UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA AGROPECUARIA

Unidad de Integración Curricular previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario

Título de la Unidad de Integración Curricular:

Respuesta de proteínas séricas, enzimas hepáticas y electrolitos en juveniles de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus x Oreochromis niloticus*) con inclusión de β-glucano en dieta

Autora:

Zambrano Parrales Mirella Aracely

Director de la Unidad de Integración Curricular:

Dr. Méndez Martínez Yuniel, Ph,D.

Mocache – Los Ríos – Ecuador

2021

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **ZAMBRANO PARRALES MIRELLA ARACELY**, declaro que presente investigación es meramente de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se contienen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Mirella Aracely Zambrano Parrales

C.C. 1205864943

CERTIFICADO DEL REPORTE DE HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

Dando cumplimiento al reglamento de la Unidad de Titulación Especial de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y a las normativas y directrices establecidas por el SENESCYT, el suscrito Dr. Méndez Martínez Yuniel, PhD. en calidad de Director del Proyecto de la Unidad de Integración Curricular Titulado **"Respuesta de proteínas séricas, enzimas hepáticas y electrolitos en juveniles de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus x Oreochromis niloticus*) con inclusión de β-glucano en dieta."**, de autoría del estudiante de la carrera de Agropecuaria, Zambrano Parrales Mirella Aracely, certifica que el porcentaje de similitud reportado por el Sistema URKUND con el 7% el mismo que es permitido por el mencionado Software y los requerimientos académicos establecidos.

URKUND

Documento	TESIS DE MIRELLA ARACELY ZAMBRANO PARRALES.pdf (D116322738)
Presentado	2021-10-25 10:01 (-05:00)
Presentado por	ymendezm@uteq.edu.ec
Recibido	ymendezm.uteq@analysis.urkund.com
	7% de estas 35 páginas, se componen de texto presente en 3 fuentes.

Dr. Méndez Martínez Yuniel, PhD.

DIRECTOR DEL PROYECTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACION CURRICULAR.

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

El suscrito, Dr. Méndez Martínez Yuniel, PhD, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante **Mirella Aracely Zambrano Parrales**, realizó el Proyecto de la Unidad de Integración Curricular titulado **"Respuesta de proteínas séricas, enzimas hepáticas y electrolitos en juveniles de tilapia roja (***Oreochromis mossambicus x Oreochromis niloticus***) con inclusión de β-glucano en dieta"**, previo a la obtención del título de Agropecuaria, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Atentamente,

Dr. Méndez Martínez Yuniel, PhD

DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR.

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE AGROPECUARIA

Unidad de Integración Curricular

Título:

"Respuesta de proteínas séricas, enzimas hepáticas y electrolitos en juveniles de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus x Oreochromis niloticus*) con inclusión de β-glucano en dieta."

Presentado al Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de **Ingeniera Agropecuaria**.

Aprobado por:

_____

Ing. Emma Torres Navarrete
PRESIDENTE TRIBUNAL

_____

Dr. Martin Gonzáles Vélez
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

_____

Ing. Piedad Yépez Macías
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Quevedo - Los Ríos- Ecuador
2021

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo por permitirme formarme como persona y de poder cumplir con mi sueño de esta etapa de ser profesional. También a los docentes por brindarme sus conocimientos en especial al Dr. José Romero Romero siempre lo recordare como ese buen ser humano.

Al Director del Proyecto de Tesis el Dr. Méndez Yuniel por la paciencia, su tiempo brindado, y el aporte en la formación académica.

A mi familia, a mi abuela Melva Lucas, Irene Parrales, José Zambrano, Johanna Zambrano, que siempre conté con su aporte incondicional. A mí estimada hermana Ing. Isabel Zambrano y Mauricio Intriago que gracias a ellos concluí con este proyecto. Y mi querido esposo Ing. Walter Figueroa Soto que me brindo su ayuda en todo momento permitiendo tener mejor oportunidad de vida.

Muy agradecida

Mire...

DEDICATORIA

Fue un logro que me llena de satisfacción que inicio hace 5 años, lleno de lucha, constancia y perseverancia. En ocasiones que quería desmayar porque aún era un camino largo a seguir que se hacía difícil pero no imposible. ¡¡ Lo logre!!

A mi pequeña bendición Kimberly Thais Malavé Zambrano que llego a mí para fortalecer mi espíritu y seguir luchando.

Mire….

Tabla de contenidos

PORTADA i

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS ii

CERTIFICADO DEL REPORTE DE HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO iii

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR iv

AGRADECIMIENTOS vi

DEDICATORIA vii

RESUMEN 2

ABSTRACT 3

CODIGO DE DUBLIN 4

INTRODUCCIÓN 5

CAPÍTULO I. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

1.1. Problema de Investigación 2

1.1.1. Planteamiento del problema 2

1.1.2. Diagnóstico. 2

1.1.3. Pronóstico 2

1.1.4. Formulación del problema 2

1.1.5 Sistematización del problema 3

1.2. Objetivos 4

1.2.1 Objetivo General 4

1.2.2. Objetivos específicos 4

1.3. Justificación 5

CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN.

2.1. Marco Conceptual 1

2.1.1. Tilapia 1

2.1.2. Tilapia roja. 1
2.1.3. β-glucanos 1
2.1.4. Sistema inmune 2
2.1.5. Hematología 2
2.1.6. Química sanguínea 2
2.1.7. Biometría hemática. 2
2.1.8. Albúminas 3
2.1.9. Globulinas 3
2.1.10. Enzimas 3
2.1.11. Enzimas fosfatasa 3
2.1.12. Urea 4
2.1.13. Inmunoestimulantes 4
2.2. Marco Referencial 5
2.2.1. La acuicultura en Ecuador 5
2.2.2. Cultivo tilapias en Ecuador 5
2.2.3. Taxonomía de la tilapia 6
2.2.4. El origen de la tilapia 6
2.2.5. Biología de la Tilapia 6
2.2.6. Hábitat de la tilapia 7
2.2.7. Formas de reproducción 7
2.2.8. Alevinaje 7
2.2.9. Temperamento 8
2.2.10. Alimentación 8
2.2.11. Nutrición 8
2.2.12. La Hematología 9
2.2.13. β-glucanos 9
2.2.14. Características físico-químicas de los ß-glucanos 9

2.2.15. Organismos productores β-glucanos 10
2.2.16. Efecto del ß-glucanos en peces 11
2.2.17. ß-glucanos uso la acuicultura 11
2.2.18. ß-glucanos uso en cosméticos. 12
2.2.19. ß-glucanos en la nutrición humana 12
2.2.20. Valores bioquímicos séricos de tilapia 12
2.2.21. Estudios utilizando β-glucano en peces 12
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.
3.1. Localización 2
3.2. Tipo de investigación 2
3.3. Método de investigación 3
3.3.1. Método inductivo 3
3.3.2. Método analítico 3
3.4. Fuente de recopilación de información 3
3.5. Diseño de la investigación 3
3.5.1. Esquema de análisis de varianza 4
3.6. Instrumento de investigación 4
3.6.1. Formulación y elaboración de dietas experimentales. 4
3.6.2. Cultivo de peces 6
3.6.2. Obtención de la muestra de sangre. 6
3.6.3. Variables a evaluar 7
3.6.3.1. Proteínas totales (Pt). 7
3.6.3.2. Albúminas (Alb). 7
3.6.3.3. Globulina (Glb) 8
3.6.3.4. Relación Alb / Glb 8
3.6.3.5. Actividad enzimática de alanina amino transferasa 8
3.6.2.5. Actividad de la enzima fosfatasa 9

3.6.3.6. Fosfatasa alcalina 9
3.6.3.7. Urea 9
3.6.3.8. Potasio 9
3.6.3.9. Calcio 10
3.7. Tratamientos de los datos 10
3.8. Recursos humanos y materiales. 11
3.8.1. Recursos humanos. 11
3.8.2. Materiales e insumos 11
CAPÍTULO IV. RESULTADOS.
4.1. Efecto de β-glucano en dieta sobre albúminas, globulinas, relación albúminas/globulinas, y proteínas totales séricas en juveniles de tilapia roja 14
4.1.1. Proteínas totales (Pt). 14
4.1.2. Albuminas 15
4.1.3. Globulinas 16
4.1.4. Relación albumina/globulina 17
4.2. Efecto de β-glucanos en dieta sobre el contenido de urea, potasio y calcio en juveniles de tilapia roja 18
4.2.1. Calcio 18
4.2.2. Potasio 19
4.2.3. Urea 20
4.3. Análisis de la actividad de las enzimas fosfatasa y alanina aminotransferasa en juveniles de tilapia roja alimentados con β-glucanos en dieta. 21
4.3.1. Fosfatasa 21
4.3.2. TGP 22
CAPITULO V.
5.1. CONCLUSIONES 24
5.2. RECOMENDACIONES 25
CAPITULO VI. BIBLIOGRAFIA.

6.1. Referencias bibliográficas 27

CAPITULO VII. ANEXOS.

ÍNDICE DE TABLAS

T**abla 1**. Condiciones agroclimáticas ..... …2
Tabla 2. Esquema del análisis de varianza (ANOVA) 4
Tabla 3. Formulación y composición química de dietas experimentales con suplementación de β-glucanos. 5
Tabla 4. Esquema de tratamientos experimentales..... 11
Tabla 5. Análisis de bioquímica sanguínea en cuanto a, albúminas, globulinas, relación albumina/globulina y proteínas totales séricas..... ..18
Tabla 6. Contenido de electrolitos en alevines de tilapia roja *(Oreochromis mossambicus x Oreochromis niloticus)* en condiciones controlado con la inclusión de β –glucano en dietas..... 19

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructuras de ß-glucanos según su fuente. 10
Figura 2. ß-glucanos cereal y levadura..... 10
Figura 3. Contenido de urea en juveniles de tilapia roja *(Oreochromis mossambicus x Oreochromis niloticus)* con inclusión del β -glucano en dieta. 20
Figura 4. Contenido de fosfatasa en juveniles de tilapia roja *(Oreochromis mossambicus x Oreochromis niloticus)* con inclusión del β -glucano en dieta..... 21
Figura 5. Transaminasa glutámica pirúvica en juveniles de tilapia roja *(Oreochromis mossambicus x Oreochromis niloticus)* con inclusión del β-glucano en dieta..... 22

RESUMEN

Para un adecuado balance de nutrientes en dietas incide para el mejorar y aprovechamiento del alimento además de la nutrición, teniendo en consideración la absorción para mejorar las respuestas séricas metabólicas actuando sobre el sistema inmunológico. Con el objetivo determinar el efecto de β-glucanos en dieta sobre albúminas, globulinas, relación albúminas/globulinas y proteínas totales séricas en juveniles de tilapia roja. Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA) bajo condiciones controladas con un total de 6 tratamientos (0, 1, 2, 3, 4 y 5% de inclusión ß-glucano en dieta) con tres repeticiones (acuarios de plástico). Se sembraron 15 peces/acuarios en 18 acuarios con capacidad de 90 L, para un total de 270 juveniles con una duración de 55 días. De acuerdo a las variables evaluadas se obtuvieron los siguientes resultados; para las proteínas totales el mejor tratamiento ($p < 0.05$) fue el T6 (5% β-glucanos en dieta) con valores 19,00 g/dL, en albumina T5 (4% β-glucanos en dieta) con 2,16 g/dL, para globulina T6 (16,92 g/dL). En la relación albumina/globulina T1 y T2 con inclusión del β-glucano, mostraron significancia estadística menos para la albumina. En el contenido de calcio el T4 (3% β-glucanos en dieta) mostro mejor respuesta ($p < 0.05$) con 1,26 mmol/L, para el potasio ($p < 0.05$) fue en el T3 (2% β-glucanos en dieta) con 4,38 mmol/L. También se encontró significancia ($p < 0.05$) para la variable urea con el T5 (4% β-glucanos en dieta) correspondiente al (20,33 mg/dL), en las enzimas como la fosfatasa T6 (5% β-glucanos en dieta) valor 68,33U/L, en cuanto a la TGP T5 (4% β-glucanos en dieta) (149,67 U/L) mostrando significancia estadística. A partir de los resultados obtenidos se encontró que el ß-glucano en dieta mejora la respuesta de proteínas séricas, enzimas hepáticas y electrolitos en juveniles de tilapia roja.

Palabras claves: Alanina amino transferasa, bioquímica sanguínea, bioestimulantes, fosfatasa alcalina, nutrición, potasio

ABSTRACT

This work was developed with the objective of evaluating the response of serum proteins, liver enzymes and electrolytes in juvenile red tilapia (Oreochromis mossambicus x Oreochromis niloticus) with inclusion of β-glucan in the diet. A completely randomized design (DCA) was applied under controlled conditions with a total of 6 treatments (0, 1, 2, 3, 4 and 5% inclusion ß-glucan in diet) with three repetitions (plastic aquariums). 15 fish / aquariums were stocked in 18 aquariums with a capacity of 90 L, for a total of 270 juveniles. According to the variables evaluated, the following results were obtained; for total proteins the best treatment ($p < 0.05$) was T6 (19.00 g / dL), in T5 albumin (2.16 g / dL), for T6 globulin (16.92 g / dL). In the albumin / globulin ratio T1 and T2 including β-glucan, they showed less statistical significance for albumin. In calcium content, T4 showed a better response ($p < 0.05$) with 1.26 mmol / L, for potassium ($p < 0.05$) it was in T3 with 4.38 mmol / L. Significance ($p < 0.05$) was also found for the variable urea with the T5 corresponding to 20.33 mg / dL, in enzymes such as T6 phosphatase 68.33U / L, in terms of TGP T5 149.67 U / L showing statistical significance. From the results obtained, it was found that ß-glucan in the diet improves the response of serum proteins, liver enzymes and electrolytes in juvenile red tilapia.

Key words: Alanine amino transferase, blood chemistry, biostimulants, alkaline phosphatase, nutrition, potas

CODIGO DE DUBLIN

Título:	Respuesta de proteínas séricas, enzimas hepáticas y electrolitos en juveniles de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus x Oreochromis niloticus*) con inclusión de β-glucano en dieta
Autor:	Mirella Aracely Zambrano Parrales
Palabras clave:	Alanina amino transferasa, bioquímica sanguínea, bioestimulantes, fosfatasa alcalina, nutrición, potasio
Fecha de Publicación:	
Editorial:	Quevedo: UTEQ, 2021
Resumen	**Resumen** Para un adecuado balance de nutrientes en dietas incide para el mejorar y aprovechamiento del alimento además de la nutrición, teniendo en consideración la absorción para mejorar las respuestas séricas metabólicas actuando sobre el sistema inmunológico. Con el objetivo determinar el efecto de β-glucanos en dieta sobre albúminas, globulinas, relación albúminas/globulinas y proteínas totales séricas en juveniles de tilapia roja. Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA) bajo condiciones controladas con un total de 6 tratamientos (0, 1, 2, 3, 4 y 5% de inclusión ß-glucano en dieta) con tres repeticiones (acuarios de plástico). Se sembraron 15 peces/acuarios en 18 acuarios con capacidad de 90 L, para un total de 270 juveniles. De acuerdo a las variables evaluadas se obtuvieron los siguientes resultados; para las proteínas totales el mejor tratamiento ($p < 0.05$) fue el T6 (19,00 g/dL), en albumina T5 (2,16 g/dL), para globulina T6 (16,92 g/dL). En la relación albumina/globulina T1 y T2 con inclusión del β-glucano, mostraron significancia estadística menos para la albumina. En el contenido de calcio el T4 mostro mejor respuesta ($p < 0.05$) con 1,26 mmol/L, para el potasio ($p < 0.05$) fue en el T3 con 4,38 mmol/L. También se encontró significancia ($p < 0.05$) para la variable urea con el T5 correspondiente al 20,33 mg/dL, en las enzimas como la fosfatasa T6 68,33U/L, en cuanto a la TGP T5 149,67 U/L mostrando significancia estadística. A partir de los resultados obtenidos se encontró que el ß-glucano en dieta mejora la respuesta de proteínas séricas, enzimas hepáticas y electrolitos en juveniles de tilapia roja. **Abstract:** This work was developed with the objective of evaluating the response of serum proteins, liver enzymes and electrolytes in juvenile red tilapia (Oreochromis mossambicus x Oreochromis niloticus) with inclusion

	of β-glucan in the diet. A completely randomized design (DCA) was applied under controlled conditions with a total of 6 treatments (0, 1, 2, 3, 4 and 5% inclusion ß-glucan in diet) with three repetitions (plastic aquariums). 15 fish / aquariums were stocked in 18 aquariums with a capacity of 90 L, for a total of 270 juveniles. According to the variables evaluated, the following results were obtained; for total proteins the best treatment ($p < 0.05$) was T6 (19.00 g / dL), in T5 albumin (2.16 g / dL), for T6 globulin (16.92 g / dL). In the albumin / globulin ratio T1 and T2 including β-glucan, they showed less statistical significance for albumin. In calcium content, T4 showed a better response ($p < 0.05$) with 1.26 mmol / L, for potassium ($p < 0.05$) it was in T3 with 4.38 mmol / L. Significance ($p < 0.05$) was also found for the variable urea with the T5 corresponding to 20.33 mg / dL, in enzymes such as T6 phosphatase 68.33U / L, in terms of TGP T5 149.67 U / L showing statistical significance. From the results obtained, it was found that ß-glucan in the diet improves the response of serum proteins, liver enzymes and electrolytes in juvenile red tilapia.

INTRODUCCIÓN

La piscicultura, definida como aquella actividad dedicada al cultivo de peces bajo la implementación de buenas prácticas, incluye el desarrollo genético, incubación, alimentación, reproducción y sanidad de las especies (ESPAE, 2018). Esta actividad ha crecido considerablemente en los últimos 20 años (FAO, 2020). En este lapso de tiempo ha evolucionado logrando convertirse en una actividad de producción de fuentes de proteína de origen animal para la alimentación, nutrición y fuente de ingresos económicos y empleo para el ser humano; cuyo crecimiento a nivel mundial está en el orden del 8.2% anual. En la actualidad alcanza 106 millones de toneladas métricas (TM) despuntando la pesca por captura.

El cultivo de tilapia roja (*Oreochromis* sp.) se dio primera vez en África (1820), con el pasar de los años se extendió por varios países de América Latina entre ellos Ecuador siendo un cultivo de especies más importantes debido a la tasa de crecimiento (Raimondi, 2007). Es de fácil producción y manejo (Piñeros, Gutiérrez-Espinosa, y Castro Guerrero, 2014). A pesar de las características de fácil manejo y producción, las tilapias presentan desafíos con la adaptación al entorno que puede incluir en los factores como: tamaño final, ganancia de peso e índice de supervivencia en alevines.

El uso de bioestimulantes en peces aumenta la resistencia a enfermedades optimizando la eficacia mediante un incremento en mecanismos de defensa específicos e inespecíficos, (Ibarra, 2020). convirtiéndose en agentes profilácticos primarios, no curativos

Las limitaciones de la bioestimulación dependen del estado de desarrollo del sistema inmune, organismos blancos, tipo de bioestimulantes usados y los procedimientos de administración. Muchos son nutrientes habituales de la dieta como polisacáridos, lípidos o proteínas que suministrados en concentraciones superiores a las normales producirán efecto estimulante.

Los inmunoestimulantes se obtienen de elementos estructurales como β-1,3/1,6 glucanos, provenientes de bacterias, hongos miceliales y levaduras, carbohidratos con estructuras complejas (glucanos) de varias fuentes biológicas (Raa, 2000). Estas incluyen algas; péptidos presentes en extractos de ciertos animales o hechos por hidrólisis enzimática de

proteínas de peces, nucleótidos y productos sintéticos. Los más utilizado en peces, son los β-glucanos levadura *(Saccharomyces cerevisiae*).

El beneficio del beta-glucanos son conocidos en todo el mundo, y estos productos se utilizan regularmente en países productores de peces, donde el uso de antibióticos cada vez es más restringido (Copeland, 2002). La producción de peces en los países tropicales es cada vez más intensiva en tecnología, por lo que el uso de estos compuestos juega un papel clave para obtener el máximo rendimiento.

La alimentación de este pez, es una parte esencial en su etapa de crecimiento ya que hace énfasis en dieta y aditivos alimenticios que incrementan el desarrollo de la biomasa de los peces y respuestas metabólicas en tilapias. Este estudio, se realizará con finalidad de evaluar el β-glucanos como un compuesto con propiedades inmunoestimulantes que eleve el nivel en respuesta metabólica en los alevines de tilapia roja.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de Investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

Existe una problemática que atraviesa la población en cuanto a la escasez de alimento saludable logrando desarrollar diferentes variedades de especies, para satisfacer las necesidades de la población, dentro de estas encontramos crianza de tilapia roja que va tomando fuerza en nuestro país. El escaso conocimiento sobre esta explotación, y el poco uso de que puedan mejorar la actividad a respuestas metabólicas y absorción de alimentos, han hecho que se desarrollen crianzas poco tecnificadas dando resultados perjudiciales a quienes emprenden esta actividad económica. La alimentación tiene un papel importante en las actividades acuícolas, además la suministración del balanceado no garantiza la digestibilidad y absorción de los nutrientes que este contiene. Intentando solucionar esta problemática, han surgido diferentes estrategias como la suplementación de potenciadores como β-glucanos en la dieta para ayudar a incrementar la respuesta metabólica y productiva de las especies en cultivo.

1.1.2. Diagnóstico.

La aplicación de inmunoestimulantes como el β-glucanos para juveniles de tilapia roja su efecto será en respuesta metabólicas y actividad enzimática de los peces por esta razón que motiva a la investigación.

1.1.3. Pronóstico

Con el siguiente proyecto se buscará implementar el uso del β-glucanos en la dieta peletizada, fortaleciendo el desarrollo de la respuesta en cuanto a proteínas séricas, electrolitos y enzimas hepáticas en los juveniles de tilapia roja.

1.1.4. Formulación del problema

¿Qué efecto tendrá la adición del β-glucanos como aditivos en la actividad de proteínas séricas, electrolitos y enzimas hepáticas en los juveniles de tilapia roja?

1.1.5. Sistematización del problema

¿Cuál será el efecto de la adición del β-glucanos sobre albúminas, globulinas, relación albúminas/globulinas y proteínas totales séricas en juveniles de tilapia roja?

¿Qué acción tendrá la adición del β-glucanos en la actividad de las enzimas fosfatasa y alanina aminotransferasa en juveniles de tilapia roja?

¿Qué consecuencia tendría el β-glucanos en la dieta peletizada de los alevines de tilapia roja sobre el contenido de urea, potasio y calcio?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Evaluar el efecto de β-glucanos en dieta peletizada sobre los parámetros bioquímicos séricos de juveniles de tilapia roja *(Oreochromis mossambicus x O. niloticus*.).

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar el efecto de β-glucanos en dieta sobre albúminas, globulinas, relación albúminas/globulinas y proteínas totales séricas en juveniles de tilapia roja.

- Valorar el efecto de β-glucanos en dieta sobre el contenido de urea, potasio y calcio en juveniles de tilapia roja.

- Analizar la actividad de las enzimas fosfatasa y alanina aminotransferasa en juveniles de tilapia roja alimentados con β-glucanos en dieta.

1.3. Justificación

Esta investigación busca plantear nueva alternativas para producción de peces en Ecuador, que ha incrementado en los últimos años, dando mayor énfasis a la producción de alimentos, sin tener presente la digestión y absorción de los mismos. En el caso de la cría de tilapia, se ha tenido como expectativa el crecimiento acelerado, siendo ésta la etapa más crítica en el proceso de producción.

Un adecuado balance de nutrientes en la dieta incide en un mejor aprovechamiento del alimento por parte de los peces; esto mejorará el crecimiento y el rendimiento económico, a falta de dietas que garanticen el balance nutricional necesario en cada etapa de la producción de tilapia roja y la poca información sobre la respuesta metabólica, se realizará esta investigación donde se suplementará el uso del β-glucanos para medir el efecto sobre la actividad enzimática y la respuestas metabólicas en alevines de tilapia roja.

Debido a los problemas presentados se implementará la adicción de β-glucanos en una dieta peletizada para mejorar la respuesta metabólica en los alevines reforzando su actividad enzimática.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco Conceptual

2.1.1. Tilapia

Tilapia el nombre común con el cual se conocen a diversas especies del género *Oreochromis* y Tilapia. Estos son peces de agua dulce endémicos y originarios de África y el Cercano Oriente, aprovechando sus características y adaptabilidad (Baltazar, 2007).

Todas las especies de tilapia presentan una madurez sexual temprana, las más comunes que podemos mencionar a *Oreochromis niloticus*, que alcanza su madurez sexual entre los 30 - 50 g. Las hembras desovan en repetidas ocasiones, esta puede realizar de 4 a 5 puestas pueden contener de 200 y 2000 huevos en un año en condiciones favorables de temperatura (Baltazar, 2007).

2.1.2. Tilapia roja.

En acuicultura destaca la producción y comercialización de tilapia roja, conocida también como Mojarra roja. A nivel mundial, la tilapia roja supera el millón de toneladas. La Tilapia roja es después de las carpas, el pez más cultivado en el mundo (Méndez-Martínez et al., 2018).

2.1.3. β-glucanos

Los β-glucanos son moléculas de polisacáridos de monómeros D-glucosa ligados con enlaces glucosídicos que a su vez, en función de la forma del anillo que crean, pueden reconocerse como alfa-glucanos o beta-glucanos representan un grupo muy diverso de moléculas que pueden variar en relación a su masa molecular, solubilidad, viscosidad (Robert y Subak, 2001).

El β-glucanos es un tipo de polisacárido indigeribles o azúcares complejos, funcional que se propaga ampliamente en la pared celular de semillas de hongos, bacterias y cereales (avena, centeno y cebada). Son elementos muy flexibles, de muy baja digestión, pero son metabolizados favorablemente por la microbiota intestinal, en particular por las bifidobacterias, preciadas aliadas de nuestro intestino grueso. Tiene varias funciones

biológicas como la promoción de la función inmunológica, anti infecciosa y regulación de la glucosa (Algal Scientific. 2019).

2.1.4. Sistema inmune

La función esencial del sistema inmune en todos los vertebrados es la defensa contra las infecciones. Los peces presentan una respuesta inmunológica bien desarrollada e integrada, y en el caso de los Teleósteos, con algunas similitudes respecto a los vertebrados superiores (Fernández, et al., 2002).

2.1.5. Hematología

Los análisis hematológicos en las diferentes especies de peces son interés fisiológico, debido a las características sanguíneas con las variables de la especie como: sexo, estadio gonadal, estés, actividad física, habitad y adaptación al entorno (Atenciogarcía et al., 2007).

Son herramientas muy útiles como medio evaluador de las condiciones fisiológicas, lo que posibilita un adecuado tratamiento ictiosanitario de peces en cautiverio. La medición de dichos parámetros permite el diagnóstico de enfermedades, así como también, permite determinar los efectos de la dieta y otros factores medioambientales (Badawi y Said, 1971).

2.1.6. Química sanguínea

Cada uno de estos factores en cada especie presenta sus propios parámetros hematológicos, ya que hay diferencias sanguíneas entre organismos de diferentes medios como las halladas entre peces marinos. Los cuales presentan una mayor proporción de hemoglobina y eritrocitos comparados con los peces de agua dulce (Garcia et al., 2007).

2.1.7. Biometría hemática.

La biometría hemática, o citometría hemática, es el examen de mayor utilidad. La hematología de peces tiene importancia en el manejo sanitario de las poblaciones naturales y manejo nutricional en cautiverio, al permitir evaluar la interacción entre los nutrientes y la presencia de tóxicos Esto debido a que se necesita de un solo estudio y se analizan tres líneas celulares totalmente diferentes: eritroide, leucocitaria y plaquetaria, y no sólo detectan a

patologías hematológicas; sino también a enfermedades de diferentes sistemas y órganos (López, 2016).

2.1.8. Albúminas

La albúmina es una lipoproteína de alta densidad y su síntesis está influenciada por la nutrición, el equilibrio hormonal, el estado general del hígado y el estrés. Sus funciones están relacionadas con el transporte de sustancias y la regulación y mantenimiento de la presión coloidosmótica sanguínea (Melo, et al., 2009).

2.1.9. Globulinas

Las globulinas incluyen proteínas que actúan sobre el sistema inmunológico, factores de coagulación, enzimas y proteínas de transporte. Generalmente se clasifican como alfa, beta y gamma globulinas (también llamadas inmunoglobulinas), debido a su movilidad electroforética (Melo, et al., 2009).

Las globulinas son un grupo de proteínas de la sangre. El sistema inmunitario las produce en el hígado. Las globulinas juegan un papel importante en el funcionamiento del hígado, la coagulación de la sangre y el combate contra las infecciones.

2.1.10. Enzimas

Estas enzimas ayudan al proceso digestivo se localizan en el lumen intestinal o asociadas a las membranas. Importante mecanismo en las larvas que en juveniles o adultos se cree que la digestión compensa la baja digestión extracelular durante la etapa larvaria (Copeland, 2002).

2.1.11. Enzimas fosfatasa

Enzima implicada en procesos de nutrición, mineralización, transporte, intestinal e hidrólisis de proteínas fosforiladas ampliamente distribuidas en la naturaleza. Se pueden clasificar en dos grupos, fosfatasas cisteína y metalofosfatasas.

Enzimas implicadas indirectamente en la digestión por la actividad de otras enzimas y la modificación de cadenas fosfatadas laterales de aminoácidos, promoviendo así la absorción

de nutrientes por transporte de Ca+2 desde el lumen hasta el interior de la célula (Linares, 2007).

2.1.12. Urea

La urea en peces es producida a nivel hepático y pasa rápidamente a todos los tejidos del organismo. Su aumento en sangre es un indicador de enfermedad hepática o alteración de las branquias y no necesariamente es indicadora de enfermedad renal (Solomon, 2014).

2.1.13. Inmunoestimulantes

Los inmunoestimulantes aumentan la resistencia a la enfermedad mediante los mecanismos de defensa específicos e inespecíficos, convirtiéndose en agentes profilácticos primarios, no curativos. Las limitaciones de los inmunoestimulantes dependen del estado de desarrollo del sistema inmune y el organismo (Barragán, 2004).

2.2. Marco Referencial

2.2.1. La acuicultura en Ecuador

La acuicultura en el Ecuador se ha diversificado, el camarón es el producto principal de esta actividad, pero no el único. Una de las actividades acuícolas que ha presentado un gran crecimiento en los últimos años es el cultivo de la tilapia, incentivado especialmente por las miles de hectáreas de estanques camaroneros que fueron abandonados después del brote del Síndrome de Taura, patología que afectó alrededor de 14 000 ha de cultivos en la zona de Taura en la provincia del Guayas (FAO, 2007).

Esta infraestructura disponible facilitó la introducción del cultivo de la tilapia Roja como una alternativa en estas áreas, complementándose luego con el policultivo Tilapia-Camarón a partir de 1995. Actualmente existen cerca de 2 000 ha dedicadas al cultivo de tilapia (FAO, 2007).

La Acuicultura es una de las actividades ideadas por el hombre para incrementar la producción de alimento, se presenta como una nueva alternativa para la administración de los recursos acuáticos. La acuicultura como actividad multidisciplinaria, constituye una empresa productiva que utiliza conocimiento sobre ecología, biología e ingeniería para ayudar a resolver el problema nutricional(Saavedra, 2003).

2.2.2. Cultivo tilapias en Ecuador

La tilapia es considerado uno de los principales productos en el hemisferio occidental, las zonas principales de cultivo son: Guayas, Santa Elena, El Oro y las que se encuentran en desarrollo ubicadas en: Manabí, Esmeraldas y el Oriente con una área estimada de 4.000 ha, y un rendimiento aproximado de 40.000 TM/año10 introducida para la práctica artesanal conocida como “chameras” donde se realiza la cría (El Universo, 2020).

El cultivo de tilapia en Ecuador fue estimulado en el año 1999 debido al colapso de la industria del camarón por la aparición de la enfermedad causada por el virus del síndrome de la mancha blanca (WSSV, por sus siglas en inglés), que surgió a nivel mundial como uno de los patógenos más comunes, frecuentes y letales para poblaciones del camarón (El Universo, 2020).

2.2.3. Taxonomía de la tilapia

Categoría	Clasificación
Reino	Animal
Phylum	Chordata
Clase	Osteichthyes
Orden	Perciformes
Familia	Cichlidae
Genero	Oreochromis
Especie	Ssp

2.2.4. El origen de la tilapia

La tilapia son especies endémicas de agua dulce tiene sus antecedentes históricos y bíblicos, formando, parte de la dieta alimenticia de los habitantes de las zonas asiáticas y del norte de África de donde provienen distintas especies de la misma dependiendo de su origen específico. Las principales variedades de tilapia más conocidas y utilizadas dentro de la piscicultura son la (*Oreochromis mossambicus)* y la (*Oreochromis niloticus)* (De Mindo et al., 2009).

La tilapia roja la cual no corresponde a un solo nombre científico tomando en cuenta que es un híbrido de distintas variedades de tilapia. En la actualidad estas variedades de tilapia han incrementado debido al cruce de distintos híbridos**.** Todos estos fueron creados con el fin de aprovechar sus características, incrementar la resistencia a enfermedades, adaptabilidad y productividad de las tilapias (De Mindo et al., 2009) .

2.2.5. Biología de la Tilapia

La tilapia roja es un pez de agua dulce, principalmente diurna, de climas tropicalesque se caracteriza de manera general por su gran resistencia a las variaciones ambientales, es un tetrahibrido, es decir un cruce híbrido entre cuatro especies del género Oreochromis: O. mossambicus, O. niloticus, O. hornorum y O. aureus. Dentro del género Oreochromis, en forma intempestiva aparece la tilapia roja como una mutación albina en un cultivo artesanal de tilapia Oreochromis mossambicus de coloración normal (negra) cerca de la población de Tainan (Taiwán) en 1968 (Roja y Campo, 2011).

2.2.6. Hábitat de la tilapia

Las tilapias son de fácil adaptación a diversos hábitats como también ríos, lagos, pantanos, esteros, arroyos y lagunas de agua dulce y salada (Danipez, 2012).

Para cultivar tilapia se pueden emplear distintos métodos los cuales sean bajo costos económicos y fácil manejo, se pueden utilizar en estanque rústicos, que se excavan en la tierra, para optimizar el uso de agua, manteniéndola siempre oxigenada para que desarrollen y sobrevivan los peces, que debe tener un nivel de gravedad pasa su drenaje y así permitir el flujo apropiado del agua (Dinapez, 2012).

2.2.7. Formas de reproducción

Se caracterizan por ser territoriales en su reproducción, ser muy precoces y tener una alta fecundidad (las hembras inician madurez sexual a los 2-3 meses, produciendo más de 200 huevos por desove), reproduciéndose 6 a 9 veces por año; lo anterior se debe evitar o controlar la reproducción mediante cultivo mono sexo (Miranda et al., 2015).

La tilapia roja presenta un alto potencial para reproducirse cuando se encuentran en zonas cálidas con temperaturas mayores a los 20ºC. Son ovíparas y su fecundación es externa, alcanzando la madurez sexual a los 5 o 6 meses. En este género cuando se ha realizado la fecundación por el macho, la hembra recoge los huevos del nido en su boca, se retira y los incuba hasta que eclosionen aproximadamente 5 días (Miranda, et al., 2015).

2.2.8. Alevinaje

En la producción comercial de tilapia, el promedio es de 500 a 1,000 alevines/m^2 con una temperatura ideal de 25 a 29 °C. Los tanques para alevinaje preferiblemente deben tener una profundidad mínima de 50-75 cm. La densidad de siembra recomendada es de 500 a 750/m^2 y se puede agregar 30 a 40% más para compensar por la mortalidad. El cambio de agua debe mantenerse de 1 a 20% por día (Zamorano, 2016).

El método más práctico para el alevinaje es la colección de huevos de la boca de la tilapia, proceso que puede reducir el tiempo de desove natural, que es de tres a cuatro semanas, entre 10 a 12 días. Una vez incubados los huevos, se debe tener cuidado en la separación de los

alevines por tamaño para evitar el canibalismo de los alevines más grandes sobre los más pequeños (Zamorano, 2016).

2.2.9. Temperamento

Muchas especies son de hábitos territoriales, particularmente durante la temporada de reproducción. Su territorio se observa claramente definido y defendido de los depredadores e intrusos que atacan a sus crías y puede ser fijo o desplazarse a medida que las crías nadan en busca de alimento (Vázquez, et al., 2011).

2.2.10. Alimentación

Dependiendo del tipo de alimento proporcionado a las tilapias se basa la nutrición, de forma orgánica e inorgánica (cuando se fertilizan los estanques o reservorios) para generar algas unicelulares como los clorófitos y diatomeas que integran a la nutrición de las tilapias, los alevines deben tener un abastecimiento de proteína del 35% a 50% según sus requerimientos nutricionales, 10% de lípidos y un máximo de 25% de carbohidratos (Cornejo, 2017).

Un aspecto muy importante al momento de elegir el tipo de alimento, además del nivel de proteína y su digestibilidad, es el adecuado diámetro de partícula que debe ir acorde al tamaño de la boca del pez, de esta manera se asegura un correcto consumo del alimento, menor desgaste energético (Cornejo, 2017).

2.2.11. Nutrición

Las tilapias consumen algas, bentos y en casos de escasez de comida puede filtrar zooplancton. Sin embargo, cuando este pez es cultivado con fines comerciales, estas fuentes de alimento son de difícil acceso en las piscinas, por lo que es necesario suplementar las necesidades nutricionales con alimento balanceado de alta calidad (Toledo y Garcia, 2006).

Los peces capturan el alimento inmediatamente después de haberlo administrado un aspecto importante es elegir el tipo de alimento, además del nivel de proteína y su digestibilidad, es el adecuado diámetro de partícula que debe ir acorde al tamaño de la boca del pez. De esta manera se asegura un correcto consumo del alimento, menor desgaste energético y por ende mayor aprovechamiento de la inversión (Toledo y Garcia, 2006).

2.2.12. La Hematología

La Hematología de peces tiene importancia en el manejo sanitario de las poblaciones naturales y manejo nutricional en cautiverio, al permitir evaluar la interacción entre los nutrientes y la presencia de tóxicos.

También los patógenos y sustancias contaminantes producen alteraciones que se reflejan en algún grado de inmunosupresión y cambios en la sangre de los organismos. Las variaciones de parámetros hematológicos como el hematocrito, la concentración de hemoglobina, el recuento de leucocitos y la fórmula leucocitaria, pueden ser utilizadas como indicadores de contaminación (Morales y Palacios, 2013).

2.2.13. β-glucanos

El nombre de los β-glucanos proviene del prefijo Gluc, que significa poliglucosa, que es sufijo para (homopolisacáridos), β (1,3)-D glucanos, es el término común para los homopolisacáridos que tienen uniones β (1,3)-D en el esqueleto, y también suelen poseer uniones β-D glucosídicas en posición 6. Los alfa glucanos tienen cadenas con unidades repetidas en forma alfa, entre los más conocidos se encuentran el almidón y el glucógeno (Dalmo y Bogwald, 2008).

2.2.14. Características físico-químicas de los ß-glucanos

La estructura macromolecular y en particular el tipo de enlaces de la cadena principal y de sus ramificaciones dependen de la fuente del ß-glucanos y permite diferenciar entre sí.

Los ß-glucanos son inocuos y actualmente son utilizados por las empresas de alimentos como agentes texturizantes. Además, antecedentes científicos sugieren que, dependiendo de su estructura fisicoquímica y de su origen, su consumo se asociaría a efectos beneficiosos como la disminución de la concentración plasmática de colesterol total y la reducción del índice glicémico de los alimentos que lo incluyen

Los ß-glucanos de avena y cebada (figura A) están compuestos de cadenas no ramificadas con enlaces ß (1→3) y ß (1→4) mientras que los ß-glucanos de levaduras y hongos (figura B) están compuestos de cadenas de glucosa unidos por enlaces ß (1→3) y cadenas laterales unidas por enlaces ß (1→6) (1, 9) (Pizarro, et al., 2014).

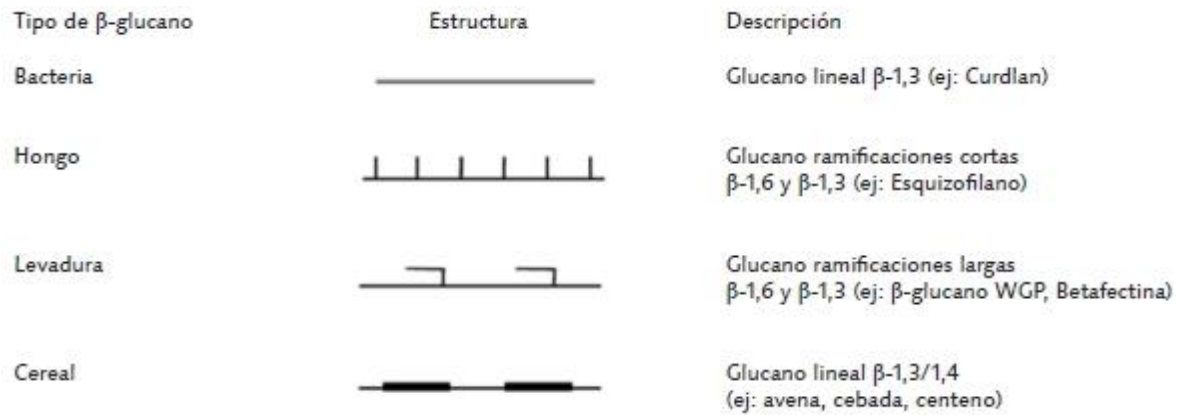


Figura 1 Estructuras de ß-glucanos según su fuente.

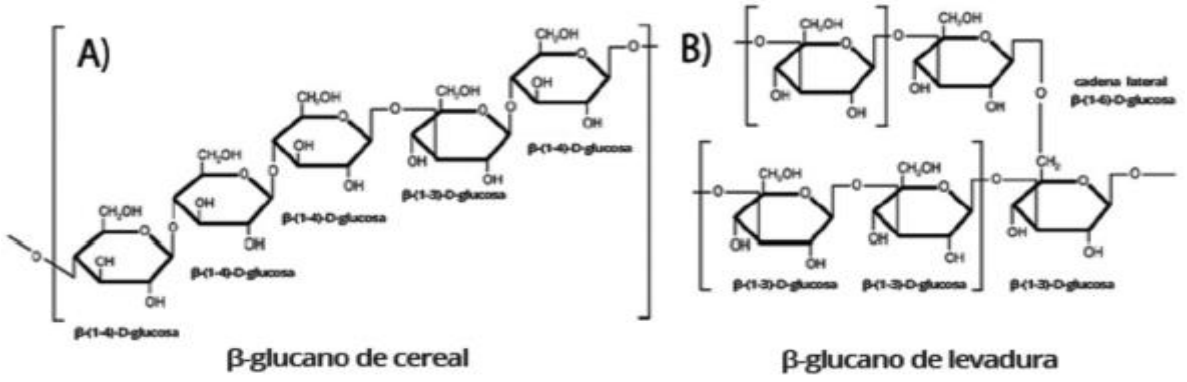


Figura 2. ß-glucanos cereal y levadura
(Pizarro, et al., 2014).

Los ß-glucanos de levaduras y hongos, a pesar de poseer ramificaciones similares, difieren en la longitud de sus cadenas, siendo más largas en las levaduras.

Las diferencias en el tipo de enlace y de ramificación influencian el tamaño de la molécula, su estructura terciaria, su carga eléctrica, su conformación en solución (hélice triple o simple, o espiral aleatoria) y sus propiedades de solubilidad (1, 10) (Pizarro, et al, 2014).

2.2.15. Organismos productores β-glucanos

Los β-glucanos son un grupo heterogéneo de polisacáridos. Estos polisacáridos pertenecen a un grupo de compuestos fisiológicamente activos denominados modificadores de la respuesta biológica, debido a su capacidad de interactuar con el sistema inmune de vertebrados e incluso invertebrados (Novak y Vetvicka, 2009).

Existen alrededor 6000 estudios que han descrito los efectos inmuno-modulatorios de β-glucanos, de enlaces β-1,3, tales como propiedades anti-inflamatorias y antimicrobianas (Vetvicka et al., 2010), junto con otros efectos beneficiosos para la salud, como hepatoprotectores, sanación de heridas, pérdida de peso, propiedades antidiabéticas y la disminución del colesterol sanguíneo (Novak y Vetvicka, 2008).

Los β-glucanos de origen fúngico, especialmente los producidos por levadura de cerveza, han sido ampliamente descritos con efectos inmuno-modulatorios, encontrándose múltiples propiedades como actividad antitumoral, anti-fúngica/anti-bacteriana (Balbi et al. 2005).

En plantas, el tipo más común de β-glucanos es la celulosa, formada por cadenas de glucosa de enlaces β-1,4 que no presenta efectos inmunomoduladores. Algunos cereales como la avena y la cebada, son capaces de producir β-glucanos no ramificados de enlaces mixtos β-1,3 y β-1,4 los cuales han atraído gran interés en investigación debido a su capacidad de interactuar con el sistema inmune de vertebrados (Balbi et al., 2005).

2.2.16. Efecto del ß-glucanos en peces

Se ha demostrado que el ß-glucanos activa directamente los leucocitos, estimula la fagocitosis, la actividad citotóxica y antimicrobiana, incluyendo la producción de especies reactivas nitrógeno y oxígeno; adicionalmente, estos carbohidratos modulan la producción de mediadores proinflamatorios, citoquinas y quimioquinas (Quezada, 2012). En peces, se ha demostrado que el efecto de los ß-glucanos varía con la especie y de la cantidad incorporada en la dieta, duración en la alimentación y temperatura ambiental. Los ß-glucanos solubles pueden ser absorbidos por el intestino y por tanto ser nutritivos.

2.2.17. ß-glucanos uso la acuicultura

Una fuente común de ß-glucanos es la pared celular de levadura de panadería (*Saccharomyces cerevisiae),* y estos carbohidratos en particular se distinguen por varios efectos estimulantes en el sistema inmunológico, también ilustran sus efectos sobre el estrés, resistencia a enfermedades, curación de heridas, mejoras en las respuestas a las vacunas. Los efectos de los ß-glucanos en la regeneración de tejidos, a pesar de que estos procesos son indicadores valiosos de la eficiencia de las células inmunes involucradas en la reparación de tejidos (Saavedra, 2020).

2.2.18. ß-glucanos uso en cosméticos.

En la industria cosmética y dermatológica, el ß-glucanos derivado de levadura más utilizado, el ß-glucanos de avena estimula efectivamente la actividad de los macrófagos, presentes en los órganos del cuerpo incluyendo la piel, haciendo secretar citoquinas, que son proteínas que regulan las interacciones del sistema inmune, aumentando la inmunidad del organismo y sus capacidades regenerativas (España, 2014).

2.2.19. ß-glucanos en la nutrición humana

El ß-glucanos de avena aislado se emplea en la industria alimentaria como espesante y para mejorar la calidad sensorial de bebidas. En relación a efectos sobre el colesterol sanguíneo, se ha observado que cuando éste se consume incluido en alimentos líquidos es más efectivo que cuando se consume incorporado en alimentos sólidos (Vizueta y Anta, 2016).

2.2.20. Valores bioquímicos séricos de tilapia

Los parámetros bioquímicos séricos de tilapias producidas en un sistema de piscicultura intensiva y capturada con atarraya. Se tomaron muestras de sangre a 40 ejemplares por punción de la vena caudal. Con un peso de 453 ± 52 g. Se determinó proteína total, albúmina, globulinas, ácido úrico, creatinina, urea, calcio, fósforo inorgánico, relación Ca/P, magnesio y fosfatasa alcalina. En un contexto general, los resultados mostraron parámetros semejantes a los establecidos para peces de escama, con excepción del ácido úrico (Chévez, 2019).

2.2.21. Estudios utilizando β-glucano en peces

Efecto de los niveles dietéticos de β-glucano sobre la respuesta inmune y la hematología de bagre juveniles (*Ictalurus punctatus)*

Esta investigación detalla en este experimento evaluó tres concentraciones diferentes (0.05, 0,1 y 0,5%) de 1,3 / 1,6 β-glucano sobre parámetros inmunes inespecíficos del bagre de canal (Ictalurus punctatus). Los peces se dividieron al azar en cuatro grupos (15 peces por grupo, cada grupo por triplicado), utilizando un alimento peletizada comercial para bagres con 32% de proteína (Purina®, México) que se molió a polvo usando un molinillo de piedra de grano manual Cereales como la cebada y la avena son reconocidos como buenas fuentes de β-

glucanos pero también se pueden encontrar en algas y hongos. Asimismo, sus propiedades parecen estar relacionadas con su peso molecular, estructura química y características reológicas, las cuales pueden variar según el origen del β-glucano. Posteriormente, las partículas se mezclaron durante 15 min utilizando un mezclador de polvo agregando cuidadosamente 1,3 / 1,6 β-glucano previamente pesado para asegurar la correcta concentración final. Una vez homogeneizadas las dietas, se agregaron 700 mL de agua destilada a 70 ° C a cada kg de alimento, esta humedad permitió la unión del producto al alimento comercial; luego, cada mezcla se peletizó usando un triturador de carnicero equipado con un tamiz de 3 mm de diámetro. Los gránulos se secaron a temperatura ambiente durante 72 horas y se almacenaron a -4 ° C hasta que se requirieron. La dieta de control se procesó de manera similar sin la adición de 1,3 / 1,6 β-glucano. Los grupos fueron etiquetados como CD, BG 0.05, BG 0.1 y BG 0.5, de acuerdo con la concentración de los β-1,3 / 1,6 glucano añadidos a la dieta alimenticia (0, 0.05, 0.1 y 0.5% respectivamente). Los análisis de los peces fueron en la proteína para el control 4,47 ± 0,10 en el control BG 0.05 3,80 ± 0,23, en el control, BG 0.1 obtuvo 3,20 ± 0,47 el control BG 0.5 de 4,07 ± 0,25 (Sanchez, 2017).

Efecto de la suplementación con β-glucano en la dieta sobre el crecimiento, funcionalidad intestinal y progresión de la enfermedad en ciprínidos seleccionados *(Cyprinus carpio y Danio rerio)*

En este estudio se controló la calidad del agua, la temperatura del agua y el pH se mantuvieron a 28 ± 0,2 ° C y entre 6,8 y 7,2, respectivamente, con el agua recirculada parcialmente (30% de cambio de agua por día). El fotoperíodo se mantuvo en un ciclo de luz / oscuridad de 12/12 h. Peces experimentales y alimentación. Para ambos experimentos, el pez cebra de tipo salvaje adulto (aproximadamente un año) (Daniorerio) se obtuvieron del Zebrafish Research Facility.

El experimento I, 210 peces cebra (478 ± 91 mg) se asignaron al azar en grupos de 35 a cada uno de los seis tanques experimentales de 40 L (n = 3 tanques por tratamiento). Para el experimento II, Se asignaron al azar 360 peces cebra (503 ± 117 mg) en grupos de 40 a cada uno de los nueve tanques experimentales de 40L (n = 3 tanques por tratamiento).

Después de la asignación, los peces fueron aclimatado durante tres semanas antes del período experimental mientras se alimentado con la dieta de control. La dieta basal constaba

de los mismos ingredientes que descrito en la sección 2.5 y se complementó con 0% p / p de MacroGard® (control dieta) o 0,1% p / p de MacroGard® y producido en forma de escamas (Tetra GmbH, Melle, Alemania).

En el experimento I, los peces fueron alimentados con la dieta C o la dieta experimental B. En los peces del experimento II fueron alimentados con 1] la dieta de control (C), 2] la dieta experimental continuamente (B) o 3] el control y la dieta experimental alimentados intermitentemente en semanalmente intervalos (CB). Los peces fueron alimentados dos veces al día hasta una aparente saciedad en la mañana y tarde, teniendo como resultado en la variable indica que en la proteína los valores fluctuaron entre 3,37 g/dL para el 0,1%, mientras que el 1% fue de 3,15 g/dL y para el 2% fue de 3,25g/dL (Kühlwein, 2013).

Caracterización hematológica, morfométrica y química del tejido sanguíneo, de juveniles de cachama blanca *(Piaractus brachypomus)* mantenidas en un sistema biofloc y un sistema de recirculación de agua.

En trabajo investigativo se examinó 50 peces con un peso esperado promedio de 145 gramos/animal, provenientes de un cultivo semi intensivo en un sistema de recirculación de agua e igual número de individuos de un sistema Biofloc; estos peces se encontraban en la estación piscícola de la Corporación Universitaria Lasallista, allí se mantuvieron controladas las condiciones óptimas para la especie como: oxígeno disuelto, pH, temperatura, dureza, alcalinidad, amonio entre otros. Para la toma de las muestras los peces fueron depositados en recipientes plásticos grandes con agua (a temperatura ambiente) y aceite de clavo (eugenol®) como anestésico, utilizado para disminuir el estrés pos captura y reducir temporalmente la sensibilidad y reflejos de los individuos al bloquear la actividad nerviosa de forma reversible y al reducir la transmisión sináptica en la unión neuromuscular (Duque y Loaiza, 2017).

Perfil metabólico de salmón atlántico (*salmo salar*) y trucha (*arcoiris Oncorhynchus mykiss)* de tres pisciculturas en fase de agua dulce en el sur de chile

En este estudio, las muestras de peces se obtuvieron al azar directamente en las pisciculturas, previa captura de los peces mediante una red desde los estanques de cultivo. Con dicho objeto los peces fueron depositados en un balde con agua donde se adicionó el anestésico“BZ-20” *(Paraaminobenzoato de sodio), en una concentración de 50ppm. Para

obtener las muestras de sangre se emplearon jeringas de 1 ml con agujas de 23G, puncionándose la vena caudal detrás de la aleta anal en la línea medio ventral. El volumen de sangre obtenida de cada pez fue de 0,3 a 0,8 ml. La sangre fue inmediatamente transferida a microtubos heparinizados con 0,02 ml de una solución de heparina sódica de 1000 U/ml. los resultados indicaron para las siguientes variables de estudio en la proteína en Salmón atlántico Salmo salar en su fase de agua dulce en 3 pisciculturas del sur de Chile. 37.47 ± 4.89 g/l, para la albumina g/l 4.98 ± 3.68 en la urea 1.30 ± 0.46 mmol/l y fosfatasa 805.21 ± 240.12 u/l en trucha arcoíris Oncorhynchus mykiss en su fase de agua dulce en 2 pisciculturas del sur de Chile. Proteína 39.45 ± 4.89g/l albumina 9.12 ± 5.08 la urea 1.22 ± 0.28 mmol/l fosfatasa 860.21 ± 311.36 u/l (Herrera, 2004).

Alanina aminotransferasa, proteínas y electrolitos en juveniles de tilapia roja *(oreochromis mossambicus x oreochromis niloticus*) alimentados con quitosano en dieta."

En este trabajo se evaluó efecto de quitosano en dieta peletizada donde se examinó la respuesta metabólica de electrolitos, alanina aminotransferasa y las proteínas en juveniles de tilapia roja *(Oreochromis mossambicus x Oreochromis niloticus)*, que consistió 6 tratamientos con tres repeticiones en un DCA. Cada uno de estos tratamientos se distribuyó de una dieta experimental con diferente inclusión de quitosano al (0, 1, 2, 3, 4 y 5%). teniendo en si en respuesta en la alanina aminotransferasa mostró diferencias significativas para los tratamientos, se encontraron mayores valores en el T2 y en T5 donde no se obtuvo casi diferencia y que el contenido de electrolitos en potasio, calcio mostró diferencias significativas, se encontraron mayores valores en el T3 y T4 para el calcio, al igual en el potasio para los alevines de tilapia (Zambrano, 2020).

Efecto de la inclusión de ingredientes no tradicionales en la alimentación de la tilapia nilótica (*oreochromis niloticus*) **sobre parámetros hematológicos y bioquímica sanguínea**

En esta investigación Se evaluó el efecto de las dietas sobre cuatro parámetros sanguíneos; hematocrito, leucograma, proteínas totales y glucosa, diseño experimental totalmente al azar con cinco tratamientos y tres repeticiones, siendo la unidad experimental la tilapia donde utilizaron 500 alevines de tilapia nilótica *(Oreochromis niloticus)* con un peso promedio de 3 ± 1g, adquiridos de la granja privada productora de alevines, se implementaron cuatro

dietas experimentales y una dieta control. Las dietas experimentales fueron elaboradas 23 con aceite vegetal, harina de pescado, fécula de yuca, fécula de maíz, harina de soya y un núcleo de aditivos compuesto de secuestrante de micotoxinas, sal, bicarbonato de sodio, un suplemento de vitaminas y minerales, y los insumos experimentales. Para la dieta control se utilizó concentrado comercial con 38% de proteína cruda.

Los ingredientes no tradicionales para elaborar las dietas experimentales fueron seleccionados en base a su calidad y cantidad proteica. Los insumos utilizados fueron harina de moringa *(Moringa oleífera),* harina de macadamia *(Macadamia integrifolia),* harina de mosca del Mediterráneo adulta y harina de larva de mosca del Mediterráneo *(Ceratitis capitata),* en la determinación de proteína en los muestreos de los 30 y 45 días no se observó diferencia significativa entre los tratamientos experimentales Los valores más altos en ambos muestreos correspondieron a T2 con 3.59 g/dL y T3 con 3.56 g/dL (Marroquín, 2018).

Electrolitos, proteínas y transaminasa glútamico pirúvica en vieja azul (*andinoacara rivulatus)* **y bocachico** *(ichthyoelephas humeralis)* **en ecosistemas lóticos de la Provincia los Ríos.**

La investigación evaluó la actividad metabólica en GPT, electrolitos y proteínas en vieja azul y bocachico, de captura artesanal en la zona Fumisa, Mocache y Quevedo, de la provincia Los Ríos; el diseño experimental fue completamente al azar (DCA) con un arreglo factorial de 2 x 3 conformado por 6 tratamientos con 3 repeticiones.

El factor (A) son las zonas de pesca y (B) las especies para cada lugar de pesca, como referencia 30 bocachico y 30 viejas azul (60 peces por cantón), y un total de 180 ejemplares Se realizó la evaluación hematológica. En cuanto a la valoración de la química sanguínea la proteína total en la vieja azul 2.54 g/dL ± 0.54 g/dL albúmina 2.28 g/dL ± 0.51 g/dL y la globulina tuvo un valor de 0.34 g/dL ± 0.13 g/dL en comparación con el bocachico en la proteína total (Pt) 2.80 g/dL ± 0.87 g/dL albúmina 2.51 g/dL ± 0.69 g/dL y en las globulinas 0.81 g/dL ± 0.91 g/dL. Se encontró diferencia estadística en cuanto al lugar 0.0182 especie 0.66185 y en la interacción lugar/especie 0. 0345. El análisis estadístico mostro diferencias significativas (Puente, 2020).

Determinación de perfiles metabólicos en turbot (*Scophthalmus maximus Linnaeus, 1758*) **de cultivo en Chile**

En este estudio se determinó valores de referencia de algunos parámetros sanguíneos de turbot *(S. maximus)* en condiciones de cultivo en otoño e invierno en Chile. Para esto se tomaron muestras de 60 peces en engorda capturados al azar en mayo (otoño) y agosto (invierno) del año 2002 desde 2 estanques de cultivo pertenecientes a la empresa Granjamar S.A., Tongoy, Chile.

En cada periodo se tomaron 15 muestras de sangre de turbot por estanque, se realizó un perfil metabólico midiendo: AST, UREA, Ca, P, Na y se determinó el VGA. No se encontró diferencias significativas ($p < 0.05$) entre otoño e invierno para AST (20 en otoño y 16 U/l en invierno), UREA (media 3.88 en otoño y 3.27 mmol/l en invierno),

Sin embargo, sí se encontró diferencias entre las estaciones para, Ca (media 2.39 en otoño y 2.87 en invierno), Mg (media 1.26 en otoño y 1.09 mmol/l en invierno) y Na (media 172 en otoño y 169 mmol/l en invierno). Se concluye que las enzimas presentaron mayor variación; proteínas y lípidos son más estables y los minerales variaron dentro de rangos muy estrechos, estableciéndose como valores de referencia para turbot *(S. maximus)* los antes mencionados (Fernandez, 2004).

La fisiología del turbot así como de la mayoría de los peces en Chile se encuentra poco estudiada y no se cuenta con datos de referencia. Por consiguiente el estudio de los parámetros de bioquímica sanguínea aportará información relevante del metabolismo y fisiología del turbot (S. maximus) en las condiciones de cultivo realizadas en Chile.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

La investigación se realizó en el sector María Fernanda km 23 de la vía el Vergel del cantón Valencia, provincia de Los Ríos. Propiedad del señor Mauricio Intriago Loor. Ubicada geográficamente 0°57‘09‘‘ de latitud sur y 79°21‘11‘‘ de longitud oeste con 60 m.s.n.m. En la tabla 2 de muestra las condiciones climáticas.

3.1.1. Condiciones agroclimáticas[1]

Tabla 1. Condiciones Agroclimáticas

PARÁMETROS	PROMEDIOS
Temperatura media anual °c	18 - 26° C
Humedad relativa media anual (%)	Oscila en 85 y 87%
Precipitación anual	2.000 a 2.500 mm
Heliofanía promedio anual hs	1,67
Topografía	Pendientes irregulares hasta el 20%
Área agroecológica	bosque semihúmedo
Altitud msnm,	60 msnm

Fuente: (INIAP 2019)

3.2. Tipo de investigación

La investigación pertenece al área Pecuaria, Nutricional y Alimenticia, para una optimización de las características nutricionales, y métodos de conservación en subproductos agropecuarios y residuos agroindustriales con fines alimenticios de los animales domésticos, desarrollando un nuevo método de alimentación para su mayor productividad y alternativas amigable para el medio ambiente.

La aplicación de la acuicultura se la ejecuto a través de una investigación experimental contribuyendo en la evaluación del efecto del β-glucanos en la dieta peletizada en la tilapia roja que ayudará a los niveles enzimáticos y mejor respuesta metabólica.

[1] Datos Estación Meteorológica “Pichilingue-INAMHI. Serie multianual 2019.

3.3. Método de investigación

3.3.1. Método inductivo

Este método permitió el conocimiento general a conocimientos particulares, con la finalidad de determinar el efecto de inmunoestimulantes en la alimentación de los peces con pienso convencional para asegurar los mecanismos a las respuestas metabólicas de los peces, ante una situación de estrés o desafío con un patógeno y también a niveles enzimáticos.

3.3.2. Método analítico

Este método permitió realizar un análisis del perfil bromatológico y la actividad química sanguínea con respecto a la respuesta metabólica con la inclusión de β-glucanos en la dieta de alevines de tilapia roja.

3.4. Fuente de recopilación de información

Fuente primaria; la primera fuente es la de información que se recolecta en el tiempo de investigación.

Fuente secundaria; es la información que se recolecta de las bibliográficas que están disponible en la web y otros medios como tesis, documentales, libros, revistas y artículos científicos.

3.5. Diseño de la investigación

Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA) mediante condiciones controladas de laboratorio durante 55 días, con un total de 6 tratamientos (0, 1, 2, 3, 4 y 5% inclusión ß-glucano en dieta) con tres repeticiones (acuarios) las dosis se establecieron con otros trabajos ya realizados(Suárez Arango y Nieto 2013).

Las unidades experimentales se colocaron a una densidad de 15 peces/acuarios, los mismos fueron plantados en 18 acuarios/plásticos con capacidad de 50 L, para un total de 270 alevines de tilapia roja. Las dosis de β-glucanos, fueron oscilaron de 0,5 a 3g/kg, obteniendo resultados prometedores dieta para la alimentación de tilapias, en variables enzimáticas y productivas.

3.5.1. Esquema de análisis de varianza

En la tabla siguiente, se detalla el análisis de la varianza que se planteó en la investigación.

Tabla 2. Esquema del análisis de varianza (ANOVA)

Fuente de variación	Formula	Grados de libertad
Tratamiento	t – 1	5
Error experimental	t (r-1)	12
Total	t*r-1	17

Modelo matemático

Yij = μ + Ti +Eij

Dónde:

Yij= valor de la variable respuesta i "esimo" efecto de las observaciones

μ= valor de la media general

Ti= efecto de los tratamientos en estudio

Eij= error experimental o efecto aleatorio (Guerrero, 2016).

3.6. Instrumento de investigación

3.6.1. Formulación y elaboración de dietas experimentales.

En el presente estudio, todas las dietas (tabla 4) fueron formuladas utilizando el software Linux, con diferentes niveles: 0 (control), 1, 2, 3, 4 y 5 % de β-glucano en dieta, para un total de 6 dietas. Todos los ingredientes se tamizaron con un tamiz de malla de 250 μm y se pesaron con una balanza digital (0,01 g; PE 3600 Mettler-Toledo, OH, USA). Cada dieta se preparó incorporando todos los macroingredientes en una mezcladora industrial (Hobart 20 Qt-A200, OH, USA) hasta obtener un producto uniforme. Los microingredientes se combinaron, en un recipiente de plástico antes de agregarlos a los macroingredientes. La lecitina de soja y aceite de pescado se fusionaron hasta obtener una mezcla homogénea y luego se agregó agua con un equivalente al 30% por peso de los ingredientes. El alimento fue extruido con una picadora de carne (Tor-Rey MJ22 JR, N L, MX) para obtener gránulos de 2 mm, que luego se secaron durante 8 horas a 45 °C en un horno de flujo de aire (Hafo

Serie 1600, Sheldon Manufacturing Cornelius, OR), luego los pellets secos se envasaron en bolsas plásticas y se mantuvieron a - 4 ° C hasta su uso (Méndez-Martínez *et al*. 2018, 2021).

Tabla 3. Formulación y composición química de dietas experimentales con suplementación de β-glucanos.

Ingredientes	**Niveles de β-Glucanos en dietas (%)**					
	T1	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**	**T6**
Pasta de soya	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00
Harina de Pescado	46.50	46.50	46.50	46.50	46.50	47.00
Harina de Trikgo	13.90	13.90	13.90	13.40	12.90	11.90
Harina de Maíz	4.00	3.00	2.00	1.50	1.00	0.50
β-Glucanos	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
Lecitina de Soya	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Aceite de pescado	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Grenetina	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Vitamina C	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Premezclas Minerales	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Premezclas Vitamínicas	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Composición proximal real (% Materia Seca)						
Materia seca (%)	89,07	89,54	89,51	88,76	89,24	89,21
Proteína (%)	37,65	37,78	37,63	37,45	37,84	38,26
Grasa (%)	3,15	3,24	3,43	3,29	2,28	3,73
Ceniza (%)	5,74	8,79	7,37	6,10	8,21	7,01
Fibra (%)	4,60	5,62	4,93	4,87	4,54	5,08
Hidratos de Carbono (%)	48,87	44,57	46,64	48,29	47,13	45,92
Energía bruta ((Kcal/g))	4,43	4,31	4,26	4,28	4,28	4,42

3.6.2. Cultivo de peces

Los alevines de tilapia roja fueron desparasitados durante la semana de aclimatación. Todos los acuarios experimentales fueron sifonados diariamente en las mañanas antes de alimentar a los peces para desechar las heces y alimentos sobrantes y el 20% de agua fue remplazada durante los 56 días del bioensayo.

Se realizó el control de los parámetros físico-químicos del agua, la temperatura se midió con un termómetro de mercurio (0 a 50ºC), el oxígeno disuelto con un oxímetro digital (55-DO, YSI Incorporated, Yellow Springs, OH, USA), y el pH, NH_4, NO_2 y NO_3 con el kit colorimétrico (Saltwater Master Test, OH, USA), respectivamente. Se mantuvo temperaturas entre 20 y 22 °C, el pH y los parámetros químicos del agua se determinó mediante la utilización del kit colorimétrico (Saltwater Master Test Kit) manteniendo un pH de 7.6, amonio desde 0.21 a 0.24 mg L^{-1}, nitritos de 0.21 – 0.23 mg L^{-1}, nitratos de 4 – 12 mg L^{-1} y carbonato de 71.6 ppm/L mientras que el oxígeno disuelto evaluado con un medidor de oxígeno dio un rango entre de 4.06 a 5.0 mg L^{-1}.

3.6.2. Obtención de la muestra de sangre.

Las muestras para ser llevadas al laboratorio se obtuvieron al ser extraídas de los juveniles de tilapias roja, con los siguientes materiales: jeringas de (1 ml), algodón, alcohol, tubos de ensayos de (1 ml) con etiqueta de identificación de las muestras. Luego se procedió con la desinfección de manos y hacer uso de los guantes, la asepsia de la zona seleccionada para su punción posterior a la extracción de sangre de la vena o arteria caudal a 270 peces.

La sangre se obtuvo con la ayuda de jeringas de 1 ml una vez realizada la venopunción se empieza a llenar la jeringa, la aguja es retirada y depositada la sangre en los tubos de ensayos plásticos y estériles los cuales se mantenían en un bolso térmico con gel refrigerante manteniendo la temperatura sin ocasionar daños hasta el traslado su respectivo análisis en este proceso se procedió a dejar que la sangre fluya por las paredes interna de cada tubo de 2 ml.

Para garantizar que las muestras no sean alteradas al relacionar las variables a evaluar, ya en el laboratorio se procedió con la muestra de sangre al centrifugado. Luego se separó el suero

para analizar cada una de las variables se utilizó el kit de reactivos Human Diagnostics Worldwide, Total Protein Liquicolor.

En los parámetros metabólicos de los análisis en el suero de juveniles de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus x Oreochromis niloticus*) se detalla a continuación: Proteínas totales (Pt), Albúminas (Alb), Globulina (Glb), Relación Alb / Glb, Alanina aminotransferasa (TGP/ALT), Urea, Potasio, Calcio. Los tubos fueron rotulados y colocados en gradilla, para facilitar su traslado y manipulación hasta llegar al laboratorio.

3.6.3. Variables a evaluar

Una vez terminando el periodo de cultivo, fueron tomadas las muestras y llevadas al laboratorio clínico Wilmar para los respectivos análisis de las diferentes variables tomando todas las precauciones para que estas no sean contamidas con algún agente patógeno del medio.

3.6.3.1. Proteínas totales (Pt).

Ya obtenido el suero, se emplearon reactivos de kits de la marca Human Diagnostics worldwide, Total protein Liquicolor. para Pt (método Biuret) Pt 1000 ul y se incubaron en baño maría a una temperatura de 37 °C durante 10 min, luego con ayuda de un espectrofotómetro semi-automátizado Humalyzer-2000 con cubetas de cuarzo se determinó la absorbancia de longitud de onda a 546 nm dentro de 30 min, para obtener de esta manera las Pt. Los iones cúpricos presentes en el reactivo al reaccionar con las proteínas y péptidas en solución alcalina forman un complejo púrpura. La absorbancia de este complejo es proporcional a la concentración de proteínas en la muestra (Montalván, 2014).

Ecuación 1

$$Pt = 80 \times \frac{\Delta A_{muestra}}{\Delta A_{[STD]}} (g/dL)$$

3.6.3.2. Albúminas (Alb).

Obtenido el suero se aplicaron reactivos de kits Human Liquicolor para Alb. Y se incubar en baño maría a una temperatura de 25 °C durante 5 min, luego con ayuda de un

espectrofotómetro se determinó la absorbancia de la muestra a 578 nm antes de 30min, para obtener de esta manera el contenido de Alb. El verde de bromocresol presente en el reactivo formo con la albúmina en buffer de citrato un complejo coloreado. La absorbancia de este complejo es directamente proporcional a la concentración de la albúmina en la muestra (Montalván, 2014).

Ecuación 2

$$Alb = 40 * \frac{\Delta A\ muestra}{\Delta A\ [STD]}\ \ (g/dL)$$

3.6.3.3. Globulina (Glb).

Ecuación 3

$$\text{Glb} = \text{Proteínas totales} - \text{Albúmina}$$

3.6.3.4. Relación Alb / Glb

Ecuación 4

$$\text{Relación Alb / Glb} = \text{Alb (g/dL)} / \text{Glb (g/dL)}$$

3.6.3.5. Actividad enzimática de alanina amino transferasa

Ya obtenido el suero se le aplicó reactivos de kits Human Liquicolor para alanina aminotransferasa (ALT/GPT) y se dejó incubar en baño maría a una temperatura de 37 °C durante 5 min, luego con ayuda de un espectrofotómetro se leyó la absorbancia exactamente después de 1, 2 y 3 min.

La reacción se controla cinéticamente a 340 nm a través de la disminución de la absorbancia resultado de la oxidación del NADH a NAD+, proporcional a la actividad ALT en la muestra. La ALT cataliza la transferencia del grupo amino de la alanina al cetoglutarato con la formación de glutamato y piruvato. Este último es reducido a piruvato por el lactato deshidrogenasa (LDH) en presencia de nicotinamido adenindinucleótido reducido (NADH) (Cornejo, 2017).

Principio de la reacción:

Alanina + α –cetoglutarato $\xrightarrow{\text{TGP}}$ Piruvato + Glutamato
Piruvato + NADH + H^+ $\xrightarrow{\text{LDH}}$ Lactato + NAD^+

3.6.2.5. Actividad de la enzima fosfatasa

3.6.3.6. Fosfatasa alcalina

Las actividades fosfatasa alcalina fueron determinadas por el método descrito por Blasco (2006) y los resultados están expresados en U mg–1 proteínas (U = 1 µmol p-nitrofenol min–1). Las medidas se realizaron con un lector multiplaca Versamax a 405 nm y los valores fueron corregidos por el paso de longitud de onda en microplacas de 350 µL.

3.6.3.7. Urea

Para la determinación de urea se utilizó el método enzimático colorimétrico de Berthelot (2008). Se empleó suero libre de hemólisis. Se aplicaron reactivos de kits Human Liquicolor. Se mezclaron e incubaran por 10 minutos de 20 - 25 ºC o por 5minutos a 37ºC. Se leyó la absorbancia de la muestra (A muestra) y del estándar (A STD) frente a un blanco reactivo antes de 60 minutos.

La urea se hidroliza por acción de la ureasa en presencia de agua para producir amoniaco y dióxido de carbono. En una reacción se modifica los iones amoniaco reaccionan con hipoclorito y salicilato para formar n complejo verde. El aumento de la absorbancia a 578 nm es proporcional a la concentración de urea en la muestra. La mayoría de especies acuáticas, como por ejemplo los peces óseos, excretan el nitrógeno amínico en forma de amoníaco por lo que se les llama animales amonotélicos; la mayoría de animales terrestres son ureotélicos, excretan el nitrógeno amínico en forma de urea

Ecuación 5

$$C = C\ St\ * \frac{\Delta A\ muestra}{\Delta A\ [STD]}\ \ (g/dL)$$

3.6.3.8. Potasio

El potasio se determinó espectrofotométricamente por ensayo cinético de acoplamiento utilizando piruvato quinasa dependiente de potasio. El piruvato generado se convierte en lactato presente en la conversión de NADH a NAD. La correspondiente disminución de la densidad óptica a 380 nm es proporcional a la concentración de potasio en el suero. Para cada repetición se mezcló el suero con el reactivo y se incubo a 1 minuto a 37ºC y se procedió

a leer (A1). Luego otra muestra de la misma repetición se incubó a 3 minutos a 37 ºC y se leyó (A2).

Ecuación 6

$$K = C\ Calibrador \times \frac{(A2 - A1)\ Muestra}{(A2 - A)\ Calibrador}\ (mmol/L)$$

3.6.3.9. Calcio

Se realizó la prueba fotométrica colorimétrica para calcio (Método CPC, Gitelman) donde los iones de calcio reaccionan con o-cresolftaleína-complexona en un medio alcalino, formando un complejo de color púrpura.

La absorbancia de este complejo es directamente proporcional a la concentración de calcio en la muestra. se aplicó reactivos de Kits de la marca Human Diagnostics worldwide Calcium Liquicolor, para calcio al plasma obtenido se incubaron en baño maría a una temperatura de 25 ºC durante 30 minutos luego con un espectrofotómetro semi-automátizado se determinó la absorbancia de longitud de onda de 570 nm dentro de 30 min, para obtener de esta manera calcio (Cornejo, 2017).

Ecuación 7

$$Ca = 2 \times \frac{\square A\ muestra}{\square A\ [STD]}\ (mmol/L)$$

3.7. Tratamientos de los datos

Los resultados del análisis estadístico se presentaron como medias ± desviación estándar (SD). Las pruebas de Kolmogory – Smirnov ($P < 0.05$) y Bartlett ($P < 0.05$) fueron aplicados previo al análisis de varianza (ANOVA). Se observó valores significativos para F, se empleó la prueba de rango múltiple de Tukey para las medias de los tratamientos, en $P < 0.05$. Se utilizó el software Infostat versión libre. En la tabla 4 se observan los tratamientos que fueron utilizados.

Tabla 4. Esquema de Tratamientos Experimentales

Tratamiento	Inclusión de β-glucano en Dieta Peletizada
T1	0% (Testigo)
T2	1%
T3	2%
T4	3%
T5	4%
T6	5%

3.8. Recursos humanos y materiales.

3.8.1. Recursos humanos.

Dr. Yuniel Méndez Martínez (Director del proyecto de Investigación).

Mirella Aracely Zambrano Parrales (Autora del proyecto de investigación).

3.8.2. Materiales e insumos

Los siguientes materiales, equipos e insumos que se utilizaron para la investigación.

• 270 alevines de tilapia roja.

• β-glucanos.

• Premezcla mineral.

• Premezcla vitamínica.

• Kits para los diferentes análisis

Equipos

• Bomba de aireación.

• Molino

• Termómetro de mercurio.

• Manguera.

• Piedra de oxigenación.

• Balanza gramera.

• Cronometro

• Tamiz.

• Estufa.

• Horno.

• Oxímetro.

• Espectofotómetro

Materiales de oficina

• Bitácora.

• Computadora.

• Esfero.

• Pizarra.

• Tijera.

• Marcador.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Efecto de β-glucano en dieta sobre proteínas totales, albúminas, globulinas, relación albúminas/globulinas, en juveniles de tilapia roja.

En la ***tabla 5***, se representa el análisis de bioquímica sanguínea en cuanto a, proteínas totales séricas, albúminas, globulinas y, relación albumina/globulina en juveniles de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus x Oreochromis niloticus*) con inclusión de β-glucano (0, 1, 2, 3, 4 y 5% en dieta).

4.1.1. Proteínas totales (Pt).

En la Tabla 5 se detalla el contenido en la proteína, observándose que el T6 demostró valores superiores con la inclusión de β-glucano con un promedio de 19,00 ± 2,00 g/dL, seguido del T4 con 17,67 ± 2,08 g/dL, T3 con 16,33 ± 0,58 y T5 la diferencia fue mínima con 16,00 ± 2,65 g/dL, mientras que el T2 reporto el 14,0 ± 1,73 g/dL mientras que el T1 obtuvo un valor de 12,67 ± 0,58 siendo el valor con menor respuesta. Mostrando significancia estadística con un valor de P=0,0097.

Según el resultado obtenido por Sánchez et, al, (2017) en la especie Bagre *(Ictalurus punctatus)* en juveniles la cual evaluó tres concentraciones diferentes (0.05, 0,1 y 0,5%) de β-1,3 / 1,6 glucano sobre parámetros inmunes inespecíficos del bagre de canal *(Ictalurus punctatus*) por la cual el reporte en proteína total en el control de mayor elevación fue de 4,47 en el control BG0,05 obtuvo el 3,80 y en el BG0,1 fue de 3,93 mientras que, en el BG0,5 fue de 4,07 ,no hubo variación significativa en los valores de proteína sérica total durante el experimento con ninguna dieta diferente. Siendo así esta investigación con resultados bajos ante lo expuesto en esta investigación.

Kühlwein, (2013), evaluó los efectos de la suplementación dietética de un ß- (1,3) (1,6) -D-glucano derivado de la levadura *(Saccharomyces cerevisiae)*, en crecimiento parámetros de rendimiento y funcionalidad intestinal en carpa espejo *(Cyprinus carpio L.)* y sobre la progresión de una micobacteriosis crónica preexistente en el pez cebra *(Danio rerio)*, indica que en la proteína los valores fluctuaron entre 3,37 g/dL para el 0,1%, mientras que el 1% fue de 3,15 g/dL y para el 2% fue de 3,25 g/dL. Indicando que esto valores fueron bajos antes esta investigación.

Duque y Loaiza, (2017), determino el efecto del sistema de producción en la caracterización hematológica, morfométrica y química del tejido sanguíneo de juveniles de cachama blanca *(Piaractus brachypomus)*. En la cual examinaron 50 peces con un peso esperado promedio de 145 gramos/animal, provenientes de un cultivo semi intensivo en un sistema de recirculación de agua e igual número de individuos de un sistema Biofloc mostrando un valor de 32,73 g/dL para la recirculación de agua y para Biofloc fue de 35,53 no se encontraron diferencias significativas con respecto a los valores reportados en la literatura para proteínas, refiriéndose a esta investigación los resultados son elevados antes la expuesta.

Según Herrera,(2004), en su trabajo de investigación determino valores de los parámetros bioquímicos en salmón atlántico Salmo salar y trucha *(arcoiris Oncorhynchus mykiss)* de cultivo en etapa de agua dulce donde obtuvieron un total de 192 muestras de sangre, correspondientes a las especies Salmón atlántico n = 96 y Trucha arcoiris n = 96, desde 3 pisciculturas, indica en Salmón atlántico

Salmo salar en su fase de agua dulce en 3 pisciculturas el resultado fue de 37,47 g/dL, mientras que en trucha arcoíris *(Oncorhynchus mykiss)* en su fase de agua dulce en 2 pisciculturas los valores fueron de 39,45 g/dL para la cual no hay diferencias significativas.

Para el Salmo salar en su fase de agua dulce en las pisciculturas de Iculpe y Curileufu se obtuvo en Icupe el valor de 37,28 g/dL, para el chilco el valor fue 33,2 g/mientras que Curileufu fue de 42,2 evidenciando que hubo diferencias significativas entre las pisciculturas.

4.1.2. Albumina

Los análisis reportados en la albumina no fueron diferentes siendo el T5 con 2,16 ± 0,06 g/dL y T1 con mayor elevación con 2,15 ± 0,06 g/dL para esos tratamientos presentaron diferencia significativa del 1%, seguido de T4 con 2,11 ± 0,01 g/dL mientras que el T3 presento un valor de 2,10 ± 0,00 g/dL el T2 muestra el valor de 2,09 ± 0,08 g/dL y el T6 muestra un valor de 2,08 ± 0.05.

En el cual no muestra significancia estadística con un valor de P=0,3646.

De acuerdo al trabajo de Kühlwein, (2013), en dos especies de peces, presentaron valores de para el 0,01% de 1,09 g/dL, mientras que para el 1% obtuvo el 1,12 g/dL y para el 2% fue de 1,10 g/dL en la cual estos resultados fueron bajos. Al igual Duque y Loaiza, (2017), también presento resultados para esta variable de la cual obtuvo 10,665 g/dL y 11,33g/dL, no se encontraron diferencias significativas en este reporte siendo sus datos mayores a esta investigación.

Herrera, (2004) , en su trabajo también evaluó la albumina en Salmón atlántico Salmo salar en su fase de agua dulce en 3 pisciculturas donde obtuvo un valor de 4,98 g/l en cuanto en la trucha arcoíris *(Oncorhynchus mykiss)* en su fase de agua dulce en 2 pisciculturas reporto el valor de 9,12 g/l K para la cual se observaron diferencias estadísticamente significativas, siendo las truchas las que tuvieron los valores más altos para esa variable.

En cuanto para Salmo salar en su fase de agua dulce en las pisciculturas de Iculpe y Curileufu los resultados fueron 4,76 g/l para Icupe 3g/l para chilco y 7,2 g/l para Curileufu , hubo diferencias significativas entre las pisciculturas.

El resultado que presenta (Puente, 2020), donde evaluó la globulina en dos especies de peces en tres lugares loticos de la Provincia de los Ríos capturados artesanalmente, donde manifestó que mejor respuesta obtuvo en la especie bocachico en la zona de Fumisa siendo el resultado de 2,51 g/dL, y para la vieja azul fue de 2,28 g/dL mostrando diferencia estadística entre las zonas de pesca, siendo este trabajo con resultados más altos que la de esta investigación.

(Fernandez, 2004), en su trabajo comparo valores de referencia de algunos parámetros sanguíneos de turbot (*S. maximus*) en condiciones de cultivo en otoño e invierno o se encontraron diferencias entre los estanques por estación y tampoco entre las estaciones, obteniendo en la media en otoño (16.7 g/l) y en invierno (16.2 g/l), la cual se demuestra que los valores de este trabajo son más altos.

4.1.3. Globulina

El contenido de globulina como lo muestra la tabla 5, indica que mayor concentración se observa en el T6 con un valor de 16,92 ± 1,95 g/dL, en el T4 muestra un valor de 15,56 ± 2,07 g/dL, seguido del T3 con 14,23 ± 0,58 g/dL, mientras que el T5 se obtuvo un valor de

13,84 ± 2,70 g/dL para el T2 fue de 11,91 ± 1,74 g/dL, donde el T1 que es el testigo se obtuvo menor concentración en respuesta al ß-glucano en las dietas incorporadas con el resultado de 10,5 ± 0,53 g/dL. Mostrando significancia estadística con un valor de P=0,0092.

Por consiguiente, Kühlwein, (2013), en los efectos de la suplementación dietética. de un ß-(1,3) (1,6) -D-glucano derivado de la levadura *(Saccharomyces cerevisiae),* en crecimiento parámetros de rendimiento y funcionalidad intestinal en carpa espejo *(Cyprinus carpio L.)* y sobre la progresión de una micobacteriosis crónica preexistente en el pez cebra *(Danio rerio),* mostrando que el 0,01% fue de 2,21 g/dL para el 1% fue de 2,08 g/dL y para el 2% fue de 2,15 g/dL, evidenciando que los resultados de esta investigación fueron bajos.

Los análisis de globulina en el trabajo de Puente (2020), muestra que la mejor respuesta se obtuvo para las dos especies bocachico y vieja azul en la zona de Quevedo con unos valores de 0,81 g/dL y 0,39 g/dL, no mostraron diferencias estadísticas para la especie ni el lugar concluyendo que estos datos son bajos antes esta investigación.

4.1.4. Relación albumina/globulina

Se encontró que en la relación el T1 obtuvieron un valor de 0,21 ± 0,01g/dL, para el T2 fue de 0,18 ± 0,03 g/dL, para T5 el resultado fue de 0,16 ± 0,04 g/dL seguido del T3 que indica un valor de 0,15 ± 0,01 g/dL por otro lado el T4 con valor de 0,14 ± 0,02 g/dL y T6 con el valor de 0,12 ± 0,01 g/dL. Muestra significancia estadística con un valor de P=0,008.

De acuerdo al trabajo de Kühlwein, (2013), donde evaluó los efectos de la suplementación dietética de un ß- (1,3) (1,6) -D-glucano derivado de la levadura *(Saccharomyces cerevisiae),* en crecimiento parámetros de rendimiento y funcionalidad intestinal en carpa espejo *(Cyprinus carpio L.)* y sobre la progresión de una micobacteriosis crónica preexistente en el pez cebra *(Danio rerio),* indica también en esta variable que los datos obtenidos fueron de 0,52 g/dL al 0,01%, para el 1% fue de 0,57 g/dL y que al 2% fue de 0,52 g/dL.

En el reporte del trabajo de Zambrano, (2020), en la relación albúmina/globulina en las muestras bioquímica, mostró que el T3 tuvo mayor concentración con un valor de 6.00 g/dL, siendo su investigación con mayor elevación ante el trabajo expuesto.

Tabla 5. Análisis de bioquímica sanguínea en cuanto a, albúminas, globulinas, relación albumina/globulina y proteínas totales séricas.

Tratamientos	Proteínas totales *(g/dL)*	Albuminas *(g/dL)*	Globulinas *(g/dL)*	Relación alb/glob (g/dL)
T1	12,67±0,58^{a}	2,15±0,06^{a}	10,51±0,53^{a}	0,21±0,01^{b}
T2	14,00±1,73^{ab}	2,09±0,08^{a}	11,91±1,74^{ab}	0,18±0,03^{ab}
T3	16,33±0,58^{abc}	2,10±0,00^{a}	14,23±0,58^{abc}	0,15±0,01^{ab}
T4	17,67±2,08^{bc}	2,11±0,01^{a}	15,56±2,07^{bc}	0,14±0,02^{a}
T5	16,00±2,65^{abc}	2,16±0,06^{a}	13,84±2,70^{abc}	0,16±0,04^{ab}
T6	19,00±2,00^{c}	2,08±0,05^{a}	16,92±1,95^{c}	0,12±0,01^{a}
Valor P	0,0097	0,3646	0,0092	0,0088

Valores medios ±DE, expresados en (g/dL) Proteína (Pt), albúmina(Alb), y globulina(Glb). con inclusión de β-glucano (0, 1, 2, 3, 4 y 5% en dieta.

4.2. Efecto de β-glucanos en dieta sobre el contenido de calcio, potasio y urea en juveniles de tilapia roja.

4.2.1. Calcio

Los resultados en esta variable (Tabla 6) mostraron que el T4 obtuvo mejor respuesta con un valor de 1,26 ± 0,25 mmol/L, mientras que el T3 resulto con un valor de 1,17 ± 0,07mmol/L, el T1 con el valor de 1,14 ± 0,11 mmol/L, para el T5 un valor de 1,08 ± 0,06 mmol/L, el T2 con un valor de 1,07 ± 0,12 y T6 con un valor de 1,07 ± 0,06 mmol/L. Mostrando significancia estadística con un valor de P=0,0354.

Kühlwein, (2013), evaluó los efectos de la suplementación dietética. de un ß- (1,3) (1,6) -D-glucano derivado de la levadura *(Saccharomyces cerevisiae)*, en crecimiento parámetros de rendimiento y funcionalidad intestinal en carpa espejo *(Cyprinus carpio L.)* y sobre la progresión de una micobacteriosis crónica preexistente en el pez cebra *(Danio rerio*) muestra que los valores de calcio ante las dosificaciones fueron de 126,6 al 0,01%, mientras que al 1% fue de 132,5 y al 2% fue de 122,3 en la cual se evidencia que estos valores están muy elevados ante esta investigación.

(Fernandez, 2004), determino valores de referencia de algunos parámetros sanguíneos de turbot (*S. maximus*) en condiciones de cultivo en otoño e invierno, no se encontraron diferencias entre los estanques por estación, sin embargo, se encontró diferencias significativas entre las estaciones ($p < 0.05$) los resultados reportados con una media en otoño de 2.39 mmol/l y en invierno de 2.87 mmol/l como se observa estos datos son más altos que esta investigación.

4.2.2. Potasio

Los análisis reportados muestran que el T3 contiene mayor elevación con la respuesta de 4,38 ± 0,20 mmol/L, seguido del T1 con un valor de 4,30 ± 0,30 mmol/L, T4 con un valor de 4,13 ± 0,02 mientras que el, T3 fue de 3,55 ± 0,56 mmol/L el T5 y T6 obtuvieron el valor de 4,12 ± 0,02 mmol/L. Mostrando significancia estadística con un valor de P=0,0371.

Según Kühlwein, (2013), evaluó los efectos de la suplementación dietética. de un ß- (1,3) (1,6) -D-glucano derivado de la levadura *(Saccharomyces cerevisiae),* en crecimiento parámetros de rendimiento y funcionalidad intestinal en carpa espejo *(Cyprinus carpio L.)* y sobre la progresión de una micobacteriosis crónica preexistente en el pez cebra *(Danio rerio*) donde los valores al 0,01% fueron de 50,1, al 1% fueron de 23,1 mientras que al 2% fueron de 50,0.

Tabla 6. Contenido de electrolitos en alevines de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus x Oreochromis niloticus*) en condiciones controlado con la inclusión de β -glucano en dietas.

Tratamientos	**Calcio (mmoI/L)**	**Potasio (mmoI/L)**
T1	1,14±0,11ab	4,30±0,30b
T2	1,07±0,12ab	3,55±0,56ª
T3	1,17±0,07ª	4,38±0,20b
T4	1,26±0,25b	4,13±0,02ab
T5	1,08±0,06ab	4,12±0,02ab
T6	1,07±0,06ab	4,12±0,02ab
Valor P	0,0354	0,0371

Valores medios ± DE. en alevines de tilapia en condiciones controladas con niveles de β-glucano en Dietas (%).

4.2.3. Urea

En la figura 3, se muestran el resultado del contenido de la urea en juveniles de tilapia, observándose que el T5 obtuvo el valor de 20,33 ± 0,58 mg/dL, mientras que el T4 un valor de 19,33 ± 1,15 mg/dL seguido del T6 que presenta un valor de 18,00 ± 1,00 mg/dL, el T3 con un 17,67 ± 2,52 mg/dL, el T1 refleja un valor de 16,00 ± 1,00 mg/dL y con menor valor el T2 con 14,00 ± 1, 73 mg/dL. Siendo estadísticamente significativo con un valor de P=0,0024.

En los análisis de estudio de Herrera, (2004), también reportaron para la variable urea en la especie salmón atlántico, salmo salar en su fase de agua dulce en 3 pisciculturas con el valor de 1,3 mientras que para la en trucha arcoíris *Oncorhynchus mykiss* en su fase de agua dulce en 2 pisciculturas fue de 1,22 para este control no hubo diferencias significativas, en la especie s. atlántico Salmo salar en su fase de agua dulce en las pisciculturas de Iculpe, Curileufu y chilco las medias que se obtuvieron fueron las siguientes 1,06 mmol/l, 1,8 mmol/l, 1,3mmol/l para esta especie, en cuanto a los controles hubo diferencias significativas entre las pisciculturas en cambio para estos dos controles en la especie t. arcoíris *Oncorhynchus mykiss* en su fase de agua dulce en las pisciculturas de Iculpe y Curileufu las medias fueron de 1,37 mmol/l y 1,07 mmol/l al realizar el análisis estadístico comparativo de los valores obtenidos para las dos pisciculturas, se observa que hubo diferencias significativas entre las pisciculturas.

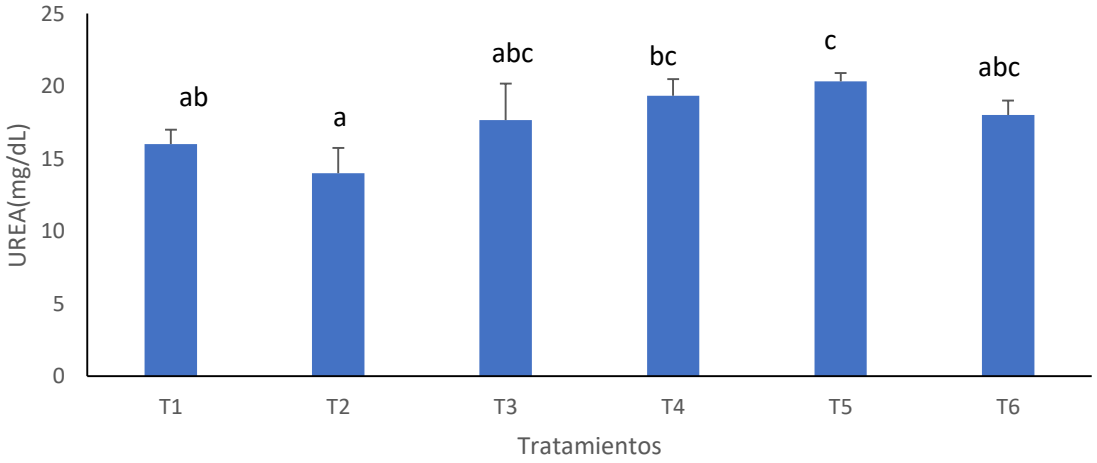


Figura 3. Contenido de urea en juveniles de tilapia roja *(Oreochromis mossambicus x Oreochromis niloticus)* con inclusión del β -glucano en dieta.

4.3. Análisis de la actividad de las enzimas fosfatasa y alanina aminotransferasa en juveniles de tilapia roja alimentados con β-glucanos en dieta.

4.3.1. Fosfatasa

En la figura 4 se representan los resultados referentes al contenido de fosfatasa en juveniles de tilapia roja, donde el tratamiento T6 presenta mayor valor ante los otros tratamientos con un valor de 68,33 ± 0,58 U/L, en cambio el T5 con un valor de 67,67 ± 3,21 U/L, para el T4 muestra un valor de 66,00 ± 10,40 U/L, seguido del T1 con el valor de 64,67 ± 4,73 U/L el T3 con un valor de 61,33 ± 5,51 U/L, siendo así el T2 de menor concentración ante esta variable con un valor de 60,00 ± 6,00 U/L. Existiendo significancia estadística con un valor de P=0,0292.

El reporte de Herrera, (2004) en su trabajo obtuvo los siguiente valores para esta variable para la trucha arcoíris *(Oncorhynchus mykiss*) en su fase de agua dulce en 2 pisciculturas fue de 608.26/L. Donde se observaron diferencias estadísticamente significativas, siendo las truchas las que tuvieron los valores más altos para el Salmo salar en su fase de agua dulce en las pisciculturas de Iculpe y Curileufu reporto para Icupe un valor de 760.8 U/L para chilco 824.17 U/L y para Curileufu fue de 885.45 U/L para la cual mostro diferencias significativas entre las pisciculturas en cuanto t. arcoíris *Oncorhynchus mykiss* en su fase de agua dulce en las pisciculturas de Iculpe y Curileufu reporto los siguientes datos en Icupe fue de 1092 U/L y para Curileufu que fue de 608.26 U/L Siendo sus resultamos de mayor elevación a esta investigación.

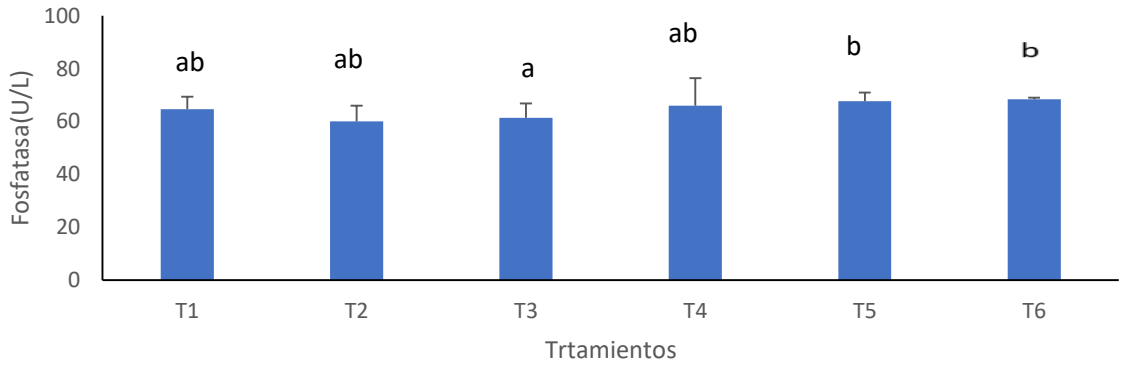


Figura 4. Contenido de fosfatasa en juveniles de tilapia roja *(Oreochromis mossambicus x Oreochromis niloticus)* con inclusión del β -glucano en dieta.

4.3.2. TGP

La figura 5 representa la actividad enzimática alanina aminotransferasa (TGP) realizada en juveniles de tilapia roja con inclusión del β -glucano reporta que el contenido de mayor concentración corresponde al T5 con un valor de 149,67 ± 4,51 U/L seguido del T6 con un valor de 147,77 ± 7,51 U/L, el T1 obtuvo un valor de 138,00 ± 13,11U/L, por otro lado, el T4 presento un valor de 130,33 ± 30,09 U/L por consecuente el T2 muestra un valor de 121,00 ± 1,73 U/L y, el T3 el que obtuvo un valor menor antes los demás tratamientos con 117, ± 4,62 U/L. presentando significancia estadística con un valor de P=0,0119.

En cuanto al trabajo de Zambrano, (2020), los resultados obtenidos demostraron que la inclusión de quitosano en la dieta los resultados fueron los siguientes en T3 181.0 U/L el T6 con 169.00 U/L T4 con un valor de 108.33 U/L el T2 con un valor de 95.00 U/L T5 con un valor de 76.00 U/L, muestra estadísticamente significancia, siendo estos resultados con elevación a esta investigación la cual muestra que estos datos son mayores a lo que indica este trabajo.

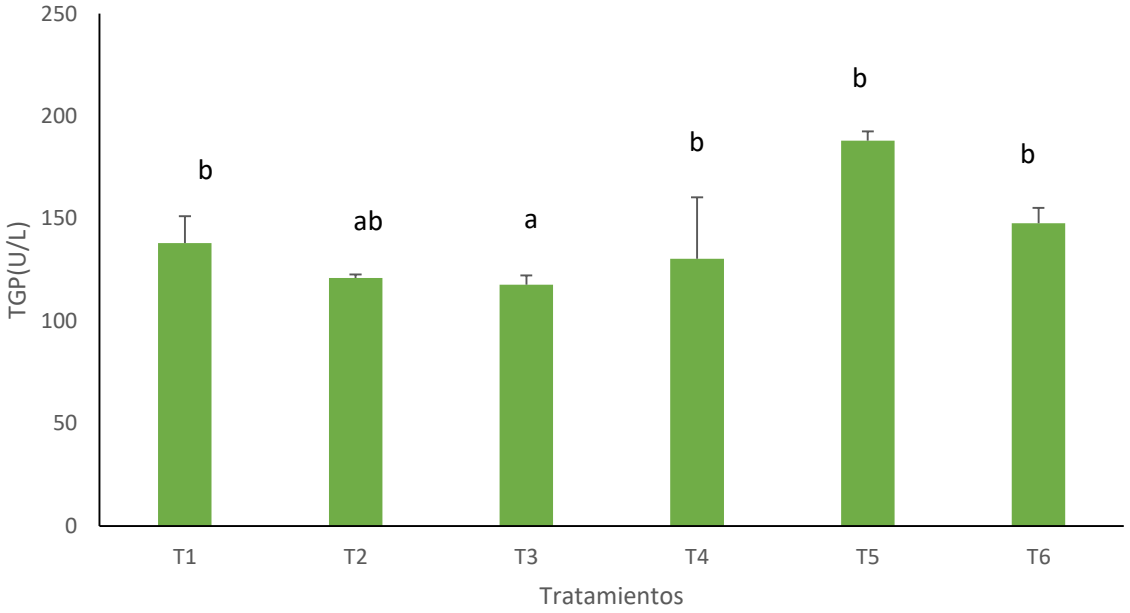


Figura 5. Transaminasa Glutámica Pirúvica en juveniles de tilapia roja (Oreochromis mossambicus x Oreochromis niloticus) con inclusión del β-glucano en dieta.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Se determinó, que el efecto en dietas de β-glucano en albuminas obtuvo mejor respuesta en el T5 con 2,16 (g/dL), en cuanto para globulinas obtuvo mayor efecto en el T6 con 16,92 (g/dL), en relación con albumina/globulina se evidencio para el T2 0,18 (g/dL), en proteínas en el T6 con un valor de 0,18 (g/dL).

Se mostraron diferencia estadísticas para la variable Urea, Calcio y Potasio, siendo el T5 el mayor valor de 20,33 mg/dL en Urea, en Calcio y Potasio mostraron concentración de 1,26 (mmoI/L) para el T4 y 4,38 (mmoI/L) para el T3.

Se analizó las enzimas de estas dos variables, en fosfatasa en el tratamiento T6 el valor 68,33 U/L, y la TGP en el T5 con 149,67 U/L.

5.2. RECOMENDACIONES

Incorporar prácticas en el cual el estudiante pueda manipular e inmovilizar estas especies acuáticas de manera que se facilite al momento de extraer la muestra de sangre y evitar que se estresen para mejores resultados.

Realizar investigaciones con aplicación de diferentes niveles con la inclusión de B-glucano en tilapia y en otras especies de importancia nutricional y económica.

Aumentar la dosificación en la formulación de dieta b-glucano, para saber cuál será la respuesta y el efecto en los electrolitos, enzimas y proteínas séricas, así como se podría aplicar en otras variables de importancia que contribuya a las futuras investigaciones

CAPITULO VI

BIBLIOGRAFIA

6.1. Referencias bibliográficas

Algal Scientific. 2019. “Dietary Beta-1,3-Glucan for Immune Support and Growth Promotion in Animals.” *Animal Nutrition* 5(4):380–85. doi: 10.1016/j.aninu.2019.06.006.

Atencio García, Víctor, Fernando Genes López, Diana Madariaga Mendoza, and Sandra Pardo Carrasco. 2007. “hematología y química sanguínea de juveniles de rubio (salminus affinis pisces: characidae) del río sinú.” *Acta Biológica Colombiana* 12(0):27–40.

Badawi, H. K., and M. M. Said. 1971. “A Comparative Study of the Blood of Four Tilapia Species (Pisces).” *Marine Biology* 8(3):202–4. doi: 10.1007/BF00355216.

Balbi, F., J. Rosas, A. Velasquez, and T. Cabrera. 2005. “Revista de Biología Marina y Oceanografía.” *Revista de Biologia Marina y Oceanografia* 40(2):1–9. doi: 10.4067/S0718-19572005000200002.Como.

Baltazar, Paúl M. 2007. “La Tilapia En El Perú: Acuicultura, Mercado, y Perspectivas.” *Revista Peruana de Biologia* 13(3):267–73.

Chévez, Vladimir. 2019. “Universidad Técnica Estatal de Quevedo Facultad de Ciencias Pecuarias.” *Scielo.Sld.Cu* 2020(1715958359):2751430.

Copeland, Robert. 2002. “Enzimas: Introducción Práctica a La Estructura, El Mecanismo y El Análisis de Datos, 2ª Edición | Wiley.” 416.

Copeland, Robert A. 2002. “Enzimas: Introducción Práctica a La Estructura, El Mecanismo y El Análisis de Datos, 2ª Edición | Wiley.” 416. Retrieved January 10, 2021 (https://www.wiley.com/enus/Enzymes%3A+A+Practical+Introduction+to+Structure%2C+Mechanism%2C+and+Data+Analysis%2C+2nd+Edition-p-9780471359296).

Cornejo, G. 2017a. “Respuesta Morfométrica Intestinal En Tilapia Roja *(Oreochromis Sp.*) Alimentada Con Pellets Enriquecidos Con Probióticos y Prebióticos.”

Cornejo, G. 2017b. “Respuesta Morfométrica Intestinal En Tilapia Roja (*Oreochromis Sp*.) Alimentada Con Pellets Enriquecidos Con Probióticos y Prebióticos.” *Universidad Nacional de Colombia. Biblioteca Digital* 68.

Dalmo, Roy A., and Jarl Bøgwald. 2008. “SS-Glucans as Conductors of Immune

Symphonies." *Fish and Shellfish Immunology* 25(4):384–96.

Duchicela, Cristian Paul Trujillo. 2017. *Creación de Una Empresa Procesadora de Salchichas de Tilapia Roja (Oreochromis Sp) y Su Comercialización En El Mercado de La Ciudad de Ambato Ambato: Universidad Técnica de Ambato*.

Duque, J., and M. Loaiza. 2017. "Caracterización Hematológica, Morfométrica y Química Del Tejido Sanguíneo, de Juveniles de Cachama Blanca (Piaractus Brachypomus) Mantenidas En Un Sistema Biofloc y Un Sistema de Recirculación de Agua."

ESPAE. 2018. "Manejo, Produccion y Comercializacion del huevo de plato." *Estudios Industriales: Orientación Estratégica Para La Toma De Decisiones* 42.

España, C. 2014. "Beneficios del ß-glucano :: FM Group Cosméticos España." 1–3. Retrieved February 17, 2021 (https://fm-group-cosmeticos-espana.webnode.es/news/beneficios-del-b-glucano/).

FAO. 2007. "FAO Fisheries & Aquaculture - Visión General Del Sector Acuícola Nacional - Ecuador." Retrieved January 8, 2021 (http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_ecuador/es).

FAO. 2020. *El Estado Mundial de La Pesca y La Acuicultura 2020. La Sostenibilidad En Acción*.

Fernández, Ana Belén, Imanol Ruiz, and Ignacio de Blas Giral. 2002. "El Sistema Inmune de Los Teleósteos (II): Respuesta Inmune Inespecífica." *AquaTIC: Revista Electrónica de Acuicultura, ISSN-e 1578-4541, Nº. 17, 2002* (17):8.

Fernandez, E. (2004). *Determinacion de perfiles metabolicos en turbot (Scophthalmus maximus Linnaeus, 1758) de cultivo de Chile"*. Previo al titulo de Biologo marino. Obtenido de http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2004/fcf363d/doc/fcf363d.pdf

García Va, Genes Lopez F, Madariaga Mendoza D, Pardo Carrasco S. 2007. "Hematología y Química Sanguínea de juveniles de Rubio (Salminus Affinis Pisces: Characidae). Acta Biol. Colombia." *Acta Biológica Colombiana* 12:36–20.

Guerrero, Silvia. 2016. "Universidad Técnica Estatal de Quevedo Facultad de Derecho." *Scielo.Sld.Cu* 2020(2):2021.

Herrera, Ezequiel. 2004. "Perfil Metabólico de Salmon Atlántico Salmo Salar y Trucha

Arcoiris Oncorhynchus Mykiss de Tres Pisciculturas En Fase de Agua Dulce En El Sur de Chile."

Ibarra, Karla Andreina Del Barco. 2020. *Universidad Técnica Estatal de Quevedo*.

INIAP Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Ecuador. 2018. "Repositorio Digital INIAP: Bienvenido a La Estación Experimental Tropical Pichilingue." Retrieved January 30, 2021 (https://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/handle/41000/1639).

J. Robert, Arthur, Mary O'Brien, and Genell Subak-Sharpe. 2001. *Nutricéuticos. Suplementos Nutricionales, Vitaminas, Minerales, Oligoelementos, Alimentos Curativos*.

Kühlwein. 2013. "Effect of Dietary β-Glucano Supplementation on Growth , Intestinal Functionality and Disease Progression in Selected Cyprinids (Cyprinus Carpio and Danio Rerio)." (June).

Linares, Marcela. 2007. "Efecto de La Incorporación de Levaduras Vivas En El Alimento Sobre La Capacidad Digestiva En Juveniles de La Cabrilla Sardinera Mycteroperca Rosacea." *Centro de Investigaciones Biológicas Del Noroestes, S.C* 5–6.

López Santiago Servicio de Hematología, Norma. 2016. *Www.Actapediatrica.Org.Mx CritErio PEdiátrico Acta Pediatr Mex*. Vol. 37.

Melo, D. C., D. A. A. Oliveira, M. M. Melo, D. V. Júnior, E. A. Teixeira, and S. R. Guimarães. 2009. "Perfil Proteico de Tilápia Nilótica Chitralada (Oreochromis Niloticus), Submetida Ao Estresse Crônico Por Hipóxia." *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia* 61(5):1183–90. doi: 10.1590/S0102-09352009000500022.

Méndez-Martínez, Yuniel, Yilian Pérez-Tamames, Yeny Torres-Navarrete, and Juan José Reyes-Pérez. 2018. "Vista de Estado del Arte del cultivo de Tilapia roja en la mayor de las antillas." *Revista de Ciencias Biológicas y de La Salud*, 15.

De Mindo, Parroquia, Cantón San, Miguel De Los, Ciencias Económicas, Y. Financieras, Autora :. León, and Valencia Alexandra. n.d. *Escuela Politécnica Nacional Facultad de Ciencias "Proyecto de factibilidad para la creación de una microempresa dedicada al cultivo y comercialización de tilapia-oreocromis sp-al mercado de los Estado Unidos ubicada en la bancos" proyecto previo a la obt*.

Miranda-Gelvez, Ricardo Alejandro, and Camilo Ernesto Guerrero-Alvarado. 2015. "Efecto de La Torta de Sacha Inchi *(Plukenetia Volubilis)* Sobre El Desempeño Productivo de Juveniles de Tilapia Roja (*Oreochromis Sp*.)." *Respuestas* 20(2):82. doi: 10.22463/0122820x.355.

Montalvan, Johnny Aguilar. 2014. "Proteinas Totales y Albumina." Retrieved June 14, 2021 (https://es.slideshare.net/johnnyalexanderaguilarmontalvan/proteinas-totales-y-albumina-42818080).

Morales-Palacios, Norma Alaye-Rahy y José J. 2013. "Parámetros Hematológicos y Células Sanguíneas de Organismos Juveniles Del Pescado Blanco (Chirostoma Estor Estor) Cultivados En Pátzcuaro, Michoacán. México." *Hidrobiologica* 23(3):340–47.

Municipio de San Jose. 2012. *Danipez S.A.S: Marco Teorico*.

Novak, M., and V. Vetvicka. 2008. "*β* -Glucans, History, and the Present: Immunomodulatory Aspects and Mechanisms of Action." *Journal of Immunotoxicology* 5(1):47–57. doi: 10.1080/15476910802019045.

Novak, M., and V. Vetvicka. 2009. "Glucans as Biological Response Modifiers." *Endocrine, Metabolic & Immune Disorders - Drug Targets* 9(1):67–75. doi: 10.2174/187153009787582423.

Ossa, Gustavo Alfonso, Juan Esteban Pérez, and Marco Antonio Suárez. 2008. "Valores Genéticos de Caracteres Productivos y Reproductivos En Bovinos Romosinuano." *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 9(1):93. doi: 10.21930/rcta.vol9_num1_art:109.

Piñeros-R, Alvaro J., Mariana Catalina Gutiérrez-Espinosa, and Segundo Rafael Castro Guerrero. 2014. "Sustitución Total de La Harina de Pescado Por Subproductos Avícolas Suplementados Con Aminoácidos En Dietas Para Juveniles de Piaractus Brachypomus, Cuvier 1818." *Orinoquia* 18(2):13. doi: 10.22579/20112629.298.

Pizarro C., Sebastián, Ana María Ronco M., and Martín Gotteland R. 2014. "β-Glucanos: ¿Qué Tipos Existen y Cuáles Son Sus Beneficios En La Salud?" *Revista Chilena de Nutricion* 41(4):439–46. doi: 10.4067/S0717-75182014000400014.

Proveedor, Elección. n.d. "Manejo de La Tilapia ."

Quezada-Rodríguez, Petra del Rocío. 2012. "Efecto Dietario Del Extracto de Ulva Clathrata

Sobre Parámetros Hematológicos, Inmunológicos y Crecimiento de La Tilapia (Oreochromis Niloticus)."

Raa, J. 2000. "The Use of Immune-Stimulants in Fish and Shellfish Feeds." *Avances En Nutrición Acuicola. Memorias Del V Simposium Internacional de Nutrición Acuicola* 47–56.

Raimondi, Antonio. 2007. "La Tilapia En El Perú : Acuicultura , Mercado , y Perspectivas." 13(267):267–73.

Roja, Tilapia, Luis Fernando, and Castillo Campo. 2011. "Tilapia Roja 2011." 1–229.

Rondón Barragán, I. s. 2004. "Inmunoestimulantes En Medicina Veterinaria." *Orinoquia* 8(2):56–75.

Saavedra, M. A. 2003. "Introducción Al Cultivo de Tilapia." 47.

Saavedra, S. 2020. "SS-Glucanos - Ventajas Potenciales Para Las Aplicaciones Acuícolas." 1–2. Retrieved February 17, 2021 (https://aquafeed.co/entrada/?-glucanos-ventajas-potenciales-para-las-aplicaciones-acuicolas-22622).

Sanchez. 2017. "Efecto de Los Niveles Dietéticos de β-Glucano Sobre La Respuesta Inmune y La Hematología Del Canal Bagre Ictalurus Punctatus Juveniles." *Latin American Journal of Aquatic Research* 45(4):690–98. doi: 10.3856/vol45-issue4-fulltext-5.

Solomon, John Roland. 2014. "(PDF) Urea y Creatinina de Clarias Gariepinus En Tres Estanques Comerciales Diferentes." *Pdf* 12. Retrieved January 10, 2021 (https://www.researchgate.net/publication/319163283_Urea_And_Creatinine_Of_Clarias_Gariepinus_In_Three_Different_Commercial_Ponds).

Suárez Arango, Carolina, and Ivonne Jeannette Nieto. 2013. "Cultivo Biotecnológico de Macrohongos Comestibles: Una Alternativa En La Obtención de Nutracéuticos." *Revista Iberoamericana de Micologia* 30(1):1–8.

El Universo. 2020. "El Consumo de La Tilapia, Más Económica Que La Carne, Crece En Ecuador | Ecuador | Noticias | El Universo." *Www.Eluniverso.Com* 1–2. Retrieved January 8, 2021 (https://www.eluniverso.com/noticias/2018/09/05/nota/6938243/consumo-tilapia-mas-economica-que-carne-crece-ecuador).

Vázquez-Soto1, Diana, ; Hugo Silva-Kurumiya2, ; Uriel Angulo-Corrales2, y María de la Paz, and Montañez-Armenta2. 2011. “Diseño y Evaluación de un prototipo de sistema piscícola en San Clemente de Térapa, Moctezuma, Sonora.” *Articulo* 7:173–85.

V. Vetvicka, J. VetvickovaV. Vetvicka, J. Vetvickova. 2010. “B1,3-Glucano: ¿Bala de Plata o Aire Caliente?” 1–6.

Vizuete, Aránzazu Aparicio, and Rosa María Ortega Anta. 2016. “Effects of Oat Beta-Glucan Intake on Blood Cholesterol: A Review.” *Revista Espanola de Nutricion Humana y Dietetica* 20(2):127–39. doi: 10.14306/renhyd.20.2.183.

Zamorano, Universidad. 2016. “Reproducción de la Tilapia | Universidad Zamorano.” *Articulo* 1–2. Retrieved January 9, 2021 (https://www.zamorano.edu/2016/11/11/reproduccion-la-tilapia/).

CAPITULO VII

ANEXOS

Fotografías de la investigación

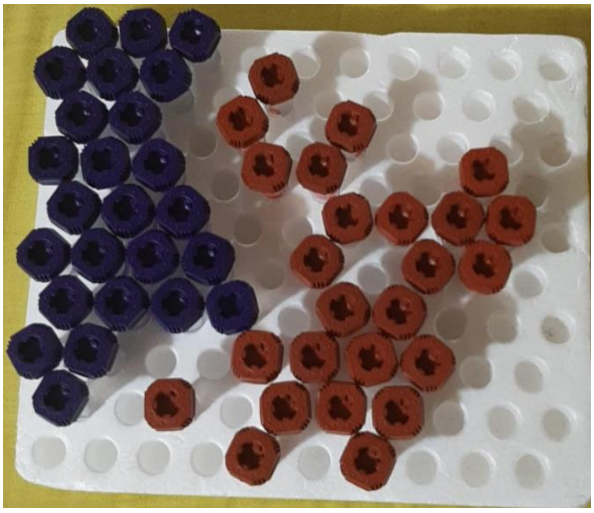
Sitio experimental

Piedras de oxigenación

Dietas con inclusión de β-glucano

β-glucano

Cultivo de alevines	**Alevines de tilapia roja**

	
Extracción de sangre	**Tubos de ensayo y gradilla**