, Ácido fólico, Biotina, Ácido pantoténico, Vitamina K (Sánchez et al., 2003).

c. Lípidos

Los lípidos constituyen el 4 a 7 % del peso total de *Arthrospira platensis* de su peso seco, esta microalga contiene ácidos grasos esenciales como: Ácido mirístico, Ácido palmítico, Ácido palmítico, Ácido palmítico, Ácido oleico, Ácido linoleico, Ácido linoleico (Sánchez et al., 2003).

d. Minerales

La *Arthrospira platensis* está constituido por minerales de gran importancia como: Calcio, Cromo, Cobre, Hierro, Magnesio, Manganeso, Fósforo, Potasio. Sodio, Zinc (Sánchez et al., 2003).

e. Carbohidratos

La *Arthrospira platensis* contiene aproximadamente 13.6 % de carbohidratos de las cuales se tiene los siguientes: Glucosa, Ramnosa, Manosa, Xilosa y la Galactosa, una de las características de la espirulina a destacar es que su pared celular no contiene celulosa facilitando la absorción intestinal en humanos, la *Arthrospira platensis* tiene un nuevo polisacárido denominado “immulina”, este polisacárido tiene una actividad inmunoestimuladora y es altamente soluble en el agua, representa el 0.5-2% del peso seco de la microalga (Sánchez et al., 2003).

f. Ácidos nucleicos

La mayoría de microorganismos tienen un alto contenido de ácidos nucleicos, la *Arthrospira platensis* es la excepción ya que solo contiene entre 2 a 3.5 % de ARN y un 0-6 a 1% de DNA lo que representa menos del 5% del peso seco de estos ácidos en la microalga (Sánchez et al., 2003).

g. Pigmentos

La *Arthrospira platensis* presenta las siguientes pigmentos naturales: Carotenoides, Clorofila A y Ficocianina (Sánchez et al., 2003).

Composición nutricional del suplemento de espirulina de la Marca ESVITAL usado en el presente trabajo de investigación.

Cuadro 3. Composición nutricional del suplemento de espirulina usada en la experimentación

Información Nutricional (por porción de 100gr)	
proteína	67.60gr
carbohidratos	7.12gr
grasa	6.86gr
grasa saturada	3.80gr
Energía	373.0kcal

Fuente: Empresa “ES Vital” (s/f)

2.2.3.6. Importancia de (*Arthrospira platensis*)

La *Arthrospira platensis* tiene un alto valor de importancia por su alto contenido de micronutrientes y macronutrientes además de poseer ciertas propiedades como el de aumentar los niveles de energía, reducir el estrés premenstrual, mejorar el rendimiento de los atletas, mejorar el apetito y dar protección antioxidante, al ser rico en proteínas, aminoácidos, minerales y nutrientes son muy usados en suplementos alimenticios ya sea en polvo, tabletas o encapsulados, otra de sus aplicaciones es que sirven como fuente de pigmentos, vitaminas y ácidos grasos o como aditivos para la obtención de fórmulas farmacéuticas y alimenticias, en la acuicultura son muy usados como alimento de molusco, microcrustáceos y sobre todo en peces ya que este mantiene sana su piel intensifica su color además de mejorar la tasa de crecimiento, supervivencia y fertilidad del organismo acuático (Ramírez & Olvera, 2006).

2.2.4. Frecuencia de la alimentación

Explica la cantidad de veces que se debe de dar de alimento en el día a las truchas, comúnmente dividida entre la cantidad total de alimento diario, está dada en función al crecimiento del peso o de la talla de la trucha, lo aconsejable para alimentar a las truchas es 6 días a la semana y los domingos ayuno (FONDEPES, 2004).

Cuadro 4. Frecuencia de alimentación

Peso Unitario (gr)		Frecuencia de Alimentación
Desde	Hasta	
Post - Larvas	1	10 a 15
1	5	8 a 10
5	25	4 a 6
25	66.6	3 a 4
66.6	Comercialización	2 a 4
100 a 130	Comercialización	2 a 4
> 500	Fin de su ciclo reproductivo	2

Fuente: (FONDEPES, 2004).

2.3 INDICES ZOOTECNICOS

2.3.1. Biomasa inicial

Se obtiene a partir del peso inicial de los peces (gr) multiplicado por el número de peces iniciales (obtenido a partir de los porcentajes de supervivencia) (Ballester, 2020).

2.3.2. Biomasa final

Determinado a través del peso final de los peces (gr) multiplicado por el número de peces finales (obtenida a partir de los porcentaje de supervivencia) (Ballester, 2020).

2.3.3. Ganancia de biomasa

La ganancia de biomasa se obtiene a través de la diferencia entre la biomasa final y la biomasa inicial (Ballester, 2020).

2.3.4. Ganancia de peso

La ganancia de peso es el resultado de la diferencia entre el peso promedio final y el peso promedio inicial (S. C. Quispe et al., 2018).

2.3.5. Ganancia de peso diario

La ganancia de peso diario es el resultado de la ganancia de peso dividido por el tiempo (en días) (S. C. Quispe et al., 2018).

2.3.6. Factor de conversión alimenticia

Este índice zootécnico se define como la cantidad de alimento a proporcionar en kilogramos para obtener 1 kilogramo de carne de pez (FONDEPES, 2004), por lo que se interpreta: valores inferiores a 1 nos indica que hay una correcta asimilación de los alimentos y valores superiores a 1.2 la asimilación de los alimentos es mala (Galindo et al, 1999) citado por (Quispe, 2014).

2.3.7. Factor de condición

Este parámetro es muy usado en peces para medir la relación volumétrica en función del peso así como también determina el grado de bienestar o robustez (Martínez, 1987) citado por (Santoyo et al., 2019), este índice nos indica que valores menores a 1 el pez esta en condición delgada, igual a 1 el pez tienen una condición normal pero si presenta valores mayores a 1 el pez se encuentra en un estado de condición gordo (Morales, 2006) citado por (Quispe, 2014).

2.3.8. Tasa de crecimiento específico

Este parámetro refleja el crecimiento del pez en peso, esta expresado en porcentaje por día (Quio, 2020).

2.3.9. Porcentaje de Supervivencia

Este índice zootécnico indica la relación entre el número de peces que sobrevivieron hasta el final del experimento con el número de peces que fueron sembrados al inicio y se expresa en porcentaje (Quio, 2020).

2.4. Requerimientos físicos y químicos para el cultivo de la trucha arco iris

2.4.1 Oxígeno Disuelto

En el cultivo de la trucha arco iris es una de las actividades de mayor requerimiento de oxígeno disuelto, se estima que las truchas en crecimiento requieren tasas de oxígeno permanente no menor a 5-5.5 mg/L, siendo los alevinos mucho más exigentes ya que requieren de 6 a 7mg/L para su sobrevivencia ya que las truchas presentan inconvenientes al momento de percibir el oxígeno del agua y transportarlos por sus branquias (De la Oliva, 2011), se ha registrado la mortalidad por asfixia de la trucha arco iris en aguas con concentraciones de oxígeno disuelto inferiores a 4mg/L y no hay evidencias de la eclosión de sus huevos inferiores a esta concentración (Molony, 2001), en términos generales para el cultivo de trucha arco iris el rango de oxígeno disuelto en el agua es de 7.5 a 12mg/L siendo el óptimo 8.5 mg/L (FAO, 2014).

Cuadro 5. Comportamiento de la trucha según el nivel de O_2 en el agua

O_2 mg/L	0 - 3.0	3.1 - 4.5	4.6 - 5.9	6.0 - 8.5
Condición	Muere	Sufre grave estrés	Poco estrés crecimiento lento	Optimo desarrollo

Fuente: (FONDEPES, 2014).

2.4.2. pH

Es un parámetro importante cuya medición está determinada por la presencia de hidrogeno en el agua, tiene una escala de 0 a 14 donde el valor de 7 representa la neutralidad y los valores inferiores a este son ácidos y superiores a la misma son alcalinos, para la crianza de truchas los valores adecuados de pH deben tener un rango de 6.5 a 9, pues en valores inferiores a 6.5 y superiores a 9.5 la reproducción de las truchas es muy escasa además se indica que en valores de pH menores a 4 ocasiona la muerte acida de los peces y en valores mayores de 11 genera la muerte alcalina (De la Oliva, 2011). En el caso de la trucha arco iris hay bajo éxito de eclosión de sus huevos y una nula supervivencia de alevinos en un rango de pH de 4.5 a 5.5 (Molony, 2001)

Cuadro 6. Comportamiento de la trucha según el pH del agua

pH	4.5 - 5.0	5.1 - 6.5	6.6 - 7.9	8.0 - 10.0
Condición	Mucho estrés crecimiento lento	Estrés crecimiento lento	Optimo desarrollo	Crecimiento lento muere

. Fuente: (FONDEPES, 2014)

2.4.3. Temperatura

La trucha arco iris por sí sola no regula su temperatura corporal por lo que depende en su totalidad del medio acuático en que vive, este parámetro influye de forma directa en la reproducción de las truchas, en el crecimiento de los alevinos y los adultos y en la actividad metabólica de las truchas, de manera indirecta influye en las concentraciones de oxígeno disuelto, en la concentración de productos metabólicos como el amoniaco y en el tiempo y grado de descomposición de los desechos depositados en el fondo del estanque, las truchas pueden vivir en el agua en un rango de temperatura de 0 a 25 °C, en el caso de crías artificiales de truchas se desarrollan en temperaturas de 9 a 17 °C, en la etapa alevín la temperatura adecuada es de 10 a 12 °C y en los juveniles es de 16 °C. (De la Oliva, 2011).

Cuadro 7. Comportamiento de la trucha según la temperatura de agua

Temperatura °C	1.0 - 3.0	4.0 - 8.0	9.0 - 14.0	15.0 - 17.0	18.0 - 20.0
Consecuencias	Muere	Crecimeinto Lento	Crecimeinto optimo buena incubación y reproducción	Velocidad de crecimiento disminuye	Estrés, bajo contenido de O2

Fuente: (FONDEPES, 2014).

2.4.4. Turbidez

La turbidez del agua es un factor negativo para la crianza de truchas ya que estas especies tienen preferencias por las aguas cristalinas, siendo más crítico en los alevinos de trucha ya que las partículas suspendidas generan problemas branquiales como infecciones e irritaciones así como dificultades en el paso de oxígeno, en cuestiones de productividad este parámetro afecta en la tasa de crecimiento de la trucha (De la Oliva, 2011), para las truchas se recomienda valores menores a 5 UNT.

2.4.5. Dureza

La dureza es muy importante en el cultivo de salmónidos por que influye sobre la solubilidad de otros iones tóxicos como cobre y zinc, para el cultivo de truchas necesariamente el agua debe ser relativamente dura la cual otorga beneficios como la disminución de toxicidad ocasionadas por cobre y zinc, amortiguación de aguas acidas y reducción de enfermedades (Molony, 2001).

2.4.6. Dióxido de carbono (CO₂)

Este compuesto químico su presencia en el agua se debe a la respiración de los peces y de las plantas así como también a la descomposición de la materia orgánica, en el caso de la truchicultura se recomienda que la concentración de este compuesto se encuentre por debajo de 2ppm, de lo contrario sería perjudicial para la crianza de truchas ya que escasearía el oxígeno disuelto y modificaría el pH del medio acuático (FONDEPES, 2014).

2.4.7. Alcalinidad

Es un parámetro que explica la existencia de sustancias químicas como carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos, responsables de que el agua tenga un pH por encima de 7 o sean alcalinas, estos compuestos son responsables de tamponar el agua y mantener el pH constante, para la crianza de las truchas los valores adecuados óptimos va desde 80 a 180 ppm (FONDEPES, 2014).

Cuadro 8. Requerimientos básicos de parámetros físicos y químicos para la crianza de truchas

Parametro	Rango
Temperatura	Incubación 9°C - 12°C
	Alevino 10°C - 12°C
	Crecimiento 10°C - 17°C
Oxigeno Disuelto	Todo el proceso mayor a 5ppm
	Alevino mayor a 7 mg/L
	Crecimiento mayor a 5.5 mg/L
pH	6.5 - 9.0
Dureza Total (mg CaCO ₃)	Mayor a 200mg/L
Dioxido de Carbono	Menor a 2 ppm
Alcalinidad	80 - 180 ppm

Fuente: (FONDEPES, 2014) & (PRODUCE, 2022).

2.5. BASES CONCEPTUALES O DEFINICIÓN DE TERMINOS

°C:	Grados Celsius
pH:	Potencial de Hidrogeniones
CO ₂ :	Dióxido de Carbono
ppm:	partes por millón
gr:	gramos
UTM:	Universal Transverse Mercator
L:	Litros
cm:	Centímetros
mm:	Milímetros
BIOi:	Biomasa Inicial
BIOf:	Biomasa Final
GBIO:	Ganancia de Biomasa
GP:	Ganancia de Peso
GPD:	Ganancia de peso diario
FCA:	Factor de Conversión Alimenticia
K:	Factor de condición
TCE:	Tasa de Crecimiento Especifico
PS:	Porcentaje de Supervivencia
mg/L:	miligramo litro
UNT:	Unidades Nefelometricas
R:	Correlación
.R ² :	Coefficiente de determinación
ANOVA:	Análisis de Varianza
%:	Porcentaje
Kg:	Kilogramo
OD:	Oxígeno Disuelto
N°:	Numero
Ln:	Logaritmo Natural

CAPITULO II

ÁREA DE ESTUDIO

2.1. ÁREA DE ESTUDIO A NIVEL DE LABORATORIO

2.1.1. UBICACIÓN POLÍTICA

La provincia de Cusco está situada en la parte occidental del valle del río Huatanay, en la zona central inter-andina de la región del Cusco, sierra sur este del Perú, esta localidad presenta las siguientes coordenadas geográficas latitud sur que van desde 13° 00' 45'' hasta 13° 34' 50'' y Longitud Oeste 71° 49' 27'' hasta 72° 03' 32'' (PDPCMPC, 2013).

La provincia de Cusco limita:

Por el Sur: con la provincia de Paruro

Por el Norte: con las provincias de Calca y Urubamba

Por el Este: con la provincia de Quispicanchis

Por el Oeste: con la provincia de Anta

2.1.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El trabajo de investigación se realizó en las instalaciones del laboratorio de Pesquería de la Escuela Profesional de Biología ubicada en la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC), ubicada a 3404 m de altura y presentando las siguientes coordenadas UTM 179570 Este y 8503249 Norte.

2.2. ÁREA DE ESTUDIO A NIVEL DE CAMPO

2.2.1. UBICACIÓN POLÍTICA

El distrito de Poroy forma parte de los 8 distritos de la provincia de Cusco, ubicado al noreste del distrito de Cusco, presenta las siguientes coordenadas UTM 8505700 al Norte y 820500 al Este, con una altura de 3480m a 4170m de altura (PDPDP, 2023).

El distrito de Poroy limita:

Por el Norte: con el Distrito de Cachimayo

Por el Este: con el distrito de Cusco

Por el Sur: con el distrito de Cusco y Cusibamba

Por el Oeste: con el distrito de Pucyura

2.2.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La investigación se realizó en estanques de la Piscigranja Laritayoc, ubicada a 3797m de altura con las siguientes coordenadas UTM 821093 al Este y 8506202 al Norte.

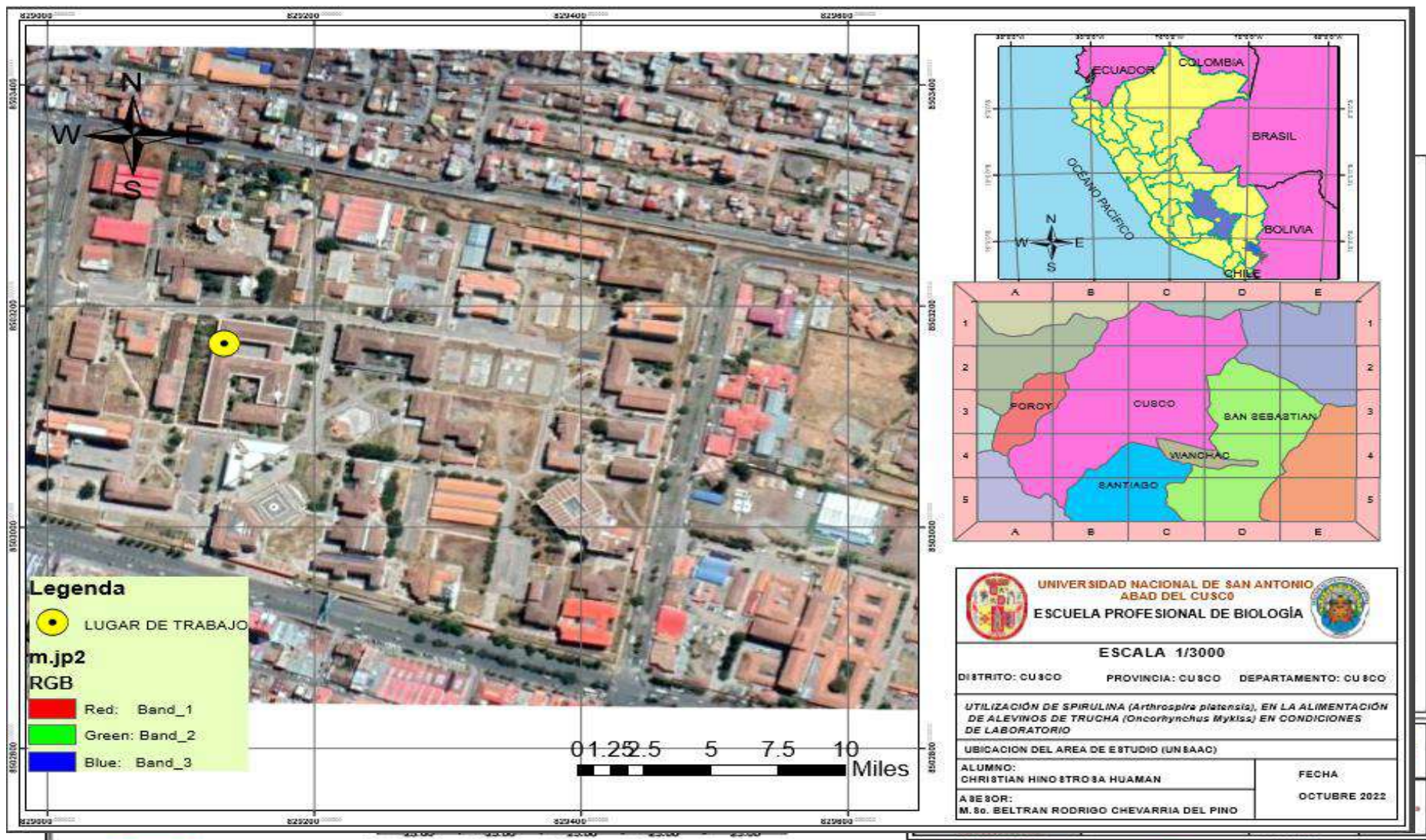


Figura 5. Mapa del área de estudio, delimitación y ubicación del área de estudio

Fuente: arcGIS (2023)

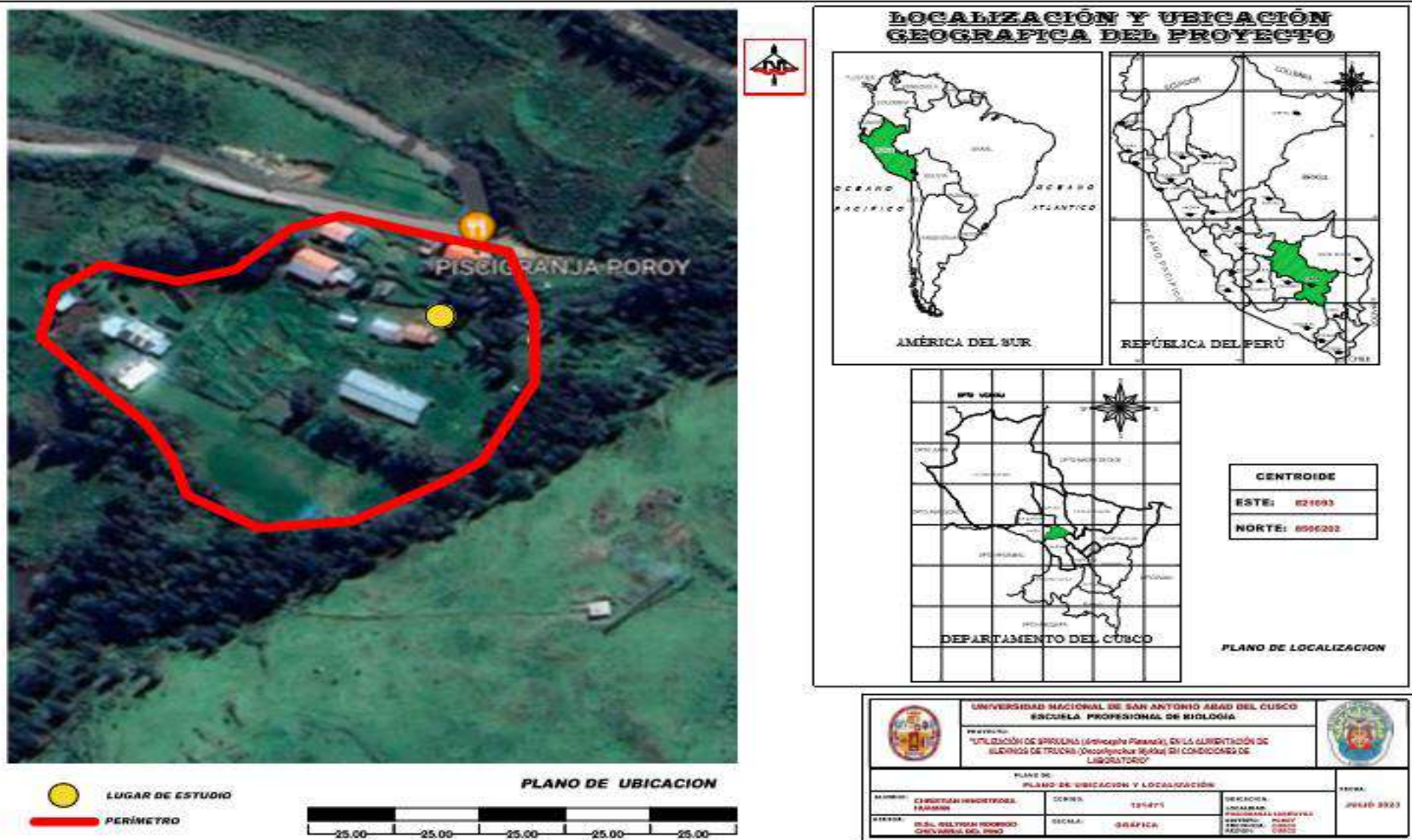


Figura 6. Área de estudio de la Piscigranja Laritayoc

Fuente: Google Maps (2023)

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales

3.1.1. Biológico

- Alevinos de Trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*)

3.1.2. De campo

- Bolsa de plástico
- Oxígeno
- Cinta de embalaje
- 5 Baldes de plástico (5, 10 y 20 litros)
- Lapicero
- Cámara de celular
- GPS Status
- Jebe de llanta
- 2 Estanques de concreto (3m de largo, 60cm de ancho y 40cm de altura)
- Tubos de PVC de 2 pulgadas de diámetro.
- Termómetro de canastilla

3.1.3. De laboratorio

- Espirulina (*Arthrospira platensis*) de la marca ESVITAL
- 4 Acuarios de vidrio (119cm de Largo, 60cm de altura y 39cm de ancho)
- 1 Compresora de aire de la marca BOYU
- 1 Manguera de gas de ¼ pulgada de 1.5m
- Mangueras de acuario transparente de 4mm de diámetro
- 2 Abrazaderas
- 1 Divisoria de plástico para acuario
- 4 Difusores de aire de la marca BOYU
- 4 Bombas de filtro de acuario de la marca SEBO y Xilong
- 1 Balanza gramera de la marca Dival con un sensibilidad de 0.01gr
- Ziploc rotulados de 26.8cm x 27.3cm
- Colapiz
- 4 Tapares redondos de plástico de 5 litros
- 1 Jeringa de 50ml
- 1 Bomba de aire de batería portátil de la marca SOBO
- Papel aluminio
- 1 Molino de carne de la marca LANDERSIA
- 1 Wincha de tela de 1.5m
- Sal
- 4 bolsas de plástico de una altura de 92cm, ancho 13cm y largo 52cm
- 4 fuentes de plástico medianos con un ancho de 18cm, largo 32cm y alto 4.3cm
- Termómetro de plástico para acuario

- Cilindro de plástico de 50 galones
- Declorador de 30ml
- Azul de metileno de 30ml
- Alimento comercial extruido (Inicio, crecimiento 1 y crecimiento 2)
- 2 Baldes de plástico de 20litros
- 2 pipetas
- 4 Beakers o vasos precipitados de 1 litro
- 1 ictiómetro de 30cm calibrado en milímetros
- 1 fuente de plástico de 15cm de altura por 10cm de ancho
- 2 red de malla de pescado de 13x 10.5cm y 16 x 20cm
- 1 Manguera de media pulgada de 1.5m
- 1 Balanza analítica de la marca SAUTER calibrada en centigramos.
- 1 Bata
- Guantes quirúrgicos
- 1 Cuaderno
- 1 Laptop
- Lapiceros
- 1 Horno Pasteur
- Programa estadístico SPSS versión 26
- 1 Baqueta de vidrio
- Agua destilada
- 1 Tabla de alimentación
- 1 Tamizador de $1mm^2$ de criba
- 1 Mortero

3.2. METODOLOGÍA

3.2.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación es de tipo Descriptivo Experimental, porque se comparó el crecimiento de las truchas (*Oncorhynchus mykiss*) y se vio cómo influye las dietas con inclusión de espirulina (*Arthrospira platensis*) a diferentes porcentajes (2%, 4%, 6%) sobre el crecimiento de talla y peso e índices zootécnicos de las truchas.

3.2.2. FLUJOGRAMA DE LA METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

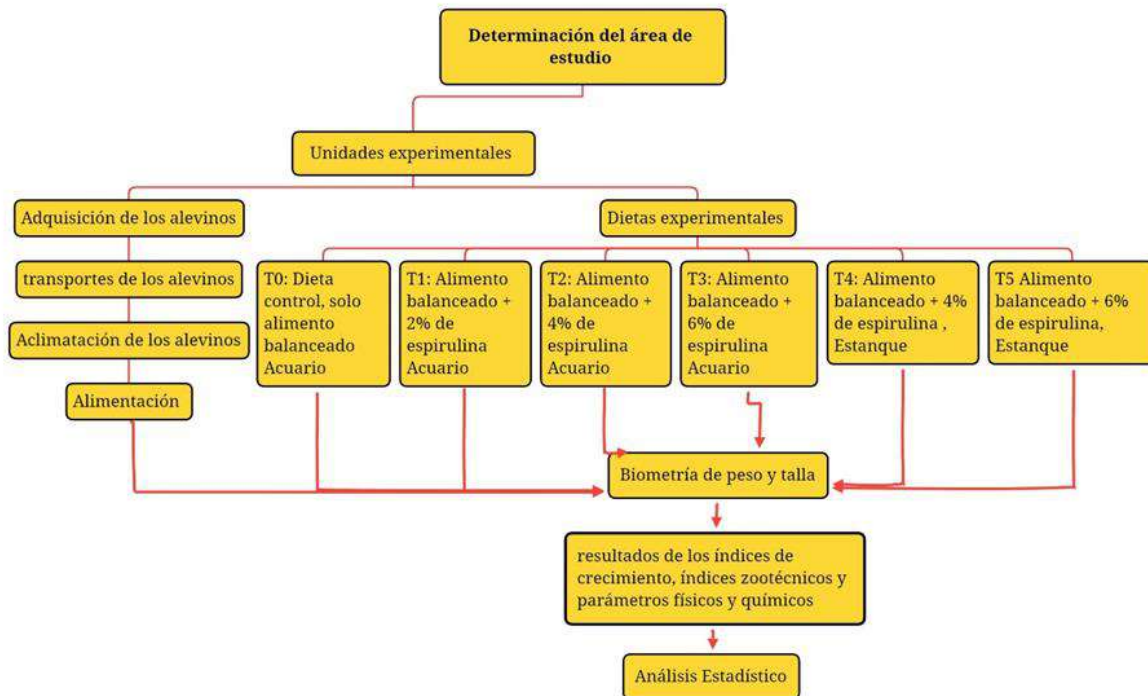


Figura 7. Flujograma de la metodología de investigación

3.2.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño corresponde a una investigación Descriptivo Experimental, porque los datos se obtuvieron mediante evaluaciones biométricas de las truchas quincenalmente, al mismo tiempo se fueron actualizando los datos de crecimiento e índices zootécnicos a la vez se comparó como de las seis dietas experimentales influyen en las truchas tanto en acuarios como en estanques.

3.2.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

En la investigación se empleó un diseño completamente al azar (DCA), en donde se trabajó con seis dietas experimentales, tres dietas con diferentes tratamientos de espirulina (*Arthrospira platensis*) y un alimento comercial extruido como dieta testigo, teniéndose cuatro acuarios experimentales y dos estanques de cemento, cada uno de ellos con 30 alevinos de trucha (*Oncorhynchus mykiss*), en la que se evaluó las biometrías y los índices zootécnicos de las

truchas y para realizar las comparaciones estadísticas se usaron las pruebas de ANOVA y Kruskal Wallis.

3.2.5. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.5.1. Población

Para la investigación se usó 180 alevinos de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) con un peso y talla promedio de 3.68gr a 3.90gr y una talla de 6.5 a 6.7cm, estos fueron introducidos en 6 tratamientos (4 en acuarios y 2 en estanques) con una densidad de 30 alevinos por acuario y 30 alevinos por estanque por un periodo de 120 días, los alevinos de truchas fueron adquiridos de una distribuidora de alevinos de trucha Zyth truchas langui S.C.R.L, ubicada a 3933 m de altura y cuya coordenadas UTM fueron 253833 Este y 8402955 Norte en el distrito de Langui, provincia de Canas, región Cusco.

3.2.5.2. Muestra

Para el estudio se trabajó con 10 alevinos de truchas (*Oncorhynchus mykiss*) de la población total de cada unidad experimental elegidos al azar.

3.2.6. TRATAMIENTOS

3.2.6.1. EN ACUARIOS

Para la investigación se utilizó 4 acuarios de vidrio rectangular con 119cm de largo, altura 60cm, ancho 39cm y un espesor de 0.8mm, con una capacidad total de 278 Litros y un volumen útil de agua de 194 Litros, los acuarios estuvieron acondicionados con un compresor de aire cuya capacidad de producción de aire era de 25L/ minuto, el compresor estuvo conectado por una red de mangueras transparentes de acuario las cuales fueron conectados en difusores de aire para tener un sistema de aireación permanente, cada acuario conto con una bomba de filtro de acuario o filtro interno de multifunción cuya potencia de generación de aire es de 2800L/ hora permitiendo que los acuarios cuenten con una aireación constante, los acuarios también contaron con termómetros de acuario para hacer seguimiento de la temperatura, una vez acondicionado el acuario se procedió a llenar de agua declorada 48 horas de anticipación en un tanque de plástico, luego se procedió a desinfectar el agua con azul de metileno para evitar posibles patógenos por un lapso de 10 minutos, culminado este proceso recién se colocó los alevinos de trucha arco iris en los respectivos acuarios con una densidad de 30 alevinos de trucha/ 6.46Litros.

3.2.6.2. EN ESTANQUES

Las unidades experimentales de campo fueron mediante 2 estanques rectangulares de concreto cuyas medidas fue de 3m de largo, 60 cm de ancho y una altura de 40cm, con una capacidad total de 720 litros de agua pero cuyo volumen útil de agua para la siembra de alevinos de trucha fue de 540 litros, el abastecimiento del agua provino del manante Laritayoc mediante tubos de PVC de 2 pulgadas con un caudal de 1.5L/segundo para una oxigenación constante, con un sistema de circulación de ingreso y salida de agua, cada estanque tuvo una densidad de 30 alevinos de trucha/18Litros.

3.2.7. TRANSPORTE Y ACLIMATACIÓN DE ALEVINOS

Los alevinos fueron provistos el 22 de febrero del 2023 de una distribuidora de alevinos de truchas Zyth truchas langui S.C.R.L, ubicada a 3933 m de altura y cuya coordenadas UTM fueron 253833 Este y 8402955 Norte en el distrito de Langui, provincia de Canas, región Cusco, para el transporte de los alevinos de trucha se siguió las recomendaciones de (FAO, 2014), en el momento de la adquisición los alevinos se encontraban en artesas de fibra de vidrio en donde fueron seleccionados mediante un colador y colocados sobre 2 bolsas de plástico reforzadas una sobre otra que contenían agua del lugar la 1/3 parte aproximadamente, una vez llenadas las bolsas con los alevinos de trucha se procedió inyectar oxígeno sobre la bolsa mediante un balón de oxígeno y después se tapó o aseguro con un jebe de llanta de caucho para evitar la fuga de aire y finalmente se transportó los alevinos en una unidad móvil por un tiempo de cuatro horas hacia el laboratorio de Pesquería de la Escuela Profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC), para colocar los alevinos sobre los acuarios se aclimataron en el mismo acuario por un tiempo de 15 minutos y recién se procedió a liberarlos similar procedimiento para los estanques, para la adaptación de los alevinos de trucha hacia el alimento comercial fue un periodo de 8 días.

3.2.8. ELABORACIÓN DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES

La elaboración para las dietas experimentales se realizó a través del alimento comercial extruido combinada con el suplemento de espirulina en polvo (*Arthrospira platensis*) en diferentes dosis o concentraciones, proporcionadas de la siguiente manera:

T0: Dieta control, solo alimento balanceado comercial, en Acuario.

T1: Alimento balanceado comercial más 2% de espirulina en polvo, en Acuario.

T2: Alimento balanceado comercial más 4% de espirulina en polvo, en Acuario.

T3: Alimento balanceado comercial más 6% de espirulina en polvo, en Acuario.

T4: Alimento balanceado comercial más 4% de espirulina en polvo, en Estanque.

T5 Alimento balanceado comercial más 6% de espirulina en polvo, en Estanque.

Tabla 1. Composición nutricional de las dietas experimentales.

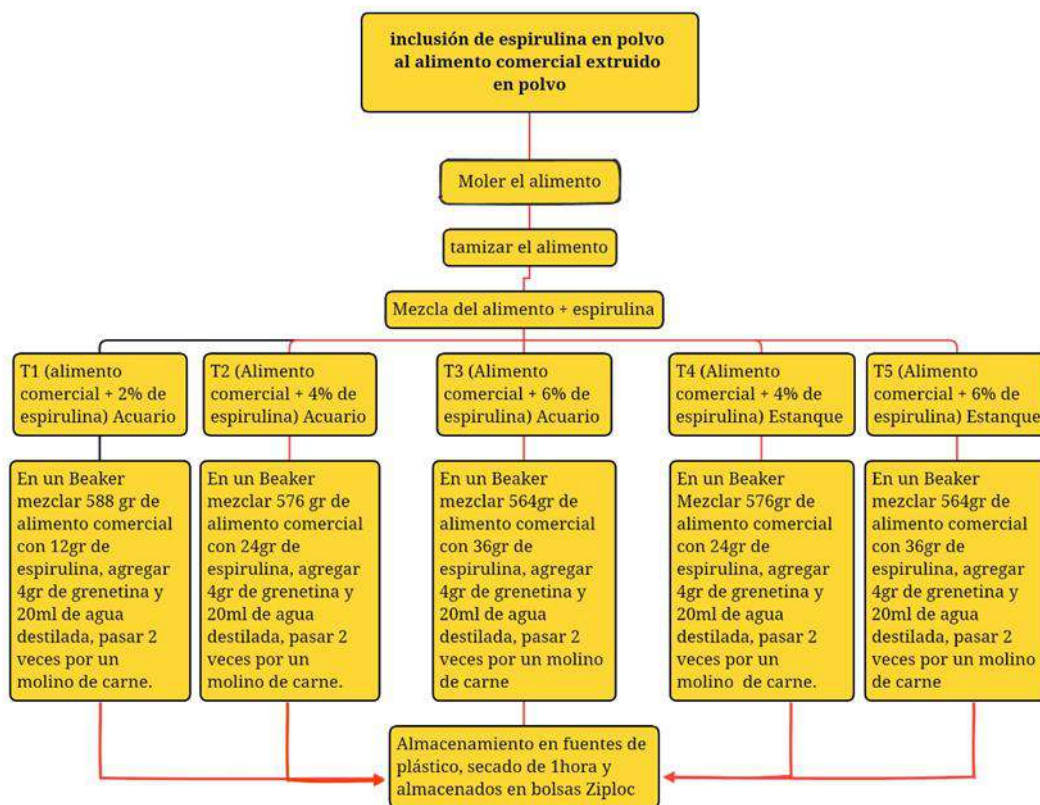
Nutriente	T0	T1	T2	T3
	Alimento comercial	Alimento comercial mas 2% de espirulina	Alimento comercial mas 4% de espirulina	Alimento comercial mas 6% de espirulina
Proteína %	57.9	59.04	59.08	60.04
Grasa %	14.1	13.3	12.96	12.58
Ceniza %	20.6	19.5	19.36	19.11
Fibra %	0	0.1	0.14	0.17
Carbohidratos %	0	0.44	0.8	1.3
Humedad %	7.4	7.72	7.8	8.27

Fuente: Análisis fisicoquímico en laboratorio de Química (UNSAAC)

Adición de la *Arthrospira platensis* al alimento comercial

Para la inclusión de espirulina en polvo al alimento comercial extruido en polvo se siguió las recomendaciones de (Moncayo, 2019):

Se procedió a moler el alimento comercial extruido en un mortero, luego se llevó a un tamizador de $1mm^2$ de poro de tamiz sobre una fuente o bandeja de plástico obteniéndose un alimento en polvo, después se procedió a pesar y mezclar el alimento extruido con la espirulina en polvo en diferentes dosis, para la dieta T1 (Alimento balanceado comercial más 2% de espirulina en polvo) se mezcló 588 gr de alimento comercial extruido con 12gr de espirulina en polvo, para la dieta T2 (Alimento balanceado comercial más 4% de espirulina en polvo) se homogenizo 576gr de alimento comercial extruido con 24gr de espirulina con polvo, para la dieta T3 (Alimento balanceado comercial más 6% de espirulina en polvo) se combinó 564gr de alimento comercial extruido con 36gr de espirulina en polvo y para las dietas T4 y T5 similares a las dietas T2 y T3, sobre un Beaker se puso el alimento comercial, la espirulina en polvo y 4 gr de grenetina o colapiz luego mediante una baguete de vidrio se homogenizo, posteriormente mediante una jeringa de plástico se añadió 20ml de agua destilada a la mezcla, para homogenizar la mezcla en su totalidad se pasó 2 veces por el molino de carne una vez culminada este proceso se depositó sobre fuentes de plástico en donde se hizo secar a temperatura ambiente por un lapso de 1 hora, culminado este tiempo las dietas preparadas fueron almacenadas en sobres Ziploc debidamente rotuladas y guardadas en catres.s



Presented with xmind

Figura 8. Flujograma de la inclusión de espirulina al alimento comercial en polvo

Para la inclusión de espirulina en polvo al alimento comercial extruido en forma de pellet se siguió las sugerencias de (Taipe, 2021).

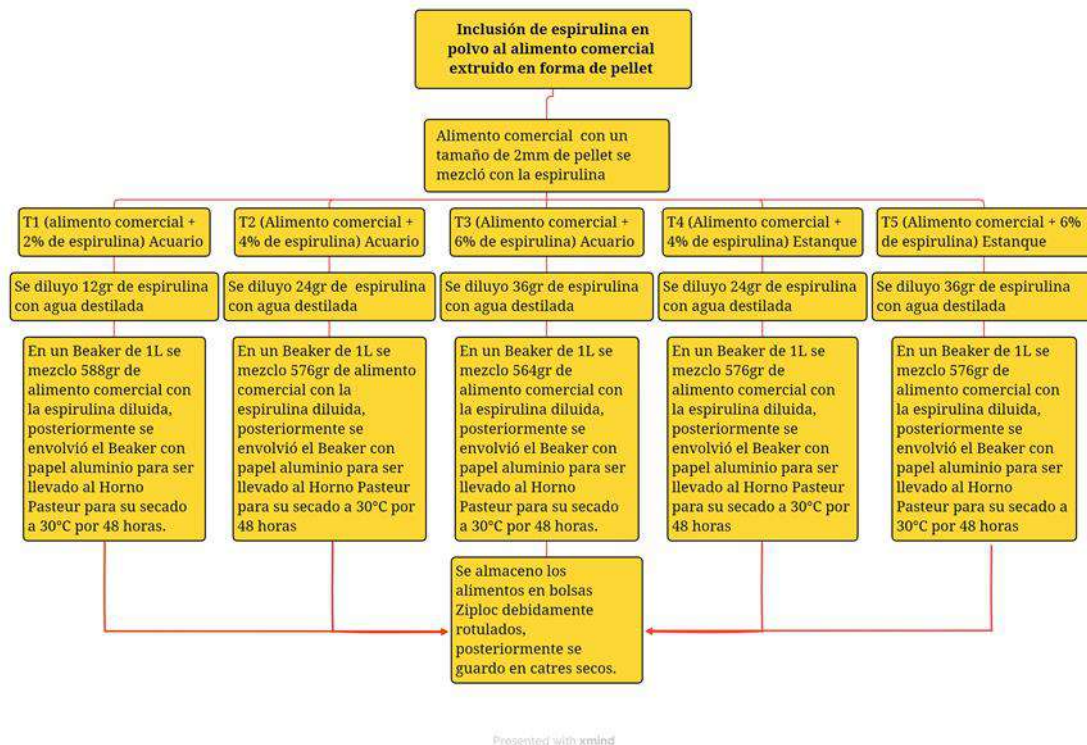


Figura 9. Flujograma de la inclusión de espirulina al alimento comercial en Pellet

El alimento comercial extruido con un tamaño de 2mm de pellet se mezcló con la espirulina en polvo bajo las siguientes proporciones, para la dieta T1 (Alimento balanceado comercial más 2% de espirulina en polvo) 588gr de alimento extruido con 12gr de espirulina en polvo, para la dieta T2 (Alimento balanceado comercial más 4% de espirulina en polvo) 576gr de alimento extruido con 24gr de espirulina en polvo, para la dieta T3 (Alimento balanceado comercial más 6% de espirulina en polvo) 564gr de alimento extruido con 36gr de espirulina en polvo, para la mezcla la espirulina en polvo se diluyo con agua destilada en un Beaker de 500ml, luego se juntó al alimento comercial extruido en un Beaker de capacidad de 1 Litro para constituir a un más la dieta alimenticia se homogenizo con una baguete de vidrio, una vez ya bien homogenizada se envolvió el Beaker con papel aluminio para ser llevado al Horno Pasteur para ser secado a 30°C por un lapso de tiempo de 48 horas, una vez ya transcurrido el tiempo de secado indicado se procedió a guardar las dietas preparadas en bolsas Ziploc debidamente rotulados y almacenados en catres secos, a medida que las truchas iban creciendo se procedió a dar el alimento comercial extruido con mayor tamaño de pellet de 3mm y 4mm respectivamente siguiendo la misma metodología de inclusión de espirulina al alimento comercial.

3.2.9. Ración y frecuencia de alimentación

Las truchas fueron alimentadas diariamente con un día de descanso a la semana, la ración alimentaria se calculó quincenalmente después de realizar la biometría, para su cálculo se requirió del peso promedio, el número de ejemplares, la temperatura y 1 tabla de alimentación, se calcula de la siguiente manera.

1er Paso: Calcular la biomasa

Biomasa = 3.68gr x30 alevinos = 110.4gr

2do Paso: Calcular la ración alimentaria

Ración = 110.4gr x 6.33%= 6.99gr

3er Paso: Calcular la frecuencia alimentaria

$$\text{Frecuencia Alimentaria} = \frac{6.99\text{gr}}{8} = 0.87\text{gr}$$

La frecuencia alimentaria para truchas (*Oncorhynchus mykiss*) se da en base a sus pesos promedios, en la investigación las frecuencia alimenticia no fue igual para todos pues en algunas dietas debido al acelerado desarrollo de las truchas se fue disminuyendo con el pasar del tiempo experimental para la cual se siguió las sugerencias de (FONDEPES, 2004).

Tabla 2. Frecuencia de alimentación de todas las dietas durante el periodo de experimentación.

Días	T0 (Dieta control) Acuario	T1 (Dieta control + 2 % de espirulina) Acuario	T1 (Dieta control + 4 % de espirulina) Acuario	T1 (Dieta control + 6 % de espirulina) Acuario	T1 (Dieta control + 4 % de espirulina) Estanque	T1 (Dieta control + 6 % de espirulina) Estanque
1 a 15	8	8	8	8	8	8
15 a 30	8	6	6	8	6	6
30 a 45	6	4	4	6	4	4
45 a 60	4	4	4	4	4	4
60 a 75	4	4	3	4	3	3
75 a 90	4	3	3	3	3	3
90 a 105	4	3	3	3	3	3
105 a 120	3	3	2	2	2	2

Fuente: Hoja de registro de la investigación

Tabla 3. Horarios de alimentación en el periodo de experimentación.

frecuencia de alimentación	Horario de alimentación
8 veces	8am, 9am, 10am, 11am, 12pm, 2pm, 3pm, 4pm
6 veces	8.30am, 10am, 11.30am, 1pm, 2.30pm, 4pm
4 veces	9am, 11am, 1pm, 3pm
3 veces	9am, 12pm, 3pm
2 veces	9am, 3pm

Fuente: Hoja de registro de la investigación

3.2.10. LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO DE LOS ACUARIOS

En el transcurso del día todos los alimentos suministrados a los peces no son consumidos en su totalidad sumado a ello las excretas producidas por las truchas son depositadas en la base de los acuarios, para mantener limpia el agua todas las tardes se procedió a limpiar los acuarios por el método del sifoneo que consistió en agarrar una manguera de ½ pulgada de diámetro x 2 metros de largo y luego se llenó de agua en una pileta de caño tapando un extremo con el dedo de la mano, una vez llenada la manguera de agua se tapa el otro extremo y luego se procedió a colocar

uno de los extremos sobre acuario y se liberó los dedos de los extremos de la manguera creándose de esta manera una corriente de agua por gravedad y se comenzó a succionar los desechos del piso de los acuarios sobre baldes de plástico, el mismo procedimiento de sifoneo se realizó el recambio del agua al 75% 1 vez por semana, para la cual se contó con reserva de agua debidamente declarada con 48 horas de anticipación, también se realizó la limpieza de las Bombas de filtro de acuario, una vez culminado con el recambio se procedió a desinfectar el agua con azul de metileno para evitar posibles patógenos, para los estanques se contaba con un sistema .de circulación de ingreso y salida del agua y para la limpieza de los restos sobrantes en la base se sifoneo con una manguera de media pulgada de diámetro.

3.2.11. EVALUACIONES BIOMÉTRICAS

Las evaluaciones biométricas se realizaron quincenalmente con la restricción del alimento, para la biometría tanto en peso como en talla de las truchas se cogieron 10 individuos por cada unidad experimental, la cual consistió primero en atrapar los ejemplares mediante una red de malla de pescar de 16 x 20cm y se colocó sobre un balde de plástico de 10 litros contenida con agua del misma unidad experimental, posteriormente las truchas fueron colocados en una bandeja rectangular de plástico con agua y recién se pesaron en una balanza analítica de la marca Sauter calibrada en centigramos que previamente se procedió a tarar esto en alevinos, a medida que crecieron las truchas se pesaron en una balanza gramera con capacidad de 5 Kg y calibrada en centigramos, después las truchas fueron llevados a un ictiómetro rectangular de vidrio de 34cm la largo, 7cm de ancho y una altura de 8cm conteniendo una regla metálica en la base de 30cm calibrada en milímetros y agua con azul de metileno para la medición de las tallas, seguidamente las truchas se colocaron sobre baldes que contenían agua con solución salina por un minuto para su desinfección y después se colocaron en un balde que contenía agua desinfectada con azul de metileno y finalmente se procedió a devolver las truchas a su unidad experimental.

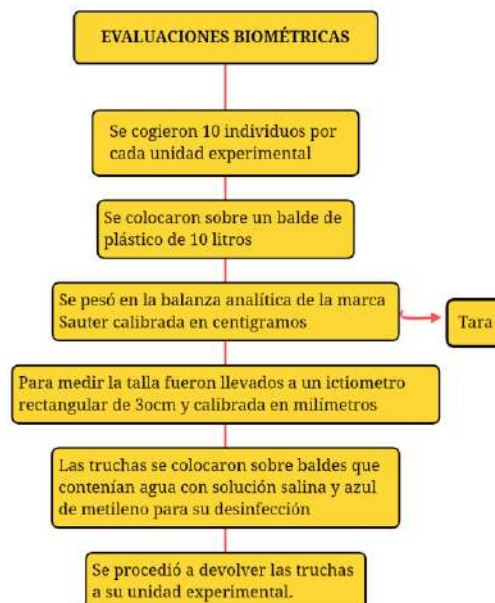


Figura 10. Flujograma de la biometría de las truchas (*Oncorhynchus mykiss*)

3.2.12. DETERMINACIÓN DE LOS ÍNDICES ZOOTÉCNICOS

3.2.12.1. BIOMASA INICIAL

Según (Ballester, 2020), la biomasa inicial se determina mediante la siguiente fórmula.

$$BIO_i = \left[\frac{PIP(gr)}{1000} \times N^\circ peces \right] kg$$

Donde:

BIO_i = Biomasa inicial.

PIP = Peso inicial peces.

N° peces = Número de peces iniciales.

Ejemplo:

- Peso promedio inicial: 3.68gr
- N° de Truchas: 10

$$BIO_i = 3.68gr \times 10 = 36.8 \text{ gr}$$

3.2.12.2. BIOMASA FINAL

Según (Ballester, 2020), la biomasa final se expresa a partir de la siguiente ecuación.

$$BIO_f = \left[\frac{PFP(gr)}{1000} \times N^\circ peces \right] kg$$

Donde:

BIO_f = Biomasa final

PFP = Peso final de los peces

N° peces = Número de peces finales

Ejemplo:

- Peso promedio final: 4.82gr
- N° de Truchas: 10

$$BIO_f = 4.82gr \times 10 = 48.2gr$$

3.2.12.3. GANANCIA DE BIOMASA

(Ballester, 2020), indica que la ganancia de biomasa se expresa de la siguiente manera.

$$GBIO (kg) = BIO_f - BIO_i$$

Donde:

GBIO = Ganancia de biomasa

BIO_f = Biomasa final

BIO_i = Biomasa inicial

Ejemplo:

- Biomasa final: 48.2gr
- Biomasa inicial: 36.8gr

$$\mathbf{GBIO = 48.2gr - 36.8gr = 11.4gr}$$

3.2.12.4. GANANCIA DE PESO

La ganancia de peso se determinara según las recomendaciones de (S. C. Quispe et al., 2018) mediante la siguiente ecuación.

$$GP = PPf \text{ (gr)} - PPi \text{ (gr)}$$

Donde:

GP = Ganancia de peso

PPf = Peso promedio final

PPi = Peso promedio inicial

Ejemplo:

- Peso promedio final: 4.82gr
- Peso promedio inicial: 3.68gr

$$\mathbf{GP = 4.82gr - 3.68gr = 1.14gr}$$

3.2.12.5. GANANCIA DE PESO DIARIO

Este índice se determinara mediante la ecuación recomendada por (S. C. Quispe et al., 2018).

$$GPD = \frac{GP}{TIEMPO \text{ (días)}}$$

Donde:

GPD = Ganancia de peso diario

GP = Ganancia de peso

TIEMPO = Tiempo en días

Ejemplo:

- Ganancia de peso: 1.14gr
- Tiempo: 15 días

$$\mathbf{GPD = \frac{1.14gr}{15 \text{ días}} = 0.08 \text{ gr/día}}$$

3.2.12.6. FACTOR DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA

Este índice será determinado mediante la siguiente ecuación indicada por (FONDEPES, 2004).

$$FCA = \frac{\text{Cantidad de alimento suministrado en el periodo (Kg)}}{\text{Ganancia de peso de la población en el periodo (Kg)}}$$

Donde:

FCA = Factor de conversión alimenticia

Ejemplo:

- Cantidad de alimento suministrado: 30.16gr
- Ganancia de Biomasa: 11.40gr

$$FCA = \frac{30.16gr}{11.40gr} = 2.64gr$$

3.2.12.7. FACTOR DE CONDICIÓN

Para este índice se empleara la siguiente formula recomendada por (Ochoa et al., 2019).

$$K = \left[\frac{PT (gr)}{(LT)^3} \right] \times 100$$

Donde:

K = Factor de condición

PT = peso total (gr)

LT = longitud total (cm)

Ejemplo:

- Peso total: 4.82gr
- Longitud total: 7.4cm

$$K = \frac{4.82}{(7.4)^3} \times 100 = 1.21$$

3.2.12.8. TASA DE CRECIMIENTO ESPECÍFICO

Se determinar mediante la siguiente fórmula utilizada por (Ochoa et al., 2019).

$$TCE = \frac{\ln(PF) - \ln(PI)}{TIEMPO (días)} \times 100$$

Donde:

TCE = Tasa de crecimiento específico

Ln (PF) = Logaritmo natural del peso final

Ln (PI) = Logaritmo natural del peso inicial

Ejemplo:

- Peso final: 4.82gr
- Peso inicial: 3.68gr

$$\text{TCE} = \frac{\ln(4.82\text{gr}) - \ln(3.68\text{gr})}{15\text{días}} \times 100 = 1.79 \%$$

3.2.12.9. PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA

Para este índice se empleara la siguiente ecuación utilizado por (S. C. Quispe et al., 2018).

$$\text{PS} = \frac{\text{Numero de peces cosechados}}{\text{numero de peces sembrados}} \times 100$$

Donde:

PS = Porcentaje de supervivencia

Ejemplo:

- N° de truchas sembradas: 30
- N° de truchas cosechadas: 29

$$\text{PS} = \frac{29}{30} \times 100 = 97\%$$

3.2.13. EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS

Los parámetros Físicos y químicos se determinaron mediante los siguientes métodos.

Tabla 4. Métodos de los parámetros físicos y químicos.

Parametro	Unidad	Metodo
Oxígeno Disuelto	mg/L	Metodo Winkler modificado por Alsterberg
pH		Potenciómetro
Temperatura	°C	Termómetro de Canastilla
Turbidez	UNT	Nefelómetro
Alcalinidad	mg/L	Fenolftaleína
Dureza Total	mg/L	Titulométrico EDTA 2340 C
Dioxido de Carbono	mg/L	Titulométrico con Na(OH) y fenolftaleina

Fuente: APHA, AWWA y WPCF – 2005.

3.2.14. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico se realizó en el programa SPSS versión 26, para los resultados obtenidos de talla y peso en cada dieta, fueron analizados mediante estadísticos de correlación para ver como las variables estudiadas se asocian o influyen una sobre otra, para determinar el grado de relación entre las variables Peso tiempo y talla tiempo se aplicó el coeficiente de correlación R de Pearson debido a que los datos tanto de peso, talla con el tiempo son cuantitativos y presentan normalidad, este estadístico nos indicó el grado de relación y la dirección existente entre las variables de crecimiento con el tiempo, el valor de significancia nos confirmó si existe o no existe correlación entre las variables estudiadas, posteriormente se determinó el modelo de regresión lineal para la predicción (tiempo) de la variable dependiente (talla y peso) y luego se determinó el coeficiente de determinación para explicar en qué porcentaje influye la variable independiente (tiempo) sobre la dependiente (talla y peso).

Para ver las diferencias entre los promedios obtenidos tanto en los índices de crecimiento, índices zootécnicos y parámetros físicos y químicos se determinó mediante el análisis estadístico ANOVA de un factor con un nivel de significancia del 5%, para lo cual primero se determinó la media y las desviaciones estándar, después se averiguo la normalidad mediante la prueba de normalidad de Shapiro Wilk debido a que nuestros datos o muestras eran menores a 30, en el caso que los resultados salieron significativos se procedió a realizar la prueba Post Hot Tukey previamente con la verificación si hay igualdad de varianzas todo esto para datos paramétricos, en el caso de datos no paramétricos que no cumplen con la normalidad se aplicó el estadístico Kruskal Wallis.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. ÍNDICES DE CRECIMIENTO

4.1.1. Talla de las truchas correspondiente a la dieta T0

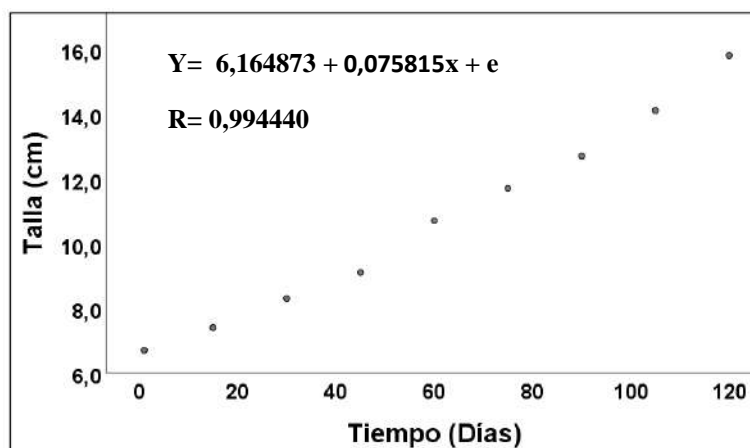


Figura 11. Diagrama de dispersión de talla por tiempo en la dieta T0

El promedio inicial de la talla de los truchas fue de 6.7cm y el final de 15.8cm obteniéndose una ganancia de talla de 9.1cm durante los 120 días de investigación, de acuerdo al diagrama de dispersión se puede observar que es de tipo lineal creciente además se puede apreciar el incremento de la talla a medida que el tiempo aumenta, el coeficiente de correlación de Pearson $R = 0.994440$ indica que hay una correlación muy fuerte y directa entre las variables, el p-valor de la correlación salió $4,1976E-8$ ratificando que las variables están correlacionadas, la ecuación lineal fue de la siguiente manera $Y = 6,164873 + 0,075815x + e$ y el coeficiente de determinación (R^2) nos explica que el tiempo influye en un 98.9% sobre el comportamiento de la talla de las truchas.

4.1.2. Peso de las truchas correspondiente a la dieta T0

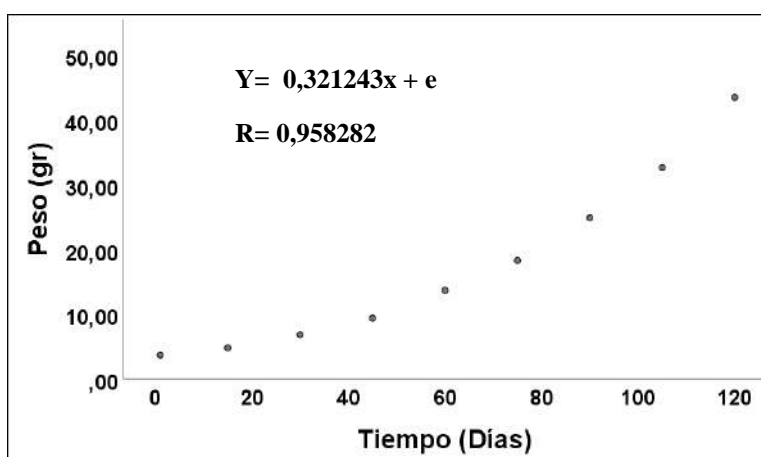


Figura 12. Diagrama de dispersión de peso por tiempo en la dieta T0

El peso promedio inicial de las truchas fue de 3.68gr y el final de 43.45gr, al realizar la diferencia se obtuvo una ganancia de peso de 39.77gr en los 120 días de investigación, en el grafico se puede ver que el diagrama de dispersión es de tipo No lineal creciente cóncava hacia arriba y a medida que hay un aumento en los valores del tiempo ocurre lo mismo en el peso, el

coeficiente de correlación de Pearson fue $R= 0,958282$ este valor nos da entender que existe una correlación muy fuerte y directa, para confirmar esta correlación el p-valor salió $0,000047$ por lo que si hay correlación entre las variables del tiempo y peso, el modelo de regresión lineal fue $Y= 0,321243x + e$ y el coeficiente de determinación (R^2) nos afirma que la variable tiempo influye en un 91.8% sobre la variable peso.

4.1.3. Talla de las truchas correspondiente a la dieta T1

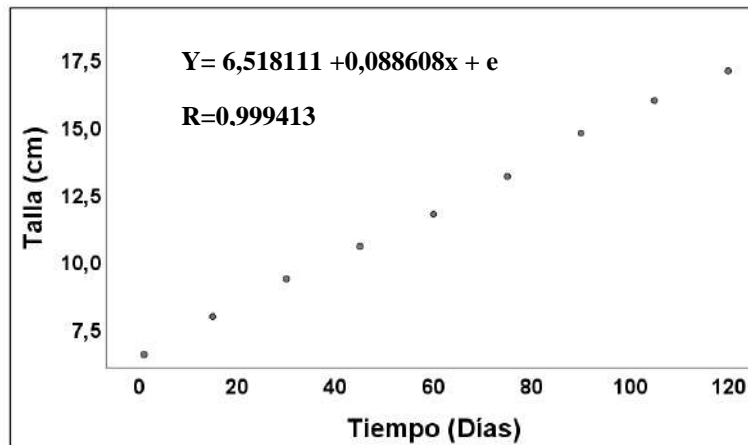


Figura 13. Diagrama de dispersión de talla por tiempo en la dieta T1

Para la dieta T1 la talla promedio inicial de los organismos estudiados fue de 6.5cm y el final fue de 17cm, para este caso se logró obtener una ganancia de talla de 10.5cm en un periodo de 120 días, el diagrama de dispersión nos da entender que es de tipo lineal creciente y también se evidencia que a medida que incrementa los valores del tiempo ocurre lo mismo con los valores del peso, el coeficiente de correlación de Pearson salió $R= 0,999413$ lo que quiere decir que hay correlación muy fuerte y directa y el p-valor salió $1,615E-11$ por lo que se confirma la correlación entre estas dos variables, la ecuación lineal fue $Y= 6,518111 + 0,088608x + e$ y el coeficiente de determinación (R^2) indica que el tiempo influye en un 99.8% sobre el peso de las truchas.

4.1.4. Peso de las truchas correspondiente a la dieta T1

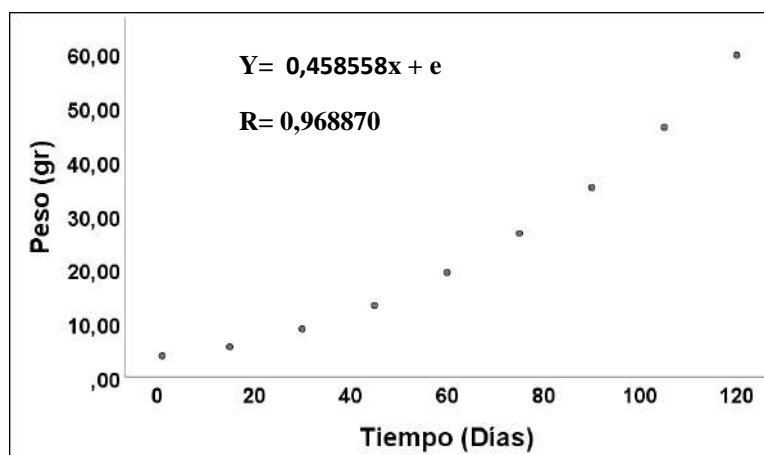


Figura 14. Diagrama de dispersión de peso por tiempo en la dieta T1

las truchas alimentadas con la dieta T1 contaron con un peso promedio inicial de 3.90gr y el peso promedio final de 59.57gr obteniéndose una ganancia de peso de 55.67gr en los 120 días

de evaluación, por lo visto en el diagrama de dispersión se puede ver que es de tipo No lineal creciente cóncava hacia arriba y también se demuestra que hay un crecimiento de los valores de peso a medida que el tiempo aumenta, el coeficiente de correlación de Pearson $R= 0,968870$ expresa que hay una correlación muy fuerte y directa, el p-valor salió $0,000017$ nos confirma que si hay correlación entre las variable de tiempo y peso, la ecuación lineal fue $Y= 0,458558x + e$ y el coeficiente de determinación (R^2) nos manifiesta que el tiempo interviene en un 93.9% sobre la variable peso de las truchas..

4.1.5. Talla de las truchas correspondiente a la dieta T2

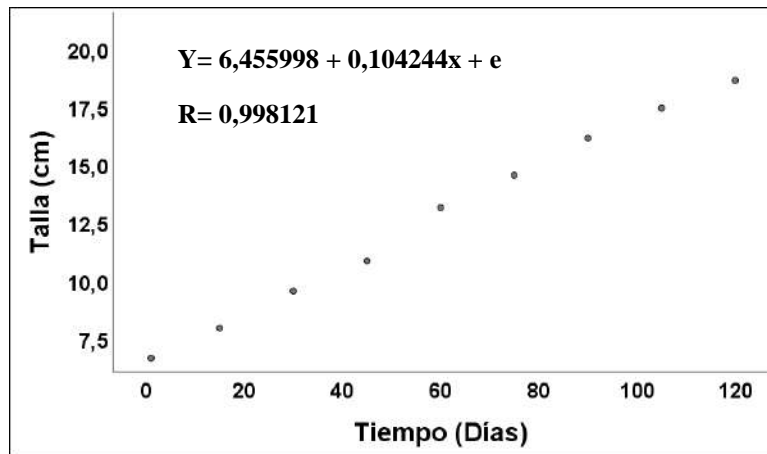


Figura 15. Diagrama de dispersión de talla por tiempo en la dieta T2

La talla promedio inicial de las truchas fue de 6.6cm y el final de 18.6cm de donde se obtiene una ganancia de talla de 12cm durante los 120 días de investigación, de acuerdo al gráfico de dispersión se pudo evidenciar que a medida que pasa el tiempo la talla se incrementa, como se puede notar el diagrama de dispersión es de tipo lineal creciente y directa, el coeficiente de correlación de Pearson $R= 0,998121$ muestra que hay una correlación muy fuerte entre las variables peso y talla, el p-valor arrojó el valor de $9,4445E-10$ por lo que se confirma que hay correlación entre estas dos variables, mientras tanto la ecuación lineal salió de la siguiente manera $Y= 6,455998 + 0,104244x + e$ y el coeficiente de determinación (R^2) señala que el tiempo repercute en un 99.6% sobre la talla de las truchas.

4.1.6. Peso de las truchas correspondiente a la dieta T2

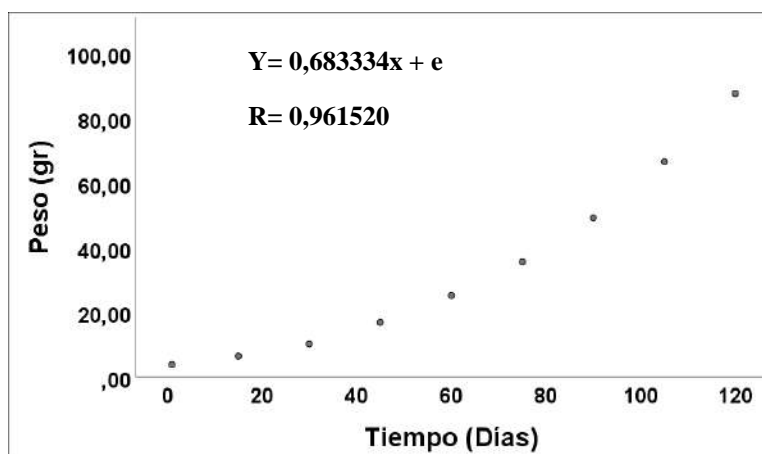


Figura 16. Diagrama de dispersión de peso por tiempo en la dieta T2

El peso promedio inicial para las truchas alimentados con la dieta T2 fue de 3.83gr y el peso promedio final de 87.52gr, de la cual se tiene como ganancia de peso de 83.69gr en un periodo de 120 días, el grafico nos muestra que el diagrama de dispersión es de tipo no lineal creciente cóncava hacia arriba así como se puede apreciar un comportamiento que a medida que aumenta el tiempo aumenta el peso, el coeficiente de correlación de Pearson es de $R = 0,961520$, por lo que nos da a entender que esta variables tienen una correlación muy fuerte y directa, el valor de significancia fue de $p = 0,000035$ confirmándonos que las variables tiempo y peso están correlacionadas, la ecuación lineal fue de $Y = 0,683334x + e$ y el coeficiente de determinación (R^2) indica que el tiempo repercute en un 92.5% sobre el peso de las truchas.

4.1.7. Talla de las truchas correspondiente a la dieta T3

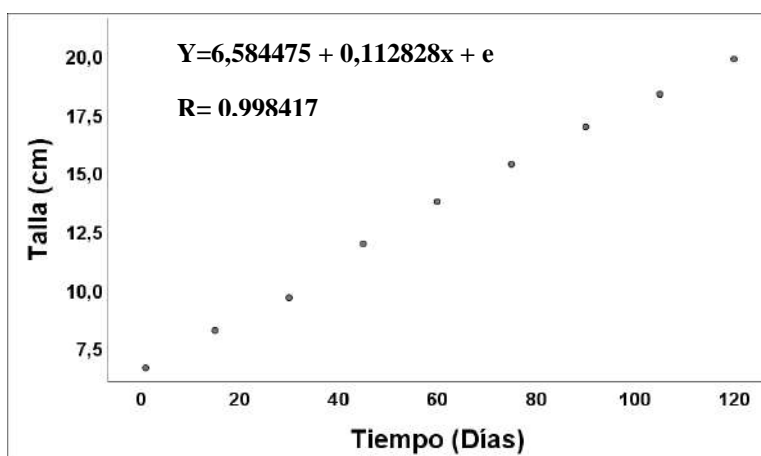


Figura 17. Diagrama de dispersión de talla por tiempo en la dieta T3

Las truchas presentaron una talla promedio inicial de 6.6cm y una talla promedio final de 19.8cm, al realizar la diferencia se obtuvo una ganancia de talla de 13.2cm durante los 120 días

de investigación, el gráfico nos indica que el diagrama de dispersión es de tipo lineal creciente y se aprecia el incremento de la talla a medida que aumenta el tiempo, el coeficiente de correlación de Pearson $R= 0,998417$ expresa que hay una correlación muy alta y directa, para confirmar que estas variables se encuentran correlacionadas el nivel de significancia fue muy alto $p=5,184E-10$ indicándonos que efectivamente las variables tiempo y talla están correlacionadas, la ecuación lineal fue de $Y=6,584475 + 0,112828x + e$ y el coeficiente de determinación (R^2) nos indica que el tiempo incide en un 99.7% sobre la variable peso.

4.1.8. Peso de las truchas correspondiente a la dieta T3

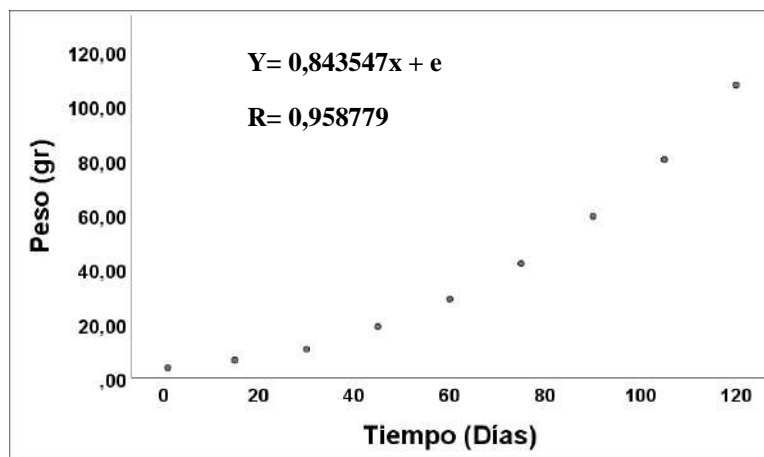


Figura 18. Diagrama de dispersión de peso por tiempo en la dieta T3

Las truchas presentaron un peso promedio inicial de 3.81gr y un peso promedio final de 107.64gr dando como resultado una ganancia de peso de 103.83gr en un tiempo de 120 días, el gráfico de diagrama de dispersión indica que es de tipo no lineal creciente cóncava hacia arriba por lo que es muy probable que haya correlación, para confirmarlo el coeficiente de correlación de Pearson salió $R= 0,958779$ expresando que existe una correlación muy alta y directa, mediante el valor de significancia $p=0,000045$ se corrobora que las variables tiempo y peso están correlacionadas al 95% de intervalo de confianza, la ecuación lineal fue $Y= 0,843547x + e$ y el coeficiente de determinación (R^2) nos manifiesta que los datos observados del tiempo repercute en un 91.9% sobre la variable peso.

4.1.9. Talla de las truchas correspondiente a la dieta T4 (Estanque)

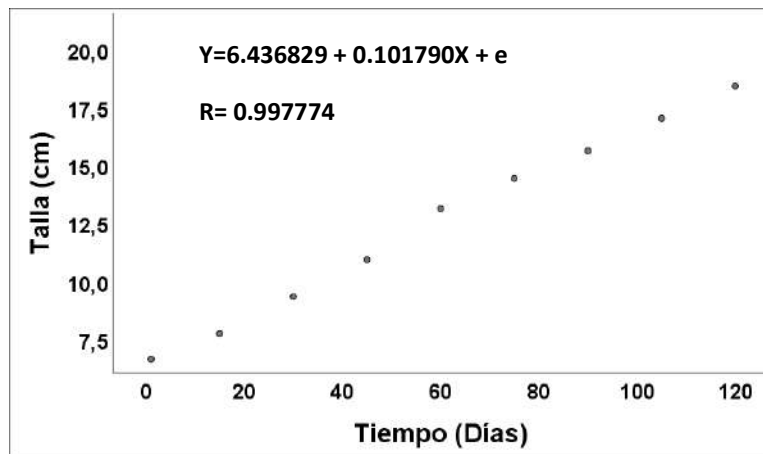


Figura 19. Diagrama de dispersión de talla por tiempo en la dieta T4

La dieta T4 en estanque las truchas empezaron con una talla promedio inicial de 6.6cm y una talla promedio final de 18.4cm, obteniéndose una ganancia de talla de 11.8cm en los 120 días de investigación, de acuerdo al diagrama de dispersión nos muestra que es de tipo lineal creciente y se puede observar que a medida que aumenta los valores del tiempo ocurre un incremento en el peso, el coeficiente de correlación de Pearson $R=0.997774$ indica que hay una correlación muy fuerte y directa. Entre estas variables y para confirmarlo el valor de significancia salió altamente significativo $p=1.71E-9$ expresando que estas variables si se encuentran correlacionadas, la ecuación lineal fue de $Y=6.436829 + 0.101790X + e$ y el coeficiente de determinación (R^2) nos indica que la variable tiempo contribuye en un 99.5% sobre la variable peso.

4.1.10. Peso de las truchas correspondiente a la dieta T4 (Estanque)

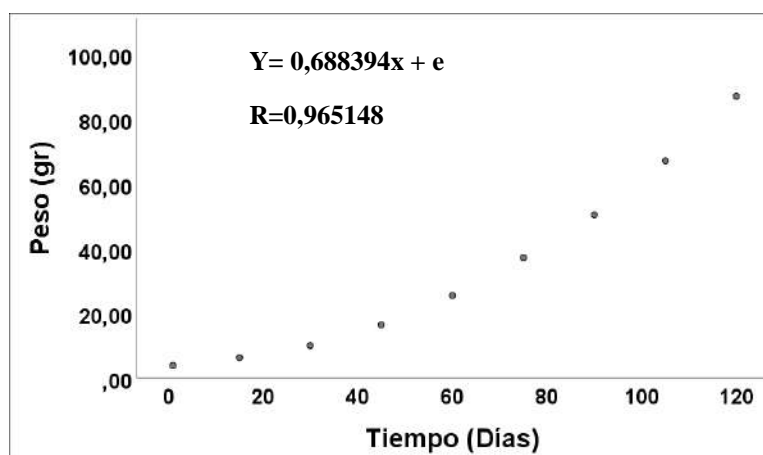


Figura 20. Diagrama de dispersión de peso por tiempo en la dieta T4

El peso promedio inicial de las truchas fue de 3.85gr y el peso promedio final de 86.95gr, obteniéndose una ganancia de peso de 83.1gr en un periodo de 120 días, el diagrama de dispersión es de tipo no lineal creciente cóncava hacia arriba y se observa un patrón de comportamiento de que a medida que se incrementa los valores del tiempo aumenta también

los valores del peso, el coeficiente de correlación de Pearson $R=0,965148$ sostiene que hay una correlación muy fuerte y directa y para confirmarlo el valor de significancia salió $p=0,000025$ señalando que si hay correlación entre las variables de estudio, la ecuación lineal fue de $Y=0,688394x + e$ y el coeficiente de determinación (R^2) nos da a entender que el tiempo incide en un 93.2% sobre el peso.

4.1.11. Talla de las truchas correspondiente a la dieta T5 (Estanque)

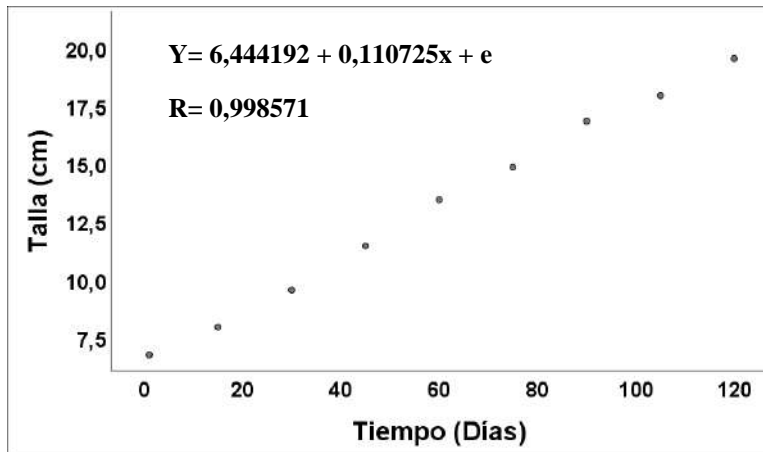


Figura 21. Diagrama de dispersión de talla por tiempo en la dieta T5

Las truchas iniciaron con una talla promedio inicial de 6.7cm y una talla promedio final de 19.5cm, obteniéndose una ganancia de talla de 12.8cm en los 120 días de evaluación, de acuerdo al diagrama de dispersión se puede observar que es de tipo lineal creciente a la vez se puede estimar que los valores del peso se incrementan a medida que el tiempo aumenta, el coeficiente de correlación de Pearson $R=0,998571$ nos indica que hay una correlación muy fuerte y directa, el valor de significancia $p=3,6232E-10$ nos confirma que si hay correlación entre el tiempo y el peso y la ecuación lineal fue de $Y=6,444192 + 0,110725x + e$, el coeficiente de determinación (R^2) señala que la variable tiempo repercute en un 99.7% sobre el peso de las truchas.

4.1.12. Peso de las truchas correspondiente a la dieta T5 (Estanque)

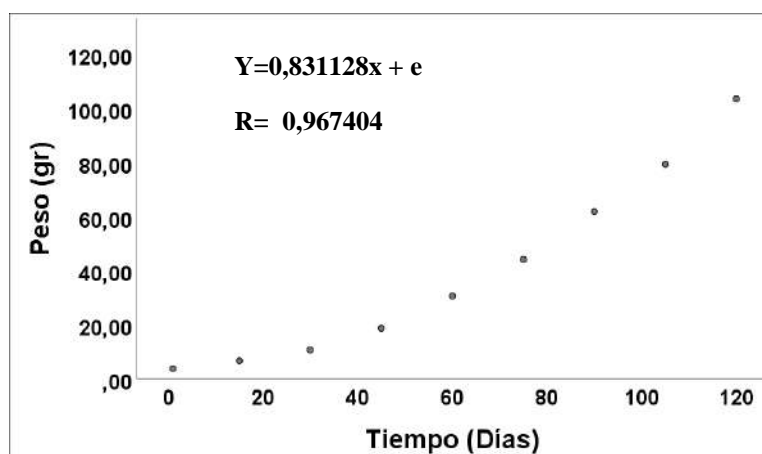


Figura 22. Diagrama de dispersión de talla por tiempo en la dieta T5

El peso promedio inicial de las truchas fue de 3.82gr y el peso promedio final de 103.41gr, obteniéndose una ganancia de peso de 99.59gr en los 120 días de experimentación, el diagrama de dispersión nos indica que es de tipo no lineal creciente cóncava hacia arriba además se puede ver el incremento de los valores del peso a medida que aumenta el tiempo, el coeficiente de correlación de Pearson $R=0,967404$ expresa que hay una correlación muy fuerte y directa entre las variables de estudio y el valor de significancia $p=0,000020$ nos informa que si existe correlación entre la variables peso y tiempo, la ecuación lineal fue de $Y=0,831128x + e$ y el coeficiente de determinación (R^2) nos indica que el tiempo repercute en un 93.6% sobre el peso.

4.1.13. Comparación de la talla de las truchas correspondiente a las 6 dietas

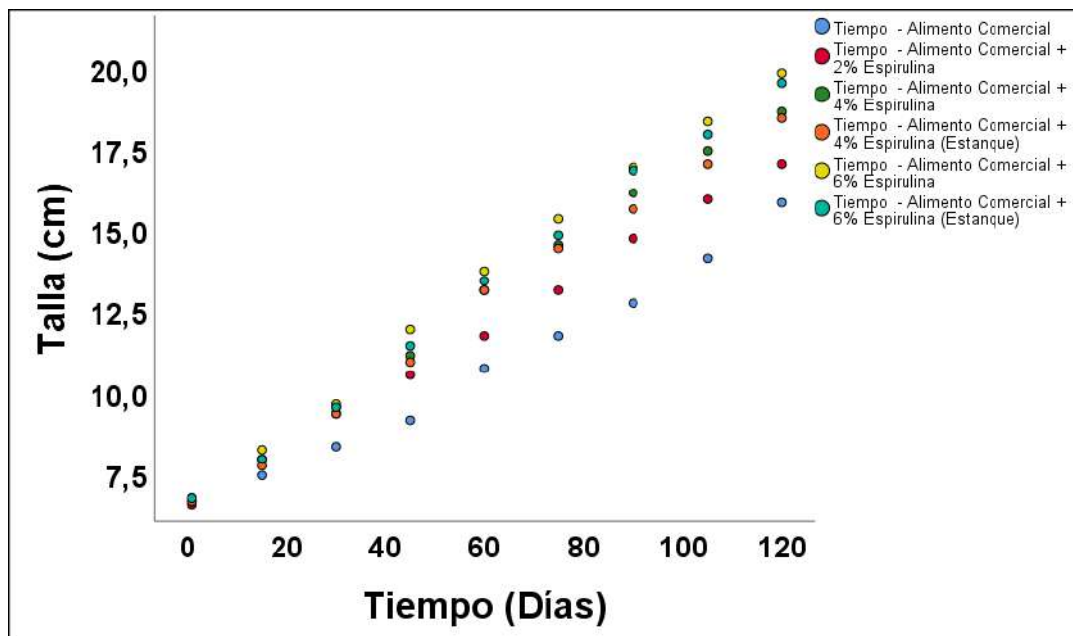


Figura 23. Diagrama de dispersión agrupada de talla por tiempo de las 6 dietas alimenticias

En la figura de dispersión agrupado se observa el crecimiento de la talla de las truchas durante los 120 días de experimentación, el promedio final de la talla de las truchas alimentados con la dieta T0 fue de 15.8cm, los alimentados con la dieta T1 tuvieron un promedio de 17cm, los alimentados con la dieta T2 obtuvieron un promedio final de 18.6cm y los que tuvieron una alimentación con la dieta T3 obtuvieron un promedio final de 19.8cm todo esto en acuarios, por lo observado se obtiene mayor crecimiento de las tallas de trucha a medida que se le incluye mayor porcentaje de espirulina, siendo la dieta T3 con inclusión del 6% de espirulina el que genera mayor crecimiento de la talla de las truchas debido a que contiene mayor cantidad de proteína en comparación con las otras dietas, en estanques el promedio final de la talla de las truchas alimentados con la dieta T4 fue de 18.4cm y los alimentados con la dieta T5 tuvieron un promedio final de 19.5cm, se evidencia que a mayor porcentaje de espirulina ocasiona un mayor crecimiento de las truchas, al realizar la comparación entre los acuarios y los estanques se obtiene mayor crecimiento de las truchas en laboratorio ya sea con la inclusión de 4% y 6% de espirulina, estadísticamente a través de la prueba estadística ANOVA de un factor el valor de significancia fue $p=0,770386$ dándonos entender que el crecimiento de las tallas de las truchas en todo las dietas son iguales o no hay diferencias significativas.

4.1.14. Comparación del peso de las truchas correspondiente a las 6 dietas

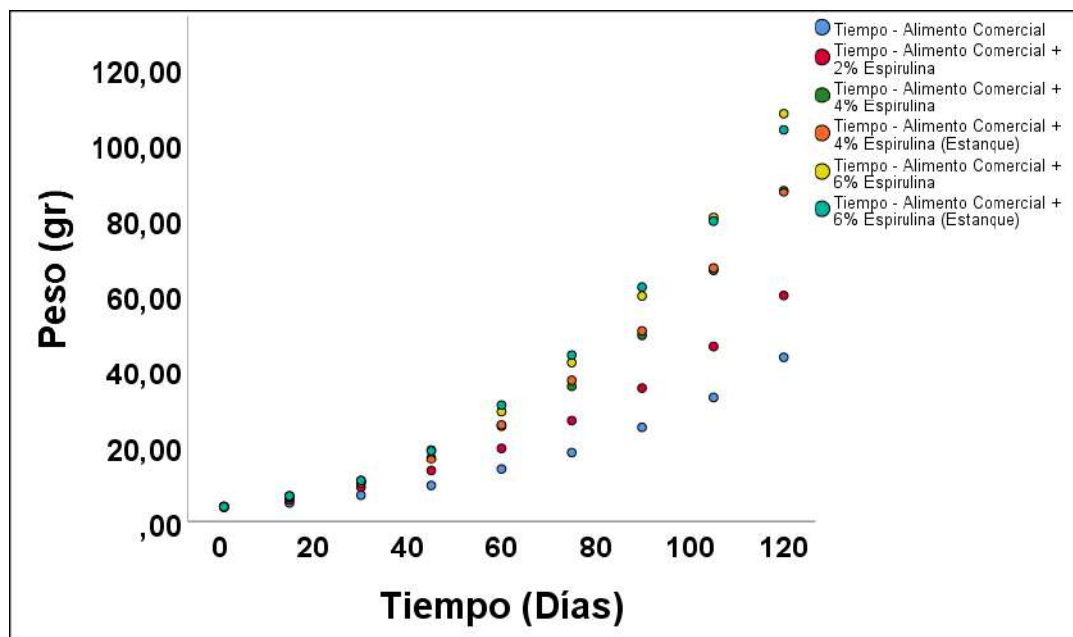


Figura 24. Diagrama de dispersión agrupada de peso por tiempo en las 6 dietas alimenticias

El diagrama de dispersión agrupada muestra el crecimiento en peso de las truchas alimentadas con las 6 dietas alimenticias, a nivel de laboratorio el promedio final de peso de las truchas alimentados con la dieta T0 fue de 43.45grs, los alimentados con la dieta T1 tuvieron un promedio final de 59.57grs, los alimentados con la dieta T2 tuvieron un promedio de 87.52grs y los que alimentados con la dieta T3 tuvieron un promedio final de peso de 107.64grs, se evidencia el aumento de peso de las truchas a medida que se le adiciona mayor porcentaje de espirulina sobre las dietas alimenticias, donde la dieta T3 con inclusión del 6% de espirulina ocasiona el mayor crecimiento en peso de las truchas, en estanques se obtuvo un promedio final de peso de las truchas de 86.95grs los alimentados con la dieta T4 y los alimentados con la dieta T5 tuvieron un promedio final de peso de 103.42grs, de la misma manera hay mayor crecimiento en peso de las truchas alimentadas con espirulina al 6%, de manera general las truchas cultivadas en acuarios presentaron mayor crecimiento en peso que las que fueron cultivadas en estanques, de acuerdo al análisis estadístico mediante la prueba estadística ANOVA de un factor, el valor de significancia $p=0,494308$ nos señala que el crecimiento en peso de las truchas son iguales en las 6 dietas experimentales.

4.2. ÍNDICES ZOOTÉCNICOS

4.2.1. Biomasa

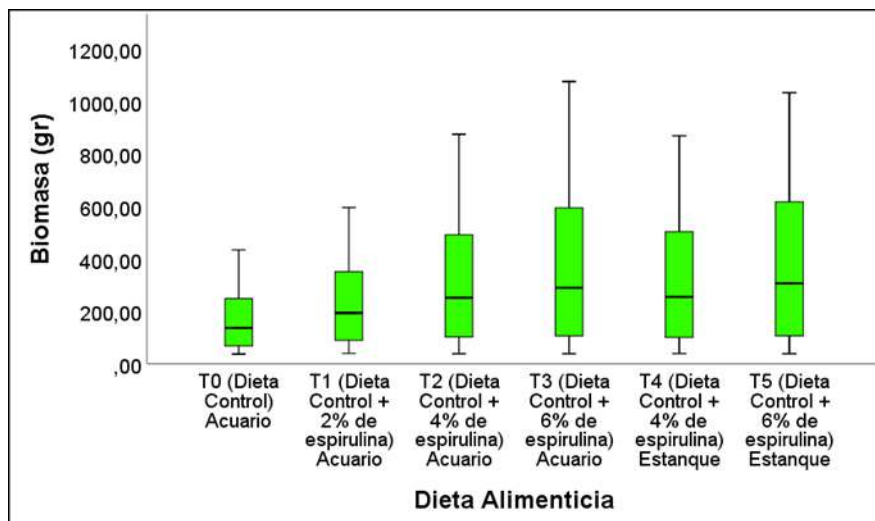


Figura 25. Diagrama de cajas y bigotes de la biomasa

Las truchas alimentadas con la dieta control (T0) tuvieron una biomasa inicial de 36.78gr y una biomasa final de 434.49gr obteniéndose una ganancia de biomasa de 397.71gr, las alimentadas con la dieta T1 la biomasa inicial fue de 38.99gr, la biomasa final 595.74gr y la ganancia de biomasa fue de 556.74gr, en el caso de las que fueron alimentadas con la dieta T2 se empezó con una biomasa inicial de 38.25gr y se culminó con una biomasa final de 875.24gr y una ganancia de biomasa de 836.99gr y las alimentadas con la dieta T3 iniciaron con una biomasa inicial de 38.10gr y terminaron con una biomasa final de 1076.44gr obteniéndose una ganancia de biomasa de 1038.34gr todo esto en acuarios, en estanques las truchas alimentadas con la dieta T4 empezaron con una biomasa inicial de 38.52gr y culminaron con una biomasa final de 869.51gr de la cual se obtuvo una ganancia de biomasa de 830.99gr, en el caso de los alimentados con la dieta T5 se empezó con una biomasa de 38.21gr y se culminó con una biomasa final de 1034.16gr de la cual se obtuvo una ganancia de biomasa de 995.95gr, se observa que la menor biomasa se presenta en las truchas alimentadas con la dieta control debido a la nula agregación de espirulina y a medida que se agrega mayor porcentaje de espirulina las truchas tienden a presentar mayor biomasa durante toda la campaña todo esto a nivel de acuario, en estanques también se verifica una mayor biomasa por parte de las truchas alimentadas con mayor inclusión de espirulina, al hacer una comparación se deduce que las truchas cultivadas en acuario presentan mayor biomasa que las criadas en estanques, el análisis estadístico mediante la prueba estadística ANOVA de un factor, el valor de significancia salió $p=0,494333$ lo cual nos indica que no hay diferencias significativas en la biomasa de las truchas alimentadas con las 6 dietas.

4.2.2. Ganancia de Peso

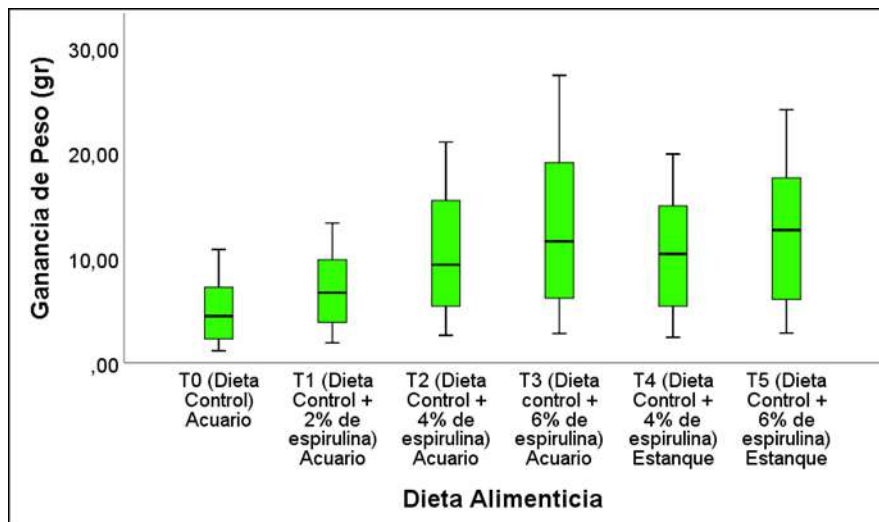


Figura 26. Diagrama de cajas y bigotes de la ganancia de peso

La ganancia de peso para las truchas alimentadas con la dieta T0 fue de 4.97 ± 3.26 gr, con la dieta T1 fue de 6.99 ± 3.91 gr, con la dieta T2 fue de 10.51 ± 6.46 gr y con la dieta T3 fue de 12.98 ± 8.48 gr a nivel de acuarios y la ganancia de peso de las truchas alimentadas con la dieta T4 fue de 10.47 ± 6.09 gr, con la dieta T5 fue de 12.45 ± 7.31 gr a nivel de estanques, se observa las truchas alimentadas con las dietas T0 sin inclusión de espirulina presentan la menor ganancia de peso y a medida que se añade mayor porcentaje de espirulina hay mayor ganancia de peso de las truchas en acuarios, similar comportamiento en estanques las truchas alimentadas con el mayor porcentaje de espirulina presentan mayor ganancia de peso, también se evidencia mayor ganancia de peso de las truchas experimentadas en acuarios respecto a la experimentadas en estanques, estadísticamente mediante la prueba ANOVA el valor de significancia salió $p=0.092845$ la cual nos indica que no existe diferencias significativas en la ganancia de peso de las truchas alimentadas con las 6 dietas.

4.2.3. Ganancia del Peso Diario

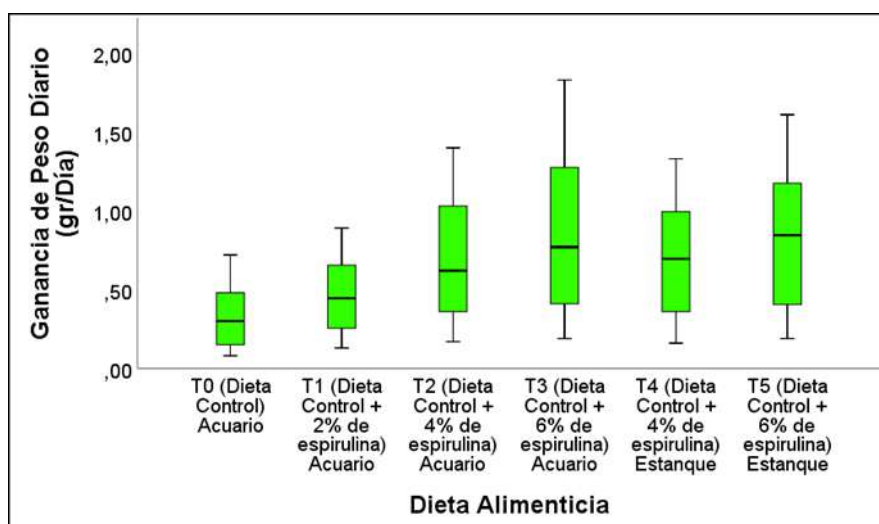


Figura 27. Diagrama de cajas y bigotes de la ganancia de peso diario

Los promedios de la ganancia de peso diario de las truchas alimentadas con la dieta T0 fue de 0.33 ± 0.22 gr/día, las alimentadas con la dieta T1 fue de 0.47 ± 0.26 gr/día, las alimentadas con la dieta T2 fue de 0.70 ± 0.43 gr/día y las alimentadas con la dieta T3 obtuvieron un promedio de 0.87 ± 0.57 gr/día a nivel de acuarios, donde se ve mayor ganancia de peso diario a medida que se le incluye mayor porcentaje de espirulina y los promedios de la ganancia de peso diario de las truchas alimentadas con la dieta T4 fue de 0.70 ± 0.41 gr/día y las alimentadas con la dieta T5 fue de 0.83 ± 0.49 gr/día, de igual manera se ve mayor ganancia de peso diario en las truchas alimentadas con mayor inclusión de espirulina a nivel de estanques, claramente se ve que la ganancia de peso diario de las truchas con inclusión del 4% de espirulina es similar en acuarios y estanques pero con inclusión del 6% es mayor en acuarios, estadísticamente mediante la prueba de ANOVA de un factor, el valor de significancia fue de $p=0,090304$ indicándonos que no existe diferencias significativas en la ganancia de peso diario de las truchas alimentadas con las 6 dietas alimenticias.

4.2.4. Factor de conversión alimenticia

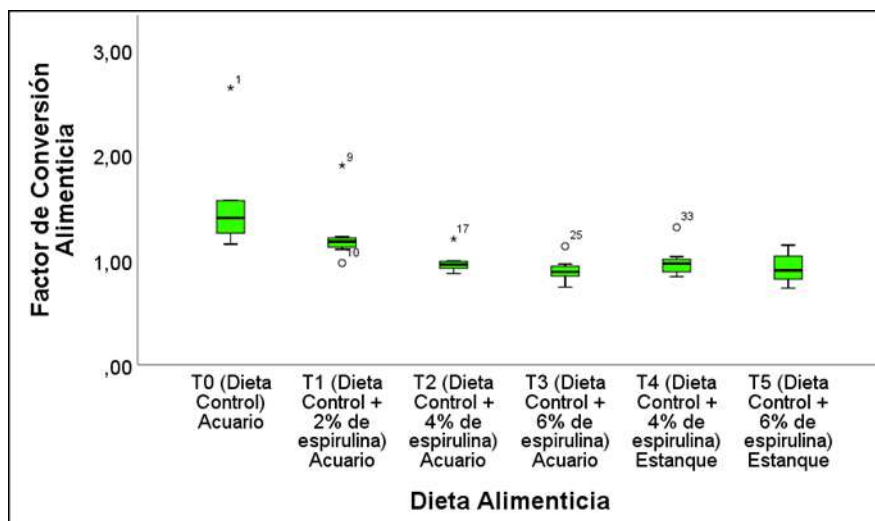


Figura 28. Diagrama de cajas y bigotes de factor de conversión alimenticia

Durante el periodo de investigación el promedio del factor de conversión alimenticia de las truchas alimentadas con la dieta T0 fue de 1.53 ± 0.47 , las alimentadas con la dieta T1 fue de 1.24 ± 0.28 , las alimentadas con la dieta T2 fue de 0.97 ± 0.10 y las alimentadas con la dieta T3 fue de 0.90 ± 0.11 , se evidencia que las truchas alimentadas con la dieta sin inclusión de espirulina se obtiene un factor de conversión alimenticia pésimo por encima de la unidad, también se ve que a medida que se adiciona mayor porcentaje de espirulina en las dietas las truchas tienden a mejorar el factor de conversión alimenticia siendo las dietas con inclusión del 4% y 6% de espirulina con el mejor factor de conversión alimenticia por encontrarse por debajo de la unidad todo esto a nivel de acuarios, en estanques el promedio del factor de conversión alimenticia obtenidas por las truchas alimentadas con la dieta T4 fue de 0.98 ± 0.15 y las alimentadas por la dieta T5 fue de 0.92 ± 0.15 , de las misma manera se aprecia un mejor factor de conversión alimenticia en las truchas alimentadas con la dieta de mayor inclusión de espirulina, de acuerdo a los resultados podemos afirmar que se obtiene un mejor factor de

conversión alimenticia de las truchas experimentadas en acuarios que las experimentadas en estanques ya sea con las dietas del 4% y 6% de inclusión de espirulina, estadísticamente mediante la prueba de **Kruskal Wallis** con un nivel de significancia del 5% nos arroja un resultado de $p = 0.000033$ indicándonos que si hay diferencias significativas del factor de conversión alimenticia de las truchas alimentadas con las 6 dietas, mediante el análisis Post Hoc de comparaciones múltiples de Kruskal Wallis se forma 3 subconjuntos, el primer subconjunto formado por las dietas T3, T5, T4 y T2, el segundo subconjunto conformado solo por la dieta T1 y el tercer subconjunto formado solo por la dieta T0, la dietas T3, T5, T4 y T2 son significativamente mejores que la dieta T1 y a la vez este es significativamente mejor que la dieta T0.

4.2.5. Factor de condición

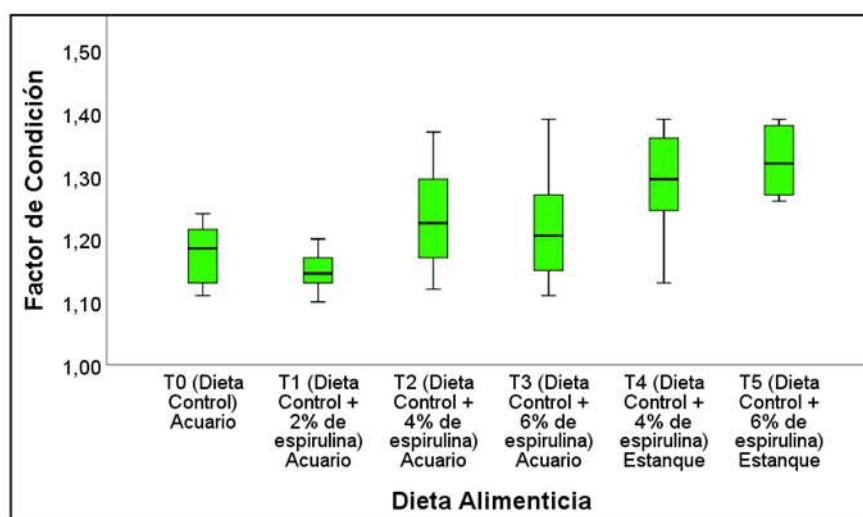


Figura 29. Diagrama de cajas y bigotes de factor de condición

En el periodo de investigación el promedio del factor de condición de las truchas alimentadas con la dieta T0 fue de 1.18 ± 0.05 , las alimentadas con la dieta T1 fue de 1.15 ± 0.03 , las alimentadas con la dieta T2 fue de 1.23 ± 0.08 y las truchas alimentadas con la dieta T3 fue de 1.22 ± 0.09 en acuarios, se ve claramente que toda las truchas alimentadas con las dietas alimenticias presentan una condición gordo, siendo la dieta T1 con inclusión de 2% de espirulina con el menor valor y la dietas con mayor inclusión de espirulina con valores superiores al resto, en estanques el factor de condición de las truchas alimentadas con la dieta T4 fue de 1.29 ± 0.09 y las truchas alimentadas con la dieta T5 fue de 1.32 ± 0.06 en estas unidades experimentales las truchas con inclusión del 6% de espirulina presentan mayor factor de condición, analizando vemos que el factor de condición de las truchas experimentadas en los estanques es mayor a las experimentadas en acuarios, sobre todo las truchas alimentadas con inclusión del 6% de espirulina, también se puede ver que la espirulina contribuye de forma positiva al factor de condición de las truchas estadísticamente mediante la prueba ANOVA de un factor nos sale un valor de significancia de $p = 0.000070$ indicándonos que efectivamente si hay diferencias significativas en las medias de factor de condición de las truchas alimentados con las 6 dietas alimenticias, por lo que se procede a realizar la prueba Post Hoc de Tukey en

donde se formó 2 subconjuntos homogéneos, el primer subconjunto conformado por las dietas T1, T0, T3, T2 y el segundo subconjunto constituido por las dietas T3, T2, T4 y T5, de acuerdo a lo observado las dietas T3 y T2 podrían formar parte tanto del primer o del segundo subconjunto. Las dietas T1 y T0 son significativamente menores que las dietas T4 y T5.

4.2.6. Tasa de Crecimiento Específico

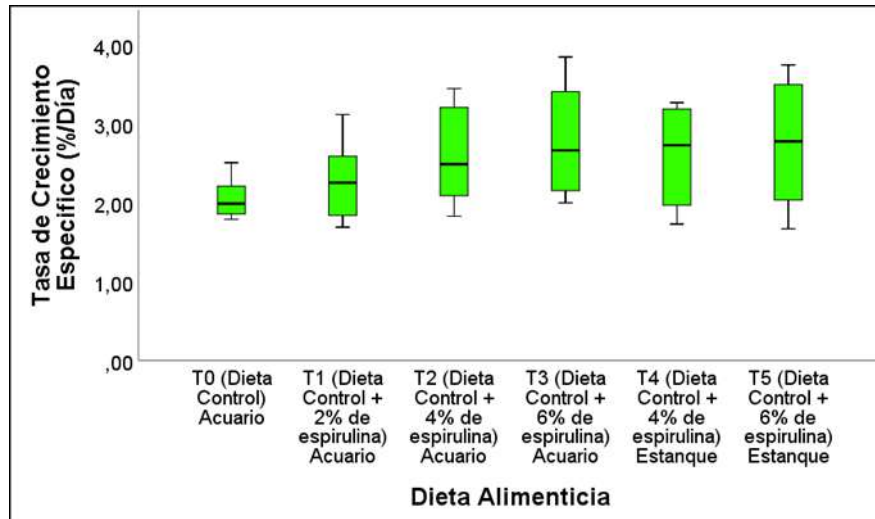


Figura 30. Diagrama de cajas y bigotes para la tasa de crecimiento específico

El promedio de la tasa de crecimiento específico de las truchas durante el periodo de investigación alimentados con la dieta T0 fue de 2.05 ± 0.25 %/día, las alimentadas con la dieta T1 fue de 2.27 ± 0.49 %/día, las alimentadas con la dieta T2 fue de 2.61 ± 0.62 %/día y las alimentadas con la dieta T3 fue de 2.79 ± 0.72 %/día a nivel de acuarios, en donde se evidencia la menor tasa de crecimiento específico lo presenta las truchas alimentadas con la dieta de nula inclusión de espirulina y el incremento de la tasa de crecimiento específico de las truchas se da a medida que se le incluye mayor porcentaje de espirulina, por lo que podemos afirmar que la espirulina tiene beneficios positivos sobre la tasa de crecimiento específico de las truchas, en estanques el promedio de la tasa de crecimiento específico de las truchas alimentadas con la dieta T4 fue de 2.60 ± 0.64 %/día y las alimentadas con la dieta T5 fue de 2.76 ± 0.83 %/día, en este caso también la tasa de crecimiento específico es mayor en las truchas alimentadas con la dieta de mayor inclusión de espirulina, al comparar la tasa de crecimiento específico de las truchas entre los acuarios y estanques con la dieta al 4% de espirulina los resultados son similares pero al 6% de espirulina en los acuarios se obtiene un mayor valor, estadísticamente a través de la prueba de ANOVA de un factor el valor de significancia fue de $p=0.142358$ por lo que nos indica que los promedios de la tasa de crecimiento específico de las truchas alimentadas con las 6 dietas no difieren significativamente es decir son iguales.

4.2.7. Porcentaje de supervivencia

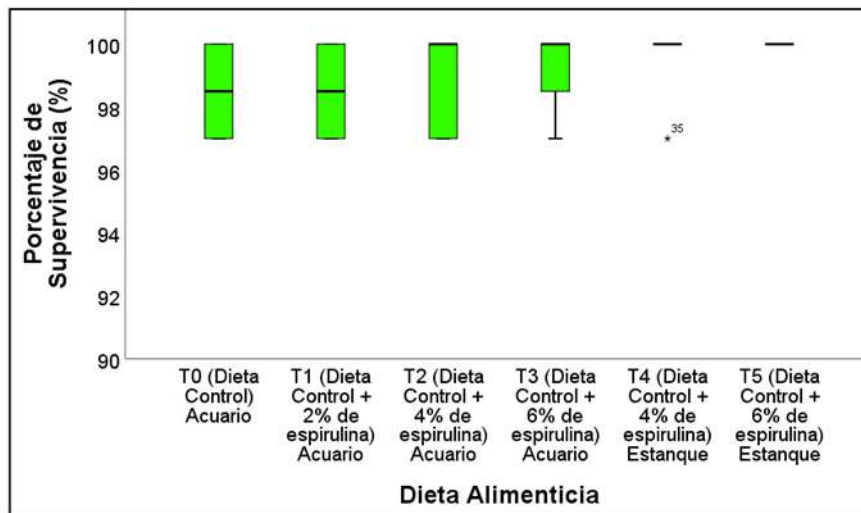


Figura 31. Diagrama de cajas y bigotes de porcentaje de supervivencia

Durante toda la campaña de experimentación el porcentaje de supervivencia de las truchas alimentadas con la dieta T0 y T1 fue del 87%, las alimentadas con la dieta T2 fue del 90% y las alimentadas con la dieta T3 fue del 93%, se ve que las truchas alimentadas con la dieta nula de inclusión de espirulina y la más baja poseen el más bajo porcentaje de supervivencia a diferencia de las truchas alimentadas con mayor adición de espirulina hay un aumento ligero en la supervivencia por lo que se afirma que la espirulina contribuye de manera positiva a la supervivencia de las truchas todo esto a nivel de laboratorio, en estanques los resultados nos indican que el porcentaje de supervivencia de las truchas alimentadas con la dieta T4 fue del 97% y las alimentadas con la dieta T5 fue del 100%, se evidencia que existe mayor supervivencia de las truchas al ser cultivada en estanques que en los acuarios esto se debe a que en laboratorio el agua era tratada para consumo humano y en estanques el agua era captada directamente del manante, para ver si estos resultados difieren se usó la prueba estadística de **Kruskal Wallis** en la que salió un valor de significancia de $p=0.161881$ la cual expresa que no hay diferencias significativas en la supervivencia de las truchas alimentadas con las 6 dietas.

4.3. PARÁMETROS FÍSICOS y QUÍMICOS

4.3.1. Oxígeno Disuelto

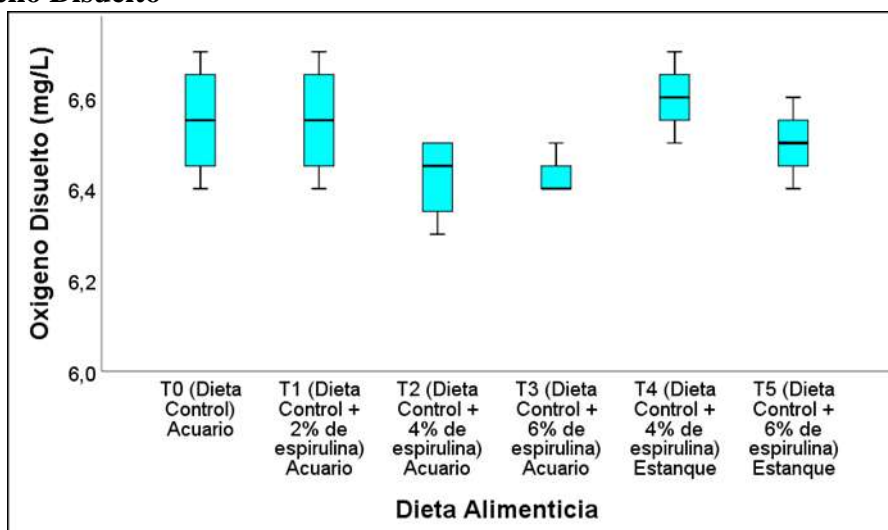


Figura 32. Diagrama de cajas y bigotes para Oxígeno Disuelto

Los promedios del oxígeno disuelto en las dietas experimentales fueron: para T0 6.6 ± 0.13 mg/L, T1 6.6 ± 0.13 mg/L, T2 6.43 ± 0.10 mg/L, T3 6.43 ± 0.05 mg/L en acuarios y T4 6.6 ± 0.08 mg/L, T5 6.5 ± 0.08 mg/L en estanques, se observa que el oxígeno disuelto en laboratorio correspondientes a las dietas T0 y T1 es mayor a las de las dietas T2 y T3 esto debido a que estos últimos el desarrollo de las truchas fue mayor, se evidencia que el oxígeno disuelto es similar tanto en acuarios como en estanques y son aptas para la crianza de truchas, estadísticamente mediante la prueba de Kruskal Wallis el valor de significancia fue de $p=0.125233$ indicándonos que la distribución de oxígeno disuelto tanto en estanque como en acuarios son iguales.

4.3.2. pH

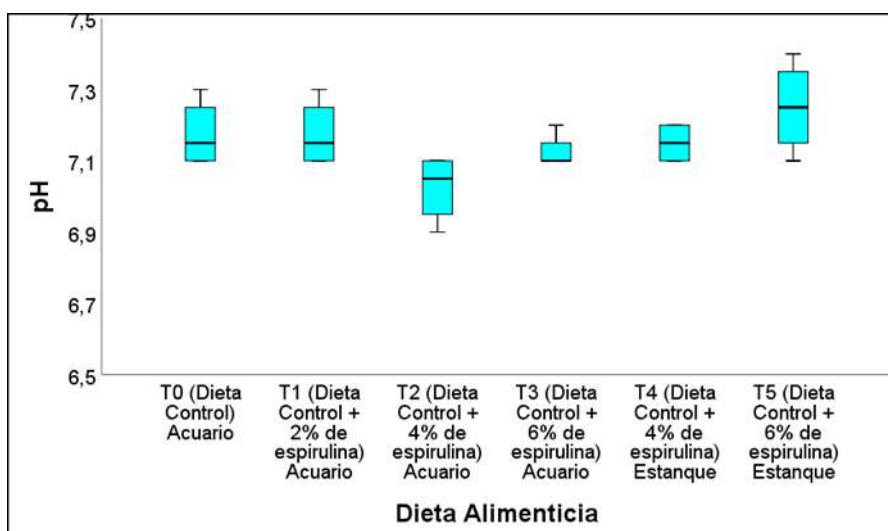


Figura 33. Diagrama de cajas y bigotes para el pH

Los promedios de pH obtenidos en las 6 unidades experimentales fueron: para la dieta T0 fue de 7.18 ± 0.10 , para T1 7.18 ± 0.10 , para T2 7.03 ± 0.10 y T3 7.13 ± 0.05 a nivel de acuarios, para T4 7.15 ± 0.06 y para T5 7.25 ± 0.13 a nivel de estanques, se evidencia que el pH del agua

de acuarios y estanques es alcalino y es ideal para el cultivo de truchas, estadísticamente mediante la prueba de Kruskal Wallis el valor de significancia fue $p=0.114807$, este valor expresa que la distribución de los valores del pH tanto en acuarios como estanques son iguales.

4.3.3. Temperatura

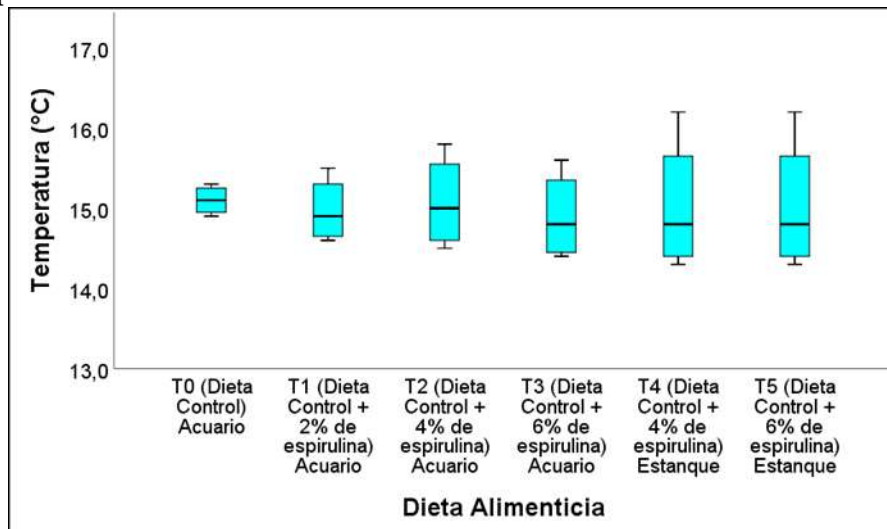


Figura 34. Diagrama de cajas y bigotes para la temperatura

Los resultados para la temperatura en las 6 dietas experimentales presentaron los siguientes promedios para T0 15.1 ± 0.18 °C, T1 14.98 ± 0.41 °C, T2 15.1 ± 0.59 °C, T3 14.9 ± 0.56 °C en acuarios, T4 15 ± 0.85 °C y T5 15 ± 0.85 °C en estanques, de acuerdo a lo observado las temperaturas de los acuarios y estanques son similares y son ideales para el desarrollo de las truchas, estadísticamente mediante la prueba de ANOVA de un factor el valor de significancia fue de $p=0.997893$ confirmándonos que los promedios de temperatura tanto en los acuarios como en los estanques no difieren significativamente.

4.3.4. Turbidez

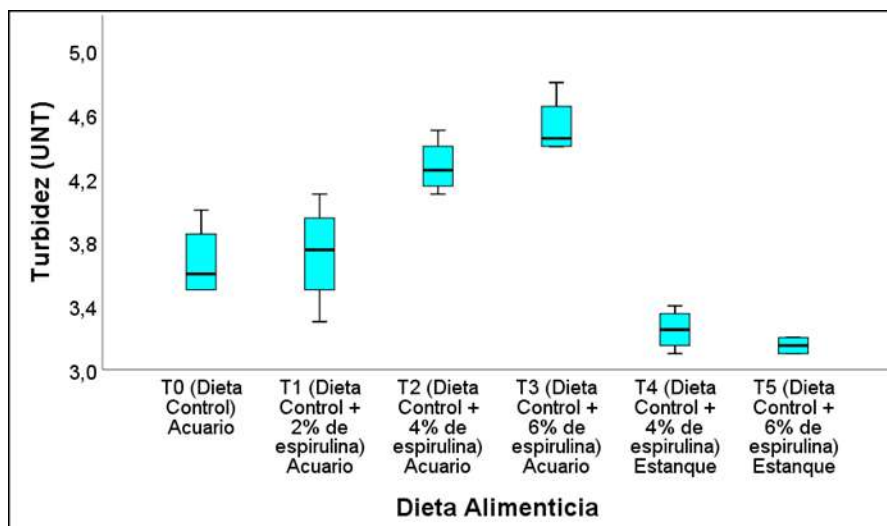


Figura 35. Diagrama de cajas y bigotes para la turbidez

Los promedios para la turbidez fueron de la siguiente manera para la dieta T0 3.68 ± 0.24 UNT, T1 3.73 ± 0.33 UNT, T2 4.28 ± 0.17 UNT, T3 4.53 ± 0.19 UNT en acuarios y T4 3.25 ± 0.13 UNT, T5 3.15 ± 0.06 UNT en estanques, los acuarios correspondientes a la dieta T2 y T3 presentaron mayor turbidez debido al mayor desarrollo de las truchas que ensuciaban más rápido el agua y las que presentaron menor turbidez fueron en estanques debido a la circulación constante del agua y además se evidencia que la turbidez del agua tanto en acuarios como en estanques son recomendables para la crianza de truchas, mediante la prueba estadística Kruskal Wallis el valor de significancia de $p=0.000989$ nos indica que los valores de turbidez entre las 6 unidades experimentales no son iguales por lo que se recurre a la prueba Post Hoc de Kruskal Wallis en donde se forma 3 subconjuntos homogéneos, el primer subconjunto formado por las dietas T5 y T4, el segundo subconjunto constituido por las dietas T0 y T1 y el tercer subconjunto conformado por las dietas T2 y T3, la turbidez de la dieta T5 y T4 es significativamente menor que las dietas T0 y T1 a la vez estas dietas son significativamente menores que las dietas T2 y T3.

4.3.5. Alcalinidad

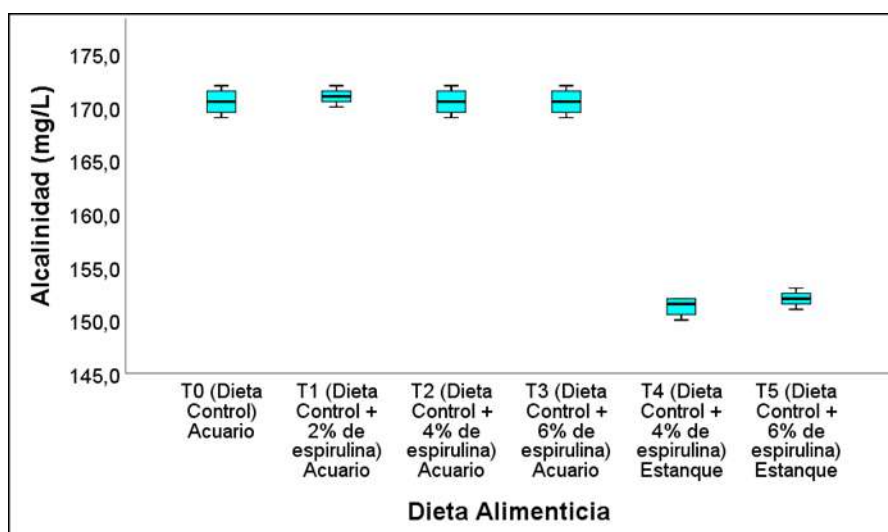


Figura 36. Diagrama de cajas y bigotes para la alcalinidad

El promedio de la alcalinidad en las 6 unidades experimentales fueron: para T0 171 ± 1.29 mg/L, T1 171 ± 0.82 mg/L, T2 171 ± 1.29 , T3 171 ± 1.29 en acuarios y T4 151 ± 0.96 mg/L, T5 152 ± 0.82 mg/L en estanques, de acuerdo a los resultados el agua de los acuarios presentan mayor alcalinidad que los estanques pero que ambos se encuentran dentro de los rangos permisibles para el cultivo de truchas, estadísticamente mediante la prueba estadística ANOVA de un factor da como resultado un valor de significancia de $p=6,5232E-17$ de la cual este valor nos da entender que si hay diferencias significativas entre los promedios de alcalinidad de las 6 unidades experimentales, por lo que se recurrió a la prueba Post Hoc de Tukey, se han formado 2 subconjuntos el primer subconjunto formado por las dietas T4 y T5 y el segundo subconjunto conformado por las dietas T0, T2, T3 y T1, la alcalinidad de los acuarios es significativamente mayor que la alcalinidad de los estanques.

4.3.6. Dureza total

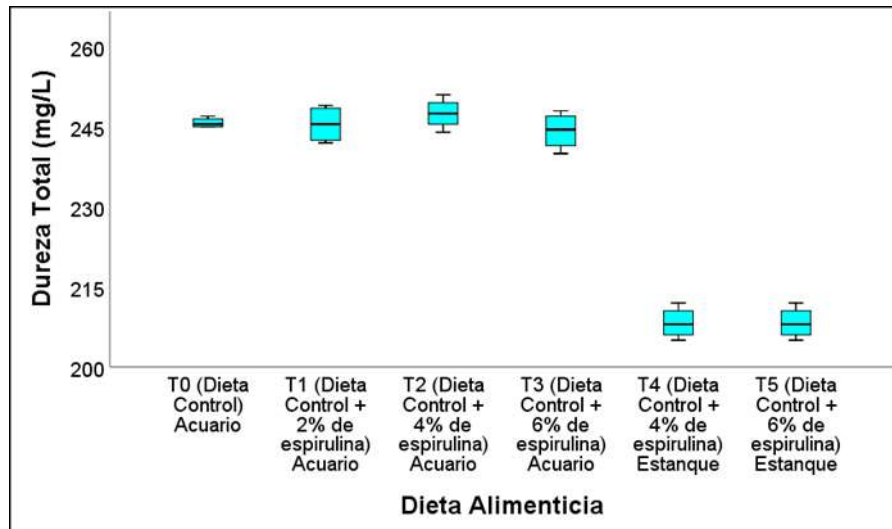


Figura 37. Diagrama de cajas y bigotes para la dureza total

Los promedios para la dureza del agua de las 6 unidades experimentales fueron: para T0 $246 \pm 0.96\text{mg/L}$, T1 $246 \pm 3.51\text{mg/L}$, T2 $248 \pm 2.89\text{mg/L}$, T3 $244 \pm 3.5\text{mg/L}$ en acuarios y T4 $208 \pm 2.99\text{mg/L}$, T5 $208 \pm 2.99\text{mg/L}$, por lo visto las aguas de los acuarios presentan mayor dureza que las aguas de los estanques pero que ambos son ideales para la crianza de truchas, Estadísticamente mediante la prueba ANOVA de un factor el valor de significación fue $p=1.3387\text{E-}14$ la cual nos indica que los promedios de la dureza difieren significativamente en sus promedios entre las 6 unidades experimentales, por lo que se realizó la prueba Post Hoc de Tukey en donde nos indica que se forma dos subconjuntos, el primer subconjunto formado por las dietas T4 y T5 y el segundo subconjunto formado por las dietas T3, T1, T0 y T2, es decir la dureza total de los acuarios es significativamente mayor que la dureza total de los estanques.

4.3.7. Dióxido de carbono

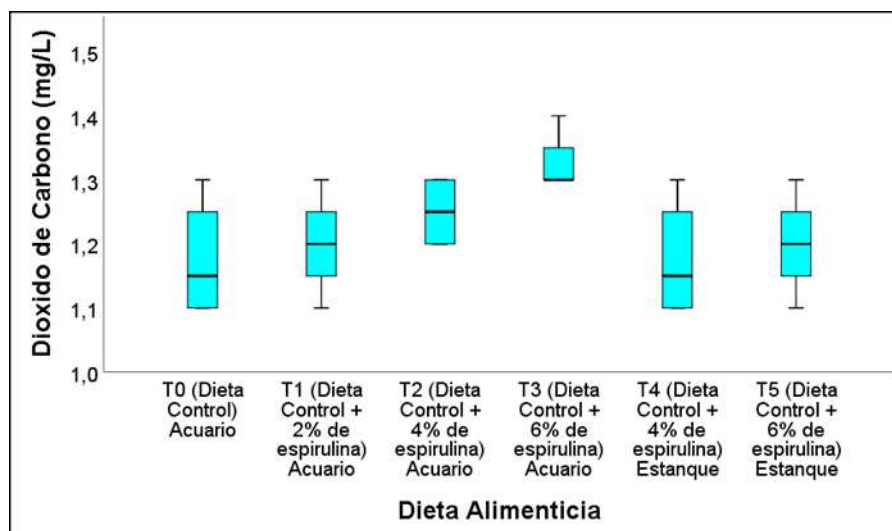


Figura 38. Diagrama de cajas y bigotes para el Dióxido de carbono

Para el dióxido de carbono se obtuvo como promedios en las 6 unidades experimentales lo siguiente, para T0 $1.2 \pm 0.10\text{mg/L}$, T1 $1.2 \pm 0.08\text{mg/L}$, T2 $1.3 \pm 0.06\text{mg/L}$, T3 $1.3 \pm 0.05\text{mg/L}$

en acuarios y T4 $1.2 \pm 0.10\text{mg/L}$, T5 $1.2 \pm 0.08\text{mg/L}$ en estanques, de acuerdo a estos resultados los mayores valores de dióxido de carbono a nivel de acuarios se obtuvieron en la dieta T2 y T3 y que el dióxido de carbono de las aguas tanto en acuarios como en estanques son aptos para la crianza de truchas, mediante el análisis estadístico con la prueba Kruskal Wallis salió un valor de significancia de $p=0.139484$ la cual nos indica que los valores de dióxido de carbono en las 6 unidades experimentales son iguales o no difieren significativamente.

DISCUSIÓN

ÍNDICES DE CRECIMIENTO

En la presente investigación los mejores resultados de crecimiento (talla y peso) de las truchas se dieron en las alimentadas con el mayor porcentaje de inclusión de espirulina (6%) tanto en acuarios como en estanques y los resultados más bajos en las truchas alimentadas con nula inclusión de espirulina aunque estadísticamente no hubo diferencias significativas, estos resultados se asemejan a los resultados obtenidos por (Sirakov et al., 2012), quienes evaluaron el efecto de la harina de espirulina sobre el crecimiento de la trucha arcoíris, en donde obtuvieron mayor crecimiento de peso y talla en las truchas alimentadas con inclusión del 10% de espirulina y un menor crecimiento en las alimentadas con el alimento comercial. (Díaz & León, 2014) quienes utilizaron la espirulina (*Spirulina maxima*) en la dieta de alevinos de trucha arco iris, en la cual sus resultados respecto al crecimiento en talla y peso de las truchas tuvo un mejor desempeño con el mayor porcentaje de espirulina (15%) respecto con las alimentadas con el alimento comercial, por lo que tiene cierta similitud a la presente investigación. (Rivas, 2018) quien añadió espirulina a la dieta de gamitana (*Colossoma macropomun*), en donde indica que las gamitanas alimentadas con el mayor porcentaje de espirulina tuvieron mayor incremento en peso y talla, presentando similitud a la presente investigación.

(Pókniak, 2007) quien incorporo espirulina (*Spirulina maxima*) en la dieta de alevinos de trucha arco iris, en donde el crecimiento en peso de las truchas disminuyo a medida que agrego mayor porcentaje de espirulina (2.5 y 5%) debido a que en la preparación de sus dietas redujo el porcentaje de harina de pescado a medida que aumento la espirulina. (Carrillo et al., 2018) usaron el gluten de maíz como reemplazo de la harina de pescado en la dieta de truchas juveniles, en donde mencionan la reducción del peso de las truchas a medida que reemplazaron la harina de pescado por la harina de gluten de maíz siendo el peor resultado con el reemplazo del 100% de harina de pescado, conllevando un desbalance de los aminoácidos esenciales primordialmente la lisina, generando efectos negativos en el crecimiento en peso de las truchas. (Triviño, 2020) agrego un prebiótico llamado Citromarine en la dieta alimenticia de los alevinos de las trucha arco iris sobre la base de un alimento comercial, concluyendo que este ingrediente no favorece en el crecimiento de peso y talla de los alevinos de trucha, debido a que este es un sustrato no digerible que estimula el crecimiento selectivo de ciertas bacterias que estimulan el apetito, mejoran la digestibilidad y promueven el crecimiento del huésped, sin mucha eficiencia en las truchas a diferencia de la espirulina que tiene alto contenido proteico y mejora el crecimiento de las truchas.

ÍNDICES ZOOTÉCNICOS

En la presente investigación, la mayor ganancia de biomasa se presentó en las truchas alimentadas con el mayor porcentaje de inclusión de espirulina (T3: 6%), tanto en acuarios como en estanques y la menor ganancia de biomasa se presentaron en las truchas alimentadas sin inclusión de espirulina (T0), si realizamos ciertas comparaciones con otras investigaciones como el de (Rivas, 2018), quien incluyo espirulina en la dieta de gamitana, en donde el mejor desempeño de ganancia de biomasa se dio en las gamitanas con el mayor porcentaje de espirulina (6%), por lo que la espirulina favorece a la biomasa de peces omnívoros con tendencia a carnívoros (gamitana) y carnívoros (truchas), en el caso (Cayturo & Villarruel,

2017) quienes incluyeron la espirulina en la dieta de Paco, donde la mayor ganancia de biomasa se dio en los Pacos alimentados con inclusión del 2% de espirulina debido que esta dieta tuvo el mayor porcentaje de carbohidratos (Torta de soya) y también por el contenido de espirulina.

En la presente investigación los resultados más altos de la ganancia de peso y ganancia de peso diario de las truchas, se obtuvieron en las alimentadas con las dieta de mayor adición de espirulina (6%), tanto para acuarios y estanques y los más bajos resultados se dieron en las truchas alimentadas con nula inclusión de espirulina, haciendo una comparación con la investigación de (Cayturo & Villarruel, 2017) quien incluyo espirulina en la dieta de Paco (*Piaractus brachypomus*), en donde la mayor ganancia de peso diario se dio en los Pacos alimentados con la inclusión del 2% de espirulina, debido a que fue una dieta de mayor porcentaje de carbohidratos la cual favorece al peso del Paco. (Rivas, 2018) quien agrego espirulina a la dieta de gamitana (*Colossoma macropomun*) los mejores resultados de la ganancia de peso y ganancia de peso diario se dio en las gamitanas alimentadas con las dietas con inclusión de espirulina, esto debido que estas dietas aparte de contener carbohidratos, contienen espirulina que sirve como fuente de carbohidratos, grasas y grasas saturadas que favorecen al incremento de dichos índices mencionados.

En el presente trabajo de investigación el factor de conversión alimenticia de las truchas fue mejorando a medida que se le incremente el porcentaje de espirulina, siendo las de mayor inclusión de espirulina (6%) con los mejores valores, tanto en acuarios y estanques con (0.90 y 0.92 respectivamente) debido al incremento de proteína en las dietas y los peores valores de factor de conversión alimenticia fueron obtenidos por parte de las truchas alimentadas con la dieta sin inclusión de espirulina con (1.53). (Pókniak, 2007) quien incorporo espirulina (*Spirulina máxima*) a la dieta de alevinos de trucha, obtuvo muy buenos valores de factor de conversión alimenticia entre (0.79 a 0.89), este autor a medida que agrego mayor cantidad de espirulina, el factor de conversión alimenticia era menos eficaz, debido a que en las dietas balanceadas que preparo disminuyo la harina de pescado a medida que aumento el porcentaje de espirulina, si bien la espirulina es bueno pero también la harina de pescado es indispensable en la dieta de trucha por tener aminoácidos esenciales, ocasionando un ligero empeoramiento del factor de conversión alimenticia. (Sirakov et al., 2012) quienes evaluaron el efecto de la espirulina sobre el crecimiento de las truchas obtuvieron un factor de conversión alimenticia de 1.32 para la dieta control y 1.26 para la dieta con 10% de espirulina, en el que se refleja que la espirulina favorece ligeramente en el factor de conversión alimenticia por su alto contenido proteico, mientras tanto (Diaz & Leon, 2014) utilizaron la espirulina (*Spirulina máxima*) en la dieta de alevinos de trucha Arcoíris, estos autores indican que el mejor factor de conversión alimenticia de las truchas se obtuvo en la dieta que más se añadió espirulina, debido que la espirulina por su alto contenido proteico incremento el porcentaje de proteína en las dietas y así favorecer a un mejor factor de conversión alimenticia de las truchas. (Romero, 2021) quien evaluó dos dietas alimenticias extruidas en la dieta de alevinos de truchas La Molina y Nicovita, obtuvieron un factor de conversión alimenticia de 0.846 y 0.880 respectivamente, al realizar las comparaciones con la presente investigación, estos alimentos extruidas tienen mejor resultado que el alimento extruido usado en la presente investigación, pero cuando le añadimos espirulina al 6% se asemejan ligeramente a los resultados de dichas dietas extruidas, de la cual se puede afirmar, que en la presente investigación con la dieta con espirulina al 6% es muy buena más

aun tomando en cuenta que dichas dietas extruidas son muy famosas y cuentan con mejores tecnologías en su proceso de elaboración.

En el presente trabajo de investigación, los mejores valores de factor de condición de las truchas fueron obtenidos en estanques, alimentadas con las dietas de inclusión del 4 y 6% de espirulina con (1.32 y 1.29 respectivamente) y el valor más bajo de factor de condición fueron las alimentadas con la dieta de inclusión del 2% de espirulina con (1.15) en acuario, (Diaz & Leon, 2014) quienes usaron espirulina (*Spirulina máxima*) en la dieta de alevinos de trucha Arco Iris, indican que la espirulina de esta especie no favorece en la condición de las truchas, puesto que el factor de condición fue similar en todas a diferencia de la espirulina (*Arthrospira platensis*) que si otorga beneficios al factor de condición de las truchas debido a que presenta carbohidratos, grasas y grasas saturadas.

En la presente investigación la mayor tasa de crecimiento específico se presentó en las truchas alimentadas con dietas de inclusión del 6% de espirulina, tanto para acuarios como para estanques con (2.79%/día y 2.76%/día respectivamente) y el menor con la dieta sin inclusión de espirulina con 2.05%/día, al revisar la investigación de (Pókniak, 2007) quien estudio la espirulina (*Spirulina maxima*) en la alimenticia para alevinos de trucha, en la que sus resultados de la tasa de crecimiento específico fue decreciendo a medida que añadió mayor porcentaje de espirulina, esto se debe a que el autor en su preparación de sus dietas fue disminuyendo la cantidad de harina de pescado a medida que añadió mayor porcentaje de espirulina, conllevando a una reducción de la tasa de crecimiento específico de las truchas (Carrillo et al., 2018) quien uso gluten de maíz como reemplazo de harina de pescado en la dieta de truchas juveniles, sus resultados de tasa de crecimiento específico expresan que a medida que aumentó la cantidad de gluten de maíz la tasa de crecimiento disminuyo, causado por la reducción y nula presencia de la harina de pescado, que es un componente nutricional vital para las truchas por tener aminoácidos esenciales que favorecen al crecimiento de las truchas.

El porcentaje de supervivencia de las truchas en la presente investigación fue mayor en estanques con la inclusión del 4 y 6% con el (97% y 100% respectivamente) debido que fueron abastecidas con agua de manantial y la menor supervivencia se dio en las truchas experimentadas en acuarios debido a que fueron abastecidos por agua tratada o potabilizada. (Sheikhzadeh et al., 2019) obtuvo el 100% de supervivencia de las truchas tanto en la dieta control como en las dietas con inclusión de espirulina (2.5 y 5%) a nivel de estanques, abastecido por aguas naturales, por lo que se afirma que las aguas de manante son muy buenas para la crianza de truchas. (Rivas, 2018) quien uso la espirulina como dieta alimenticia de gamitana (*Colossoma macropomun*) en donde obtuvo el 100% de supervivencia, pero este resultado podría ser engañoso ya que el estudio se realizó con ejemplares en etapa de engorde a diferencia de la presente investigación se trabajó con truchas en etapas tempranas donde son más susceptibles a la mortandad.

PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS

Los resultados de los parámetros físicos y químicos de forma generalizada tanto en acuarios como en estanques de la presente investigación fueron los siguientes: para el Oxígeno Disuelto oscilaron entre 6.43 a 6.6mg/L, para el pH los valores fueron de 7.03 a 7.25mg/L, en el caso de

la temperatura los valores estuvieron entre 14.9 a 15.1°C, para la turbidez los resultados oscilaron entre 3.15 a 4.53 UNT, para la alcalinidad los valores fueron de 151 a 171mg/L, para la dureza los valores oscilaron entre 208 a 246mg/L y el Dióxido de carbono fue de 1.2 a 1.3mg/L, todos estos resultados están dentro de los rangos para el cultivo y crianza de trucha arco iris recomendadas por (FONDEPES, 2014) & (PRODUCE, 2022).

CONCLUSIONES

1. Existe mayor crecimiento de talla y peso de las truchas alimentadas con un nivel de inclusión del 6% de espirulina, tanto para acuario (19.8 cm y 107.64 grs respectivamente) como estanque (19.5 cm y 103.42 grs respectivamente) en relación al tratamiento testigo (15.8 cm y 43.45 grs).
2. Para los índices zootécnicos se pudo evidenciar que, para la ganancia de biomasa, ganancia de peso, ganancia de peso diario, tasa de crecimiento específico y porcentaje de supervivencia, los tratamientos con inclusión del 6% de espirulina fueron numéricamente superiores tanto en acuarios y estanque, pero no presentaron diferencias significativas. Para el factor de conversión alimenticia y factor de condición, en los tratamientos con inclusión del 6% de espirulina tanto en acuarios como estanque, fueron los mejores, donde se evidencio diferencias significativas entre los tratamientos.
3. En cuanto a calidad de agua tanto para acuarios como estanques, los valores de oxígeno disuelto, pH, temperatura, turbidez, alcalinidad, dureza total y dióxido de carbono se encontraron dentro de los valores recomendados por el FONDEPES (2014) y PRODUCE (2022).

RECOMENDACIONES

Realizar un estudio completo de las truchas a nivel de estanques con la inclusión de todas las dietas alimenticias realizadas en la presente investigación para tener resultados más precisos, ya que como se evidencio en la presente investigación es en donde las truchas presentaron menor mortalidad.

Se recomienda incluir mayor porcentaje de espirulina en las dietas de las truchas, porque la espirulina favorece al crecimiento de las truchas así como también genera mejores resultados de los índices zootécnicos, como se pudo observar en la presente investigación, en donde hubo mayor crecimiento de talla y peso de las truchas alimentadas con las dietas de mayor inclusión de espirulina, así como también los mejores resultados de los principales índices zootécnicos como el factor de conversión alimenticia, la tasa de crecimiento específico, el factor de condición y el porcentaje de supervivencia se obtuvieron en las truchas alimentadas con la mayor inclusión de espirulina.

Realizar investigaciones sobre la alimentación de las truchas con inclusión de espirulina en todas las etapas de vida de la trucha, para tener un amplio y completo conocimiento sobre los beneficios que genera la espirulina en la trucha.

Se debería hacer un estudio bromatológico sobre el musculo de las truchas experimentadas al final del periodo de investigación, para conocer la contribución nutricional del alimento en el musculo del pez.

Realizar un continuo seguimiento de los parámetros físicos y químicos de la calidad del agua de las unidades experimentales que abarcan a las truchas durante el periodo de investigación y conocer cómo influye en el desarrollo y comportamiento de las truchas.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Abo-State, H., Tahoun, A., & Brown, M. (2017). Spray-Dried Spirulina (Spirulina Platensis) As Growth Promoter for Nile Tilapia (Oreochromis Niloticus) Under Lab and Field Scale Condition. *Egyptian Journal of Nutrition and Feeds*, 20(1), 137–147.
<https://doi.org/10.21608/ejnf.2017.75144>
- Abu Elala, N. M., Galal, M. K., Abd-Elsalam, R. M., Mohey-Elsaeed, O., & Ragaa, N. M. (2016). Effects of Dietary Supplementation of Spirulina platensis and Garlic on the Growth Performance and Expression Levels of Immune-related Genes in Nile tilapia (Oreochromis niloticus). *Journal of Aquaculture Research & Development*, 7(7), 1–10.
<https://doi.org/10.4172/2155-9546.1000433>
- Arregui, L. (2013). *El cultivo de la trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss)*.
https://www.observatorio-acuicultura.es/sites/default/files/images/adjuntos/libros/cuaderno_trucha_digital_web.pdf
- Ballester, J. (2020). *Estudio de diferentes alternativas zootécnicas de producción de una granja de peces para minimizar el impacto ambiental* [Tesis de grado, Universitat Politecnica de Valencia]. <https://riunet.upv.es:443/handle/10251/159636>
- Barraza, R. H., Pérez, A. M., González, M. L., Ortega, J. A. T., Muñoz, R., Zúñiga, M., & Perez, M. (2019). Uso de microalgas como constituyentes parciales del alimento balanceado para engorda de tilapia (Oreochromis niloticus). *Biotecnia*, 22(1), 135–141.
<https://doi.org/10.18633/biotecnia.v22i1.1161>
- Berger, C. (2020). La acuicultura y sus oportunidades para lograr el desarrollo sostenible en el Perú. *South Sustainability*, 1(1), 1–11. <https://doi.org/10.21142/ss-0101-2020-003>
- Callañaupa, M. B. (2023). *Pleurotus ostreatus Y Eisenia foetida Como insumos Básicos para la alimentación de trucha Arcoiris (Oncorhynchus Mykiss)* [Tesis de grado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco].
<https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/7402>
- Carrillo, J. A., Sánchez, D., Hernández, L. H., Ángeles, O., & Fernández, M. A. (2018). Reemplazo de harina de pescado con gluten de maíz en dietas de juveniles de trucha arcoíris (Oncorhynchus mykiss): efectos en crecimiento y otros parámetros fisiológicos. *Hidrobiologica*, 28(3), 257–263.
<https://doi.org/10.24275/uam/izt/dcbs/hidro/2018v28n3/Hernandez>
- Cayturo, J. W., & Villarruel, V. R. (2017). *Influencia de la dieta balanceada con Espirulina (Arthrospira Platensis) en el cultivo de paco (piaractus brachypomus)-etapa de engorde* [Tesis de grado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco].
<https://repositorio.unamad.edu.pe/handle/20.500.14070/685>
- Chirinos, O., Adachi, L., Bernales, J. L., Rivera, M., & Santoyo, L. (2008). *Exportación de Trucha de la Laguna de Langui-Layo (Cusco) al mercado de Brasil*.
https://repositorio.esan.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12640/623/Gerencia_global_10.pdf
- De la Oliva, G. (2011). Manual Buenas Prácticas Acuícolas en el cultivo de la trucha Arco Iris. *Academia*, 58.
https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/39144546/19._Manual_Buenas_Practicas_Acuicolas_en_el_cultivo_de_la_trucha_Arco_Iris-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1661998268&Signature=N5wT3eCH4X8CIHWQW626pFTtjmL7EWk

mVXUR5F4Ji3xFUBRKeoTAjonY56YbvnE6eGJmgDBj1T6g2Dtds

- Díaz, J. F., & León, J. G. (2014). *Utilización de espirulina Spirulina maxima en la alimentación de alevinos de trucha arco iris Oncorhynchus mykiss* [Tesis de grado, Universidad de la Salle]. <https://ciencia.lasalle.edu.co/zootecnia>
- DINARA. (2010). Manual básico de Piscicultura en estanques. In *Uruguay. Dirección Nacional de Recursos Acuáticos. Departamento de Acuicultura*. (p. 50). https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/documentos/publicaciones/manual_piscicultura_estanques.pdf
- Doadrio, I. (2001). *Atlas y Libro Rojo de los Peces Continentales de España*. https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/atlas_libro_rojo_peces_tcm30-98786.pdf
- FAO. (2014). *Manual práctico para el cultivo de la trucha arcoiris*. <https://www.fao.org/3/bc354s/bc354s.pdf>
- FAO. (2019). *Programa de información de especies acuáticas Oncorhynchus mykiss (Walbaum, 1792)*. http://firms.fao.org/fi/website/FIRetrieveAction.do?dom=culturespecies&xml=Oncorhynchus_mykiss.xml&lang=es
- FAO. (2020). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020. In *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020*. <https://doi.org/10.4060/ca9229es>
- FONDEPES. (2004). *Manual de Cultivo de trucha Arcoiris en jaulas* (p. 120). http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/3/jer/ACUISUBMENU4/manua_trucha_jaulas.pdf
- FONDEPES. (2014). *Trucha Trucha*. <https://rnia.produce.gob.pe/wp-content/uploads/2019/09/Manual-de-Crianza-de-Trucha-en-Ambientes-Convencionales.pdf>
- Guasto, A. (2019). *Arthrospira Platensis* (p. 47). <https://www.colegiobolivar.edu.co/garden/wp-content/uploads/2019/06/Alejandra-Guasto-Arthrospira-Platensis.pdf>
- Hanco, V. (2006). *Cria, recría y engorde de truchas en el reservorio de riego del distrito de Paccarectambo*. [Tesis de grado, Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco].
- Henrikson, R. (2011). *Special Report: Spirulina Part 5 Development of a Spirulina Industry — Production*. Algae Industry Magazine. <https://algaeindustrymagazine.com/special-report-spirulina-part-5-development-of-a-spirulina-industry-production/>
- Licett, B., Guevara, M., Lemus, N., Freitas, L., Romero, L., Lodeiros, C., & Arredondo, B. (2014). Crecimiento y composición bioquímica de (*Arthrospira platensis*) (Division Cyanophyta) cultivada a diferentes salinidades y fuentes de Nitrógeno. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*, 53(1), 3–13. https://www.researchgate.net/profile/Lolymar-Romero-Maza/publication/334277242_CRECIMIENTO_Y_COMPOSICION_BIOQUIMICA_DE_ARTHROSPIRA_PLATENSIS_DIVISION_CYANOPHYTA_CULTIVADA_A_DIFERENTES_SALINIDADES_Y_FUENTES_DE_NITROGENO/links/5d209a7ba6fdcc2462c4dfca/CRECI
- Mendoza, D. (2010). *Elaboración Del Estudio De Mercado De La Trucha En Arequiipa*,

- Cusco, Lima, Huancayo Y Puno. *Ministerio de La Producción*, 174.
<https://docplayer.es/7234180-Julio-2010-elaborado-por-maximixe-consult-s-a.html>
- Mendoza, D., Berger, C., & Berger, K. (2016). La acuicultura peruana - una mirada al 2025. *Infopesca Internacional*, 64, 1–21. [https://www.ipcinfo.org/fileadmin/user_upload/red-icean/docs/Acuicultura Peruana - Una Mirada al 2025.pdf](https://www.ipcinfo.org/fileadmin/user_upload/red-icean/docs/Acuicultura%20Peruana%20-%20Una%20Mirada%20al%202025.pdf)
- MINAM. (2015). Servicio de exploración de la distribución de la trucha naturalizada en zonas priorizadas de Junín y Húanuco. In *Ministerio del Ambiente*.
<https://bioseguridad.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/02/INFORME-FINAL-MINAM-Trucha-2015.pdf>
- MINAM. (2021). Línea de base de la trucha arcoíris con fines de bioseguridad en el Perú. In *Ministerio del Ambiente*. https://bioseguridad.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2021/07/libro_ldb_trucha.pdf
- Molony, B. (2001). Environmental requirements and tolerances of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and Brown trout (*Salmo trutta*) with special reference to Western Australia: A review. *Fisheries Research Report No. 130*(130), 1–28.
<https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.69.4519&rep=rep1&type=pdf>
- Moncayo, D. . (2019). *Medición de variables zootécnicas en el cultivo de camarón blanco (Litopenaeus vannamei), alimentados con dietas balanceadas con inclusión de espirulina*. 19–25. <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/5311/1/T-UTEQ-0093.PDF>
- Ochoa, N. C., Rios, E. G., Paucar, L. O. C., Berrocal, M. H. M., & Viteri, J. E. D. (2019). Incorporación de castaña amazónica y Macambo en dietas para la alimentación de Paco (*Piaractus brachypomus*) en la etapa juvenil. *El Ceprosimad*, 7(2), 24–40.
<https://journal.ceprosimad.com/index.php/ceprosimad/article/view/86>
- PDPCMPC. (2013). *Plan De Desarrollo Provincial Concertado Cusco Al 2021* (p. 235).
[http://cusco.gob.pe/transparencia 2021/5. OTROS/MISION Y VISION/VISION-plan-desarrollo-provincial-concertado-2021.pdf](http://cusco.gob.pe/transparencia%202021/5.%20OTROS/MISION%20Y%20VISION/VISION-plan-desarrollo-provincial-concertado-2021.pdf)
- PDPDP. (2023). *Plan de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres del Distrito de Poroy al 2023* (p. 302).
- Pókniak, J. (2007). Incorporación de Espirulina (*Spirulina Maxima*) en dietas para alevines de truchas arco iris (*Oncorhynchus Mykiss*). *Avances En Ciencias Veterinarias*, 22(1–2), 37–41. <https://doi.org/10.5354/0716-260x.2007.911>
- PRODUCE. (2022). *Manual para una acuicultura sostenible Cultivo Cultivo de Truchas*.
<https://rnia.produce.gob.pe/wp-content/uploads/2022/09/Manual-de-Trucha-1.pdf>
- Quio, A. (2020). *Determinación del requerimiento de proteínas para juveniles de *Astronotus ocellatus* “Acarahuazu”, en ambientes controlados* [Tesis de grado, Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía].
http://repositorio.unia.edu.pe/bitstream/unia/212/1/T084_45251280_T.pdf
- Quispe, M. (2014). *Evaluación comparativa de rentabilidad en el crecimiento de trucha Arco Iris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes bajo una alimentación comercial y otra de elaboración propia en Faro-Pomata, provincia de Puno, 2013*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann-Tacna].

- Quispe, S. C., Quispe, H. C., Rios, E. G., Díaz Viteri, J. E., Chañi-Paucar, L. O., & Berrocal, M. H. M. (2018). Efecto de dietas balanceadas con harina de semillas de copoazú (*Theobroma grandiflorum*) en el crecimiento de Paco (*Piaractus brachipomus* Cuvier). *Livestock Research for Rural Development*, 30(1), 1–13. https://repositorio.iiap.gob.pe/bitstream/20.500.12921/486/1/Quispe_articulo_2018.pdf
- Ramírez, L., & Olvera, R. (2006). Uso tradicional y actual de spirulina sp. (*Arthrospira* sp.). *Redalyc*, 31, 657–663. <https://www.redalyc.org/pdf/339/33912009.pdf>
- Ridolfi, K. (2006). *Oncorhynchus mykiss* (On- Line) *Animal Diversity web ADW*. https://animaldiversity.org/accounts/Oncorhynchus_mykiss/
- Rivas, S. (2018). *Evaluación de la inclusión de spirulina (arthrospira platensis) en la dieta de gamitana (colossoma macropomun) en el instituto de investigaciones de la amazonia peruana (IIAP) – Puerto Maldonado* [Tesis de grado, Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco]. <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/3715>
- Romero, L. J. (2021). *Evaluación de dos alimentos extruidos en la etapa de segundo alevinaje de trucha Arco Iris (Oncorhynchus mykiss) en Pachacayo- Junin* [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4630>
- Ruiz, H. (2022). *Catalogo Trucha Andina*. <https://es.scribd.com/document/579644180/CATALOGO-TRUCHA-ANDINA-OFICIAL>
- Saldarriaga, M., & Regalado, F. (2017). Potencial Acuícola en el Perú. *REVISTA MONEDA*, 172, 34–39. <https://econpapers.repec.org/article/rbpmmoneda/moneda-172-07.htm>
- Sánchez, M., Bernal-Castillo, J., Rozo, C., & Rodríguez, I. (2003). Spirulina (*arthrospira*): an edible microorganism: a review. *Universitas Scientiarum*, 8(1), 7–24. <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/scientarium/article/view/4842>
- Santoyo, F., Mariscal, J., Gómez, C., & Gutiérrez, H. (2019). Relaciones talla-peso y factor de condición de la tilapia *Oreochromis niloticus* en cinco cuerpos de agua del estado de Jalisco, México. *CIBA Revista Iberoamericana de Las Ciencias Biológicas y Agropecuarias*, 8(16), 82–105. <https://doi.org/10.23913/ciba.v8i16.92>
- Sanz, F. (2009). *La nutrición y alimentación en piscicultura*. https://www.observatorio-acuicultura.es/sites/default/files/images/adjuntos/libros/la_nutricion_y_alimentacion_en_piscicultura.pdf
- Sheikhzadeh, N., Mousavi, S., Khani Oushani, A., Firouzmandi, M., & Mardani, K. (2019). Spirulina platensis in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) feed: effects on growth, fillet composition, and tissue antioxidant mechanisms. *Aquaculture International*, 27(6), 1613–1623. <https://doi.org/10.1007/s10499-019-00412-3>
- Sirakov, I., Velichkova, K., & Nikolov, G. (2012). The effect of algae meal (*Spirulina*) on the growth performance and carcass parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Bioscience and Biotechnology*, January 2015, 151–156. https://www.researchgate.net/publication/271326438_The_effect_of_algae_meal_Spirulina_on_the_growth_performance_and_carcass_parameters_of_rainbow_trout_Oncorhynchus_mykiss
- Sugiura, S. H., Gabaudan, J., Dong, M., & Hardy, R. W. (2001). Dietary microbial phytase

supplementation and the utilization of phosphorus, trace minerals and protein by rainbow trout [*Oncorhynchus mykiss* (Walbaum)] fed soybean meal-based diets. *Aquaculture Research*, 32, 583–592. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1046/j.1365-2109.2001.00581.x>

- Taipe, N. J. (2021). *Adición de Arthrospira platensis (Cyanobacteria: Cyanophyceae) como alimento funcional en la dieta de postlarvas y juveniles de Litopenaeus vannamei* [Tesis de grado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/16797>
- Tapara, G. R. (2020). *Estudio Comparativo de tres alimentos balanceados en el crecimiento y mortalidad de truchas “Arco Iris” (Oncorhynchus mykiss) de post larva a alevino* [Tesis de grado, Universidad Nacional del Altiplano]. http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/15219/Tapara_Deza_Guido_Raul.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Triviño, K. (2020). *Evaluación del Prebiótico Citromarine en primeras etapas de crecimiento de alevinos de trucha Arco Iris (Oncorhynchus mykiss)* [Tesis de grado, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano]. <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/handle/20.500.12010/18667>
- Zárate, I., Sánchez, C., Palomino, H., & Smith, C. (2018). Caracterización de la crianza de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en la provincia de Chinchero, Apurímac, Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Peru*, 29(4), 1310–1314. <https://doi.org/10.15381/rivep.v29i4.15196>

ANEXOS

Anexo 1: Tabla general de datos de las biometrías de las truchas en las 6 dietas experimentales

1. Registro de las tallas y pesos de las truchas e índices zootécnicos de la dieta T0 (Dieta Control)

TABLA 1 PESO Y TALLA																			
Fecha	1ra Biometría 2/03/2023			1ra Evaluación 17/03/2023		2da Evaluación 1/04/2023		3ra Evaluación 16/04/2023		4ta Evaluación 1/05/2023		5ta Evaluación 16/05/2023		6ta Evaluación 31/05/2023		7ma Evaluación 1 5/06/2023		8va Evaluación 30/06/2023	
Acuario	N°	Peso (gr)	Longitud (cm)	Peso (gr)	Longitud (cm)	Peso (gr)	Longitud (cm)	Peso (gr)	Longitud (cm)	Peso (gr)	Longitud (cm)	Peso (gr)	Longitud (cm)	Peso (gr)	Longitud (cm)	Peso (gr)	Longitud (cm)	Peso (gr)	Longitud (cm)
T0(Dieta control)	1	3.95	6.8	5.34	7.5	6.81	8.6	6.97	8.4	13.89	10.3	21.36	12.4	29.45	13.1	33.21	14.3	46.02	16.5
	2	3.91	7.3	3.17	6.4	6.77	8.4	5.96	8.2	13.19	10.4	18.45	11.9	21.98	12.5	40.61	15.3	44.64	15.8
	3	3.42	6.3	4.83	7.5	7.73	9.1	14.57	10.7	15.99	11.6	16.87	11.7	23.98	12.8	35.09	14.6	38.98	15.3
	4	2.95	5.9	3.78	6.5	10.21	9.3	12.76	10.5	11.37	10.1	21.05	12.2	29.08	13.2	32.78	13.7	41.87	15.7
	5	3.48	6.4	4.65	7.6	6.13	7.7	9.01	8.8	14.37	11.2	13.19	10.9	24.56	12.6	39.31	15	45.98	16
	6	4.23	7.1	7.02	8.6	4.36	7	11.27	9.7	17.43	11.7	20.56	11.9	30.21	13.4	21.56	12.8	42.29	15.4
	7	3.87	7.1	5.15	7.6	5.9	7.6	7.13	8.4	10.89	9.5	20.32	12.1	18.04	11.5	33.15	13	44.76	16
	8	2.99	5.8	5.41	7.8	7.28	8.8	7.12	8.4	12.53	9.8	20.37	12.3	29.08	13.3	27.52	13.2	47.38	16.4
	9	4.13	7.3	4.97	7.4	7.07	8.6	10.13	9.5	13.53	10.9	16.95	11.1	18.89	11.6	32.15	14.4	43.06	15.5
	10	3.85	6.7	3.89	6.7	6.11	7.9	8.77	8.6	13.55	11	13.57	10.9	27.83	12.8	31.09	14.5	39.51	15.1
	Promedio	3.68	6.7	4.82	7.4	6.84	8.3	9.37	9.1	13.67	10.7	18.27	11.7	24.85	12.7	32.65	14.1	43.45	15.8

INDICES ZOOTECCNICOS (TO=DIETA CONTROL) ACUARIO									
Fecha	1ra Evaluación 17/03/2023	2da Evaluación 1/04/2023	3ra Evaluación 16/04/2023	4ta Evaluación 1/05/2023	5ta Evaluación 16/05/2023	6ta Evaluación 31/05/2023	7maEvaluación 15/06/2023	8va Evaluación 30/06/2023	Promedio
BIOi	36.78	48.21	68.37	93.69	136.74	182.69	248.50	326.47	
BIOf	48.21	68.37	93.69	136.74	182.69	248.50	326.47	434.49	397.71
GBIO	11.43	20.16	25.32	43.05	45.95	65.81	77.97	108.02	49.71
GP	1.14	2.02	2.53	4.31	4.60	6.58	7.80	10.80	4.97
GPD	0.08	0.13	0.17	0.29	0.31	0.44	0.52	0.72	0.33
FCA	2.64	1.56	1.57	1.27	1.39	1.41	1.24	1.15	1.53
K	1.21	1.20	1.24	1.13	1.13	1.22	1.17	1.11	1.17
TCE	1.79	2.33	2.09	2.51	1.93	2.05	1.81	1.91	2.05
PS	97%	97%	100%	100%	100%	97%	100%	97%	86%

2. Registro de las tallas y pesos de las truchas e índices zootécnicos de la dieta T1 (Dieta Control más 2 % de espirulina)

TABLA 2 PESO Y TALLA																			
Fecha	1ra Biometria 2/03/2023			1ra Evaluación 17/03/2023		2da Evaluación 1/04/2023		3ra Evaluación 16/04/2023		4ta Evaluación 1/05/2023		5ta Evaluación 16/05/2023		6ta Evaluación 31/05/2023		7ma Evaluación 1 5/06/2023		8va Evaluación 30/06/2023	
Acuario	N°	Peso (gr)	Longitud (cm)	Peso (gr)	Longitud (cm)	Peso (gr)	Longitud (cm)	Peso (gr)	Longitud (cm)	Peso (gr)	Longitud (cm)	Peso (gr)	Longitud (cm)	Peso (gr)	Longitud (cm)	Peso (gr)	Longitud (cm)	Peso (gr)	Longitud (cm)
T1 (Dieta mas 2% de espirulina)	1	4.05	6.8	3.89	7	9.55	9.6	12.08	10.4	18.39	11.6	28.05.97	13.3	36.32	15.1	46.67	15.8	62.53	17.4
	2	3.79	6.6	8.05	8.7	9.96	9.5	10.24	9.6	21.89	12.3	19.03	11.6	34.41	14.7	50.91	16.7	68.05	18.3
	3	4.35	7.3	3.81	7.2	10.64	9.9	13.56	10.7	16.75	11.5	29.41	13.5	40.37	15.5	47.56	16.1	66.75	17.9
	4	3.35	5.7	5.67	8.2	7.67	8.5	13.091	10.6	20.77	11.5	20.45	11.9	22.06	12.8	51.45	16.5	65.97	17.7
	5	2.96	5.7	5.85	7.8	10.24	9.5	11.77	10.1	20.98	11.5	24.89	12.5	41.39	15.7	41.27	14.8	53.69	16.5
	6	5.11	7	5.32	8.2	6.98	8.8	17.99	11.6	20.71	12.2	27.61	13.3	34.83	14.5	41.45	15.5	64.17	17.5
	7	3.99	6.5	6.59	8.3	6.77	8.6	11.89	10	19.03	11.9	34.5	14.8	42.45	15.8	42.67	15.6	51.42	16.4
	8	3.49	5.9	5.05	7.5	8.75	9.1	13.89	10.4	15.37	10.7	21.93	12.3	28.45	13.7	53.38	16.9	61.78	17.4
	9	2.87	6	4.67	7.1	10.16	9.8	14.88	11.1	18.09	11.7	33.67	14.5	38.32	14.9	47.67	16.1	50.03	16.4
	10	5.03	7.1	6.93	8.5	8.41	9.2	12.56	10.3	21.71	12.3	27.97	13.3	32.32	14.6	39.53	15.3	51.35	16.9
	Promedio	3.90	6.5	5.58	7.9	8.91	9.3	13.27	10.5	19.37	11.7	26.61	13.1	35.09	14.7	46.26	15.9	59.57	17

INDICES ZOOTECNICOS (T1=DIETA CONTROL + 2% DE ESPIRULINA) ACUARIO									
Fecha	1ra Evaluación 17/03/2023	2da Evaluación 1/04/2023	3ra Evaluación 16/04/2023	4ta Evaluación 1/05/2023	5ta Evaluación 16/05/2023	6ta Evaluación 31/05/2023	7maEvaluación 15/06/2023	8va Evaluación 30/06/2023	Promedio
BIOi	38.99	55.83	89.13	132.66	193.69	266.07	350.92	462.56	
BIOf	55.83	89.13	132.66	193.69	266.07	350.92	462.56	595.74	556.75
GBIO	16.84	33.30	43.53	61.03	72.38	84.85	111.64	133.18	69.59
GP	1.90	3.33	4.35	6.10	7.24	8.49	11.16	13.32	6.99
GPD	0.13	0.22	0.29	0.41	0.48	0.57	0.74	0.89	0.47
FCA	1.90	0.97	1.19	1.10	1.14	1.22	1.16	1.20	1.23
K	1.13	1.13	1.15	1.20	1.18	1.10	1.14	1.16	1.15
TCE	2.39	3.12	2.66	2.52	2.12	1.84	1.84	1.69	2.27
PS	97%	100%	100%	97%	97%	100%	100%	97%	87%

3. Registro de las tallas y pesos de las truchas e índices zootécnicos de la dieta T2 (Dieta Control más 4 % de espirulina)

TABLA 3 PESO Y TALLA																			
Fecha	1ra Biometría 2/03/2023			1ra Evaluación 17/03/2023		2da Evaluación 1/04/2023		3ra Evaluación 16/04/2023		4ta Evaluación 1/05/2023		5ta Evaluación 16/05/2023		6ta Evaluación 31/05/2023		7ma Evaluación 15/06/2023		8va Evaluación 30/06/2023	
Acuario	N°	Peso (gr)	Longitud (cm)	Peso (gr)	Longitud (cm)	Peso (gr)	Longitud (cm)	Peso (gr)	Longitud (cm)	Peso (gr)	Longitud (cm)	Peso (gr)	Longitud (cm)	Peso (gr)	Longitud (cm)	Peso (gr)	Longitud (cm)	Peso (gr)	Longitud (cm)
T2 (Dieta mas 4% de espirulina)	1	4.57	7.2	7.37	8.1	14.52	10.8	15.68	10.7	24.5	12.8	34.87	14.3	46.76	16.3	55.36	16.4	105.45	19.9
	2	3.85	7.4	6.97	8.3	11.52	10.3	11.77	10.6	21.24	12.1	40.24	15.1	63.89	17.2	71.09	17.9	87.23	18.3
	3	2.99	5.9	7.33	8	10.58	9.5	15.41	10.6	30.18	14.4	30.34	13.5	39.48	14.7	74.35	18.1	96.67	19.1
	4	3.21	5.6	7.29	8.1	9.09	9.3	19.03	11.4	21.08	12.1	36.87	14.8	46.03	15.8	65.73	17.5	88.06	18.5
	5	3.68	6.8	3.95	7	8.94	8.6	14.12	10.3	26.13	13.5	41.37	15.3	49.69	16.3	79.09	18.4	69.81	17.4
	6	4.31	6.9	3.89	7.6	7.09	8.2	25.1	12.9	23.91	12.6	26.92	13.1	40.57	15.1	58.19	16.6	78.85	18.1
	7	4.34	7.1	7.33	8	8.25	8.7	14.74	10.7	29.76	14.3	27.07	13.7	51.98	16.5	84.89	18.8	74.24	17.5
	8	3.41	5.7	6.63	7.7	11.88	10.3	18.87	11.5	23.85	12.6	35.67	14.4	45.42	15.5	53.09	16.2	89.05	18.8
	9	4.16	7.2	6.79	8.1	8.19	8.5	15.21	10.7	30.95	14.6	42.39	15.8	58.76	17.4	63.86	17.2	100.39	19.7
	10	3.73	6.5	6.78	7.6	11.88	10.3	18.56	11.4	20.05	12	39.65	15.1	49.25	16.3	59.09	16.8	85.49	18.2
	Promedio	3.83	6.6	6.43	7.9	10.19	9.5	16.85	11.08	25.17	13.1	35.54	14.5	49.18	16.1	66.47	17.4	87.52	18.6

INDICES ZOOTECCNICOS (T2=DIETA CONTROL + 4% DE ESPIRULINA) ACUARIO									
Fecha	1ra Evaluación 17/03/2023	2da Evaluación 1/04/2023	3ra Evaluación 16/04/2023	4ta Evaluación 1/05/2023	5ta Evaluación 16/05/2023	6ta Evaluación 31/05/2023	7maEvaluación 15/06/2023	8va Evaluación 30/06/2023	Promedio
BIOi	38.25	64.33	101.94	168.49	251.65	355.39	491.83	664.74	
BIOf	64.33	101.94	168.49	251.65	355.39	491.83	664.74	875.24	836.99
GBIO	26.08	37.61	66.55	83.16	103.74	136.44	172.91	210.50	104.62
GP	2.61	3.76	7.02	8.32	10.37	13.64	17.29	21.05	10.51
GPD	0.17	0.25	0.47	0.55	0.69	0.91	1.15	1.40	0.70
FCA	1.20	0.99	0.89	0.95	0.87	0.96	0.98	0.95	0.97
K	1.33	1.21	1.24	1.12	1.16	1.18	1.26	1.37	1.23
TCE	3.45	3.07	3.35	2.68	2.30	2.17	2.01	1.83	2.61
PS	97%	100%	100%	100%	97%	100%	97%	100%	90%

4. Registro de las tallas y pesos de las truchas e índices zootécnicos de la dieta T3 (Dieta Control más 6 % de espirulina)

TABLA 4 PESO Y TALLA																			
Fecha	1ra Biometría 2/03/2023			1ra Evaluación 17/03/2023		2da Evaluación 1/04/2023		3ra Evaluación 16/04/2023		4ta Evaluación 1/05/2023		5ta Evaluación 16/05/2023		6ta Evaluación 31/05/2023		7ma Evaluación 1 5/06/2023		8va Evaluación 30/06/2023	
Acuario	N°	Peso (gr)	Longitud (cm)	Peso (gr)	Longitud (cm)	Peso (gr)	Longitud (cm)	Peso (gr)	Longitud (cm)	Peso (gr)	Longitud (cm)	Peso (gr)	Longitud (cm)	Peso (gr)	Longitud (cm)	Peso (gr)	Longitud (cm)	Peso (gr)	Longitud (cm)
T3 (Dieta mas 6% de espirulina)	1	4.24	7.3	8.44	9.2	14.37	11.4	13.4	11	24.47	13.1	50.36	16.4	65.83	17.5	94.61	19.3	85.09	18.4
	2	3.61	6.5	6.33	8.3	10.21	9.5	11.36	9.8	26.15	13	41.09	15.5	59.07	16.7	81.98	18.3	112.51	19.9
	3	3.53	6.4	5.79	7.8	11.49	9.9	15.94	11.1	27.85	13.8	52.09	16.7	75.05	18.1	75.91	18.5	102.03	19.5
	4	3.35	6.2	5.85	8	8.42	9.2	18.94	12.4	48.75	16	37.68	14.6	53.67	16.5	72.43	17.5	123.03	20.4
	5	4.02	6.4	7.65	8.5	12.27	10.3	23.07	13.3	30.02	14.3	47.56	15.8	62.49	17.5	73.01	18.1	103.63	19.5
	6	4.61	7.1	4.71	7.4	8.7	8.5	30.75	14	22.32	12.7	31.91	13.9	55.29	16.3	86.37	19.1	95.63	19.1
	7	3.31	6.1	9.03	9.1	8.76	8.9	15.99	11.3	21.08	12.8	46.84	16.1	70.48	17.4	63.86	16.9	124.34	20.6
	8	4.75	7.1	5.78	7.5	10.15	9.1	11.64	10.1	26.5	13	31.19	14.3	64.79	17.8	77.05	17.8	115.56	20.2
	9	4.07	6.8	6.53	8.5	9.24	8.8	22.92	13	36.55	14.9	49.05	16.3	47.75	15.7	90.05	18.7	85.54	19.3
	10	2.61	5.7	5.82	7.7	12.48	10.2	25.12	13.3	25.89	13.1	32.9	13.8	40.17	15.4	87.08	18.7	129.08	20.8
	Promedio	3.81	6.6	6.59	8.2	10.61	9.6	18.91	11.9	28.96	13.7	42.07	15.3	59.46	16.9	80.24	18.3	107.644	19.8

INDICES ZOOTECNICOS (T3=DIETA CONTROL + 6% DE ESPIRULINA) ACUARIO									
Fecha	1ra Evaluación 17/03/2023	2da Evaluación 1/04/2023	3ra Evaluación 16/04/2023	4ta Evaluación 1/05/2023	5ta Evaluación 16/05/2023	6ta Evaluación 31/05/2023	7maEvaluación 15/06/2023	8va Evaluación 30/06/2023	Promedio
BIOi	38.10	65.93	106.09	189.13	289.58	420.67	594.59	802.35	
BIOf	65.93	106.09	189.13	289.58	420.67	594.59	802.35	1076.44	1038.34
GBIO	27.83	40.16	83.04	100.45	131.09	173.92	207.76	274.09	129.79
GP	2.78	4.02	8.30	10.05	13.11	17.39	20.78	27.41	12.98
GPD	0.19	0.27	0.55	0.67	0.87	1.16	1.39	1.83	0.87
FCA	1.13	0.96	0.74	0.88	0.86	0.89	0.92	0.83	0.90
K	1.20	1.21	1.11	1.13	1.17	1.23	1.31	1.39	1.22
TCE	3.65	3.17	3.85	2.84	2.49	2.31	2.00	2.00	2.79
PS	100%	100%	100%	97%	100%	97%	100%	100%	93%

Anexo 2: Registro de los Parámetros físicos y químicos

1. Parámetros físicos y químicos en la unidad experimental T0 (Dieta Control)

PARAMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS EN T0 (DIETA CONTROL) ACUARIO						
Parametro	Unidad	1ra Evaluación 1/04/2023	2da Evaluación 1/05/2023	3ra Evaluación 31/05/2023	4ta Evaluación 30/06/2023	Promedio
Oxígeno Disuelto	mg/L	6.6	6.4	6.7	6.5	6.6
pH		7.1	7.2	7.1	7.3	7.2
Tempertura	°C	14.9	15.3	15.2	15	15.1
Turbidez	UNT	3.5	3.7	3.5	4	3.7
Alcalinidad	mg/L	170	172	169	171	171
Dureza Total	mg/L	245	247	246	245	246
Dioxido de Carbono	mg/L	1.1	1.3	1.2	1.1	1.2

2. Parámetros físicos y químicos en la unidad experimental T1 (Dieta Control más 2% de espirulina)

PARAMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS EN T1 (DIETA CONTROL + 2% DE ESPIRULINA) ACUARIO						
Parametro	Unidad	1ra Evaluación 1/04/2023	2da Evaluación 1/05/2023	3ra Evaluación 31/05/2023	4ta Evaluación 30/06/2023	Promedio
Oxígeno Disuelto	mg/L	6.6	6.5	6.7	6.4	6.6
pH		7.3	7.1	7.2	7.1	7.2
Tempertura	°C	14.6	15.1	14.7	15.5	15.0
Turbidez	UNT	3.3	4.1	3.7	3.8	3.7
Alcalinidad	mg/L	171	172	170	171	171
Dureza Total	mg/L	242	248	249	243	246
Dioxido de Carbono	mg/L	1.2	1.1	1.2	1.3	1.2

3. Parámetros físicos y químicos en la unidad experimental T2 (Dieta Control más 4% de espirulina)

PARAMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS EN T2 (DIETA CONTROL + 4% DE ESPIRULINA) ACUARIO						
Parametro	Unidad	1ra Evaluación 1/04/2023	2da Evaluación 1/05/2023	3ra Evaluación 31/05/2023	4ta Evaluación 30/06/2023	Promedio
Oxígeno Disuelto	mg/L	6.3	6.4	6.5	6.5	6.4
pH		7.1	7.1	7	6.9	7.0
Tempertura	°C	15.3	14.7	14.5	15.8	15.1
Turbidez	UNT	4.3	4.2	4.1	4.5	4.3
Alcalinidad	mg/L	172	170	171	168	170
Dureza Total	mg/L	247	244	251	248	248
Dioxido de Carbono	mg/L	1.3	1.2	1.2	1.3	1.3

4. Parámetros físicos y químicos en la unidad experimental T3 (Dieta Control más 6% de espirulina)

PARAMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS EN T3 (DIETA CONTROL + 6% DE ESPIRULINA) ACUARIO						
Parametro	Unidad	1ra Evaluación 1/04/2023	2da Evaluación 1/05/2023	3ra Evaluación 31/05/2023	4ta Evaluación 30/06/2023	Promedio
Oxígeno Disuelto	mg/L	6.4	6.4	6.5	6.4	6.4
pH		7.1	7.2	7.1	7.1	7.1
Temperatura	°C	14.5	15.6	14.4	15.1	14.9
Turbidez	UNT	4.4	4.5	4.4	4.8	4.5
Alcalinidad	mg/L	170	172	169	171	171
Dureza Total	mg/L	246	240	243	248	244
Dioxido de Carbono	mg/L	1.3	1.3	1.4	1.3	1.3

5. Parámetros físicos y químicos en la unidad experimental T4 (Dieta Control más 4% de espirulina) Estanque

PARAMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS EN T4 (DIETA CONTROL + 4% DE ESPIRULINA) ESTANQUE						
Parametro	Unidad	1ra Evaluación 1/04/2023	2da Evaluación 1/05/2023	3ra Evaluación 31/05/2023	4ta Evaluación 30/06/2023	Promedio
Oxígeno Disuelto	mg/L	6.6	6.5	6.7	6.6	6.6
pH		7.1	7.2	7.1	7.2	7.2
Temperatura	°C	14.5	16.2	14.3	15.1	15.0
Turbidez	UNT	3.2	3.3	3.1	3.4	3.3
Alcalinidad	mg/L	150	152	151	152	151
Dureza Total	mg/L	207	209	205	212	208
Dioxido de Carbono	mg/L	1.1	1.3	1.2	1.1	1.2

6. Parámetros físicos y químicos en la unidad experimental T5 (Dieta Control más 6% de espirulina) Estanque

PARAMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS EN T5 (DIETA CONTROL + 6% DE ESPIRULINA) ESTANQUE						
Parametro	Unidad	1ra Evaluación 1/04/2023	2da Evaluación 1/05/2023	3ra Evaluación 31/05/2023	4ta Evaluación 30/06/2023	Promedio
Oxígeno Disuelto	mg/L	6.5	6.6	6.5	6.4	6.5
pH		7.1	7.4	7.3	7.2	7.3
Temperatura	°C	14.5	16.2	14.3	15.1	15.0
Turbidez	UNT	3.1	3.1	3.2	3.2	3.2
Alcalinidad	mg/L	151	153	152	152	152
Dureza Total	mg/L	207	209	205	212	208
Dioxido de Carbono	mg/L	1.1	1.3	1.2	1.2	1.2

Anexo 3: Análisis de varianza de las tallas

ANOVA					
Tallas de las truchas					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	42.283	5	8.457	0.506	0.770
Dentro de grupos	802.502	48	16.719		
Total	844.785	53			

Anexo 4: análisis de varianza de los Pesos

ANOVA					
Pesos de las truchas					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	3564.253	5	712.851	0.891	0.494
Dentro de grupos	38381.440	48	799.613		
Total	41945.693	53			

Anexo 5: análisis de varianza de la Biomasa

ANOVA					
Biomasa					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	356380.253	5	71276.051	0.891	0.494
Dentro de grupos	3837823.205	48	79954.650		
Total	4194203.458	53			

Anexo 6: Análisis de varianza de la Ganancia de Peso.

ANOVA					
Ganancia de Peso					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	390.947	5	78.189	2.038	0.093
Dentro de grupos	1611.673	42	38.373		
Total	2002.620	47			

Anexo 7: Análisis de varianza de la Ganancia de Peso Diario

ANOVA					
Ganancia de Peso Diario					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1.751	5	0.350	2.056	0.090
Dentro de grupos	7.157	42	0.170		
Total	8.909	47			

Anexo 8: Prueba de Kruskal Wallis para el Factor de Conversión Alimenticia

Resumen de contrastes de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Factor de Conversión Alimenticia es la misma entre categorías de Dieta Alimenticia.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0.000	Rechace la hipótesis nula.
Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,050.				

Anexo 9: Análisis de varianza del Factor de Condición

ANOVA					
Factor de Condición					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0.176	5	0.035	7.082	0.000
Dentro de grupos	0.209	42	0.005		
Total	0.385	47			

Anexo 10: Análisis de varianza de la Tasa de Crecimiento Especifico

ANOVA					
Tasa de Crecimiento Especifico					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	3.369	5	0.674	1.759	0.142
Dentro de grupos	16.090	42	0.383		
Total	19.460	47			

Anexo 11: Prueba de Kruskal Wallis para el Porcentaje de Supervivencia

Resumen de contrastes de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Porcentaje de Supervivencia es la misma entre categorías de Dieta Alimenticia.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0.162	Conserve la hipótesis nula.
Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de .050.				

Anexo 12: Análisis estadístico para los Parámetros Físicos y químicos

1. Prueba de Kruskal Wallis para Oxígeno Disuelto

Resumen de contrastes de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Oxígeno Disuelto es la misma entre categorías de Dieta Alimenticia .	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0.125	Conserve la hipótesis nula.
Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de .050.				

2. Prueba de Kruskal Wallis para el pH

Resumen de contrastes de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de pH es la misma entre categorías de Dieta Alimenticia.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0.115	Conserve la hipótesis nula.
Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de .050.				

3. Análisis de varianza de la Temperatura

ANOVA					
Temperatura					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0.103	5	0.021	0.053	0.998
Dentro de grupos	6.970	18	0.387		
Total	7.073	23			

4. Prueba de Kruskal Wallis para Turbidez

Resumen de contrastes de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Turbidez es la misma entre categorías de Dieta Alimenticia.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0.001	Rechace la hipótesis nula.
Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,050.				

5. Análisis de varianza para Alcalinidad

ANOVA					
Alcalinidad					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1927.208	5	385.442	318.986	0.000
Dentro de grupos	21.750	18	1.208		
Total	1948.958	23			

6. Análisis de varianza para Dureza Total

ANOVA					
Dureza Total					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	7521.500	5	1504.300	174.693	0.000
Dentro de grupos	155.000	18	8.611		
Total	7676.500	23			

7. Prueba de Kruskal Wallis para el Dióxido de Carbono

Resumen de contrastes de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Dioxido de Carbono es la misma entre categorías de Dieta Alimenticia.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0.139	Conserve la hipótesis nula.
Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de .050.				

Anexo 11. Tabla de alimentación del alimento comercial extruido

Peso unitario (gr)	Talla (cm)	Temperatura del Agua (°C)												
		7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
0.15	2.00	4.47	5.33	6.39	7.46	8.53	9.62	10.72	11.81	12.91	12.24	11.52	10.91	10.25
0.60	3.50	3.19	3.98	4.77	5.57	6.36	7.16	7.97	8.78	9.58	9.09	8.61	8.11	7.63
1.80	5.00	2.55	3.17	3.81	4.43	5.07	5.71	6.34	6.98	7.63	7.23	6.85	6.45	6.07
3.00	6.00	2.12	2.64	3.16	3.69	4.21	4.74	5.26	5.80	6.33	6.01	5.69	5.36	5.04
4.6	7.00	1.36	2.32	2.81	3.24	3.71	4.16	4.63	5.09	5.56	5.27	4.99	4.72	4.43
5.4	8.00	1.63	2.03	2.48	2.83	3.24	2.64	4.04	4.44	4.85	4.61	4.36	4.11	3.87
11.5	9.00	1.44	1.80	2.16	2.51	2.87	2.33	3.59	3.95	4.30	4.09	3.87	3.66	3.43
12.2	10	1.31	1.63	1.96	2.28	2.61	2.90	3.26	3.57	3.90	3.71	3.50	3.31	3.12
19	11	1.19	1.49	1.78	2.07	2.36	2.66	2.96	3.25	3.54	3.36	3.19	3.00	2.83
22	12	1.09	1.36	1.63	1.89	2.17	2.43	2.70	2.97	3.25	3.26	2.91	2.75	2.59
29	13	1.07	1.30	2.62	1.86	2.12	2.37	2.64	2.90	3.17	3.00	2.84	2.68	2.52
35	14	1.04	1.29	1.55	1.80	2.06	2.31	2.57	2.82	3.07	2.92	2.77	2.61	2.45
43	15	0.97	1.20	1.45	1.68	1.91	2.16	2.39	2.93	2.87	2.73	2.58	2.43	2.29
50	16	0.91	1.13	1.35	1.57	1.79	2.02	2.24	2.46	2.69	2.56	2.41	2.28	2.15
62	17	0.86	1.06	1.27	1.48	1.69	1.89	2.11	2.32	2.52	2.40	2.27	2.15	2.02
72	18	0.80	0.90	1.20	1.39	1.59	1.78	1.98	2.18	2.37	2.26	2.14	2.02	1.89
92	19	0.76	0.94	1.13	1.32	1.50	1.69	1.87	2.07	2.25	2.14	2.03	1.90	1.79
100	20	0.72	0.89	1.07	1.25	1.43	1.60	1.78	1.96	2.14	2.03	1.92	1.81	1.70
124	21	0.69	0.85	1.02	1.19	1.36	1.53	1.69	1.86	2.04	1.93	1.82	1.72	1.62
143	22	0.66	0.81	0.97	1.13	1.30	1.46	1.62	1.78	1.94	1.84	1.74	1.65	1.55
153	23	0.63	0.78	0.93	1.08	1.24	1.40	1.55	1.70	1.85	1.76	1.67	1.57	1.48
172	24	0.60	0.75	0.89	1.04	1.19	1.34	1.48	1.63	1.77	1.69	1.60	1.51	1.42
200	25	0.58	0.62	0.86	1.00	1.13	1.28	1.42	1.56	1.70	1.62	1.53	1.45	1.36
231	26	0.56	0.69	0.82	0.96	1.09	1.24	1.37	1.50	1.64	1.56	1.48	1.39	1.31
261	27	0.53	0.66	0.79	0.92	1.05	1.19	1.32	1.45	1.58	1.50	1.42	1.34	1.26
307	28	0.52	0.64	0.76	0.89	1.01	1.15	1.27	1.40	1.52	1.45	1.37	1.30	1.22
333	29	0.50	0.62	0.74	0.86	0.96	1.10	1.23	1.35	1.47	1.40	1.32	1.25	1.18
355	30	0.48	0.60	0.71	0.83	0.95	1.06	1.19	1.30	1.42	1.35	1.28	1.21	1.13
382	31	0.47	0.58	0.69	0.80	0.92	1.03	1.14	1.26	1.38	1.31	1.24	1.16	1.09
417	32	0.45	0.56	0.67	0.78	0.89	1.00	1.10	1.22	1.33	1.27	1.20	1.12	1.06

Fuente: (Ruiz, 2022).

Anexo 12: Imágenes de los tratamientos experimentales



Tratamientos Experimentales (en laboratorio)



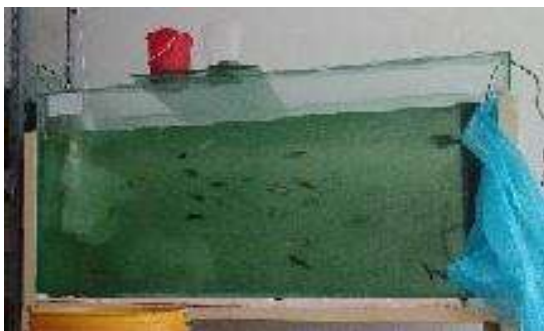
Tratamiento T0



Tratamiento (T1)



Tratamiento (T2)



Tratamiento (T3)



Tratamientos (Estanques)

Anexo 13: Imágenes de la preparación de las dietas alimenticias



Dietas Alimenticias, separadas en fuentes recubiertas de papel aluminio



Dietas alimenticias, guardadas en bolsas Ziploc debidamente rotuladas.

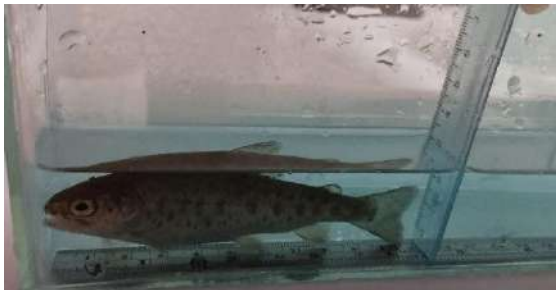
Anexo 14: Imágenes de biometría de las truchas durante el periodo de experimentación.



Trucha al 1er día



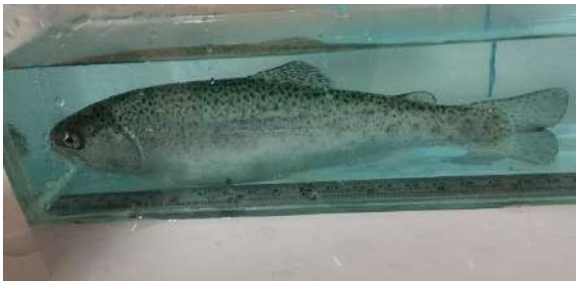
Trucha a los 15 días



Trucha a los 45 días



Trucha a los 45 días



Trucha a los 90 días



Trucha a los 120 días



Trucha a los 105 días



Pesada de las trucha

Anexo 15: Imágenes durante el periodo experimental



Materiales utilizados para el desarrollo experimental



Colocación de bombas de filtro para acuario



Procedencia de alevinos -
Langui



Inyectando oxígeno a la
bolsas que contiene
alevinos



Aclimatación de los alevinos



Moliendo y tamizando el alimento



Mezcla de alimento en un molino de carne



Las cuatro dietas alimenticias



Dilución de la espirulina



Combinación del alimento comercial con la espirulina en un beaker de 1L.



Biometría de las truchas



Biometría del alevino



Alimentación de las truchas



Resto de alimentos y heces



Sifoneo del acuario



Alevino muerto



Mortalidad de alevinos



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACION DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO
 DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

INFORME DE ANÁLISIS

Nº0222-23-LAQ

SOLICITANTE : CHRISTIAN HINOSTROSA HUAMAN
DIRECCION : CUSCO
MUESTRA : ALIMENTO DE TRUCHA
 1.- MUESTRA PATRON
 2.- ALIMENTO COMERCIAL TRUCHA ANDINA Y 2% ESPIRULINA
 3.- ALIMENTO COMERCIAL TRUCHA ANDINA Y 4% ESPIRULINA
 4.- ALIMENTO COMERCIAL TRUCHA ANDINA Y 6% ESPIRULINA
FECHA : C/29/05/2023

RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO PROXIMAL:

	1	2	3	4
Humedad %	7,40	7,72	7,80	8,27
Proteína %	57,90	59,04	59,08	60,04
Grasa %	14,10	13,30	12,96	12,58
Ceniza %	20,60	19,50	19,36	19,11
Fibra %	0	0,10	0,14	0,17
Carbohidratos %	0	0,44	0,80	1,30

AOAC 964.22, AOAC 955.04, AOAC 920.39, AOAC 942.05, AOAC 962.09.

Cusco, 03 de Julio 2023



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
 Facultad de Ciencias
 Unidad de Prestación de Servicios de Análisis Químico
 Melquiades Herrera Arbeláez
 Responsable del Laboratorio de Análisis Químico