



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

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

Título de la Unidad de Integración Curricular:

**“ALANINA AMINOTRANSFERASA, PROTEÍNAS Y ELECTROLITOS EN
JUVENILES DE TILAPIA ROJA (*Oreochromis mossambicus x Oreochromis niloticus*)
ALIMENTADOS CON QUITOSANO EN DIETA.”**

Autor:

Jonathan Emilio Zambrano Sánchez

Director de la Unidad de Integración Curricular:

Dr. Yuniel Méndez Martínez

Mocache – Los Ríos – Ecuador

2020



FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
CAMPUS UNIVERSITARIO LA MARÍA
Km. 7 ½ Vía Quevedo-El Empalme, Entrada a Mocache



Acreditada

Teléfonos: FCP (Fax) 783 487 UTEQ (593-05) 750 320 / 751 430 / 753 302
Fax UTEQ: (593 -05) 753 300 / 753 303 / 752 177
E.mail.info@uteq.edu.ec /fcp_91@yahoo.es
Ecuador

Quevedo – Los Ríos –

CASILLAS
Guayaquil
:10672
Quevedo : 73

La Primera Universidad Agropecuaria del País. Acreditada

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.

Yo, **Zambrano Sánchez Jonathan Emilio** declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen 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 normatividad institucional vigente.

Zambrano Sánchez Jonathan Emilio

C.I.: 050341349-4

AUTOR



CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA 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. Yuniel Méndez Martínez, PhD.** en calidad de director del Proyecto de la Unidad de Integración Curricular Titulado “**ALANINA AMINOTRANSFERASA, PROTEÍNAS Y ELECTROLITOS EN JUVENILES DE TILAPIA ROJA (*Oreochromis mossambicus x Oreochromis niloticus*.) ALIMENTADOS CON QUITOSANO EN DIETA**”, de autoría de la estudiante de la carrera de Ingeniería Agropecuaria, Zambrano Sánchez Jonathan Emilio, certifica que el porcentaje de similitud reportado por el Sistema URKUND es del 9%, el mismo que es permitido por el mencionado Software y los requerimientos académicos establecidos.

URKUND	
Documento	TESIS JONATHAN ZAMBRANO.docx (D82800734)
Presentado	2020-10-26 11:39 (-05:00)
Presentado por	EMMA TORRES (etorres@uteq.edu.ec)
Recibido	etorres.uteq@analysis.orkund.com
Mensaje	TESIS DE JONATHAN ZAMBRANO Mostrar el mensaje completo 9% de estas 17 páginas, se componen de texto presente en 7 fuentes.

Atentamente,

Dr. Yuniel Méndez Martínez, PhD.

DIRECTOR DEL PROYECTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACION CURRICULAR.



Acreditada

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
CAMPUS UNIVERSITARIO LA MARÍA
Km. 7 ½ Vía Quevedo-El Empalme, Entrada a Mocache



Teléfonos: FCP (Fax) 783 487 UTEQ (593-05) 750 320 / 751 430 / 753 302

Fax UTEQ: (593 -05) 753 300 / 753 303 / 752 177

E.mail.info@uteq.edu.ec /fcp_91@yahoo.es

Ecuador

CASILLAS

Guayaquil

Quevedo – Los Ríos – :10672

Quevedo : 73

La Primera Universidad Agropecuaria del País. Acreditada

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Dr. Yuniel Méndez Martínez, PhD.** Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Zambrano Sánchez Jonathan Emilio**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “**ALANINA AMINOTRANSFERASA, PROTEÍNAS Y ELECTROLITOS EN JUVENILES DE TILAPIA ROJA (*Oreochromis mossambicus x Oreochromis niloticus*) ALIMENTADOS CON QUITOSANO EN DIETA.**” Previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Dr. Yuniel Méndez Martínez, PhD.

DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA

Unidad de Integración Curricular

Título:

“ALANINA AMINOTRANSFERASA, PROTEÍNAS Y ELECTROLITOS EN JUVENILES DE TILAPIA ROJA (*Oreochromis mossambicus x Oreochromis niloticus*.) ALIMENTADOS CON QUITOSANO EN DIETA.”

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

Aprobado por:

Ing. Marlene Medina Villacís

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Dra. Ana Álvarez Sánchez

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Dr. Martin González

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Quevedo - Los Ríos- Ecuador

2020

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primero a Dios ya que es mi creador y guía ya que me ha dado sabiduría para realizar este resultado importante en mi vida profesional, por darme salud y esperanza en cumplir mi objetivo y sobre todo por darme lo más valioso mi familia ellos han sido mi pilar fundamental, por estar ahí presente en cada paso que di en los buenos y malos momentos y por su apoyo incondicional.

Evidentemente a lo largo de mi carrera profesional he llegado a observar lo duro que es, sin embargo, las experiencias nos fortalece; la entrega y el amor de Dios que se refleja a través de quienes te aman es grato, gracias por estar ahí conmigo.

Agradezco a la Ing. Marlene Medina por ser una de las personas en brindarme su ayuda cuando inicie mis estudios en Ingeniería Agropecuaria ya que gracias a su apoyo y sabios consejo logré culminar esta maravillosa etapa, al Dr. Camilo Mestanza por su apoyo en mis practicas Pre-profesionales, a la Dra. Ana Álvarez que gracias a sus sabios conocimientos en el área biotecnológica me ha ayudado en el transcurrir del tiempo para así entender que es una materia primordial en el área investigativa y la Ing. Piedad Yépez por darme la oportunidad de realizar mi vinculación y sobre todo por el amor, paciencia y entrega.

Mi eterna gratitud a mi Director el Dr. Yuniel Méndez Martínez, por brindarme su amistad y confianza, me extendió su mano en momentos más difíciles ya que gracias a sus conocimientos como docente pude continuar y ahora estoy redactando mi tesis, su ayuda fue constante en esta investigación, motivándome a continuar, su admirable paciencia y consejos a no decaer para continuar este maravilloso trayecto de culminar este importante y tan anhelado proyecto de investigación.

Al igual mi gratitud a mis amigos Mariuxi Cevallos, Mónica Burneo, Yuliana Quintana y Ricardo Moran por su valiosa amistad sincera que me han brindado y por siempre estar presente.

DEDICATORIA.

Primero agradecerle a Dios, porque gracias a él tengo todo, mis madres Carlota Flores y Jenny Sánchez que día a día estuvieron conmigo apoyándome y motivándome a seguir adelante y enseñarme que somos nosotros los que fundamos nuestro camino fijándonos metas y cumplirlas, soy feliz al tenerlos a mi lado como no agradecer tan bella bendición.

A mis tías Ing. Zoot. Emérita Sánchez y Yoconda Sánchez por siempre estar a mi lado guiándome en cada paso que doy.

A mis todos mis primos y mi tía política Mayra Bernal por cada consejo que me ha brindado día a día.

A mi amigo Ángel Marín Olivares por siempre aconsejarme y estar presente en cada paso que he dado, prometí llegar y estoy cumpliendo mi promesa esto va por todos Uds. que me han enseñado las cosas buenas y conocer como Dios está con nosotros.

Tabla de contenido

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	i
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
AGRADECIMIENTOS	v
DEDICATORIA	vi
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
CÓDIGO DUBLIN	xvi
INTRODUCCIÓN	18
CAPÍTULO I	20
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	20
1.1. Problema de Investigación.	21
1.1.1. Planteamiento del problema.....	21
1.1.2. Formulación del problema.	21
1.1.3. Sistematización del problema.	21
1.2. Objetivos	22
1.2.1. Objetivo General.....	22
1.2.2. Objetivos Específico	22
1.3. Justificación	23
CAPÍTULO II	24
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	24
2.1. Marco referencial	25
2.2.1. Producción de tilapia en el Ecuador.....	25
2.2.2. Origen y distribución.	25
2.2.3. Hábitos Alimenticios.	25

2.2.4.	Alimentación de las tilapias.....	26
2.2.5.	Fases de Alimentación.....	26
2.3.	Aspectos Nutricionales.....	26
2.3.1.	Proteínas y aminoácidos.....	26
2.3.2.	Lípidos y Ácidos grasos esenciales.....	27
2.3.3.	Carbohidratos.....	27
2.3.5.	Minerales.....	28
2.3.6.	Metabolismo en peces.....	29
2.3.7.	Química sanguínea.....	30
2.3.8.	Electrolitos.....	31
2.3.9.	Proteínas séricas.....	31
2.3.9.1.	Albúminas.....	32
2.3.9.2.	Globulinas.....	32
2.3.10.	Alanina Aminotransferasa.....	33
2.3.11.	Quitosano.....	33
2.4.	Marco conceptual.....	35
2.5.	Marco Referencial.....	36
CAPÍTULO III.....		38
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		38
3.1.	Localización.....	39
3.2..	Tipo de investigación.....	39
3.3.	Métodos de investigación.....	40
3.3.1.	Método de observación.....	40
3.3.2.	Método comparativo.....	40
3.3.3.	Método analítico.....	40
3.4.	Fuentes de recopilación de información.....	40
3.4.1.	Primarias.....	40

3.4.2.	Secundarias	41
3.5.	Diseño de la investigación.....	41
3.6.	Instrumentos de investigación.....	42
3.6.1.	Formulación, elaboración y composición química de dietas experimentales	42
3.6.2.	Condiciones de cultivo de los peces.....	43
3.6.3.	Obtención de muestras de sangre y plasma.....	44
3.6.4.	Variables respuestas evaluadas	44
3.6.4.1.	Proteínas totales (Pt).....	44
3.6.4.2.	Albúminas (Alb).....	45
3.6.4.3.	Globulina (Glb).	45
3.6.4.4.	Relación Alb / Glb	45
3.6.4.5.	Calcio	46
3.6.4.6.	Potasio.....	46
3.6.4.7.	Actividad enzimática de alanina amino transferasa.....	47
3.7.	Tratamiento de los datos.	47
3.8.	Recursos humanos y materiales	48
3.8.1.	Recursos humanos	48
3.8.2.	Equipos y materiales	48
CAPÍTULO IV.....		50
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		50
4.1.	Proteínas Séricas Totales.	51
4.2.	Albúminas.....	52
4.3.	Globulinas	53
4.4.	Relación albúminas/globulinas.	53
4.5.	Calcio.	54
4.6.	Potasio.....	55
4.7.	Actividad enzimática de Alanina aminotransferasa (ALT7GPT).....	56

CAPÍTULO V	58
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	58
CAPÍTULO VI	61
BIBLIOGRAFÍA	61
6.1. Bibliografía.....	62
CAPÍTULO VII	68
ANEXOS	68

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Condiciones Climáticas del campus "La María"</i>	39
Tabla 2. <i>Análisis de Varianza</i>	41
Tabla 3. Formulación de dietas experimentales con diferentes niveles de inclusion de quitosano.....	43
Tabla 4. Descripción del Experimento	48
Tabla 5. Proteínas, albúminas y globulinas en juveniles de tilapia roja (<i>Oreochromis mossambicus x Oreochromis niloticus</i>) con la inclusión del quitosano en dieta.	52
Tabla 6. Contenido de electrolitos en alevines de tilapia roja (<i>Oreochromis mossambicus x Oreochromis niloticus</i>) en condiciones controlado con la inclusión de quitosano en dietas %.....	55

Índice de Figuras

Figura 1. Relación albumina/globulina en juveniles de tilapia roja (<i>Oreochromis mossambicus x Oreochromis niloticus</i>) con la inclusión del quitosano en dieta.	54
Figura 2. Alanina Aminotransferasa en juveniles de tilapia roja (<i>Oreochromis mossambicus x Oreochromis niloticus</i>) con inclusión del quitosano en dieta.	57

Índice de Anexos

Imagen 1. Laboratorio con los tratamientos y repeticiones.....	69
Imagen 2. Alevines de tilapia roja.....	69
Imagen 3. Alimento peletizado.....	69
Imagen 4. Ración de alimento para posterior alimentación.....	69
Imagen 5. Trituración del alimento peletizado.....	69
Imagen 6. Alevines con su debida alimentación.....	69
Imagen 7. Alevín muerto en uno de los tratamientos.....	69
Imagen 8. Toma de muestre de agua con el kit colorimétrico.....	69
Imagen 9. Elaboración del peletizado.....	69
Imagen 10. Toma de muestra de sangre.....	70
Imagen 11. Hielera lista para transportar las muestras.....	70
Imagen 12. Jeringas usadas en las toma de muestras.....	70
Imagen 13. Tubos de ensayos al vacío rotulados para la inserción de la muestra.....	70
Imagen 14. Equipo para desinfección del área de toma de muestra.....	70
Imagen 15. Espectrofotómetro utilizado en el laboratorio.....	70
Imagen 16. Baño maría utilizado en el laboratorio.....	70
Imagen 17. Centrifuga.....	70
Imagen 18. Parte de muestras procesadas.....	70

RESUMEN

El objetivo principal de esta investigación fue la evaluación del 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*). Para lo cual, se manejaron 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%). Donde se estableció que la mayor respuesta metabólica de electrolitos se presentó en los tratamientos T3 y T5 con inclusión de quitosano al 3% y 5% para calcio mientras en potasio se demostró en los tratamientos T3 y T4 con inclusión de quitosano al 3% y 4%. En la enzima alanina aminotransferasa no existió diferencia estadística sin embargo el mayor valor se presentó en el T0 y T3 (0% y 3% de quitosano en la dieta). En la proteínas existió diferencia significativa en proteínas totales, aun así encontrando una mayor elevación en T3 y T2 (3% y 2% de quitosano en la dieta) en las albuminas y para globulina se presentó mayor concentración en T0 y T1 (0% y 1% de quitosano en la dieta) donde se concluye que de acuerdo al análisis estadístico se encontró diferencia significativa para proteínas totales, albúminas globulinas, encontrando una mayor elevación para las proteínas en T3 y T2, al igual para las albuminas en cuanto en la globulinas mayor concentración en el T2 y T3; 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. Concluyo que la alimentación con quitosano bajo dietas nos muestra que hay diferencias significativas en proteínas totales; alanina aminotransferasa y lo electrolitos.

Palabras claves: albúmina, alimento peletizado, bioestimulante, plasma sanguíneo, respuesta metabólica.

ABSTRACT

The main objective of this research was the evaluation of the effect of chitosan in a pelleted diet where the metabolic response of electrolytes, alanine aminotransferase and proteins in juvenile red tilapia (*Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis niloticus*) was examined. For which, 6 treatments with three repetitions were handled in a DCA. Each of these treatments was distributed from an experimental diet with different inclusion of chitosan at (0, 1, 2, 3, 4 and 5%). Where it was established that the highest electrolyte metabolic response occurred in treatments T3 and T5 with inclusion of 3% and 5% chitosan for calcium, while in potassium it was demonstrated in treatments T3 and T4 with inclusion of 3% and 4% chitosan. There was no statistical difference in the alanine aminotransferase enzyme, however the highest value was presented in T0 and T3 (0% and 3% chitosan in the diet). In proteins, there was a significant difference in total proteins, even so, finding a greater elevation in T3 and T2 (3% and 2% of chitosan in the diet) in albumin and for globulin there was a higher concentration in T0 and T1 (0% and 1% chitosan in the diet) where it is concluded that according to the statistical analysis, a significant difference was found for total proteins, globulin albumins, finding a greater elevation for proteins in T3 and T2, as well as for albumin in terms of globulins higher concentration in T2 and T3; Alanine aminotransferase showed significant differences for the treatments, higher values were found in T2 and T5 where almost no difference was obtained and that the content of electrolytes in potassium, calcium showed significant differences, higher values were found in T3 and T4 for calcium, as well as potassium for tilapia fingerlings. I conclude that feeding chitosan under diets shows us that there are significant differences in total proteins; alanine aminotransferase and electrolytes.

Key words: albumin, pelleted feed, biostimulant, blood plasma, metabolic response.

CÓDIGO DUBLIN.

Título:	“ALANINA AMINOTRANSFERASA, PROTEÍNAS Y ELECTROLITOS EN JUVENILES DE TILAPIA ROJA (<i>Oreochromis mossambicus</i> x <i>Oreochromis niloticus</i> .) ALIMENTADOS CON QUITOSANO EN DIETA.”				
Autor:	Jonathan Emilio Zambrano Sánchez				
Palabras clave:	albúmina	alimento peletizado	bioestimulante	plasma sanguíneo	respuesta metabólica.
Editorial:	Quevedo: UTEQ, 2020.				
Resumen:	<p>Resumen. - El objetivo principal de esta investigación fue la evaluación del efecto de quitosano en dieta peletizada donde se examinó la respuesta metabólica de electrolitos, alanina aminotransferasa y las proteínas en juveniles de tilapia roja (<i>Oreochromis mossambicus</i> x <i>Oreochromis niloticus</i>). Para lo cual, se manejaron 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%). Donde se estableció que la mayor respuesta metabólica de electrolitos se presentó en los tratamientos T3 y T5 con inclusión de quitosano al 3% y 5% para calcio mientras en potasio se demostró en los tratamientos T3 y T4 con inclusión de quitosano al 3% y 4%. En la enzima alanina aminotransferasa no existió diferencia estadística sin embargo el mayor valor se presentó en el T0 y T3 (0% y 3% de quitosano en la dieta). En la proteínas existió diferencia significativa en proteínas totales, aun así encontrando una mayor elevación en T3 y T2 (3% y 2% de quitosano en la dieta) en las albuminas y para globulina se presentó mayor concentración en T0 y T1 (0% y 1% de quitosano en la dieta) donde se concluye que de acuerdo al análisis estadístico se encontró diferencia significativa para proteínas totales, albúminas globulinas, encontrando una mayor elevación para las proteínas en T3 y T2 ,al igual para las albuminas en cuanto en la globulinas mayor concentración en el T2 y T3; 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. Concluyo que la alimentación con quitosano bajo dietas nos muestra que hay diferencias significativas en proteínas totales; alanina aminotransferasa y lo electrolitos.</p> <p>.</p> <p>Palabras claves: albúmina, alimento peletizado, bioestimulante, plasma sanguíneo, respuesta metabólica.</p> <p>Abstract. - The main objective of this research was the evaluation of the effect of chitosan in a pelleted diet where the metabolic response of electrolytes, alanine aminotransferase and proteins in juvenile red tilapia (<i>Oreochromis mossambicus</i> x <i>Oreochromis niloticus</i>) was</p>				

	<p>examined. For which, 6 treatments with three repetitions were handled in a DCA. Each of these treatments was distributed from an experimental diet with different inclusion of chitosan at (0, 1, 2, 3, 4 and 5%). Where it was established that the highest electrolyte metabolic response occurred in treatments T3 and T5 with inclusion of 3% and 5% chitosan for calcium, while in potassium it was demonstrated in treatments T3 and T4 with inclusion of 3% and 4% chitosan . There was no statistical difference in the alanine aminotransferase enzyme, however the highest value was presented in T0 and T3 (0% and 3% chitosan in the diet). In proteins, there was a significant difference in total proteins, even so, finding a greater elevation in T3 and T2 (3% and 2% of chitosan in the diet) in albumin and for globulin there was a higher concentration in T0 and T1 (0% and 1% chitosan in the diet) where it is concluded that according to the statistical analysis, a significant difference was found for total proteins, globulin albumins, finding a greater elevation for proteins in T3 and T2, as well as for albumin in terms of globulins higher concentration in T2 and T3; Alanine aminotransferase showed significant differences for the treatments, higher values were found in T2 and T5 where almost no difference was obtained and that the content of electrolytes in potassium, calcium showed significant differences, higher values were found in T3 and T4 for calcium , as well as potassium for tilapia fingerlings. I conclude that feeding chitosan under diets shows us that there are significant differences in total proteins; alanine aminotransferase and electrolytes.</p> <p>Key words: albumin, pelleted feed, biostimulant, blood plasma, metabolic response.</p>
Descripción:	71 hojas: dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM
URL.:	

INTRODUCCIÓN

La tilapia roja (*Oreochromis sp.*) cuyo cultivo tiene sus inicios desde 1820 en África, es la sexta entre las especies más importante cultivadas a escala global. Ha sido cultivada de manera intensiva en varios países de América Latina entre ellos Ecuador. Su importancia y aceptabilidad se debe a su accesibilidad, buena fuente de proteína de alta calidad y micronutrientes, y la tolerancia a la producción intensiva (1).

La acuicultura en el Ecuador se ha diversificado, donde el cultivo de la tilapia roja en los últimos años ha presentado una tasa de crecimiento notable dentro de la actividad económica del país. Incentivado especialmente por miles de hectáreas de estanques que eran dedicados al cultivo del camarón blanco *Litopenaeus vananamei*, que fueron abandonados después del brote del “Síndrome de Taura” (2).

Los productores y expertos han tratado de mejorar los resultados del cultivo de esta especie mediante la alimentación, formulación de raciones, registro sexual, hibridación y sanidad (2). Sin embargo, aún se presentan problemas relacionados con la alimentación y nutrición de la tilapia, entre los que se encuentran la ausencia de una metodología correcta en las técnicas de alimentación y el déficit de alimentos artificiales de calidad a bajo costo, que puedan satisfacer las necesidades nutricionales de los peces en cultivo. Por lo que uno de los aspectos más importantes en la producción de tilapia es la nutrición, ya que a través de ella se puede garantizar una nutrición y respuesta metabólica adecuada (5). Sin embargo, el costo de estos ingredientes para la elaboración de las dietas artificiales es alto, llegando a representar en ocasiones más del 70% de los costos de producción (6). Sumado a esto se puede encontrar la baja calidad de agua, presencia de enfermedades, estrés y todo ello da puede terminar afectando la respuesta metabólica de los organismos y a su vez la respuesta productiva (3).

Por otra parte, se han considerado varias alternativas que permitan mejorar la respuesta metabólica y por ende su respuesta inmune, supervivencia y desarrollo, a través de productos beneficiosos tanto para la salud del animal como para el hombre, tales como prebióticos, probióticos, bioestimulantes, entre otros (3). El uso de estos aditivos está enfocado en el bienestar animal, a través de la estimulación de actividades importantes para el buen desarrollo y crecimiento de los organismos en cultivo; la modulación de la microbiota intestinal y actividad digestiva y la actividad inmune, entre los que podemos encontrar el quitosano, el cual es un polímero biodegradable, biocompatible, semipermeable y con propiedades

antimicrobianas, lo cual lo convierte en un material versátil para múltiples aplicaciones, este polímero ha recibido atención debido a sus propiedades de adsorción y encapsulamiento, lo que permite empaquetar o cargar diferentes tipos de moléculas el cual puede ser sintetizado en diferentes tipos de materiales avanzados, tales como microesferas, hidrogeles, películas, micro y nanopartículas (4).

Además, se presenta como una nueva alternativa de producción en el sector agropecuario, con excelentes perspectivas, sin embargo, es necesario desarrollar tecnología en este campo que optimice los sistemas de producción y transformación de las especies acuícolas. Para ello los alimentos balanceados nutricionalmente con la inclusión del quitosano podría mejorar la respuesta metabólica (7).

Pocos estudios han investigado sobre los efectos ocasionados por la inclusión del quitosano en la alimentación en organismos acuáticos en variables metabólicas como la alanina aminotransferasa, la cual puede ayudar a diagnosticar si hubiese daño internamente hepático, así como los electrolitos potasio, sodio, cloro y calcio que participan en diversas rutas metabólicas ayudando a mantener en equilibrio y el funcionamiento muscular (8). Proteínas como la albúmina y globulina han sido reportadas por su importancia para el crecimiento y desarrollo gonadal en peces (8). La utilización de las proteínas en los organismos es relativamente constante y es independiente de la categoría de alimentación, dado a que las funciones orgánicas dependen del metabolismo proteico que incluyen prácticamente todos los procesos fisiológicos en el organismo, donde la reparación y crecimiento de tejidos dependen fundamentalmente de las proteínas, las cuales tienen participación como enzimas, anticuerpos, hormonas, entre otros (8). Por todo lo antes mencionado, la presente investigación plantea evaluar el efecto del quitosano en dieta sobre variables metabólicas en juveniles de tilapia roja, ya que gracias a esta investigación podremos saber si el quitosano ayudara a que los peces tengan un buen metabolismo para así obtener buenos resultados en los análisis bioquímicos que serán realizados.

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de Investigación.

1.1.1. Planteamiento del problema.

Aspectos relacionados con la alimentación son considerados entre las principales causas de baja respuesta metabólica y de producción que se presenta en la cría de tilapia, lo cual se traduce a su vez en pérdidas económicas para los productores. Por otro lado, el quitosano es un prebiótico bioestimulante utilizado en los últimos años como aditivo en dietas, este compuesto es un producto des-acetilado de la quitina, considerado el segundo polisacárido más abundante en la naturaleza después de la celulosa, el cual se destaca además porque sus características físico-químicas como biocompatibilidad, además de ser un polisacárido insoluble, no tóxico, biodegradable que se encuentra fundamentalmente en el exoesqueleto de los artrópodos.

Sin embargo, los estudios sobre este compuesto en la incorporación a dietas de los organismos acuáticos son escasos, por lo tanto, en los últimos años se ha despertado el interés de este prebiótico, dado a que mejora la respuesta metabólica y fortalece el sistema inmune y por ende se alcanza mejor respuesta productiva.

1.1.2. Formulación del problema.

¿Cuál es el efecto de la inclusión del quitosano en dietas peletizadas sobre la respuesta metabólica en juveniles de tilapia roja (*Oreochromis* sp.)?

1.1.3. Sistematización del problema.

¿Cuál será la respuesta de la alanina aminotransferasa en juveniles de tilapia alimentadas con el quitosano en dietas?

¿Cómo influirá el quitosano en dieta sobre los valores de electrolitos en juveniles de tilapia?

¿Los valores de proteínas totales séricas, albúminas y globulinas, relación albúminas/globulinas serán una opción para verificar el estado metabólico y de salud de los juveniles de tilapia alimentados con quitosano en dieta?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Determinar el efecto del quitosano en dieta peletizada sobre la respuesta metabólica de electrolitos, alanina aminotransferasa y proteínas en juveniles de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis niloticus*).

1.2.2. Objetivos Específico

- Analizar la actividad de alanina aminotransferasa en juveniles de tilapia roja alimentados con quitosano en dieta.
- Evaluar el efecto del quitosano en dieta sobre albúminas, globulinas, relación albúminas/globulinas y proteínas totales, en juveniles de tilapia roja.
- Determinar el efecto del quitosano en dieta sobre el contenido de electrolitos de potasio y calcio en juveniles de tilapia roja.

1.3. Justificación

La tilapia es un pez altamente demandado por el valor nutritivo proteico de su carne y bajo contenido de colesterol. El sistema de crianza de la tilapia es muy limitado, ya que casi la totalidad de la inversión está relacionado con la alimentación, la cual representa un importante rubro dado a que puede llegar a representar más del 70% del costo. Como buena alternativa está el uso de bioestimulantes, como el polisacárido quitosano el cual a su vez puede actuar como prebiótico, lo cual puede contribuir a mejorar la respuesta metabólica en cuanto a la actividad enzimática de la alanina aminotransferasa, albúmina, globulinas, proteínas totales y electrolitos lo cual a su vez pudiera mejorar su actividad fisiológica y productiva, pudiendo llegar a ser una alternativa favorable ya sea para empresas o pequeños productores dedicados al cultivo de tilapias.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco referencial

2.2.1. Producción de tilapia en el Ecuador.

El Ecuador está situado en la costa del Pacífico, al noroeste de Sudamérica. Tiene una superficie de 256 370 km² (9). Por otro lado, posee una infraestructura tecnificada que ha permitido desarrollar con éxito el cultivo de la tilapia, alcanzando niveles de producción de 20,000 toneladas métricas anuales, aunque no existe normas de calidad en la cadena de valor y la producción de este producto, lo cual da una desventaja muy significativa con relación a los otros países exportadores de este producto (10). Según Castillo (3), menciona que los principales países exportadores de tilapia en el año 2010 fueron: China, Egipto, Indonesia, Filipinas, Tailandia y Brasil.

2.2.2. Origen y distribución.

La tilapia roja (*Oreochromis sp*), perteneciente a la familia de los Cíclidos, es originaria del África y Cercano Oriente, habitan en la mayor parte de las regiones tropicales del mundo. En América dentro de los Trópicos de Cáncer en México, El Caribe hasta el Trópico de Capricornio en el río de la Plata en Argentina (2).

2.2.3. Hábitos Alimenticios.

Alamilla (7) manifiesta que todas las Tilapias tienen una tendencia hacia hábitos alimenticios herbívoros, a diferencia de otros peces que se alimentan o bien de pequeños invertebrados o son piscívoros. Las adaptaciones estructurales de las Tilapias a esta dieta son principalmente un largo intestino muy plegado, dientes bicúspides o tricúspides sobre las mandíbulas y la presencia de dientes faríngeos.

2.2.4. Alimentación de las tilapias.

La tilapia está situada muy abajo en la cadena trófica natural, debido a su alimentación a base de algas, materia en descomposición y plancton; aceptan también rápidamente alimento balanceado en forma de pellets. Los alimentos ingeridos pasan a la faringe donde son mecánicamente desintegrados por los dientes faríngeos. Esta especie presenta microbranquiespinas en un número que varía de catorce a veinte y siete, por este hecho en la dieta de los adultos predomina el fitoplancton incluyendo las cianobacterias (5).

Los peces son alimentados con alimento balanceado cuyo contenido en proteína es de 30 o 32%, dependiendo de la temperatura y el manejo de la explotación. Se debe suministrar la cantidad de alimento equivalente del 3% al 6% de la biomasa, distribuidos entre 4 y 6 raciones al día.

2.2.5. Fases de Alimentación.

El cultivo de tilapia para mejor manejo se clasifica en pre-engorda y Engorda. Para la etapa de pre-engorda los peces se encuentran en la etapa de juveniles a partir de los cinco hasta los sesenta g de peso, en esta etapa se debe administrar alimento complementario entre 35 y 32% de proteína cruda y la densidad de siembra es de diez - veinte alevines por m³.

Para la etapa de engorde, el peso es de 60 g en adelante hasta su cosecha, la cantidad de proteína cruda contenida en el alimento artificial para esta etapa es del 24% y la densidad de siembra es de tres a cinco peces/m³ (8).

2.3. Aspectos Nutricionales.

2.3.1. Proteínas y aminoácidos.

La proteína es el componente más caro en los alimentos para peces y juega un papel importante en el crecimiento del animal. Los requerimientos de proteína de la tilapia dependen del tamaño, la edad y de la etapa de producción del organismo (18, 19). Estudios importantes han señalado que el requerimiento de proteína máximo para el rendimiento de tilapia durante la fase larvaria

es relativamente alto, decreciendo a medida que el pez aumenta de tamaño. Para tilapia juvenil, el requerimiento oscila entre 30-40%, para adulto es entre 20-30% y los reproductores entre 35-45% (18).

2.3.2. Lípidos y Ácidos grasos esenciales.

Guillaume (9), y Pardo (10) afirman que el aporte de lípidos en la alimentación de los peces, al igual que en la de los mamíferos, es fundamental para satisfacer los requerimientos de Ácidos Grasos esenciales (AGE), los cuales no son sintetizables por el organismo y necesarios para el metabolismo celular (para la síntesis de prostaglandinas y compuestos similares), así como para el mantenimiento de la integridad de las estructuras de membrana (fluidez de membrana), además sirven de vectores de vitaminas liposolubles y pigmentos carotenoides en el momento de la absorción intestinal, además juegan un papel fundamental en el suministro de energía, función muy importante en los peces ya que la mayoría de estos digieren mal los glúcidos complejos.

Guillaume (9), afirma que los ácidos grasos esenciales (AGE) son llamados así porque los peces, igual que el resto de vertebrados no pueden sintetizarlos, por ende, deben ser aportados en la alimentación.

2.3.3. Carbohidratos.

Este autor menciona a Bailey, los carbohidratos son fuentes de energía en la dieta de los animales ya que los peces presentan características en su metabolismo y se encuentran abundante en la naturaleza comúnmente conocida como hidratos de carbono o glúcidos. Después del agua, Son compuestos orgánicos químicamente constituidos por la unión de átomos de carbono, oxígeno e hidrógeno, que forman grupos carbonilos aldehídos (aldosas) o cetonas (cetosas) y uno o más grupos hidroxilos. Dentro de los alimentos, los hidratos de carbono se encuentran en forma de monosacáridos, disacáridos y polisacárido (11).

2.3.4. Vitaminas.

Se considera que los componentes de las dietas afectan el sistema inmune de los vertebrados, las vitaminas antioxidantes, especialmente la vitamina C y E (11). De hecho, las vitaminas y los minerales han mostrado sus efectos en la inmunidad y la resistencia a enfermedades en salmónidos (12, 13).

Las Vitaminas C (o ácido Ascórbico) y E (α -tocoferol o α -T) funcionan como antioxidantes biológicos para proteger las macromoléculas celulares (DNA, proteína, lípidos) contra la oxidación incontrolada por los radicales libres durante el metabolismo normal o bajo condiciones de desafío oxidativo tales como las infecciones, el estrés y la contaminación. Por tal motivo, se considera esencial para los requerimientos dietéticos de las vitaminas C y E. La vitamina C parece proteger las membranas celulares contra los daños oxidativos, debido a la baja oxidación de los lípidos (14, 15), porqué mantiene la integridad membranal para adaptarse a los cambios térmicos en ausencia de dietas suplementadas con α -T (16).

2.3.5. Minerales.

Los minerales esenciales son clasificados en dos grupos principales de acuerdo con su concentración en el cuerpo del animal como macroelementos (calcio Ca, fosforo P, magnesio Mg, potasio K, sodio Na, cloro Cl y azúfre S) y como microelementos (cobalto Co, hierro Fe, manganeso Mn, cromo Cr, vanadio V, yodo I, níquel Ni, cobre Cu, molibdeno Mo, estaño Sn, flúor F, selenio Se y silicio Si, y zinc Zn). La función general de los minerales, los microelementos o los elementos traza es la de constituyente esencial de las estructuras esqueléticas, el mantenimiento de la presión osmótica y de la regulación del intercambio de agua y solutos, así como, constituyentes de las estructuras de los tejidos blandos, la transmisión de los impulsos nerviosos y las contracciones musculares.

Además, juegan un papel vital en el equilibrio ácido-base corporal, la regulación del pH en la sangre y otros fluidos. Son también constituyentes esenciales de muchas enzimas, vitaminas, hormonas y pigmentos respiratorios o como cofactores en el metabolismo, catálisis y como activadores enzimáticos. El calcio y el fósforo, tienen un papel clave en la estructura esquelética en organismos acuáticos y son necesarios también para el crecimiento, el desarrollo y la salud ósea en los peces. Muchos microelementos esenciales tales como el zinc, el manganeso y el cobre son necesarios también para el crecimiento, el desarrollo y la salud ósea en los peces (17).

La biodisponibilidad de un elemento en la dieta puede diferir dependiendo de la forma molecular en que esté presente, el estado de valencia y el ligando presente cuando el elemento es ingerido en las diferentes dietas. Los mecanismos involucrados en la formación de sustancias insolubles y no absorbentes, puede facilitar o impedir a la mucosa la entrada en el intestino, el transporte y el metabolismo de un elemento en el cuerpo. A pesar que los peces tienen la capacidad de producir ciertos elementos del medio acuático, necesitan en sus dietas suplementación mineral.

2.3.6. Metabolismo en peces.

El metabolismo es la energía donde se incluye la actividad y el incremento de calor en los peces ya que esta puede seguir aumentando de cómo vaya el crecimiento de los peces y dependiendo de su alimentación (12).

El metabolismo es un proceso fisiológico que refleja el gasto energético de los organismos vivos, y por tanto, sus exigencias alimentarias (en los heterótrofos). La tasa metabólica de los peces generalmente se mide por su tasa de respiración, es decir su tasa de consumo de oxígeno. Las informaciones sobre el consumo de oxígeno no son solamente útiles para la fisiología comparativa, sino también para la piscicultura y la gestión de las pesquerías. Proporcionan los índices para resolver los problemas asociados al cultivo o al transporte de los peces vivos, entre otros.

El sistema metabólico de organismos acuáticos canaliza la energía obtenida de los alimentos hacia distintos procesos como metabolismo basal, almacenamiento, reproducción, crecimiento y excreción y la mayoría de ellos no invierten energía para la producción de calor, lo cual de alguna manera resulta ventajoso para actividades productivas. En el proceso de crecimiento el organismo dedica energía para la formación de estructuras y tejidos; sin embargo, este proceso puede ser afectado por distintos factores. Los animales acuáticos utilizan una mayor proporción de su energía ingerida hacia el crecimiento solamente bajo condiciones óptimas internas y externas (13).

El calcio cumple funciones biológicas tales como lo son: es un componente esencial en los huesos cartílago y del exoesqueleto de los crustáceos, para la coagulación de la sangre, al estimular la liberación de la tromboplastina de los plateletes sanguíneos; actúa como activador de varias enzimas claves, estimula la contracción muscular y regula la transmisión del impulso nervioso de una célula a otra, por medio de su control en la producción de acetilcolina. En conjunción con fosfolípidos, juega un papel fundamental en la regulación de la permeabilidad de las membranas celulares y sobre la capacitación de nutrientes por célula, es esencial también para la absorción de vitamina B12 a partir del tracto gastrointestinal.

El potasio es el principal catión de los fluidos intracelulares, y regula la presión osmótica intracelular y el balance ácido-base. Al igual que el sodio, el potasio tiene un efecto estimulante en la irritabilidad muscular. Además es requerido para la síntesis de glicogeno y proteínas, así como el desdoblamiento metabólico de la glucosa (14). Estos electrolitos en si son necesario para su debido desarrollo y la coagulación correcta de la sangre ya que sin ellos su exoesqueleto no tienden a desarrollarse correctamente.

2.3.7. Química sanguínea.

Estos exámenes de sangre dan un resultado general del equilibrio de la salud, la colecta de sangre para la evaluación de bioquímica se la recoge en tubos con anticoagulante se deja reposar hasta que coagule posteriormente se realiza la separación de los sueros por centrifugación, se extrae el suero para los análisis respectivos de cada parámetro (15)

2.3.8. Electrolitos.

Los electrolitos son sustancias cargadas eléctricamente con cargas positivas o negativas, capaces de transportar electricidad, cuando se encuentran libres. Estas sustancias se hallan diluidas en el plasma sanguíneo a manera de solutos, delimitando una concentración y osmolaridad capaz de mantener un pH óptimo para la función orgánica. Los componentes electrolíticos, de acuerdo al tipo de carga eléctrica que poseen y a la ionización que tienen, pueden dividirse en fuertes y débiles en función a la ionización que tengan en una solución acuosa. De esta manera los electrolitos en el plasma sanguíneo, derivarán en concentraciones diferentes en cada compartimiento del cuerpo, estableciendo un equilibrio iónico que permite mantener el pH en 7.4, mismo que será modificado en función a los cambios de aniones o cationes que se produzcan en el medio (16).

El calcio es importante ya que cumple funciones como la de ser un componente esencial en los huesos cartílago y del exoesqueleto de los crustáceos, para la coagulación de la sangre, al estimular la liberación de la tromboplastina de los plateletes sanguíneos; actúa como activador de varias enzimas claves, estimula la contracción muscular y regula la transmisión del impulso nervioso de una célula a otra, por medio de su control en la producción de acetilcolina.

En conjunción con fosfolípidos, juega un papel fundamental en la regulación de la permeabilidad de las membranas celulares y sobre la capacitación de nutrientes por célula, es esencial también para la absorción de vitamina B12 a partir del tracto gastrointestinal.

El potasio es el principal catión de los fluidos intracelulares, y regula la presión osmótica intracelular y el balance ácido-base. Al igual que el sodio, el potasio tiene un efecto estimulante en la irritabilidad muscular. Además es requerido para la síntesis de glicógeno y proteínas, así como el desdoblamiento metabólico de la glucosa (14).

2.3.9. Proteínas séricas.

Los elementos principales en sangre son las proteínas plasmáticas, por eso conocer su valor representa un factor esencial para determinar la condición de salud de un pez. Por ende, el valor

de las proteínas totales en suero representa el indicador bioquímico más importante de la condición nutricional del organismo y de la condición de salud.

Las proteínas tienen funciones primordiales como se menciona a continuación, repara el tejido dañado y desgastado (mantenimiento de tejido) y formación de tejido nuevo (síntesis de nuevas proteínas durante el crecimiento); la proteína suministrada en la dieta puede ser catalizada y actuar como fuente de energía o puede servir como sustrato para la formación de lípidos y carbohidratos en el tejido; y es requerida dentro del cuerpo del animal para la formación de hormonas, enzimas y una variedad muy amplia de otras sustancias biológicamente importantes tales como anticuerpos y hemoglobina (14).

2.3.9.1. Albúminas.

Esta es una proteína que es producida por el hígado mide el nivel de albumina en la sangre principal contribuyente de las proteínas totales plasmáticas. Los aumentos anormales de albúmina son ocasionales y se relacionan casi siempre con la deshidratación que provoca la reducción en el contenido del agua plasmática (17).

Entre sus múltiples funciones se pueden mencionar:

- transporte de una amplia variedad de sustancias como hormonas esteroides, ácidos grasos, bilirrubina, catecolaminas, que en forma libre son insolubles en medio acuoso;
- mantenimiento de la presión coloidosmótica, que estaría relacionado con su bajo peso molecular y su gran carga neta (17).

2.3.9.2. Globulinas.

Es una proteína que se determina a través de análisis de la sangre y a la vez actúa como una enzima que transporta hormonas, y juega un rol importante ya que esta sirve principalmente como defensa en contra de infecciones protegiendo el hígado (18).

2.3.10. Alanina Aminotransferasa.

La alanina aminotransferasa (ALT o GPT) es una enzima unilocular (citoplasmática) cuya mayor actividad se localiza en el tejido hepático. La destrucción de la permeabilidad de las membranas celulares provoca la liberación de ALT a la circulación sanguínea. Los aumentos de actividad ALT en suero, se producen a consecuencia de las alteraciones hepáticas. La determinación de ALT adquiere importancia diagnóstica cuando sus valores se comparan con los de otras enzimas de similar origen tisular, permitiendo así completar el perfil enzimático de órganos como el hígado (19).

Su función es catalizar una reacción reversible de desaminación de la alanina para formar piruvato, para que este entre a la vía de la gluconeogénesis o al ciclo de Krebs.

Dentro de las causas del incremento de ALT están: Daño al hepatocito que es la degeneración hepatocelular: por hipoxia en casos de anemia o mala perfusión al órgano, o congestión. Anomalías anatómicas como puentes porto sistémicos pueden provocar incrementos ligeros, pero la ALT no constituye una prueba diagnóstica de función del hígado; metabólicas: lipidosis hepáticas, diabetes mellitus, hipertiroidismo felino; neoplasias como carcinoma hepatocelular, linfoma o metástasis; nutricionales: intoxicación por cobre, hemocromatosis; daño muscular (20).

2.3.11. Quitosano.

El quitosano es aplicado en el campo utilizado para el tratamiento de aguas, entre otros, y en la industria alimenticia. La utilización de aditivos en el procesamiento de casi todos los productos su objetivo principal es mejorar las condiciones de almacenamiento, propiedades físicas, químicas y organolépticas. En el caso específico, es un aditivo que actúa como espesante, preservante, emulsionante. Su característica principal es la inocuidad a la salud humana, se lo utiliza en el campo de alimentos y bebidas, como espesante y gelificante para lograr mayor viscosidad y consistencia, estabilizador de emulsiones y como agente preservante en la panificación por su acción antifúngica y antibacteriana.

Por sus propiedades químicas, el quitosano es muy versátil, capaz de realizar modificaciones, al reaccionar con enzimas y obtener películas biodegradables. Es biodegradable, inhibe el crecimiento microbiano en formación de films o películas comestibles. Es soluble en medio ácido, aumentando así su reactividad. El quitosano es un polímero marino derivado de la quitina, por lo que tiene una cadena más corta que la de quitina original, alrededor de 25-30 unidades menos de glucosamina. Su fórmula es beta(1-4)-2- amino-2-desoxi-D-glucosa. La principal fuente de producción es la hidrólisis de la quitina en un medio alcalino a altas temperaturas, generando una desacetilación parcial de la quitina (21).

Según Enciso (22) nos dice que es un prebiótico utilizado como aditivo siendo este un compuesto des-acetilado de la quitina; sin embargo evaluaron una dieta en cobia y carpa ahí observaron un aumento en parámetros del sistema inmune innato, por otro lado los simbióticos son una combinación de probióticos y prebióticos que afecta beneficiosamente al organismo ya que mejora la supervivencia de los microorganismos vivos (probióticos) en el tracto gastrointestinal; el uso de este en particular de los prebióticos es promover el bienestar animal a través de la estimulación de la nodulación de la microflora intestinal y la actividad inmune.

2.4. Marco conceptual

Alimento: Sustancia comestible consumida por los animales que aportan energía y/o nutrientes a su dieta (23).

Balanceado: Es la mezcla de ingredientes naturales nutricionalmente que será destinado para cada especie según sus requerimientos (24).

Metabolismo: Conjunto de reacciones químicas enzimáticamente catalizadas que tienen lugar en la célula.

Prebióticos: Ingredientes alimentarios no digeribles (oligosacáridos) que llegan al colon y sirven de sustrato a los microorganismos, originando energía, metabolitos y micronutrientes utilizados por el hospedador y estimulando el crecimiento selectivo de determinadas especies beneficiosas (principalmente, bifidobacterias y lactobacilos) de la microbiota intestinal (25).

Prebióticos: Son microorganismos vivos no patógenos que aportan diversos beneficios a la salud del huésped (26).

Quitosano: Son polímeros naturales que se obtiene de la quitina y es el segundo biopolímero más abundante en la naturaleza localizado en el caparazón de los crustáceos y utilizado en la cadena alimenticia (27); siendo este el principal componente estructural del exoesqueleto de los crustáceos y de la cutícula de insectos, también se encuentra en las algas, diatomeas marinas, y en la pared celular de hongos. Estructuralmente la quitina es un mucopolisacárido, insoluble en solución acuosa (28).

Tilapia: Es el nombre común que se le denomina a un grupo de peces (29); es el nombre común con el cual se conocen a diversas especies de los géneros *Oreochromis* y *Tilapia* (30).

Grupo de peces de origen africano que habita mayoritariamente en regiones tropicales del mundo. Entre sus variedades destacan la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*), la tilapia azul (*Oreochromis aureus*) y la tilapia de Mozambique (*Oreochromis mossambicus*). Sus extraordinarias cualidades, como crecimiento acelerado, tolerancia a altas densidades, adaptación al cautiverio, aceptación a una amplia gama de alimentos, resistencia a enfermedades, carne blanca de calidad y amplia aceptación, han despertado gran interés comercial en la acuicultura mundial. Es un pez de aguas cálidas, que vive en agua dulce como salada y aguas poco oxigenadas (31).

2.5. Marco Referencial.

Valores bioquímicos séricos de tilapia del nilo (*Oreochromis niloticus*) en cultivo intensivo

Según la investigación de Crivelenti et al. (2011). El estudio de los parámetros bioquímicos séricos de tilapias del Nilo (*Oreochromis niloticus*), linaje tailandés chitralada, producidas en un sistema de piscicultura intensiva y capturadas con atarraya. Se tomaron muestras de sangre a 40 ejemplares por punción de la vena caudal. Los peces tenían 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.

“Indicadores hematológicos e inmunológicos a pos estrese crónico por hipoxia en tilapia (*Oreochromis niloticus*), linhagem chitralada”.

Chemim (2008). En su trabajo evaluó la variación de la respuesta secundaria a la hipoxia de 18 días durante el sistema de recirculación donde utilizaron 126 peces (60 machos y 66 hembras), con un peso de 800 g, con un valor para la proteína en el grupo de peces no estresados machos de 4,25 g/dL a 0,61 g/dL , y en hembras de 5,56 g/dL a 0,55 g/dL y en el grupo de control para machos de 5,35 g/dL a 0,58 g/dL y para hembras de 4,50 g/dL a 0,47 g/dL (32).

“Efectos individuales de la ciclidogiriasis y estreptococosis inducidas en la bioquímica sanguínea de la tilapia *Oreochromis niloticus*”.

Sandoval et al(2013). Menciona en su trabajo realizado con 300 tilapias se mantuvieron en condiciones habituales de cultivo por 30 días en estanques de concreto de 3 m de diámetro y 1.2

m de altura de columna de agua , que obtuvo en el calcio el resultado de acuerdo a diferentes dosis de marcas comerciales para inmunizar a los peces como el TREP 10.1 mg/dL , C-EXP 12.9 mg/dL, SS 22.5 mg/dL, LB 14,1 mg/dL ,CN 13.7 mg/dL (33).

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

Fernández et al. (2004). Los datos obtenidos 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 que fueron centrifugadas para la obtención de plasma como resultado 2.39 mmol/l (en otoño), y de 2.87 mmol/l (en invierno) (34).

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

La presente investigación se realizará en el Campus “La María” propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), localizada en el kilómetro 7.5 de la Vía Quevedo - El Empalme, Cantón Mocache, provincia de Los Ríos. Cuya ubicación geográfica es de 1° 6' 28" de latitud sur y 70° 27' 13" de longitud Oeste, a una altura de 72 metros sobre el nivel del mar. La investigación se dará a inicios de del mes octubre del año 2019.

Tabla 1. *Condiciones Climáticas del campus "La María"*

Parámetros	Promedio
Temperatura	24,2
Altitud msnm	73
Humedad relativa (%)	85,48
Precipitación anual mm	1003,8
Heliofania	898,66

Fuente: Anuario Meteorológico. Estación Experimental Tropical Pichilingue; 2016.

3.2.. Tipo de investigación

La investigación se realizará en laboratorio, este trabajo apunta en base a la nutrición donde se emplearán diferentes dosis de quitosano en dietas 0, 1, 2, 3, 4 y 5% necesarias para los juveniles tilapia. los tratamientos serán manipulados y controlado se observará sus causas y efectos en las variables metabólicas.

3.3. Métodos de investigación

3.3.1. Método de observación

Será útil en el momento de la incorporación de las dosis de quitosano en dietas en concentraciones de 0, 1, 2, 3, 4 y 5%, sobre el análisis metabólico de albumina y globulina, proteínas totales, los electrolitos como: potasio, calcio, fosforo, y la actividad de alanina aminotransferasa.

3.3.2. Método comparativo

Este método tiene como finalidad buscar similitudes o diferencias en sus variables de estudios como la inclusión del quitosano en las dietas de alevines, la respuesta metabólica en cuanto a la alanina aminotransferasa, albumina, globulina, proteínas totales, los electrolitos como: potasio, calcio fosforo, para llegar a las conclusiones.

3.3.3. Método analítico

Se realizará experimento, con análisis bioquímicos que permitirán explicar el comportamiento metabólico de los juveniles de tilapia roja, al suministrarle quitosano en la dieta, los cuales posteriormente serán procesados estadísticamente.

3.4. Fuentes de recopilación de información

3.4.1. Primarias

La información primaria se obtendrá a través de las dosis de quitosano en dietas implementadas, sobre la respuesta metabólica de proteínas, electrolitos y actividad la alanina aminotransferasa.

3.4.2. Secundarias

La información bibliográfica obtenida a través de revistas científicas, libros, tesis y buscadores académicos que proveen al investigador conocimientos importantes para llevar a cabo la presente investigación.

3.5. Diseño de la investigación.

El ensayo corresponderá un diseño completamente al azar (DCA) con 1 testigo más 5 tratamientos y 3 repeticiones con 15 organismos por cada tanque experimental (réplica). Se realizó este diseño para considerar como indicadores las dosis en dietas con la inclusión del quitosano y en la química en sangre proteínas, electrolitos y la alanina aminotransferasa. el esquema de análisis de varianza a utilizar, es el siguiente:

Tabla 2. *Análisis de Varianza*

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

Elaborado: Autor

El modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Valor de la variable respuesta i “esimo”efecto de las observaciones

μ = Valor de la media general

T_i = Efecto de los tratamientos en estudio

E_{ij} = Error experimental o efecto aleatorio.

3.6. Instrumentos de investigación

3.6.1. Formulación, elaboración y composición química de dietas experimentales

En la presente investigación las dietas se formularon utilizando software Linux. Dietas que se formularon y prepararon siguiendo los procedimientos sobre otras especies. Todos los ingredientes se tamizaron con una malla de 250 μm , se pesaron con una balanza digital y cada dieta se preparó mezclando todos los macro ingredientes en una licuadora industrial hasta obtener una mezcla homogénea, los micro ingredientes y los aceites también se mezclaron individualmente antes de agregarlos a la mezcla de los macro ingredientes. Durante este paso se añadió el 30% de su peso en agua. Ver en **tabla 3** los ingredientes de las dietas experimentales. La alimentación fue pasada por un molino de carne que produce gránulos de 2 mm para realizar los pellets. El producto obtenido se secó durante 8 horas a 45 °C en una estufa. Los gránulos secos se envasaron en bolsas de plástico herméticas y fueron almacenadas en refrigerador a -4 °C hasta cada uso.

A los ingredientes y dietas se realizó análisis bromatológico, se determinó el contenido de humedad a través de la utilización de estufa, secando a 105°C cada dieta. Para la obtención de ceniza cada muestra fue incinerado a 550°C colocada en Mufla. La grasa se evaluó mediante la técnica de extracción Soxhlet, las grasas de la muestra fueron extraídas con éter de petróleo y evaluadas como porcentaje del peso después de evaporar el solvente.

Para determinar el contenido de proteína fue por el método de Kjeldahl mismo que evaluó el contenido de nitrógeno total en la muestra, después de ser digerida con ácido sulfúrico en presencia de un catalizador de mercurio o selenio. La fibra se obtuvo por el método de Weende, después de ser digerida con soluciones de ácido sulfúrico e hidróxido de sodio y calcinado el residuo, la diferencia de pesos después de la calcinación nos indica la cantidad de fibra presente. El extracto libre de nitrógeno al ser una categoría del sistema Weende se obtuvo por diferencia; $ELN = 100 - (\text{ceniza} + \text{extracto etéreo} + \text{proteína} + \text{fibra})$. La determinación de energía se obtuvo *Calculado usando factores 23.4 kJ/g, 39.2 kJ/g, 17.2 kJ/g de proteína, grasas y carbohidratos, respectivamente (35).

Tabla 3. Formulación de dietas experimentales con diferentes niveles de inclusión de quitosano.

Ingredientes	Niveles de Quitosano en Dietas (%)					
	0	1	2	3	4	5
Harina de pescado ²	46.50	46.50	46.50	46.50	46.50	47.00
Pasta de soya ⁴	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00
Harina de trigo ¹	13.90	13.90	13.90	13.40	12.90	11.90
Harina de maíz ¹	4.00	3.00	2.00	1.50	1.00	0.50
Quitosano ⁵	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
Aceite vegetal ¹	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Aceite de pescado ³	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Alginato de sodio ⁶	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Premezclas minerales ¹	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Premezclas vitamínicas ¹	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Vitamina C ¹	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Composición proximal real (% Materia Seca)						
Materia seca (%)	94.68	93.77	94.02	94.28	93.80	93.99
Ceniza (%)	8.20	9.30	10.10	10.22	12.01	9.80
Grasa (%)	7.15	7.24	8.01	7.84	7.18	8.02
Proteína (%)	32.07	32.22	32.47	32.30	32.22	32.17
Fibra (%)	5.63	5.86	5.92	6.18	6.66	6.81
E.L.N. (%) [‡]	46.95	45.38	43.50	43.46	41.93	43.20
Energía Bruta (kJ/g)*	18.38	18.18	18.22	18.11	17.57	18.10

(36) (37)

3.6.2. Condiciones de cultivo de los peces.

Los alevines de tilapia roja fueron obtenidos del Programa de Piscicultura de la Facultad de Ciencias Pecuarias en el Campus “La María”, los mismos fueron desparasitados con Stress Zyme, durante la semana de aclimatación en el laboratorio. Se emplearon tanques experimentales de plástico (operados en 90 L de agua), los cuales eran sifonados todas las mañanas antes de alimentar para desechar las heces y alimentos sobrantes, el 40% de agua era

reemplazado. Los alevines inicialmente fueron alimentados a una tasa del 5% de la biomasa día⁻¹ dividido en dos raciones de 60% a las 9:00 horas y 40% a las 17:00 horas.

Se realizó el control de los parámetros físico-químicos del agua cada 15 días, la temperatura se midió con un termómetro de mercurio, se mantuvo temperaturas entre 25.0 y 26.0 °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 7.8, amonio desde 0.05 a 0.08 mg L⁻¹, nitritos de 0.50 – 1.0 mg L⁻¹ y nitratos de 20 – 40 mg L⁻¹ mientras que el oxígeno disuelto se evaluó con un medidor de oxígeno dando un rango entre de 4.06 a 5.0 mg L⁻¹.

3.6.3. Obtención de muestras de sangre y plasma.

Las muestras de sangre fueron tomadas con jeringuillas de insulina por la parte baja de la aleta anal y aleta caudal, la cual era deposita en tubos de ensayos de 5mL sin edta se depositó 2mL de muestra de sangre en cada tubo para los respectivos análisis, estos tubos de ensayos fueron colocados en una gradilla dentro de una hielera térmica con hielo para después ser trasladadas las muestras al laboratorio.

Para cada variable de proteínas, albumina, globulina, TGP, Potasio, Calcio se centrifugaron las muestras a 1200 rpm por 10 minuto, luego se separó el suero de elementos formes tales como plaquetas, glóbulos rojos, blancos y leucocitos.

3.6.4. Variables respuestas evaluadas

3.6.4.1. Proteínas totales (Pt).

Cuando se obtuvo 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-automatizado 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 cúprico presente 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 (38).

Ecuación 1

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

3.6.4.2. Albúminas (Alb).

Obtenido el suero se aplicó reactivos de kits Human Liquicolor para Alb. y se dejó 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 forma 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 (38).

Ecuación 2

$$Alb = 40 \times \frac{\square A_{\text{muestra}}}{\square A_{\text{[STD]}}} \text{ (g/dL)}$$

3.6.4.3. Globulina (Glb).

Ecuación 3

Glb = Proteínas totales – Albúmina (49).

3.6.4.4. Relación Alb / Glb

Ecuación 4

Relación Alb / Glb = Alb (g/dL) / Glb (g/dL) (38)

3.6.4.5. Calcio

Se realizó la prueba fotométrica colorimétrica para calcio (Método CPC, Gitelman) donde los iones de calcio reaccionan con o-cresolfaleína-complexona en un medio alcalino, para formar un complejo de color púrpura. La absorbancia de este complejo es directamente proporcional a la concentración de calcio en la muestra. Para ello, se aplicó reactivos de Kits de la marca Human Diagnostics worldwide Calcium Liquicolor, para Calcio al plasma obtenido y se incubaron en baño maría a una temperatura de 25 °C durante un lapso de tiempo de 30 minutos luego con ayuda de un espectrofotómetro semi-automatizado se determinó la absorbancia de longitud de onda de 570 nm dentro de 30 min, para obtener de esta manera Calcio (38).

Ecuación 5

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

3.6.4.6. Potasio

Se empleó un análisis fotométrico UV para la determinación de fósforo (Daly y Ertingshausen). Se aplicó reactivos de kits Human Liquicolor para fósforo, donde el fósforo reacciona con molibdato en un medio fuertemente ácido para la formación de un complejo. La absorbancia de este complejo leído en UV cercano es directamente proporcional a la concentración de fósforo. Se aplicó reactivos de kits Human Liquicolor para fósforo y se incubaron en baño maría a una temperatura de 25 °C aproximadamente a 1 minuto a una temperatura ambiente y se leyeron seguidamente los resultados con ayuda de un espectrofotómetro, se determinó la absorbancia de longitud de onda a 340 nm dentro un aproximado de 60 min, para obtener de esta manera en fósforo (38).

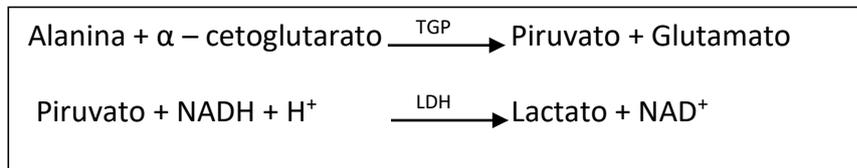
Ecuación 6

$$K = C_{\text{Calibrador}} \times \frac{(A_2 - A_1)_{\text{Muestra}}}{(A_2 - A_1)_{\text{Calibrador}}} \quad (\text{mmol/L})$$

3.6.4.7. Actividad enzimática de alanina amino transferasa

Una vez 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 resultante 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 adeninucleótido reducido (NADH) (38).

Principio de la reacción:



3.7. Tratamiento de los datos.

La prueba de Kolmogorov – Smirnov ($P < 0.05$) fue empleada para comprobar la normalidad y homocedastidad de los datos. Una vez cumplidos los supuestos antes mencionados se aplicó un análisis de varianza (ANOVA), cuando se encontró diferencia se aplicó la prueba de rangos múltiples de Tukey ($p \leq 0,05$), los datos que no cumplieron con la prueba de normalidad y homocedasticidad se les aplicó Kruskall Wallis. Los datos son presentados con la media, y desviación estándar (SD). El procesamiento de los datos fue mediante el software estadístico Infostad.

En la Tabla 7, se detalla el esquema del experimento con los tratamientos, interacción descripción y cantidad de unidades experimentales.

Tabla 4. Descripción del Experimento

Tratamientos	Inclusión de Quitosano en Dieta Peletizada	Repeticiones (Tanques Experimentales)	Peces / Repetición	Total de peces /Tratamiento
T0	0% (Testigo)	3	15	45
T1	1%	3	15	45
T2	2%	3	15	45
T3	3%	3	15	45
T4	4%	3	15	45
T5	5%	3	15	45
Total		18		270

(37) (36)

3.8. Recursos humanos y materiales

3.8.1. Recursos humanos

El recurso humano que contribuyó para la realización del presente proyecto de investigación se nombra a continuación:

- Director del proyecto de investigación Dr. Yuniel Méndez PhD.
- Estudiante y autor del Proyecto de Investigación: Jonathan Emilio Zambrano Sánchez

3.8.2. Equipos y materiales

- Quitosano de medio peso molecular
- 270 Alevines de tilapias
- Oxigenadores
- Tanques de 270 Lts
- Termostatos
- Mangueras
- Jeringas
- Bata de laboratorio
- Guantes

- Botas de caucho
- Molino de carne
- Pasta de soya
- Aceite de pescado
- Aceite vegetal
- Harina de trigo
- Alginato de sodio
- Vitamina C
- Premescla vitamínicas
- Premescla mineral
- Harina de pescado
- Harina de maíz

- Tubos de ensayos
- Balanza gramera
- Bolso térmico
- Gel refrigerante
- Gradilla
- Centrifuga
- Baño maría
- Espectrofotómetro
- Marcador permanente
- Tinas
- Cinta de papel
- Toallas de cocina

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Proteínas Séricas Totales.

De acuerdo a la tabla 5 nos muestra el análisis de proteínas total realizada en alevines de tilapia se obtuvo que la mayor muestra obtenida se dio en el T4 6.49g/dL a 2.19 g/dL continuamente del T3 con un valor de 6.48 g/dL a 2.36 g/dL en cuanto al T5 con un valor de 6.44 g/dL a 2.23 g/dL para el T6 con 5.95 g/dL a 2.15 g/dL en el T2 4.87 g/dL a 1.60 siendo el T1 de menor valor con 3.98 g/dL a 0.68 g/dL . Existiendo así diferencia significativa con un valor de ($P = 0.0424$).

Según la investigación realizada por Crivelenti *et al.* (39), trabajo con tilapias unisexuales machos bajo un sistema de cría intensiva con densidad poblacional, alcanzo valores promedio en proteína total de 3.01 g/dL a 0.45 g/dL siendo estos valores inferiores a los obtenidos en el que su estudio mostraron que la implementación de una dieta comercial disminuyo significativamente. Por otro lado Fatma S. Abd El-Naby *et al.*, (40) muestran que el efecto de los tratamientos dietéticos sobre los peces que se alimentaron con la dieta 5 (5g/kg dieta de quitosano) mostró significativamente la relación de consumo de alimento más alta en comparación a los peces alimentados con la dieta 3 (3g/kg dieta de quitosano) tenía significativamente ($P \leq 0.05$). El resultado más pobre se encontró en el grupo de peces con dieta 0 o control (0g/Kg dieta de quitosano). Se ha encontrado que los prebióticos como el quitosano contribuyen con el aumento de su derivado el oligosacárido lactato, lo cual ayudan a una potente actividad antimicrobiana (41).

En cuanto al trabajo de Marroquin (42), utilizó alevines acondicionadas en 15 tinacos de plásticos circulares con capacidad para 800 litros de agua, especifica que la proteína sérica es de 3.24 g/dL a 0.39 gr/dL, sin embargo en los resultados obtenidos en 45 días nos muestra que existe diferencia estadística de 3.48 g/dL a 0.30 g/dL; mientras que en los resultados obtenidos en esta investigación nos muestran que hay una diferencia estadística siendo la dieta más efectiva el T4 (4 % de quitosano) el cual, nos permite visualizar que la inclusión de quitosano ayuda que los alevines posean mayor cantidad de proteínas. Siendo estos resultados inferiores obtenidos a esta investigación.

Tabla 5. Proteínas, albúminas y globulinas en juveniles de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus x Oreochromis niloticus*) con la inclusión del quitosano en dieta.

Tratamientos	Proteína (g/dL)	Albumina(g/dL)	Globulina(g/dL)
T0	3.98 ±0.68 ^b	3.30±0.29 ^b	0.68±0.40 ^a
T1	4.87±1.60 ^{ab}	4.20±1.60 ^{ab}	0.67± 0.21 ^a
T2	6.48± 2.36 ^a	6.20±2.28 ^a	0.28±0.18 ^c
T3	6.49 ±2.19 ^a	6.19±2.47 ^a	0.30±0.27 ^b
T4	6.44±2.23 ^a	6.11±2.45 ^a	0.33±0.23 ^b
T5	5.95±2.15 ^a	5.52±2.40 ^a	0.43±0.24 ^{ab}
VALOR DE P	0.0424	0.0405	0.0265

Valores medios ±DE, expresados en (g/dL) Proteína (Pt), albúmina (Alb), y globulina(Glb). con niveles de Quitosano en Dietas (%), T0 (testigo), T1(1%), T2(2%), T3(3%), T4(4%), T5(5%).

Elaborado por: Jonathan Zambrano (2020).

4.2. Albúminas.

El contenido de albumina que lo podemos observar en la tabla 5 nos muestra que los resultados en bioquímica sanguínea se obtuvo en el T3 con mayor concentración con un valor de 6.20 g/dL hasta 2.28 gr/dL, seguido del T4 con un valor de 6.19 g/dL hasta 2.47 g/dL por otra el T5 obtuvo un valor de 6.11 g/dL hasta 2.45 g/dL mientras que el T6 5.52 g/dL hasta 2.40 g/dL el T3 mostro un valor de 4.20 g/dL hasta 1.60 g/dL y el T1 el valor más bajo en la proteína con un valor de 3.30 g/dL hasta 0.29 g/dL . En el cual nos mostró diferencia significativa con un valor de (P =0.0405).

Según la investigación realizada por Crivelenti *et al.* (39), con tilapias unisexuales machos bajo un sistema de cría intensiva, reportaron valores de la albumina de 2.15 g/dL a 0.41 g/dL demostrando valores más bajo a los obtenidos en la investigación. Sandoval *et al.* (33), mencionan en su trabajo realizado con 300 tilapias obtuvieron valores en la albumina con el empleo de diferentes dosis de marcas comerciales para inmunizar a los peces como el TREP, C-EXP, SS, LB y CN valores de 2.4 g/dL, 2.5 g/dL, 2.7 g/dL, 1.7 g/dL, y 1.4 g/dL respectivamente; siendo justamente que en esta investigación prevalece la inclusión del quitosano ya que así nos demuestra dicha inclusión de quitosano los peces no padecen de ninguna enfermedad bacteriana o trastorno metabólico.

4.3. Globulinas

En cuanto al reporte de globulina en alevines se obtuvo que la mayor muestra obtenida se dio en el T1 0.68 g/dL y 0.40 g/dL en el T2 con un valor de 0.67 g/dL y 0.21 g/dL en cuanto al T6 reflejo un valor de 0.43 g/dL y 0.24 g/dL continuamente el T5 con 0.33 y 0.23 g/dL el T4 con un valor de 0.30 g/dL y 0.27 g/dL mientras que el T3 fue con el valor de proteína menos con un valor de 0.28 g/dL y 0.18. Existiendo significancia estadística con un valor de (P= 0.0265).

Crivelenti *et al.* (39), reporta que en la globulina en tilapias unisexuales machos bajo un sistema de cría intensiva, obtuvo un valor de 2.15 g/dL a 0.41 gr/dL. Sin embargo Sandoval *et al.* (33), menciona en su trabajo realizado con 300 tilapias se mantuvieron en condiciones habituales de cultivo por 30 días en estanques de concreto de 3 m de diámetro y 1.2 m de altura de columna de agua, que obtuvo en la globulina el resultado de acuerdo a diferentes dosis de marcas comerciales para inmunizar a los peces como el TREP 3.0 g/dL, C-EXP 3.6 g/dL, SS 1.7 g/dL, LB 1.9 g/dL, CN 1.9 g/dL estos dos trabajos se debieron al suministro de alimento comercial del 28% y 40% de proteína; aun así con la implementación de quitosano efectuado en las dietas suministradas, que actúa para combatir la actividad antibacteriana dentro del pez, siendo valores mayores a esta investigación.

4.4. Relación albúminas/globulinas.

Dado el reporte de contenido de relación albúmina/globulina en las muestras bioquímica mostró en el T3 mayor concentración con un valor de 6.00 hasta 1.72, seguido del T4 con un valor de 5.89 hasta 2.24, a continuación el T5 con un valor de 5.78 hasta 2.18, luego el T6 con un valor de 5.09 hasta 2.14, después del T2 con un valor de 3.53 hasta 1.14 y el T1 el valor más bajo con un valor 2.62 hasta 0.20.

De acuerdo a la investigación realizada por Vizcaíno (43), trabajo con juveniles de corvina blanca empleando indica el promedio en relación albúmina/globulina fue de 0.49 siendo este el más alto. Sin embargo Zhou *et al.* (44), en su investigación evaluó la variación de la respuesta a cepas de probióticos, *B. subtilis* B10, *B. coagulans* B16 y *R.* sobre las concentraciones de relación albúmina/globulina de 40 días donde utilizaron 360 juveniles distribuidos aleatoriamente con diferentes prebióticos al agua (T1 *Bacillus subtilis* B10; T2 *Bacillus coagulans* B16; T3 *Rhodopseudomonas palustris* G06), obteniendo resultados de 0.09 a 0.00 y 0.08 a 0.01. Presentado resultados bajos ante esta investigación, donde nos muestra que los

resultados obtenidos presentan diferencia mientras con la inclusión del quitosano se evidenció que el T3 tiene una diferencia significativa (2% de inclusión de quitosano). Por la cual no se vieron afectadas por los tratamientos con probióticos; estos resultados se muestran bajos por las bacterias inducidas en la alimentación provocando intoxicación a través del alimento.

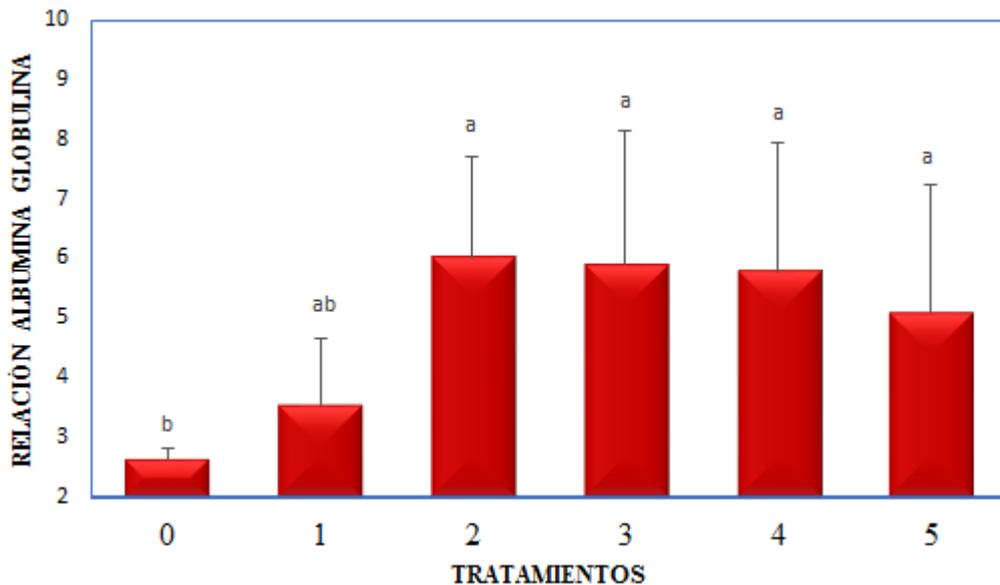


Figura 1. Relación albumina/globulina en juveniles de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis niloticus*) con la inclusión del quitosano en dieta.

4.5. Calcio.

En relación al reporte de los electrolitos presentes en los análisis de bioquímica sanguínea, en alevines de tilapia se encontró que en el calcio para el T3 fue de 3.83 a 1.37 mmol/L mientras que el T5 con 3.33 a 0.85 mmol/L seguido del T6 con un valor de 3.10 a 0.95 mmol/L y para el T2 mostro un valor de 2.40 a 0.17 mmol/L en cuanto al T3 el valor oscilo entre 2.14 a 0.97 mmol/L y para el T1 que obtuvo el resultado menor con 0.50 a 0.87 mmol/L mostrando estadísticamente significancia con un valor de (P=0.0120).

Sandoval *et al.* (33), menciona en su trabajo realizado con 300 tilapias que se mantuvieron en condiciones de cultivo por 30 días en estanques de concreto, que obtuvo en el valor calcio el resultado de acuerdo a diferentes dosis de marcas comerciales para inmunizar a los peces como el TREP 2.52 mmol/L (10.1 mg/dL), C-EXP 3.22 mmol/L (12.9 mg/dL), SS 5.61 mmol/L (22.5 mg/dL), LB 3.52mmol/L (14,1 mg/dL), CN 3.42 mmol/L (13.7 mg/dL).

Según Fernández *et al.* (34), en condiciones de cultivo de trucha de arco iris en otoño e invierno en Chile de 60 peces en engorde obtuvieron resultados de calcio: 2.39 mmol/L (en otoño), y de 2.87 mmol/L (en invierno) dando como resultado que decrecen en su crecimiento. La investigación de Sandoval demuestra que con la aplicación de SS obtuvo resultado elevado antes esta y la investigación de Fernández que esto puede deberse ya que se utilizaron inmunizadores de enfermedades y las estaciones del año manifestándose a través del sistema metabólico.

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

Tratamientos	Calcio mmol/L	Potasio mmol/L
T0	0.50±0.87 ^a	9.67±1.53 ^a
T1	2.40±0.17 ^{ab}	5.00±4.36 ^{ab}
T2	2.14±0.97 ^a	4.19±3.64 ^{ab}
T3	3.83±1.37 ^b	11.33±1.15 ^b
T4	3.33±0.85 ^b	11.33±0.90 ^b
T5	3.10±0.95 ^{ab}	9.69±3.50 ^b
VALOR DE P	0.0120	0.0364

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

Elaborado por: Jonathan Zambrano. (2020).

4.6. Potasio

Para los resultados en potasio en alevines se obtuvo una concentración en el T3 de 11.33 hasta 1.15 mmol/L, seguido del T4 con el valor de 11.33 hasta 0.90 mmol/L, continuamente del T5 con un resultado de 9.69 hasta 3.50 mmol/L los valores del T0 fue de 9.67 hasta 1.53 mmol/L, mientras que el T1 reporta valores de 5.00 hasta 4.36 mmol/L siendo el T2 el resultado con menos elevación de potasio con el valor de 4.19 hasta 3.64 mmol/L. Mostrando estadísticamente significancia con un valor de (P=0.0364).

Sandoval *et al.* (33), menciona en su trabajo realizado con 300 tilapias se mantuvieron en condiciones habituales de cultivo por 30 días en estanques de concreto, valores en el Potasio

sérico de acuerdo a diferentes dosis de marcas comerciales para inmunizar a los peces como el TREP 1.25 mmol/L (4.9 mg/dL), C-EXP 1.23 mmol/L (4.8 mg/dL), SS 1.18 mmol/L (4.6 mg/dL), LB 1.123mmol/L (4.8 mg/dL), CN 1.13mmol/L (4.4 mg/dL). Siendo resultados menores ante esta investigación. Estos resultados elevados en nuestro trabajo de calcio y potasio pueden ser por las dosificaciones de quitosano en la alimentación.

4.7. Actividad enzimática de Alanina aminotransferasa (ALT7GPT).

La enzima alanina aminotransferasa (ALT / GTP), en estos alevines se encontró que esta elevada en el T3 181.0 U/L a 34.21 U/L el T6 con 169.00 U/L a 38.46 U/L seguidamente del T4 con un valor de 108.33 U/L a 22.28 U/L para el T2 con un valor de 95.00 a 40.99, para el T5 con un valor de 76.00 U/L a 38.46 U/L, se observó una disminución notable en el T1 con un valor de 64.67 U/L a 22.59 U/L muestra estadísticamente significancia con un valor de $P=0.0280$.

Fernández (34), menciona en su trabajo realizado con peces de engorda de turbot (*Scophthalmus maximus*) de 28 meses de edad, los cuales fueron alimentados con pellet comercial (53.1 % de proteínas) obtuvieron resultados de 5-7 U/L. Según Fatma (45), utilizó 120 alevines de tilapia del Nilo con inclusión del quitosano en la alimentación obtuvo resultados donde el control presenta valores de ALT en 79.87 a 1.3 U/L, el T1 resulta con 79.67 a 0.5 U/L, T3 con 77.35 a 0.7 U/L y el T5 con 75.23 a 0.70 U/L en este último hay una diferencia ya que el control prevalece por encima de los tratamientos que incluyen el quitosano en la dieta alimenticia. Siendo estos valores bajos en cuanto a la investigación realizada donde la inclusión de quitosano en mayor porcentaje ayuda a obtener una mayor actividad enzimática.

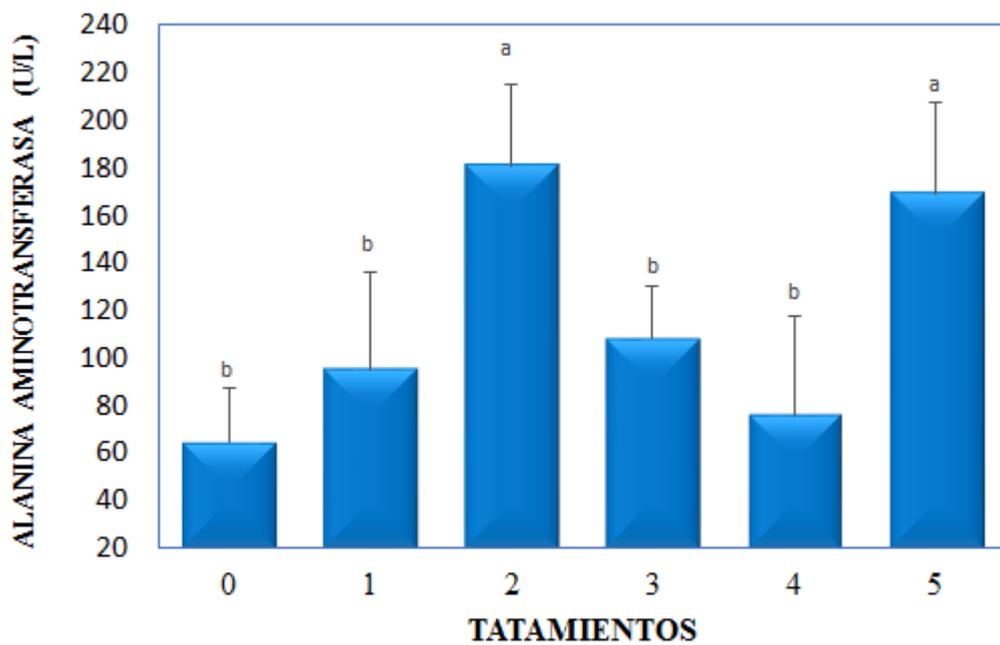


Figura 2. Alanina Aminotransferasa en juveniles de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis niloticus*) con inclusión del quitosano en dieta.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusión

- De acuerdo al análisis estadístico se encontró diferencia significativa para proteínas totales, albúminas y globulinas, encontrando una mayor elevación para las proteínas en T3 y T2, al igual para las albuminas en cuanto en la globulinas mayor concentración en el T2 y T3.

- Alanina aminotransferasa mostró diferencias significativas para los tratamientos, se encontraron mayores valores en el T2 y en T5 donde no se obtuvo casi diferencia.

- El contenido de electrolitos en potasio, calcio mostro diferencias significativas, se encontraron mayores valores en el T3 y T4 para el calcio, al igual en el potasio para los alevines de tilapia.

Recomendaciones.

- Se recomienda reforzar investigaciones en cuanto a ambientes controlados al estudio de los análisis metabólicos con la inclusión del quitosano en la alimentación, en estas y otras especies, en diferentes etapas de estos organismos vivos, que permita comparar estos resultados y ver si existe alguna diferencia en su desarrollo y con ello se podrán definir las estrategias necesarias que favorezcan la consolidación de los alimentos y nutrición para estas y otras especies de peces.
- Se recomienda hacer énfasis en el perfil de bioquímica sanguínea, de las especies más estudiadas que tengan valor comercial, con el propósito de conocer su estado de salud, valor biológico.
- Se recomienda profundizar el estudio sobre la inclusión del Quitosano en cuanto a su estabilidad y capacidad ya que es un potencial en el uso alimentario para las especies de peces en contra de enfermedades bacterianas.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía

- FAO. Información mundial y alerta sobre la alimentación y agricultura (SMIA). Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2017 Mayo;(338).
- FAO. Visión general del sector acuícola nacional. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2017 Septiembre.
- Paul P, Wilson B. “EFECTOS DEL ÁCIDO OMEGA 3 Y LA COMBINACIÓN OMEGA 3 – O EN LA ALIMENTACIÓN DE TILAPIA ROJA (*Oreochromis spp.*) EN LA FINCA “EL PORVENIR”, PRE PARROQUIA SAN GABRIEL DEL BARRIO EL BARRIO, KM. 9 VIA A JULIO MORENO, EN LA ZONA DE SANTO DOMINGO”. MEGA 6. Informe Técnico del proyecto de investigación. Santo Domingo: Escuela Politécnica del Ejército, Ciencias de la vida ; 2012.
- Erico R, Tania P, Jorge P. et al. Generación de un protocolo para la síntesis de nanopartículas de quitosano cargadas con florfenicol a través del método de gelación iónica. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú. 2018 Octubre; 29(4).
- Castro T, dLR, CG, CJ, MA. Alimento vivo en la acuicultura. 2012 Junio;: p. 27-33.
- Contreras Castro J. Efecto sobre el rendimiento técnico de la Tilapia Nilótica Chitralada resultante de la sustitución de la dieta con Falso Girasol y Morera en la etapa de ceba. Revista CITECSA. 2012; 3(4).
- Sergio T, Maria G. Nutrición y Alimentación de Tilapia Cultivada en América Latina y el Caribe. [Online]. Mexico; 2019. Cited 2019 Septiembre 14. Available from: file:///C:/Users/Sto.%20Sanchez/Downloads/8toledo.pdf.
- Elias F. “DETERMINACIÓN DE PERFILES METABÓLICOS EN TURBOT (*Scophthalmus maximus Linnaeus, 1758*) EN CULTIVO EN CHILE”. Título de Biólogo Marino.. Chile: Universidad Austral de Chile , Escuela de Biología Marina ; 2004.
- Fao. [fao.org](http://www.fao.org). [Online]; 2005 [cited 2019 Septiembre 9. Available from: http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_ecuador/es.
- Franklin V. PRODUCCIÓN Y EXPORTACIÓN DE TILAPIA CONGELADA EN EL MERCADO EUROPEO. obtención del título de Ingeniero en Comercio y Finanzas Internacionales Bilingüe. Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil; 2014.
- Nadia R. Análisis proximal de pescados continentales de mayor consumo humano en Ecuador. Disertación previa a la obtención del título de Licenciada en Ciencias Químicas con mención en Química Analítica. Quito.; FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES; 2017.

Bejamin H, Angua V. Estudios sobre los requerimientos en proteina y energia en juveniles de la cabrilla arenera. tesis doctoral. Mexico:; 2011.

Martínez-Porchas M, Martínez-Córdova LR, Ramos-Enríquez R. Dinámica de crecimiento de peces y crustáceos. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria. 2009 Octubre; 10(10).

Tacon A. NUTRICION Y ALIMENTACION DE PECES Y CAMARONES CULTIVADOS MANUAL DE CAPACITACION. FAO. 1989 Junio;(4).

Maria G. Determinación de valores de referencia en hemograma y química sanguínea de caninos machos en condiciones de altitud. Previo a la obtención del título de médico veterinaria zootecnista. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana. Medicina Veterinaria y Zootecnista; 2017.

Bustamante C. Electrolitos. Revistas Bolivianas. 2013 diciembre; 39.

Winier. wiener-lab.com.ar. [Online]. [cited 2019 Noviembre 17. Available from: https://www.wiener-lab.com.ar/VademecumDocumentos/Vademecum%20espanol/albumina_aa_sp.pdf.

Winier. Winier lab. [Online].; 2000 [cited 2019 12 2. Available from: https://www.wiener-lab.com.ar/VademecumDocumentos/Vademecum%20espanol/proti2_sp.pdf.

Winier. VademecumDocumentos. [Online]. [cited 2019 Noviembre 17. Available from: https://www.wiener-lab.com.ar/VademecumDocumentos/Vademecum%20espanol/gpt_uv_aa_sp.pdf.

Anonimo. Diagnóstico Albéitar. [Online].; 2012 [cited 2012 Septiembre 19. Available from: <https://diagnosticoalbeitar.com/alt-alanino-amino-transferasa/>.

Luis S. “Estudio de la obtención de quitosano a partir de caparazón de camarón (*Penaeus Vannamei*) y su aplicación en la estabilidad de una emulsión aceite en agua”. Previo a la obtención del Título de Ingeniero en Alimentos. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción; 2007.

Enciso I. Efecto de la suplementación en dieta de la inulina, el β -glucano y el quitosano sobre la capacidad digestiva y la inmunidad no específica de la totoaba (*Totoaba macdonaldi*). Tesis en Maestría en Ciencias en Acuicultura. Baja California Sur, Mexico: Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Programa de Posgrado en Ciencias de Acuicultura; 2016.

Lafayette W. Definiciones. [Online]. USA: AAFCO; 2000 [cited 2020 01 01. Available from:

<http://www.fao.org/3/y1453s01.htm#TopOfPage>.

PECES DULCEACUÍCOLAS COMO ALIMENTO FUNCIONAL: PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS EN TILAPIA BOCACCHICO CRIADOS EN policultivo. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. 2012 Diciembre; 10(2)

Corzo N, Alonso L, Calvo MA, et a. Prebióticos; concepto, propiedades y efectos beneficiosos. Madrid.: Instituto Investigación en Ciencias de la Alimentación, Departamento de Bioactividad y Análisis de Alimentos. ; 2015. Report N 0212-1611.

Carlos C. Revista cubana. 2018; 90(2).

Rodríguez P, Ramírez A, Bautista B. PROPIEDADES QUÍMICO-ESTRUCTURALES Y ACTIVIDAD BIOLÓGICA DE QUITOSANA EN MICROORGANISMOS FITOPATÓGENOS. Revista Chapingo Serie Horticultura. 2009 Septiembre; 15(3).

Castañeda R, De la Fuente N, Pachec R, Ortiz T, Barboza J. Potencial de los Quito-oligosacáridos generados de quitina quitosana. Universidad de Guanajuato. 2011 Diciembre; 21(3).

alicorp. nicovita. [Online]. [cited 2020 4 Enero. Available from <http://www.industriaacuicola.com/biblioteca/Tilapia/Manual%20de%20crianza%20de%20tilapia.pdf>.

Baltazar P. La Tilapia en el Perú: acuicultura, mercado, y perspectivas. Revista Peruana de Biología. 2007 Julio; 13(3).

Apún J. Efecto de bacterias con potencial probiótico en el crecimiento y supervivencia de la tilapia *Oreochromis niloticus* (Linneaus 1758), cultivada en el laboratorio”. TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRIA EN RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE. Guasave, Sinaloa: INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL, DEPARTAMENTO DE ACUACULTURA ; 2007.

Chemim De Melo D. Indicadores Hematológicos e imunológicos apos estrese cronico por hipoxia em tilapia (*Oreochromis niloticus*), LINHAGEM CHITRALADA. Belo Horizonte, Escola de Veterinária; 2008.

Juan José Sandoval-Gío1 3MRVyRRC. Efectos individuales de la ciclidogiriasis y estreptococosis inducidas en la bioquímica sanguínea de la tilapia *Oreochromis niloticus*. Redalyc. 2013; 23(3).

ELÍAS F, AZÓCAR. N. “DETERMINACIÓN DE PERFILES METABOLICOS EN TURBOT(*Scophthalmus maximus* Linnaeus, 1758) DE CULTIVO EN CHILE”. biologo marino. Chile: Universidad Austral de Chile ; 2004.

Goddard S. Feed mangment in Intensive Acuaculture. 1996.

Méndez-Martínez Y, MUGGFGAOLRMCSYGJCP RaECJ. Effect of different ratios of dietary protein-energy on growth, body proximal composition, digestive enzyme activity, and hepatopancreas histology in *Macrobrachium americanum* (Bate, 1845) prawn juveniles. *Aquaculture*. 2018; 11(1).

Y. MM, Pérez Y, Verdecia DM, Jacinto EC, Falquez OFC, Romero. O. Effect of the inclusion of *Azolla filiculoides* meal on the growth and survival of red tilapia small fish (*Oreochromis mossambicus x O. niloticus*).. *J. Agric. Sci.* 2019; 2(53).

HUMAN. Prueba colorimétrica fotométrica por. . 2005 Apr.

Crivelent LZ, Borín S, M. JJ, Socha1 AVM. Valores bioquímicos séricos de tilapia del nilo (*Oreochromis niloticus*) en cultivo intensivo. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 2011 Diciembre; 22(4).

El-Naby FSA, Naiel MAE, Al- AA. Dietary chitosan nanoparticles enhance the growth, production. *Aquaculture*. 2018 Noviembre; AQUA 633676.

Tello Palma E. EVALUACIÓN DEL QUITOSANO OBTENIDO A PARTIR DE ESCAMAS DE LA TRUCHA ARCO IRIS (*Oncorhynchus mykiss*) POR METODOS QUIMICOS Y BIOLÓGICO. Tesis de Pregrado. Arequipa-Perú: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN, UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS INDUSTRIALES; 2017.

ARROYAVE EM. EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE INGREDIENTES NO TRADICIONALES EN LA ALIMENTACIÓN DE LA TILAPIA NILÓTICA (*Oreochromis niloticus*) SOBRE PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS Y BIOQUÍMICOS SANGUÍNEA. Médico Veterinario. Guatenala: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE CIENCIAS DE LA MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA; 2018.

Vizcaíno E. Efecto de la concentración de aceite de linaza y maíz en la dieta, sobre el crecimiento, composición proximal y respuesta hematológica y química sanguínea en juveniles de corvina blanca (*Atractoscion nobilis*). Tesis. Mexico: Universidad Autónoma de Baja California, Instituto de Investigaciones Oceanológicas; 2012.

Zhou.Xuxia , Tian.Ziqiang , Wang.Yanbo , Li.Weifen. Effect of treatment with probiotics as water additives on tilapia (*Oreochromis niloticus*) growth performance and immune response. *Fish Physiol Biochem*. 2009 April; 36: p. 501-509.

Fatma.S AN, MohamedA.E.Naiel , AdhamA.Al-Sagheer , Negm . Dietary chitosan nanoparticles enhance the growth, production performance, and immunity in *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*

2018 Noviembre; AQUA 633676.

Li Y,BA,AD,ZW,&ZX. Protein: energy ratio in. *Aquaculture International*. 2012; 5(21).

El-Sayed A. Protein nutrition of farmed tilapia: searching for unconventional sources. *Proceedings Of The Sixth International Symposium On Tilapia*. [Online].; 2004 [cited 2019 Septiembre 9].

Ricardo R. [Online].; 2012 [cited 2019 Septiembre 12. Available from: <file:///C:/Users/Sto.%20Sanchez/Downloads/Cartilla%20pr%C3%A1ctica%20para%20el%20cultivo%20de%20tilapia.pdf>

Sanchez. [Online]. [cited 2019 Septiembre 14. Available from: file:///C:/Users/Sto.%20Sanchez/Downloads/071201_Introduccion%20de%20las%20Tilapias.pdf.

viniwr. [Online].

Judiht T, Nelson A. Beneficios del consumo del pescado. Uruguay: Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca.; 2014.

Mariana C. [Online].; 2011 [cited 2020 Enero 4. Available from: <http://www.dinta.cl/vcontent/uploads/2018/11/Metabolismo-Calcio.pdf>.

Torres DM, Hurtado N. Requerimientos nutricionales para Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*). 2012 Marzo; 16(1).

Misael M, Leo. G. Edad y crecimiento del pez *Haemulon steindachneri* (*Perciformis:Haemulidae*) en el suroeste de la isla Margarita, Venezuela. 2009 Noviembre; 58(1).

González J. Alanina aminotransferasa en *Sparus aurata*: control de la expresión génica mediante RNAi y de la actividad enzimática por aminoácido. Tesis. BIENNI: Universidad de Barcelona, DEPARTAMENT DE BIOQUÍMICA I BIOLOGIA MOLECULAR (FARMÀCIA) ; 2012.

Paredes Daniel et. a. CARACTERIZACION HEMATOLÓGICA Y BIOQUIMICA DE JUVENILES DE Arapaima gigas (“PAICHES”) BAJO CONDICIONES DE CULTIVO EN SELVA ALTA. Perú: Facultad de Zootecnia, UNAS, Laboratorio de Sanidad Animal; 2015.

PRODUCE. <http://www.innovacion.gob.sv>. [Online].; 2004 [cited 2019 Mayo 5. Available from: <http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/137/Cultivo%20De%20Tilapia,%20Lima%20-%20Peru.pdf>.

Torres Jaramillo J, Eduardo Muñoz J, Cárdenas H, Álvares LÁ, Palacios JD. Caracterización de la tilapia roja (*Oreochromis*

p.). Redalyc. 2010 Abril; 59(2).

CAPÍTULO VII

ANEXOS

		
<p>Imagen 1. Laboratorio con los tratamientos y repeticiones.</p>	<p>Imagen 2. Alevines de tilapia roja.</p>	<p>Imagen 3. Alimento peletizado.</p>
		
<p>Imagen 4. Ración de alimento para posterior alimentación.</p>	<p>Imagen 5. Trituración del alimento peletizado.</p>	<p>Imagen 6. Alevines con su debida alimentación.</p>
		
<p>Imagen 7. Alevín muerto en uno de los tratamientos.</p>	<p>Imagen 8. Toma de muestra de agua con el kit colorimétrico.</p>	<p>Imagen 9. Elaboración del peletizado.</p>



Imagen 10. Toma de muestra de sangre.



Imagen 11. Hielera lista para transportar las muestras.



Imagen 12. Jeringas usadas en las toma de muestras.



Imagen 13. Tubos de ensayos al vacío rotulados para la inserción de la muestra.



Imagen 14. Equipo para desinfección del área de toma de muestra.



Imagen 15. Espectrofotómetro utilizado en el laboratorio.



Imagen 16. Baño maría utilizado en el laboratorio.



Imagen 17. Centrifuga.



Imagen 18. Parte de muestras procesadas.