



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE ACUICULTURA

**ELABORACIÓN DE BALANCEADO ARTESANAL CON HARINA DE
Gryllus assimilis Y DE Moringa oleifera PARA ENGORDA DEL PEZ
Andinoacara rivulatus**

**REINOSO CAMPOVERDE DOMENICA YAMILETH
INGENIERA ACUICOLA**

**MACHALA
2023**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE ACUICULTURA

**ELABORACIÓN DE BALANCEADO ARTESANAL CON HARINA
DE *Gryllus assimilis* Y DE *Moringa oleifera* PARA ENGORDA
DEL PEZ *Andinoacara rivulatus***

**REINOSO CAMPOVERDE DOMENICA YAMILETH
INGENIERA ACUICOLA**

**MACHALA
2023**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE ACUICULTURA

PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

**ELABORACIÓN DE BALANCEADO ARTESANAL CON
HARINA DE *Gryllus assimilis* Y DE *Moringa oleifera* PARA
ENGORDA DEL PEZ *Andinoacara rivulatus***

**REINOSO CAMPOVERDE DOMENICA YAMILETH
INGENIERA ACUICOLA**

CUN JARAMILLO MILTON LUIS

**MACHALA
2023**



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:	Domenica Yamileth Reinoso Campoverde
Título del ejercicio:	ELABORACIÓN DE BALANCEADO ARTESANAL CON HARINA D...
Título de la entrega:	ELABORACIÓN DE BALANCEADO ARTESANAL CON HARINA D...
Nombre del archivo:	final-_Tesis._Domenica_Reinoso_11-03-2024._turnitin.docx
Tamaño del archivo:	2.59M
Total páginas:	51
Total de palabras:	10,661
Total de caracteres:	55,988
Fecha de entrega:	12-mar.-2024 07:26a. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega...	2318538351

ELABORACIÓN DE BALANCEADO ARTESANAL CON HARINA DE *Gryllus assimilis* Y DE *Moringa oleifera* PARA ENGORDA DEL PEZ *Andinoacara rivulatus*

AUTORA

DOMENICA YAMILETH REINOSO CAMPOVERDE

1.1 INTRODUCCIÓN

La nutrición animal específicamente para organismos acuáticos es de interés especialmente para empresas que se dedican a la elaboración de dietas balanceadas, aportando los requerimientos nutricionales en los organismos acuáticos. Macusi *et al.*, (2023) determinan que la harina de pescado representa entre el 60 y 70% de los componentes totales en los alimentos destinados para peces, disminuir el uso tanto de la harina como el aceite de pescado es un punto clave para la preservación de los recursos que nos brinda el medio marino, reduciendo gastos que genera la alimentación en las producciones acuícolas, que representa un 60% en los costos totales.

En Ecuador el cultivo de organismos acuáticos como es el camarón, es el principal producto que entrega divisas al estado por sus exportaciones. Donde la nutrición ha tomado importancia en los últimos años, buscando alternativas para la producción de alimentos, a los sistemas de producción acuícola para llevar una acuicultura sostenible, buscando nuevas fuentes de materias primas que brinden los mismos beneficios que actualmente se utilizan.

Los insectos al hablar de su composición química cuentan con ciertos beneficios como son la calidad y cantidad de proteína 50% similar al que ofrece la harina de pescado. La sustitución de la harina de pescado por una dieta basada en insectos, se basa en la

ELABORACIÓN DE BALANCEADO ARTESANAL CON HARINA DE *Gryllus assimilis* Y DE *Moringa oleifera* PARA ENGORDA DEL PEZ *Andinoacara rivulatus*

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	docplayer.es Fuente de Internet	1%
2	Submitted to Oran Park Anglican College Trabajo del estudiante	1%
3	eur-lex.europa.eu Fuente de Internet	<1%
4	repositorio.unapiquitos.edu.pe Fuente de Internet	<1%
5	revistas.elpoli.edu.co Fuente de Internet	<1%
6	es.scribd.com Fuente de Internet	<1%
7	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1%
8	biblio.ugent.be Fuente de Internet	<1%

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

La que suscribe, REINOSO CAMPOVERDE DOMENICA YAMILETH, en calidad de autora del siguiente trabajo escrito titulado ELABORACIÓN DE BALANCEADO ARTESANAL CON HARINA DE Gryllus assimilis Y DE Moringa oleifera PARA ENGORDA DEL PEZ Andinoacara rivulatus, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

La autora declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

La autora como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.



Domenica

REINOSO CAMPOVERDE DOMENICA YAMILETH

0750690349

DEDICATORIA

En primer lugar, a Dios porque sin él no hubiera podido llegar a este momento, agradezco a mis padres por su dedicación para que pueda salir adelante, principalmente a mi madre y mi hermana quienes me dieron su apoyo durante todo el tiempo de mi carrera universitaria por lo cual atribuyo este triunfo como suyo también.

A mis tres ángeles que están en el cielo, que pese a no estar físicamente conmigo me han dado la fuerza espiritual para lograr todos mis objetivos.

A mi demás familia, amigos cercanos que de una u otra forma influyeron positivamente a lo largo de mi carrera universitaria, gracias por darme motivación para seguir.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme vida para llegar a donde estoy, mi familia y amigos por darme ánimos en los momentos difíciles.

A mi tutor Biólogo Milton Cun por su guía para poder llevar a cabo mi trabajo de investigación, de igual manera a la Dra. Lita Sorroza y Dr. Patricio Rentería en función por sus consejos y su disposición.

A la Universidad Técnico de Machala por acogerme durante todos los años de estudio y permitirme obtener mi título universitario.

RESUMEN

La sustitución de ingredientes tradicionales en la dieta de peces por nuevas materias primas es una estrategia destinada a mejorar la sostenibilidad de la acuicultura. Esta práctica tiene como objetivo disminuir el impacto ambiental de la actividad y fomentar el bienestar de los peces, presentándose como una alternativa responsable y respetuosa con el medio ambiente. El presente trabajo tuvo el objetivo de elaborar un balanceado para peces de 35% de proteína con el uso de materias primas innovadoras en combinación como lo es harina de *Gryllus assimilis* y *Moringa oleifera*, se elaboraron dos dietas alimenticias que se las nombró tratamiento B (Balanceado elaborado 100%), tratamiento AB (Balanceado comercial y elaborado 50-50%), comparándola con el tratamiento A (Balanceado comercial 100%) con un porcentaje de proteína de 35%. Se ubicó 4 peces (*Andinoacara rivulatus*) por cada tratamiento y su réplica dando un total de 36 peces, durante un período de 10 semanas. Semanalmente se tomaron datos sobre peso y talla, además se registraron los valores de temperatura y pH en la mañana y tarde respectivamente. Para evaluar y contrastar los resultados se usó el programa estadístico SPSS, los datos se procesaron con una prueba no paramétrica, se aplicó la prueba Kruskal Wallis para comparar la eficiencia de los tratamientos con un nivel de significancia del 0.05. Los resultados demostraron que los organismos obtuvieron mejor peso y talla con el tratamiento AB en comparación con el tratamiento A y B. Esto demostró que una sustitución de un 50% del alimento comercial con balanceado con harina de *Gryllus assimilis* y *Moringa oleifera* es efectivo.

Palabras claves: *Gryllus assimilis*, *Moringa oleifera*, Prueba Kruskal Wallis, sostenibilidad.

ABSTRACT

The substitution of traditional ingredients in the fish diet for new raw materials is a strategy aimed at improving the sustainability of aquaculture. This practice aims to reduce the environmental impact of the activity and promote fish welfare, presenting itself as a responsible and environmentally friendly alternative. The present work had the objective of elaborating a fish feed with 35% protein with the use of innovative raw materials in combination such as *Gryllus assimilis* meal and *Moringa oleifera*. Two feed diets were elaborated, named treatment B (100% elaborated feed), treatment AB (commercial feed and 50-50% elaborated feed), comparing it with treatment A (100% commercial feed) with a protein percentage of 35%. Four fish (*Andinoacara rivulatus*) were placed in each treatment and its replicate for a total of 36 fish during a period of 10 weeks. Data on weight and length were collected weekly, and temperature and pH values were recorded in the morning and afternoon, respectively. To evaluate and contrast the results, the SPSS statistical program was used, the data were processed with a non-parametric test, the Kruskal Wallis test was applied to compare the efficiency of the treatments with a significance level of 0.05. The results showed that the organisms obtained better weight and length with the AB treatment compared to the AB treatment. This showed that a 50% substitution of the commercial feed with *Gryllus assimilis* and *Moringa oleifera* meal is effective.

Key words: *Gryllus assimilis*, *Moringa oleifera*, Kruskal Wallis test, sustainability.

ÍNDICE

CAPÍTULO I.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.3 JUSTIFICACIÓN	3
1.4 OBJETIVOS	4
1.5 HIPÓTESIS	4
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1 Antecedentes.....	5
2.2 Labor teórica	7
2.2.1 <i>Nutrición acuícola</i>	7
2.2.2 <i>Dietas balanceadas acuícolas</i>	7
2.2.2.1 Proteína en las dietas acuícolas	7
2.2.3 <i>Ingredientes de origen animal en dietas balanceadas acuícolas</i>	8
2.2.3.1 Harina de pescado.....	8
2.2.3.2 Insectos	8
2.2.3.2.1 <i>Contenido nutricional</i>	9
2.2.3.2.2 <i>Cultivo de insectos</i>	10
2.2.3.2.3 <i>Uso de insectos</i>	10
2.2.3.2.4 <i>Ventajas del uso de insectos</i>	11
2.2.3.3 Grillo de campo (<i>Gryllus assimilis</i>)	12
2.2.3.3.1 <i>Descripción taxonómica</i>	12
2.2.3.3.2 <i>Distribución y hábitat</i>	12
2.2.3.3.3 <i>Descripción morfológica</i>	13
2.2.3.3.4 <i>Alimentación</i>	13
2.2.3.3.5 <i>Parámetros requeridos</i>	13
2.2.3.3.6 <i>Reproducción y ciclo de vida</i>	14
2.2.3.3.7 <i>Contenido nutricional de harina de Gryllus assimilis</i>	14
2.2.4 <i>Ingredientes de origen vegetal</i>	15
2.2.4.1 Moringa oleifera	16
2.2.4.1.1 <i>Distribución</i>	16
2.2.4.1.2 <i>Descripción Taxonómica</i>	16
2.2.4.1.3 <i>Hábitat</i>	17
2.2.4.1.4 <i>Descripción de la especie</i>	17
2.2.4.1.5 <i>Reproducción</i>	17

2.2.4.2	Contenido nutricional	17
2.2.5	<i>Vieja azul (Andinoacara rivulatus)</i>	18
2.2.5.1	Distribución	18
2.2.5.2	Descripción taxonómica	18
2.2.5.3	Descripción de la especie	19
2.2.5.4	Hábitat	19
2.2.5.5	Alimentación	19
2.2.5.6	Parámetros requeridos para su cultivo en cautiverio	19
2.2.6	<i>Estadística</i>	20
2.2.7	<i>Diseño completamente al azar (DCA)</i>	20
3	MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1	Área de estudio	21
3.2	Materiales.....	21
3.2.1	Equipos/instrumentos.....	21
3.2.2	Insumos biológicos	22
3.3	Metodología.....	22
3.3.1	Tipo de investigación.....	22
3.3.1.1	Investigación aplicada	22
3.3.1.2	Investigación cuantitativa.....	22
3.3.1.3	Investigación experimental.....	22
3.3.1.4	Diseño de investigación.....	23
3.3.1.5	Modelo del diseño experimental	24
3.3.2	Acondicionamiento de las unidades experimentales	24
3.3.3	Obtención de los organismos acuáticos	25
3.3.4	Obtención de la materia prima animal y vegetal	25
3.3.5	Obtención del balanceado comercial	25
3.3.6	Formulación para la elaboración del alimento balanceado	25
3.3.6.1	Composición nutricional de la dieta elaborada.....	26
3.3.7	Proceso de elaboración del alimento balanceado.....	27
3.3.7.1	Pesado.....	28
3.3.7.2	Mezclado	28
3.3.7.3	Enfriado	28
3.3.7.4	Peletizado y cortado	28
3.3.7.5	Secado.....	28
3.3.7.6	Enfriado	28

3.3.7.7	Envasado y almacenamiento	29
3.3.8	<i>Elaboración del alimento combinado</i>	29
3.3.8.1	Molienda y pesado.....	29
3.3.8.2	Mezclado y enfriado	29
3.3.8.3	Peletizado y cortado	29
3.3.8.4	Secado, enfriado almacenamiento	29
3.3.9	<i>Dosis de alimentación</i>	29
3.3.10	<i>Recolección de datos</i>	30
3.3.10.1	Peso y talla semanal.....	30
3.3.10.2	pH y temperatura	30
3.3.11	<i>Procesamientos de datos obtenidos</i>	30
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
4.1	Interpretación de resultados obtenidos	31
4.1.1	<i>Aceptación de los organismos de las dietas elaboradas</i>	31
4.1.2	<i>Biomasa obtenida por semanas del experimento</i>	31
4.1.3	<i>Peso obtenido semanal</i>	32
4.1.4	<i>Factor de conversión alimenticia (FCA)</i>	33
4.1.5	<i>Talla obtenida semanal</i>	33
4.1.6	<i>Comparación de la eficiencia entre tratamientos en el peso del organismo</i>	34
4.1.7	<i>Comparación de la eficiencia entre tratamientos en la talla del organismo</i>	35
4.1.8	<i>Comportamiento del pH durante el tiempo de experimento</i>	36
	37
4.1.9	<i>Comportamiento de la temperatura durante el tiempo de experimento</i> ...	37
4.2	Discusión	39
4.2.1	<i>Comparación de la eficiencia entre tratamientos en el peso y talla del organismo</i>	39
4.2.2	<i>Comparación de los parámetros pH y temperatura</i>	41
5	CONCLUSIONES.....	43
6	RECOMENDACIONES.....	45
7	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46
	ANEXOS.....	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Nivel de proteína de acuerdo con el peso del pez.....	
Tabla 2. Insectos comúnmente utilizados para consumo animal y humano a nivel mundial	8
Tabla 3. Sustratos para la alimentación de insectos	10
Tabla 4. Descripción taxonómica de <i>Gryllus assimilis</i>	12
Tabla 5. Afinidad de consumo de <i>Gryllus assimilis</i> por tipo de residuo orgánico.....	13
Tabla 6. Parámetros para la cría de <i>Gryllus assimilis</i>	14
Tabla 7. Valor nutritivo de base seca por gramo de harina de <i>Gryllus assimilis</i>	15
Tabla 8. Contenido de minerales de la harina de <i>Gryllus assimilis</i>	15
Tabla 9. Taxonomía de <i>Moringa oleifera</i>	16
Tabla 10. Composición química de <i>Moringa oleifera</i>	17
Tabla 11. Aminoácidos esenciales presentes en <i>Moringa oleifera</i>	18
Tabla 12. Descripción taxonómica de <i>Andinoacara rivulatus</i>	19
Tabla 13. Parámetros requeridos de <i>A. rivulatus</i>	23
Tabla 14. Características del experimento.....	23
Tabla 15. Tratamientos y sus respectivas formulaciones.....	23
Tabla 16. Características de la unidad experimental.....	24
Tabla 17. Composición nutricional del balanceado comercial.....	25
Tabla 18. Composición nutricional de los insumos para la elaboración de la dieta balanceada.....	26
Tabla 19. Composición nutricional del balanceado elaborado.....	27
Tabla 20. Variables a evaluar.....	30
Tabla 21. Biomasa de los organismos (<i>Andinoacara rivulatus</i>).....	31
Tabla 22. Pesos obtenidos de los organismos (<i>Andinoacara rivulatus</i>)	32
Tabla 23. FCA de los tratamientos.....	33
Tabla 24. Talla obtenida por los organismos (<i>Andinoacara rivulatus</i>)	33
Tabla 25. Eficiencia de tratamientos en relación al peso en (<i>Andinoacara rivulatus</i>)...34	
Tabla 26. Eficiencia de tratamientos en relación a la talla en (<i>Andinoacara rivulatus</i>).35	

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Gryllus assimilis.....	12
Ilustración 2. Ciclo de vida de Gryllus assimilis.....	14
Ilustración 3. Moringa oleífera.....	16
Ilustración 4. Andinoacara rivulatus	18
Ilustración 5. Ubicación del proyecto	21
Ilustración 6 Aleatorización de los tratamientos	24
Ilustración 7. Diagrama de proceso de elaboración de balanceado.....	27
Ilustración 8 Diferencia de eficiencia en peso entre tratamientos.....	35
Ilustración 9 Diferencia de eficiencia de talla entre tratamientos	36
Ilustración 10 Variación de pH en la mañana.....	36
Ilustración 11 Variación de pH en la tarde	37
Ilustración 12 Variación de temperatura en la mañana	38
Ilustración 13 Variación de la temperatura en la tarde	38

ANEXOS

Anexo 1. Harina molida de <i>Gryllus assimilis</i>	57
Anexo 2. Harina molida de <i>Moringa oleífera</i>	57
Anexo 3. Mezcla de las harinas.....	57
Anexo 4. Formación de pellets.....	57
Anexo 5. Toma de parámetros.....	57
Anexo 6. Multiparámetros.....	57
Anexo 7. Toma de peso de los organismos.....	57
Anexo 8. Toma de talla de los organismos.....	57
Anexo 9. Mantenimiento de las unidades experimentales.....	57
Anexo 10. Comparación de tratamientos en el peso mediante la prueba Kruskal-Wallis.....	58
Anexo 11. Comparación de tratamientos en la talla mediante la prueba Kruskal-Wallis.....	58

CAPÍTULO I

1.1 INTRODUCCIÓN

La importancia de la nutrición en los organismos acuáticos radica en su papel fundamental para asegurar la producción de alimentos balanceados, que promuevan un crecimiento saludable y un rendimiento óptimo.

Macusi *et al.*, (2023) determinan que la harina de pescado representa entre el 60 y 70% de los componentes totales en los alimentos destinados para peces, disminuir el uso tanto de la harina como el aceite de pescado es un punto clave para la preservación de los recursos que nos brinda el medio marino, reduciendo gastos que genera la alimentación en las producciones acuícolas, que representa un 60% en los costos totales.

En Ecuador, el cultivo de organismos acuáticos, como el camarón, constituye el principal generador de divisas estatales a través de sus exportaciones. En los últimos años, se ha observado un creciente interés en la nutrición dentro de este sector, en búsqueda de alternativas para la elaboración de alimentos que promuevan la sostenibilidad en los sistemas de producción acuícola. Este enfoque se centra en la exploración de nuevas fuentes de materias primas que ofrezcan beneficios comparables a los proporcionados por las fuentes actuales.

Al analizar la composición química de los insectos, se observa una serie de beneficios, incluyendo la calidad y cantidad de proteínas que se asemejan a las presentes en la harina de pescado. La viabilidad de sustituir la harina de pescado por insectos como insumo se fundamenta en el contenido proteico, el cual varía entre el 50% y el 82%.

Este estudio se centró en la formulación y elaboración de un alimento balanceado para peces, incorporando materias primas no convencionales como la harina de *Gryllus assimilis* y *Moringa oleífera*. Estas fueron combinadas con el propósito de aprovechar los beneficios que ambas ofrecen. Se llevó a cabo una comparación con el alimento comercial, evaluando la ganancia de peso y talla en los organismos *Andinoacara rivulatus* durante un período experimental de 10 semanas.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El incremento en la demanda de proteína animal por parte de la población humana ha ocasionado importantes presiones en la industria agropecuaria. En el sector acuícola, los organismos en cultivo requieren alimentos equilibrados con alto contenido proteico, como es el caso de la harina de pescado. No obstante, el uso extensivo de esta materia prima está generando efectos adversos en los ecosistemas marinos, como la sobreexplotación de especies de peces forrajeros y la degradación de la biodiversidad marina.

La proteína vegetal es otra alternativa valedera, pero presentan sustancias anti nutricionales, que afectan al metabolismo de los peces y a varios organismos acuáticos que se le suministra durante su cultivo, lo que hace limitar su uso para la elaboración en las dietas balanceadas.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La harina de grillo ha surgido como nueva propuesta por su contenido proteico de alta calidad, que presenta una composición similar al de la harina de pescado. Además, constituyen una fuente sostenible y económicamente viable de proteínas, dado que demandan menos recursos en comparación con la producción de harina de pescado. Asimismo, su cultivo puede resultar más ético y respetuoso con el medio ambiente.

Investigaciones han evidenciado que la harina de *Moringa oleifera* presenta una diversidad de nutrientes, entre los que se incluyen aminoácidos esenciales como la lisina y la metionina, así como vitaminas A, C y E, los cuales son fundamentales para el sistema inmunológico y el desarrollo óptimo de los peces.

1.4 OBJETIVOS

Objetivo general

Formular y elaborar dietas balanceadas con harina de *Gryllus assimilis* y *Moringa oleífera* para el suministro alimenticio del pez *Andinoacara rivulatus*.

Objetivos específicos

- Evidenciar la eficiencia de dos dietas balanceadas a base de harina de *Gryllus assimilis* y de *Moringa oleífera*, con el alimento comercial en el peso y talla del pez durante el tiempo del experimento.
- Controlar los parámetros, temperatura y pH en el agua durante el tiempo de cultivo del pez.

1.5 HIPÓTESIS

La combinación de una dieta balanceada con alimento comercial y alimento elaborado con *Gryllus assimilis* y *Moringa oleífera* puede incidir positivamente al organismo en función de su talla y peso.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Llanes (2020) realizó un estudio donde se elaboraron dietas alimenticias para *Clarias gariepinus* donde afirman que un buen aprovechamiento del alimento está en relación con el tamaño de las partículas de los ingredientes a usar, la molienda reduce su tamaño y va a influir en una mejor digestibilidad y conversión alimenticia en los peces.

De acuerdo Arru *et al.* (2019) en la acuicultura la harina de insectos es muy apetecible ya que hoy en día se la promueve como una alternativa a las dietas comúnmente utilizadas, tiene la ventaja que naturalmente los insectos forman parte de la alimentación de peces. En estos podemos encontrar aproximadamente un 45% de materia seca (MS), buena proporción de aminoácidos esenciales, así como también ciertos minerales y distintas vitaminas.

Los autores Hanan *et al.* (2022) realizaron un estudio que tuvo como objetivo evaluar la viabilidad del uso de harina de grillo *G. bimaculatus* de campo (CM) en el alimento para peces de tilapia roja híbrida (*Oreochromis spp.*). La frecuencia de alimentación de los peces fue de dos veces al día a razón del 3% del peso corporal total durante 98 días. El resultado de la harina de grillo demostró que podría usarse para reemplazar la harina de pescado hasta en un 50% sin causar ningún efecto significativo en su crecimiento.

Stadtlander *et al.* (2017) realizaron una prueba de alimentación, se suministró a la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) una dieta que contenía un 28 % de harina de insectos desgrasada mecánicamente de la mosca soldado negra, *Hermetia illucens*. (HIM) y en comparación con un control que recibió una dieta basada en harina de pescado. Como resultado afirman que la harina de insectos reemplazó casi el 50% de la harina de pescado, donde no se observaron diferencias excepto una coloración ligeramente más oscura de los peces alimentados con HIM.

Inga & Shapiama (2019) analizaron la influencia de la inclusión de 10% de harina de insectos en una dieta sobre el crecimiento de juveniles de *Astronotus ocellatus*, Los peces alimentados con la dieta con inclusión de harina de insectos lograron mayor ganancia de

peso, mayor incremento en peso, mejor tasa de crecimiento específico, mejor conversión alimenticia y mejor eficiencia alimenticia, marcando diferencia significativa.

Las diferentes partes de esta planta *Moringa oleifera* están siendo aprovechadas para destinarse a diferentes usos, entre ellos para la harina la cual generalmente se realiza con las hojas, esto porque estas tienen un nivel de proteína de 28%, la cual se obtiene luego de pasar por procesos de secado y molienda. (Mahecha *et al.*, 2020).

Los autores Cruz *et al.* (2022) afirman que *Moringa oleifera* tiene un gran contenido de proteínas que son considerablemente digeribles, además de calcio, hierro, vitamina A y C. Ali *et al.* (2023) mencionan que las hojas tienen antioxidantes tales como el ácido ascórbico, flavonoides, carotenoides, polifenoles, retinol, glucósidos.

Los autores Pérez *et al.* (2022) enfatizan que las hojas tienen un perfil de proteínas de 24-29 g 100 g⁻¹, los aminoácidos se encuentran en 72,4%. En cuanto a las semillas son pulposas, envueltas por una cascara delgada de tonalidad café, tienen tres alas y al retirar la cascara se obtiene el endospermo que es blanco y aceitoso, contienen alto contenido de nutrientes y un perfil de proteínas de entre 33 y 60%.

Moringa oleifera tiene efectos que se asemejan a las propiedades químicas presentes en el sulfato de aluminio, por cual se ha usado para contribuir al tratamiento convencional del agua, ya que su contenido de electrolitos con funciones aniónica y catiónica purifican el agua. (Castillo, 2023)

En lo que respecta a peces se la ha utilizado para alimentar alevines donde ayuda al crecimiento, digestibilidad, reduciendo la descarga de nutrientes por medio de los excrementos, disminuyendo la contaminación del ambiente donde se encuentran los organismos. (Quineche *et al.*, 2021)

Taj *et al.* (2023) realizaron un estudio donde se contrastaron diferentes niveles de alimentación de una dieta formulada que contenía *Moringa oleifera*, sobre el crecimiento de *Oreochromis niloticus*. Los resultados demostraron que el extracto de *Moringa* al 12% mostró una ganancia máxima en longitud y peso y una conversión alimenticia mínima.

Solórzano (2017) realizó una investigación que tuvo como objetivo comparar el aprovechamiento alimenticio en el crecimiento *Andinoacara rivulatus* aplicando un balanceado comercial de 28% y 32% de proteína. Los resultados demostraron que en el tanque (1) obtuvieron un peso final de 81,45g y 17,13 cm, tanque (2) 77,03 g y 16,08

cm. Los parámetros ambientales obtenidos fueron: oxígeno (3,7 – 5,9mg/L), temperatura (28,3 – 31,3°C), Ph (6,3 – 7,9) y amonio (0,125 mg/L) las cuales fueron variables, están dentro de los rangos óptimos para el desarrollo normal de la vieja azul (*A. rivulatus*).

2.2 Labor teórica

2.2.1 Nutrición acuícola

Nutrición acuícola es la rama especializada dentro de la acuicultura que se centra en investigar los efectos de los componentes de las dietas alimenticias en peces, crustáceos y moluscos a niveles bioquímicos, nutricionales y fisiológicos. Esta área, altamente demandada en el mercado, se esfuerza continuamente por mejorar la calidad nutricional de las dietas, explorando la interacción de sus elementos químicos con el agua. Además, se ocupa de examinar la absorción, digestión y aprovechamiento de los alimentos por parte de los organismos acuáticos (Santillán, 2020).

2.2.2 Dietas balanceadas acuícolas

Los alimentos formulados deben cumplir con ciertas características para ser usados en la alimentación de los organismos, las materias primas deben ser de calidad y aptas de acuerdo a los requerimientos del pez. Se conoce que la nutrición juega un papel importante en la acuicultura ya que este representa el mayor porcentaje en los costos y va a influir en los resultados del cultivo (Solís, 2018)

2.2.2.1 Proteína en las dietas acuícolas

La formación de tejidos y el crecimiento requieren la presencia esencial de proteínas, que representan un porcentaje significativo en el rango del 30% al 55%. Su inclusión en la elaboración de alimentos puede resultar costosa (Rombenso *et al.*, 2021).

El nivel de proteína en función del peso en los peces se describe en la tabla 1.

Tabla 1. Nivel de proteína de acuerdo con el peso del pez.

Peso (g)	Nivel óptimo de proteína (%)
Larva 0,5	40-45
0,5-10	40-35
10-30	30-35
30-250	30-35
250- peso comercial	25-30 ⁱ

Fuente: Terán (2008)

2.2.3 Ingredientes de origen animal en dietas balanceadas acuícolas

Proviene de varios animales y presentan grandes beneficios nutricionales, generando un mayor aprovechamiento del alimento por parte de los organismos en cultivos que lo aprovechan por su perfil de aminoácidos, carencia de sustancias antinutricionales y por su contenido de proteína (Röthig *et al.*, 2023)

2.2.3.1 Harina de pescado

Nunes *et al.* (2022) consideran, que los ingredientes importantes más usados durante las actividades acuícolas; es la harina de pescado, por la gran cantidad de nutrientes esenciales que esta aporta, conllevando a una captura sin control de peces de los ecosistemas marinos, su uso no tiene perspectivas buenas para un futuro.

Sorroza *et al.* (2018) mencionan que el empleo de harina de pescado en la acuicultura ha conducido a una intensificación y una creciente demanda en cantidades significativas. Esta materia prima desempeña un papel dominante en acuicultura, siendo utilizada en aproximadamente el 85% de la producción a nivel mundial en actividades acuícolas.

Li *et al.* (2022) exponen que la acuicultura y sus procesos de formulación de alimentos dependen en gran medida de la harina de pescado obtenida de especies de peces forrajeros del medio natural.

2.2.3.2 Insectos

Hua *et al.* (2019) manifiestan que este grupo de especies posee ciclos de vida cortos y se adapta a múltiples sustratos en sus criaderos, los cuales exhiben una alta productividad y una eficiente conversión alimenticia. Las especies específicas reconocidas para consumo animal y humano se detallan en la tabla 2.

Tabla 2. Insectos comúnmente utilizados para consumo animal y humano a nivel mundial

<i>Acheta domesticus</i>
<i>Grylloides sigillatus</i>
<i>Gryllus assimilis</i>
<i>G. bimaculatus</i>
<i>G. locorojo</i>
<i>Locusta migratoria</i>
<i>Tenebrio molitor</i>
<i>Musca domestica</i>
<i>Hermetia illucens</i>

Fuente: (Camilo *et al.*, 2020)

2.2.3.2.1 *Contenido nutricional*

De acuerdo con Pastor *et al* (2006) en el perfil nutricional de este grupo, presentan grandes cantidades de proteínas, fibra dietética, ácidos grasos, hierro, zinc, magnesio, manganeso, fósforo, selenio, riboflavina, ácido pantoténico, biotina. Según Elhassan *et al.* (2019) otro nutriente que se encontraron en algunas investigaciones es el ácido fólico en grandes cantidades.

Como señala Sogari *et al.* (2019) la popularidad del uso de insectos en la alimentación animal, como complemento para mejorar la salud intestinal, se debe a sus propiedades beneficiosas para la estimulación inmunológica. Las cuales incluyen la presencia de ácido láurico, péptidos antimicrobianos y quitina.

Nogales *et al.* (2019) postula que la quitina se encuentra en el exoesqueleto de los insectos, se clasifica como fibra, aunque su grado de digestibilidad varía según la cantidad de aminoácidos unidos a ella. En el caso de los peces, es posible que la quitina esté disponible para la digestión, dado que poseen naturalmente las enzimas quitinasa y quitobiasa en el intestino. Esto se debe a que los insectos forman parte de la alimentación natural de los peces en su entorno original.

Según Maulu *et al.* (2022), la inclusión de cantidades adecuadas de quitina tiene efectos positivos en los peces al modular la comunidad microbiana del intestino y mejorar el sistema inmune. Se considera que un rango entre 25 y 50 mg/kg es apropiado para obtener estos beneficios.

De Acuerdo con Gorrín (2021) los insectos también contienen una proporción significativa de grasas, con un perfil de ácidos grasos insaturados similar al de las gallinas y el pescado blanco. Se caracterizan por tener un alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados (PUFA). Sin embargo, la presencia de ácido icosapentaenoico (EPA) y ácido docosahexaenoico (DHA) es limitada o inexistente, aunque sí contienen ácido linoleico y, eventualmente, ácido linolénico.

Se evidencia de los beneficios y de ciertas limitaciones, como su bajo nivel de ciertos nutrientes, sin embargo, está directamente relacionado con el tipo de sustrato que se use para la crianza, algunos son ricos de forma natural con ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) como también altos en minerales, lo cual contribuirá a que se obtenga materia prima rica en nutrientes. Es así que el contenido nutricional de los insectos se puede

modificar por medio de métodos dietéticos adecuados, tomando en cuenta los requerimientos en la alimentación que cada especie en cultivo (Gasco *et al.*, 2020).

2.2.3.2.2 *Cultivo de insectos*

La producción de insectos se lleva a cabo en varias etapas, comenzando con la colocación de larvas en diferentes contenedores que contienen sustratos nutritivos. El crecimiento de las larvas hasta alcanzar un tamaño comercial puede tomar días o semanas, dependiendo de la especie y las condiciones ambientales.

El sustrato es una parte fundamental en el proceso de la cría de insectos ya que va a influir directamente en su desarrollo óptimo, además se debe tomar en cuenta el tipo de especie a cultivar. Las características para elegir un sustrato están relacionadas con las proteínas y las grasas, las cuales no deben ser ni bajas ni altas, una baja cantidad de proteína impide el crecimiento, así como una alta cantidad de grasas podría causar la muerte ya que obstaculiza los procesos de respiración y movilidad de los insectos. El alimento para pollos y la harina de soja son por lo general sustratos que más se usan, sin embargo, cada día se busca optar por otras alternativas aprovechando subproductos alimentarios, lo que promueve una sostenibilidad para la producción de proteína animal. (Riekkinen *et al.*, 2022). Algunos de los sustratos de subproductos de otros animales y que son permitidos son los que se describen en la tabla 3.

Tabla 3. Sustratos para la alimentación de insectos

Harina de pescado
Hemoderivados procedentes de no rumiantes
Fosfato dicálcico y tricálcico de origen animal
Proteínas hidrolizadas de pieles y cueros de rumiantes
Gelatina y colágeno de no rumiantes
Huevos y ovoproductos
Leche, productos a base de leche, productos derivados de la leche

Fuente: (Parlamento Europeo, 2017)

2.2.3.2.3 *Uso de insectos*

Alimentación humana: Los insectos destinados al consumo humano se encuentran disponibles en el mercado en diversas presentaciones, incluyendo enteros, deshidratados, molidos y en forma de harinas. Los alimentos elaborados a partir de esta materia prima

incluyen pan, pastas, salsas, golosinas, barras energéticas, bebidas, galletas, tortillas, hamburguesas y salchichas. Los grillos son el tipo de insecto más utilizado para la producción de estos productos (Avendaño *et al.*, 2020).

Alimentación animal: Desde la antigüedad las aves han consumido insectos de forma natural, con el tiempo han tomado más campo en la investigación científica, donde se ha puesto a prueba esta alternativa de alimento para otros animales. En animales terrestres se ha puesto a prueba en aves de corral y en cerdos donde se ha visto resultados prometedores debido al contenido proteico que benefician en las diferentes etapas de desarrollo de los animales, en el caso de las gallinas existe más amplitud en productos derivados de los insectos ya que se hace uso de las harinas y larvas. (Avendaño *et al.*, 2020)

Alimentación acuícola: Los insectos se introducen en la dieta de los peces por medio de dietas ricas en aminoácidos, lípidos, vitaminas y minerales. Esta peculiaridad permite reemplazar las materias primas en la alimentación de los organismos acuáticos, especialmente reemplazando la harina de pescado. Al día de hoy las investigaciones sobre sustituir parcial o completamente a la harina de pescado por la de insectos ha presentado efectos positivos en términos de crecimiento, aumento de peso, utilización de nutrientes, reproducción y salud intestinal de los peces especialmente en especies como el salmón, tilapia, salmón, lubina, dorada, carpa y bagre. (Oviedo *et al.*, 2023)

2.2.3.2.4 Ventajas del uso de insectos

Según Moreno *et al.* (2021) estas son algunas de las características por las cuales se afirma que los insectos pueden ser alimento sustentable.

- Se producen a partir de subproductos o desechos orgánicos lo cual disminuye el daño al ambiente.
- La emisión de gases de efecto invernadero es en una proporción menor
- Para su crianza no es necesario grandes espacios, ni mucha cantidad de agua a diferencias de otros cultivos.
- Conversión alimenticia eficiente
- Tasas de crecimiento y reproducción altas
- El valor de producción es reducido

2.2.3.3 Grillo de campo (*Gryllus assimilis*)

De acuerdo con Fialho *et al.* (2021) dentro de todo el grupo de insectos se encuentra esta especie la cual se muestra en la ilustración 1, se caracteriza por presentar una alta tasa de reproducción y crecimiento, en cierto momento del año, esto por consecuencia del clima caluroso, la humedad y en presencia de cultivo de maíz y soja. Soares *et al.* (2019) confirma que esta especie es caracterizada por contener ácidos palmítico, oleico y linoleico.

Ilustración 1. *Gryllus assimilis*



Fuente: AGROSAVIA (2022)

2.2.3.3.1 Descripción taxonómica

La descripción taxonómica se describe en la siguiente tabla 4.

Tabla 4. Descripción taxonómica de *Gryllus assimilis*

Categoría taxonómica	Taxonomía
Phyllun:	Arthropoda
Clase:	Insecta
Sub-clase:	Pterigota
Orden:	Orthoptera
Familia:	Grillidae
Especie:	<i>Gryllus assimilis</i>

Fuente: (Apolo & Iannacone, 1993)

2.2.3.3.2 Distribución y hábitat

Se ha encontrado en Canadá, Argentina y del Atlántico al Pacífico, estos insectos prefieren un hábitat de suelos húmedos y en entornos oscuros. (Masson *et al.*, 2020)

2.2.3.3.3 Descripción morfológica

La tonalidad de esta especie de grillo en el cuerpo cambia desde un negro sólido, y en partes a un tono rojizo. La parte frontal costa de unas franjas longitudinales propias. Sus alas tienen distintas tonalidades que van desde el color canela al negro siendo este distintivo de lugares fríos y húmedos. La diferenciación de las hembras es que estas tienen alas oscuras acostumbra tener una franja de color claro a lo largo del ángulo del ala anterior. (Weissman *et al.*, 2009)

2.2.3.3.4 Alimentación

Quispe *et al.* (2023) establece que los grillos son omnívoros pueden alimentarse tanto de plantas, u otros insectos, se puede hacer uso de residuos orgánicos de frutas, verduras, restos de comida y una combinación de lo mencionado anteriormente, los cuales tener estar en buen estado, prefieren suaves y frescos. Como se resume en la siguiente tabla 5.

Tabla 5. Afinidad de consumo de *Gryllus assimilis* por tipo de residuo orgánico

Tipo de residuo orgánico	Residuos específicos
Desechos alimentarios	Arroz, papas fritas, fideos sobrantes, tiras de pollo, carne.
Residuos de frutas y verduras	Frutas: Plátano, cítricos, piña, papaya, uva, mango Verduras: cáscaras de calabaza, tomate, zanahoria, patata, guisantes, lechuga

Fuente: (Quispe *et al.*, 2023)

2.2.3.3.5 Parámetros requeridos

En la tabla 6 se describe los parámetros que son de mayor importancia para esta especie y así mismo sus rangos óptimos para su cultivo

Tabla 6. Parámetros para la cría de *Gryllus assimilis*

Temperatura	20°-35°C
Humedad	80-90%

Fuente: (Quispe *et al.*, 2023)

2.2.3.3.6 *Reproducción y ciclo de vida*

Los grillos de esta especie son aptos para la reproducción a partir de las ocho semanas de vida, los machos logran fecundar alrededor de 25 hembras, las cuales entre 150 y 200 huevos en toda su vida como se muestra en la ilustración 2 (Mamani & Mamani, 2019).

Ilustración 2. Ciclo de vida de *Gryllus assimilis*



Fuente: Gaua (2012)

2.2.3.3.7 *Contenido nutricional de harina de Gryllus assimilis*

El contenido nutricional de la harina a base de *Gryllus assimilis* se describe a continuación en la tabla 7 y 8.

Tabla 7. Valor nutritivo de base seca por gramo de harina de *Gryllus assimilis*

Proteínas	54.69%
Grasa	29.78%
Minerales (cenizas)	2.83%
Humedad	78.09%
Fibra	4.85%
Carbohidratos	7.85%

Fuente: (Koga & García, 2006)

Tabla 8. Contenido de minerales de la harina de *Gryllus assimilis*

Fosforo	0.74%
Potasio	1.02%
Calcio	0.38%
Magnesio	0.11%
Sodio	0.43%
Zinc	203 ppm
Cobre	55 ppm
Manganeso	43 ppm
Fierro	654 ppm

Fuente: (Koga & García, 2006)

2.2.4 Ingredientes de origen vegetal

La acuicultura ha buscado alternativas para reemplazar la harina de pescado (Fish meal FM), un ingrediente común en las dietas acuícolas. Una de estas alternativas es la proteína de fuentes vegetales, siendo la harina de soja (Soybean meal SBM) una de las más conocidas debido a su bajo costo en el mercado, contenido nutritivo y buena asimilación por parte de los organismos acuáticos. Sin embargo, la harina de soja presenta desventajas

como la presencia de factores antinutricionales y carbohidratos no digeribles, los cuales pueden tener efectos adversos en la salud intestinal de los organismos acuáticos. (Randazzo *et al.*, 2021)

Como señala Xie *et al.* (2021) algunas de las sustancias antinutricionales presentes en la harina de soja y otras fuentes vegetales incluyen ácido fítico, inhibidores de proteasa, lectinas, saponinas, antivitaminas y alérgenos. Estas sustancias interfieren en la absorción de proteínas, minerales y vitaminas, lo que puede resultar en un crecimiento deficiente y una utilización incompleta de los nutrientes suministrados a los peces.

2.2.4.1 *Moringa oleifera*

2.2.4.1.1 *Distribución*

Esta planta es originaria del sur del Himalaya, abarcando varias regiones en la frontera norte de la India, desde Pakistán hasta Bangladesh. Actualmente, su presencia se extiende a otras partes del mundo, incluyendo Filipinas, África, Camboya, China, la región del Caribe y América (Ontivero *et al.*, 2022).

Ilustración 3. *Moringa oleifera*



Fuente: CIAD (2023)

2.2.4.1.2 *Descripción Taxonómica*

A continuación, en la tabla 9 se describe la taxonomía de *Moringa oleifera*

Tabla 9. Taxonomía de *Moringa oleifera*

Categoría taxonómica	Taxonomía
Reino	Plantae
Orden	Brassicales
Familia	Moringáceas
género	Moringa

Especie	<i>Moringa oleifera</i>
----------------	-------------------------

Fuente: (Sultana, 2020)

2.2.4.1.3 Hábitat

Los autores Zumalacárregui & Ferrer (2022) afirman que esta especie es una planta con una gran importancia, diversa, se adapta fácilmente, su cultivo es simple, además de contar con un índice de crecimiento acelerado. Sultana (2020) menciona que *Moringa oleifera* puede poblar ambientes de trópicos húmedos, terrenos cálidos y secos, este último no les perjudica, así mismo opta por distintas tipologías de suelos, mencionando los suelos arcillosos y arenosos con buen drenaje, su valor de pH tiene una escala que va desde 5 a 9.

2.2.4.1.4 Descripción de la especie

Momin & Memiş (2023) señalan que es una especie boscosa, sus dimensiones varían de 8 a 15 m de altura. Es firme, su taño es leñoso y blando, su raíz presenta estructura fasciculada. A medida que crece las hojas se tornan de verde oscuro, las vainas que se origina de este árbol son amplias de 30 a 50 cm de longitud.

2.2.4.1.5 Reproducción

En cuanto a la reproducción sexual son varios los elementos que intervienen para que este proceso se pueda realizar, genéticos, morfológicos, bioquímicos, climáticos y poblacionales, la polinización también forma parte teniendo en cuenta la cantidad y eficacia de los organismos que la realizan. Por otro lado, algunas flores tienen las características de presentar hermafroditismo por lo cual realizan una autopolinización llamada geitonogamia y por xenogamia. (Ontivero *et al.*, 2022)

2.2.4.2 Contenido nutricional

En la tabla 10 se muestra el contenido nutricional de la planta *Moringa oleifera*

Tabla 10. Composición química de *Moringa oleifera*

	Hojas (%)	Tallos (%)
Materia seca	89.60	88.87
Proteína	24.99	11.22
Fibra cruda	23.60	41.90

Cenizas	10.42	11.38
----------------	-------	-------

Fuente: (Chavesta Sanchez, 2019)

Tabla 11. Aminoácidos esenciales presentes en *Moringa oleifera* (%)

Lisina	6.61
Leucina	9.86
Metionina	2.06
Treonina	4.90
Triptófano	2.13
Isoleucina	9.30
Valina	7.10

Fuente: Chavesta Sanchez (2019)

2.2.5 Vieja azul (*Andinoacara rivulatus*)

2.2.5.1 Distribución

El pez *Andinoacara rivulatus* (Günther 1860) como se muestra en la ilustración 4 es un organismo con su esqueleto osificado de hábitat de agua dulce, se distribuye naturalmente desde el norte del Ecuador hasta el norte de Perú. (Nirchio *et al.*, 2019)

Ilustración 4. *Andinoacara rivulatus*



Fuente: Autora (2023)

2.2.5.2 Descripción taxonómica

La descripción taxonómica de la especie *A. rivulatus* se describe en la siguiente tabla.12

Tabla 12. Descripción taxonómica de *Andinoacara rivulatus*

Categoría taxonómica	Taxonomía
Orden	Perciformes
Familia	Cichlidae
género	Andinoacara
Especie	rivultus
Nombre científico	<i>Andinoacara rivulatus</i>
Nombre común	Vieja azul

Fuente: (Villamar, 2017)

2.2.5.3 Descripción de la especie

Rodriguez (2019) manifiesta que *A. rivulatus* es un pez de tonalidad café profundo con rayas negras en su cuerpo, pequeñas marcas azules en la cabeza y aletas oscuras. Los machos pueden alcanzar una longitud de 35 cm con una protuberancia, mientras que las hembras llegan a los 30 cm con líneas azules en la barbilla y una mancha negra en la parte central del cuerpo.

2.2.5.4 Hábitat

Según lo indicado por Gonzalez (2016), estos peces habitan en lugares donde la corriente es mínima, como en humedales y represas, aunque también se pueden observar en menor número en ríos con mayor flujo. Residen en las cercanías del lecho acuático, pero no directamente sobre él.

2.2.5.5 Alimentación

Sus hábitos alimenticios son carnívoro e insectívoro, en un mesocosmo acepta carne, viseras de vaca o pescado, larvas de insectos, y de dietas balanceadas comercial en diferentes presentaciones.(Valera, 2020)

2.2.5.6 Parámetros requeridos para su cultivo en cautiverio

Encalada (2021) Expone los principales parámetros a tomar en cuenta en *A. rivulatus* en la tabla 13.

Tabla 13. Parámetros requeridos de *A. rivulatus*

Temperatura	28-30°c Necesario para su reproducción y crecimiento, a una temperatura de 15°c los peces no se alimentan, y a los 12°c podrían llegar a morir.
Oxigeno	7-8 mg/l Los niveles de oxígeno pueden disminuir por consecuencia de mucha población, alimentación no controlada ni medida, por ende, acumulación de materia orgánica
Ph	6-8 Fuera del rango optimo puede afectar al sistema inmune de los peces y enfermar con más rapidez.
Amonio	0.125 mg/l

Fuente: (Encalada, 2021)

2.2.6 Estadística

2.2.7 Diseño completamente al azar (DCA)

Se basa en los fundamentos de aleatorización y repetición, para que se pueda implementar este diseño las condiciones deben ser uniformes, la asignación de las unidades de prueba se reparten de forma completamente al azar sin limitaciones. Es decir, para cada unidad se elige un número aleatoriamente para tomar la decisión de que tratamiento se implementara en dicha unidad experimental.(Camani, 2013)

CAPÍTULO III

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Área de estudio

El lugar de estudio se llevó a cabo en la ciudad de Machala, en la ciudadela “24 de septiembre” con coordenadas: 3°15'59.1"S 79°56'02.8"W como se muestra en la ilustración 5.

Ilustración 2. Ubicación del proyecto



Fuente: Google maps (2023)

3.2 Materiales

3.2.1 Equipos/instrumentos

- Horno casero
- Molino manual
- Recipientes
- Jeringuilla
- Peceras
- Aireadores
- Mangueras
- Piedras difusoras
- Mallas
- Sifoneador

- Filtros de peceras
- Desclorificante
- Gramera
- Ictiómetro
- Medidor multiparámetros

3.2.2 Insumos biológicos

- Harina de grillo (*Gryllus assimilis*)
- Harina de moringa (*Moringa oleífera*)
- Aceite de aguacate
- Agua
- Organismos acuáticos (*Andinoacara rivulatus*)
- Balanceado comercial

3.3 Metodología

3.3.1 Tipo de investigación

3.3.1.1 Investigación aplicada

El presente estudio se fundamentó en una exhaustiva revisión bibliográfica de diversas teorías científicas validadas que abordan el uso de harinas de insectos en específico de grillo (*Gryllus assimilis*) y moringa (*Moringa oleífera*) como agentes alimentarios beneficiosos en la producción acuícola. El objetivo central de esta investigación es explorar una alternativa alimenticia innovadora para la acuicultura respaldada por fundamentos teóricos sólidos y respaldada por la comunidad científica.

3.3.1.2 Investigación cuantitativa

Este estudio sigue una metodología de investigación cuantitativa, caracterizada por la recopilación y análisis de datos numéricos, utilizando herramientas específicas del campo para validar los resultados obtenidos.

3.3.1.3 Investigación experimental

Se adopta un enfoque de investigación experimental, donde se realizaron observaciones sobre el peso y la talla de los organismos sometidos a prueba a lo largo del tiempo. Se seleccionaron 36 ejemplares de *Andinoacara rivulatus* con un peso de 3 gramos y una talla de 4.6 centímetros como sujetos de estudio.

3.3.1.4 Diseño de investigación

En el estudio se aplicó un diseño completamente al azar para la aleatorización de los tratamientos con el fin de evaluar la hipótesis propuesta y determinar el tratamiento óptimo en términos de variables de peso y talla en comparación con un alimento comercial. Para este propósito, se establecieron tres tratamientos basados en un balanceado elaborado con harina de *Gryllus assimilis* y harina de *Moringa oleífera*. Además, se llevaron a cabo observaciones de las variables pH y temperatura durante el experimento, y la tabla 14 presenta las características del experimento, mientras que la tabla 15 describe los tratamientos y su formulación.

Tabla 14. Características del experimento

Tratamientos	3
Repeticiones	3
Unidades experimentales	9
Número de peces en total	36
Número de peces por tratamiento	12
Número de peces por réplica	4
Duración del experimento	10 semanas

Fuente: Autora (2023)

Tabla 15. Tratamientos y sus respectivas formulaciones

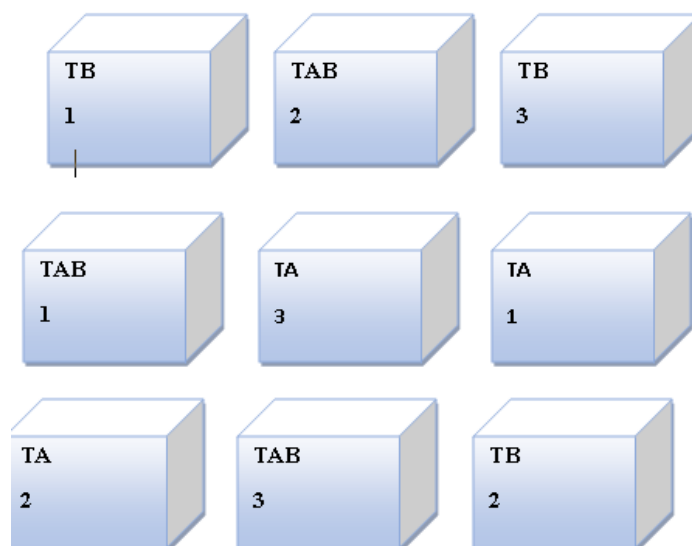
Tratamientos	Formulaciones
TA	Balanceado comercial para peces (100%)
TB	Balanceado elaborado con <i>Gryllus assimilis</i> y <i>Moringa oleífera</i> (100%)
TAB	Balanceado comercial (50%) más balanceado elaborado con <i>Gryllus assimilis</i> y <i>Moringa oleífera</i> (50%)

Fuente: Autora (2023)

3.3.1.5 Modelo del diseño experimental

En la ilustración 6 se muestra las unidades experimentales con sus respectivos tratamientos y replicas y la aleatorización de los mismos. Posteriormente en la tabla 16 se describe las características de las unidades experimentales

Ilustración 6. Aleatorización de los tratamientos



Fuente: Autora (2023)

Tabla 16. Características de la unidad experimental

Alto	45 cm
Ancho	50 cm
Capacidad	60 litros

Fuente: Autora (2023)

3.3.2 Acondicionamiento de las unidades experimentales

Las peceras fueron adquiridas a través del Tutor Biol. Milton Cun. Se llevaron a cabo labores de limpieza, desinfección, cada pecera tiene una capacidad de 60 litros y se llenó solo hasta el 80%, lo que equivale a un total de 48 litros de agua dulce desclorada por cada unidad experimental. Para garantizar el oxígeno en el agua se instalaron aireadores, además se incluyeron mangueras y piedras difusoras correspondientes para abastecer las

9 unidades experimentales, también se colocó un filtro en cada pecera para evitar la acumulación de desechos. Para facilitar la alimentación y aceptación del alimento elaborado se procedió a colocar en cada pecera bandejas de alimentación para evitar que este se hunda en el fondo, posteriormente se procederá a colocar cuatro peces por cada pecera.

3.3.3 Obtención de los organismos acuáticos

Los organismos *Andinoacara rivulatus* se los recolectó con la ayuda de una atarraya en un reservorio de la hacienda “La florida” ubicada en la vía pajonal en la ciudad de Machala.

3.3.4 Obtención de la materia prima animal y vegetal

La obtención de la materia prima harina de *Gryllus assimilis*, fue a través de la empresa Crick superfoods, ubicada en la ciudad de Quito. Por otra parte, la harina de *Moringa oleífera* se adquirió a través de la empresa Agrogallo, con sede en la ciudad de Guayaquil.

3.3.5 Obtención del balanceado comercial

El alimento comercial de la marca Pronaca con un 35% de proteína se lo obtuvo de un acuario en la ciudad de Machala.

Tabla 17. Composición nutricional del balanceado comercial

Proteína cruda (mín.)	35.0%
Grasa cruda (mín.)	5.0%
Fibra cruda (máx.)	5.0%
Ceniza (máx.)	8.0%
Humedad (máx.)	11.0%

Fuente: Pronaca

3.3.6 Formulación para la elaboración del alimento balanceado

Antes de proceder con la mezcla de las harinas destinadas al alimento balanceado, es necesario llevar a cabo una fórmula de balanceo proporcionada por el Biólogo Milton Cun, dicha fórmula permitirá determinar las cantidades apropiadas de harina animal y vegetal a utilizar en base al porcentaje deseado de proteína.

La fórmula se llevó a cabo de la siguiente forma:

Tabla 19. Composición nutricional del balanceado elaborado

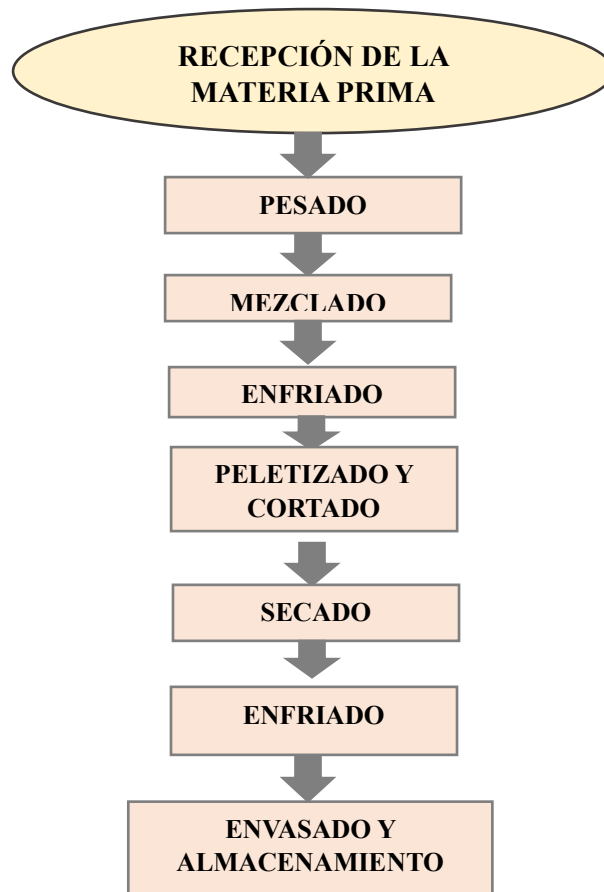
INSUMOS	KILOS%	COEF. PROT. % DE PROT	Coef. % CHOs	Coef. Lípidos % lípidos
H. de Grillo	26.6	0.53 14.84	0.0785 2,19	0,06 1.68
H. Moringa	68.4	0.28 20.16	0.476 34,27	0.0689 4.96
Pegante	5	-	-	-
TOTAL	100 %	35.00%	34.49%	6.64%

Fuente: Autora (2024)

3.3.7 Proceso de elaboración del alimento balanceado

Para la elaboración de la metodología se tomará de referencia el diagrama de Fares (2022), en donde se va a realizar la elaboración del alimento balanceado siguiendo todos los pasos respectivos como se muestra en la ilustración 7.

Ilustración 3. Diagrama de proceso de elaboración de balanceado



Fuente: Fares (2022)

3.3.7.1 Pesado

Utilizando una gramera, se llevó a cabo la medición precisa de 399 g de harina de grillo y 1026 g de harina de moringa, con el propósito de lograr una adecuada mezcla de ambos ingredientes.

3.3.7.2 Mezclado

El procedimiento de mezclado se ejecutó manualmente con el propósito de lograr una combinación compacta de la harina de grillo y la harina de moringa. Para alcanzar este objetivo, se incorporó un pegante, en este caso, el aceite de aguacate, en una proporción del 5%. Después de la mezcla inicial, se realiza una precocción por lo tanto se añadieron 600 ml de agua caliente y se continuó mezclando hasta que todos los ingredientes se compactaron adecuadamente.

3.3.7.3 Enfriado

Una vez que la mezcla de los ingredientes del alimento balanceado fue uniforme, se dispusieron en moldes correspondientes y se dejaron enfriar a temperatura ambiente.

3.3.7.4 Peletizado y cortado

Una vez que el balanceado se enfrió adecuadamente, se llevó a cabo el proceso de peletizado utilizando una jeringuilla para dar forma a los pellets y realizar los cortes deseados, teniendo en cuenta el tamaño del pez para asegurar un suministro adecuado, información que se tomó como fuente de la FAO.

3.3.7.5 Secado

Con el fin de maximizar la sequedad, los pellets se colocaron en bandejas y se introdujeron en un horno a 100°C durante aproximadamente 10 minutos. Se realizaron inspecciones periódicas para garantizar la correcta ejecución del proceso.

3.3.7.6 Enfriado

Después de alcanzar el secado deseado, se retiraron las bandejas y se permitió que el producto se enfriara a temperatura ambiente.

3.3.7.7 Envasado y almacenamiento

Para almacenar el alimento balanceado elaborado, se utilizaron bolsas plásticas zipper y se colocaron en un lugar libre de humedad, sol y lluvia.

3.3.8 Elaboración del alimento combinado

En base al tiempo del experimento de 10 semanas se hizo un promedio de alimento requerido para el tratamiento combinado, se usó 196 g de balanceado elaborado y 196 g de balanceado comercial.

3.3.8.1 Molienda y pesado

Se usó un molino manual para triturar el alimento comercial y el alimento elaborado para reducir los gránulos y poder hacer el mezclado.

3.3.8.2 Mezclado y enfriado

Se mezcló los dos alimentos balanceados previamente triturados donde se adicionó aceite de aguacate como pegante en un 2% y 250 ml de agua caliente, hasta verificar que todos los ingredientes se hayan mezclado correctamente y posteriormente se dejó enfriar a temperatura ambiente.

3.3.8.3 Peletizado y cortado

Se usó una jeringuilla para realizar la forma del pellet y posteriormente cortarlo al tamaño de referencia deseado de acuerdo a la FAO.

3.3.8.4 Secado, enfriado almacenamiento

Se llevó al horno a una temperatura de 100 °C durante 5 minutos para minimizar todo el exceso de humedad. Pasado el tiempo se procedió a dejar enfriar a temperatura ambiente, finalmente se guardó el alimento en fundas de plástico zipper.

3.3.9 Dosis de alimentación

Una vez recolectados los organismos se los dejó 24 horas sin alimentación previo a comenzar el experimento con los tratamientos con el fin de evitar interferencias con la alimentación anterior. A cada tratamiento se le suministró el alimento en un 6% de su biomasa de acuerdo con tablas de alimentación.

3.3.10 Recolección de datos

Se llevó a cabo una observación del comportamiento de las variables afectadas por los diferentes tratamientos aplicados durante un período de 10 semanas. Estas observaciones serán registradas en una base de datos para su posterior procesamiento. En la tabla 20 se muestra las variables a evaluar y los instrumentos a usar para la toma de datos.

Tabla 20. Variables a evaluar

Parámetros	Instrumento de medición	Unidad de medida
Peso	Gramera	g
Longitud	Ictiómetro	cm
Temperatura	Multiparámetros	°C
pH	Multiparámetros	Escala de 0 a 14

Fuente: Autora (2023)

3.3.10.1 *Peso y talla semanal*

Los organismos tuvieron un peso inicial de 3 g y un talla promedio de 4,6 cm .La recolección se llevó a cabo de manera semanal, específicamente los días domingos, para cada tratamiento y su correspondiente réplica, donde se tomó uno a uno los peces de cada unidad experimental para proceder a pesarlos en una gramera y luego medirlos con la ayuda de un ictiómetro y recolectar los datos correspondientes, se los mantenía en un recipiente aparte diferenciando cada tratamiento hasta terminar la recolección de los datos.

3.3.10.2 *pH y temperatura*

Las variables de pH y temperatura se registraron diariamente en cada una de las unidades experimentales utilizando un equipo multiparámetro, en dos tomas a las 7 am y 3 pm correspondiente.

3.3.11 Procesamientos de datos obtenidos

Se usó los programas de Excel y el software estadístico SPSS, los datos se procesaron mediante una prueba no paramétrica, Se aplicó la prueba Kruskall Wallis usando las medianas debido a que los datos no son homogéneos para comparar la eficiencia de los tratamientos con un nivel de significancia del 0.05.

CAPÍTULO IV

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Interpretación de resultados obtenidos

4.1.1 Aceptación de los organismos de las dietas elaboradas

Las tres dietas balanceadas fueron aceptadas por los organismos, la dosis de alimentación inicial fue de 2.1g en 4 raciones, y se fue modificando conforme aumentaban su peso. La mayor aceptación fue el alimento comercial (Tratamiento A), seguido del combinado (Tratamiento AB), y finalmente el alimento elaborado (Tratamiento B)

4.1.2 Biomasa obtenida por semanas del experimento

Tabla 21. Biomasa (g) de los organismos (*Andinoacara rivulatus*) en gramos.

Semanas	TA	TB	TAB
Semana 1	40,24	37,4	38,98
Semana 2	45,76	39,53	43,98
Semana 3	52,28	41,83	50,22
Semana 4	59,44	43,46	54,51
Semana 5	66,77	47,09	60,17
Semana 6	74,08	51,11	65,92
Semana 7	81,52	53,74	71,92
Semana 8	89,21	56,55	78,28
Semana 9	96,67	60,51	84,8
Semana 10	104,43	64,18	90,79
Biomasa promedio final por tratamiento (g)	71,04	49,54	63,95
Biomasa total promedio (g)	184,53		

Fuente: Elaborado por Autora (2024)

En la tabla 21 se muestra la biomasa obtenida en cada semana que duró el experimento, la biomasa inicial total fue de 108 g y por cada tratamiento con sus respectivas réplicas

fue de 36 g, donde se evidencia que en todos los tratamientos hay un aumento, sin embargo, el tratamiento A fue el que obtuvo la mayor biomasa al final del experimento, y en comparación con las dos dietas elaboradas la que alcanzó la mayor biomasa fue el tratamiento AB.

4.1.3 Peso obtenido semanal

Tabla 22. Pesos promedios obtenidos de los organismos (*Andinoacara rivulatus*) en gramos.

Semanas	TA	TB	TAB
Semana 1	3,35	3,11	3,24
Semana 2	3,81	3,29	3,66
Semana 3	4,35	3,48	4,18
Semana 4	4,95	3,62	4,54
Semana 5	5,56	3,92	5,01
Semana 6	6,17	4,26	5,50
Semana 7	6,79	4,47	6,00
Semana 8	7,43	4,71	6,52
Semana 9	8,05	5,04	7,06
Semana 10	8,70	5,34	7,56
Ganancia de peso final promedio por tratamiento (g)	5,7	2,34	4,56
Peso Total promedio (g)	5,916	4,124	5,327

Fuente: Elaborado por Autora (2024)

En la tabla 22 se muestra los pesos promedios obtenidos de los organismos (*Andinoacara rivulatus*) por semana, el peso inicial fue de 3 g por lo cual se evidencia que el tratamiento A fue el que obtuvo el mayor peso promedio al final del experimento 5,916 g, seguido del tratamiento AB 5,327 g y por último el tratamiento B 4,124 g.

4.1.4 Factor de conversión alimenticia (FCA)

Tabla 23. FCA de los tratamientos

Tratamientos	FCA
A	2.4
B	2.7
AB	2.5

Fuente: Elaborado por Autora (2024)

Como se muestra en la tabla 23, el FCA más bajo se lo obtuvo en el tratamiento A, seguido del tratamiento AB, y el tratamiento B que obtuvo el FCA más alto, donde se obtuvo el menor peso y talla.

4.1.5 Talla obtenida semanal

Tabla 24. Talla promedio obtenida por los organismos (*Andinoacara rivulatus*) en centímetros.

Semanas	TA	TB	TAB
Semana 1	4,7	4,6	4,7
Semana 2	5,0	4,5	4,8
Semana 3	5,3	4,6	5,1
Semana 4	5,6	4,8	5,4
Semana 5	5,9	5,1	5,7
Semana 6	6,3	5,3	6,0
Semana 7	6,7	5,5	6,2
Semana 8	7,0	5,7	6,5
Semana 9	7,4	5,9	6,7
Semana 10	7,8	6,1	7,0
Ganancia de talla final promedio (cm)	3,2	1,5	2,4
Talla total promedio (cm)	6,17	5,21	5,81

Fuente: Elaborado por Autora (2024)

En la tabla 24 se muestra la talla obtenida promedio de los organismos (*Andinoacara rivulatus*) por semana, la talla inicial fue de 4,6 cm por lo tanto se con los resultados obtenidos se evidencia que el tratamiento A fue el que obtuvo la mayor talla al final del experimento 7,8 cm. Por lo cual la mejor ganancia de talla final fue de 3,2 cm correspondiente al tratamiento A, seguida del tratamiento AB 2,4 cm y por último el tratamiento B 1,5 cm.

4.1.6 Comparación de la eficiencia entre tratamientos en el peso del organismo

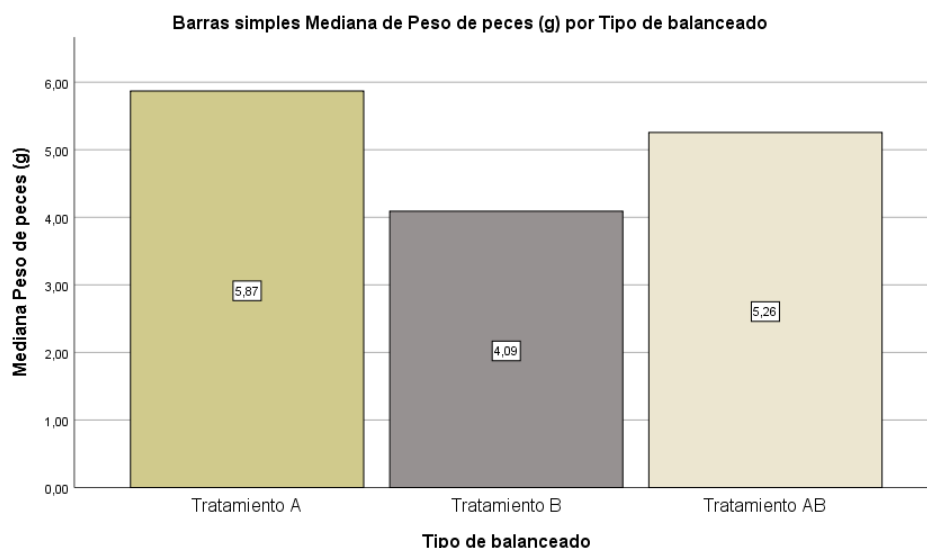
Tabla 25. Eficiencia de tratamientos en relación al peso en (*Andinoacara rivulatus*)

Tratamientos	Peso final promedio (g)	Mediana	p-valor
Tratamiento b	4,124	4,09	0,0001
Tratamiento ab	5,327	5,26	
Tratamiento b	4,124	4,09	0,0001
Tratamiento a	5,916	5,87	
Tratamiento ab	5,327	5,26	0,077
Tratamiento a	5,916	5,87	

Fuente: Elaborado por Autora con datos obtenidos de SPSS (2024)

En la tabla 25, se observa una comparación de eficiencia en el peso, donde el tratamiento A que corresponde al balanceado comercial 100% con el tratamiento B balanceado elaborado 100% y tratamiento C balanceado combinado 50% respectivamente. Estadísticamente (p-valor <0,05) hay diferencia significativa entre el tratamiento B con el tratamiento AB y A, en cuanto al tratamiento A y AB no se encuentran diferencias significativas. En la ilustración 8 se muestra la diferencia que existió entre tratamientos referente al peso.

Ilustración 8. Gráfico de eficiencia de tratamiento con relación al peso



Fuente: Datos obtenidos de SPSS 2024

4.1.7 Comparación de la eficiencia entre tratamientos en la talla del organismo

Tabla 26 Eficiencia de tratamientos en relación a la talla en (*Andinoacara rivulatus*)

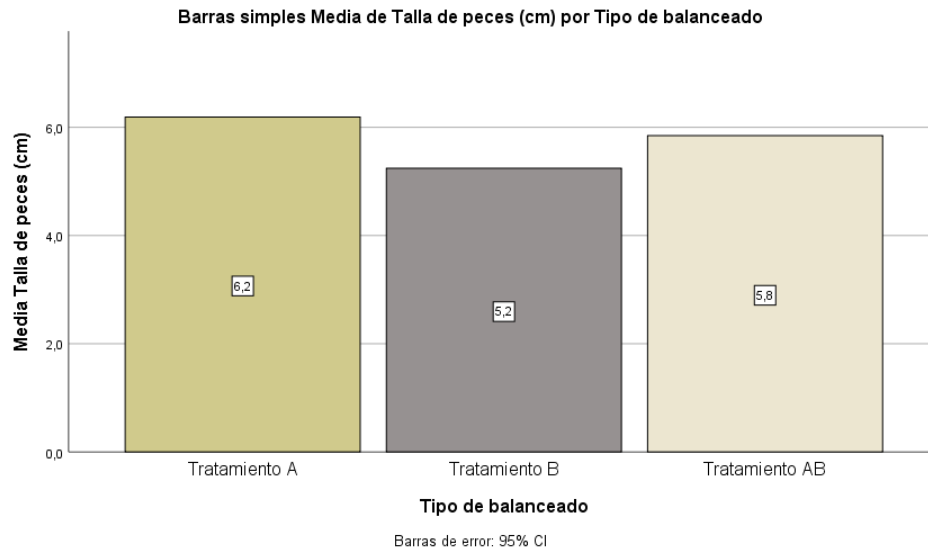
Tratamientos	Talla final promedio (cm)	Mediana	p-valor
Tratamiento b	5,21	5,3	0,0001
Tratamiento ab	5,81	5,9	
Tratamiento b	5,21	5,3	0,0001
Tratamiento a	6,17	6,1	
Tratamiento ab	5,81	5,9	0,108
Tratamiento a	6,17	6,1	

Fuente: Datos obtenidos de SPSS (2024)

En la tabla 26, se observa una comparación de eficiencia en la talla, donde en el tratamiento A que corresponde al balanceado comercial 100% con el tratamiento B balanceado elaborado 100% y tratamiento AB balanceado combinado 50% respectivamente. Estadísticamente (p-valor <0,05) hay diferencia significativa entre el tratamiento B con el tratamiento AB y A, en cuanto al tratamiento A y AB son iguales.

En la ilustración 9 se muestra la diferencia que existió entre tratamientos referente a la talla.

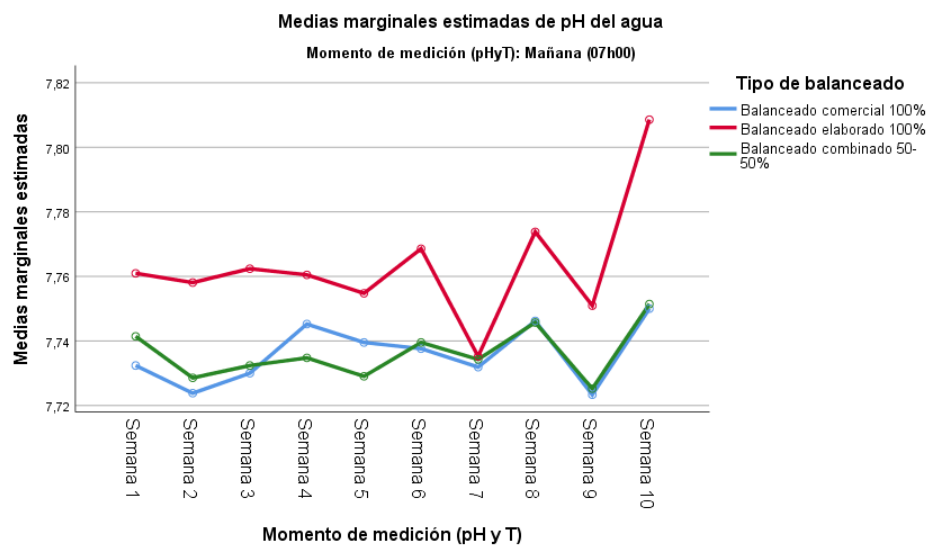
Ilustración 9. Gráfico de eficiencia de tratamiento con relación a la talla



Fuente: SPSS (2024)

4.1.8 Comportamiento del pH durante el tiempo de experimento

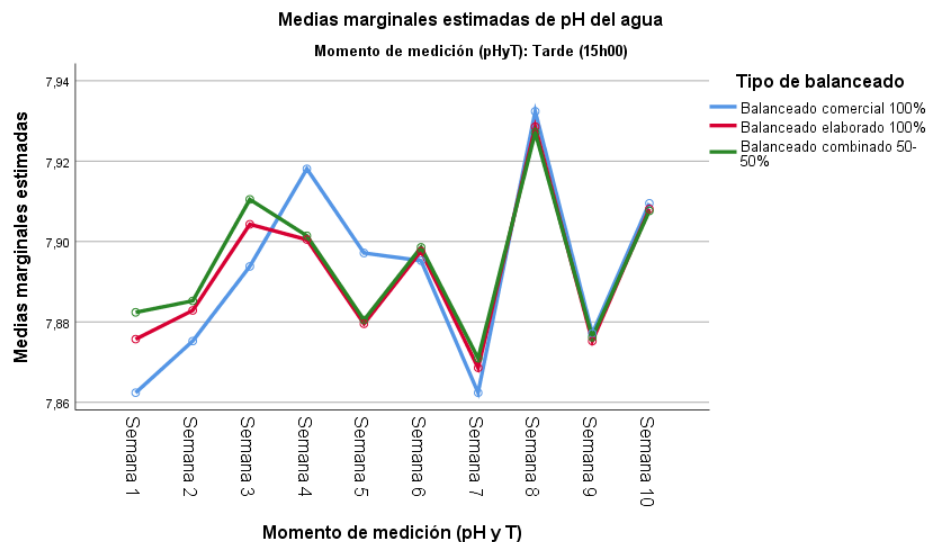
Ilustración 10. Gráfico del comportamiento del pH en la mañana



Fuente: SPSS (2024)

En la ilustración 10 se muestra como fluctuó el parámetro pH en la mañana durante las semanas del experimento, en los tratamientos A y AB, se mantuvo en un rango de 7,72 y 7,76 respectivamente en todas las semanas, en cuanto al tratamiento B tuvo un rango de 7,76 en las primeras semanas y en la semana 7 bajó a 7,74 en la semana 10 aumento en 7,80 en promedio.

Ilustración 11. Gráfico del comportamiento del pH en la tarde



Fuente: SPSS (2024)

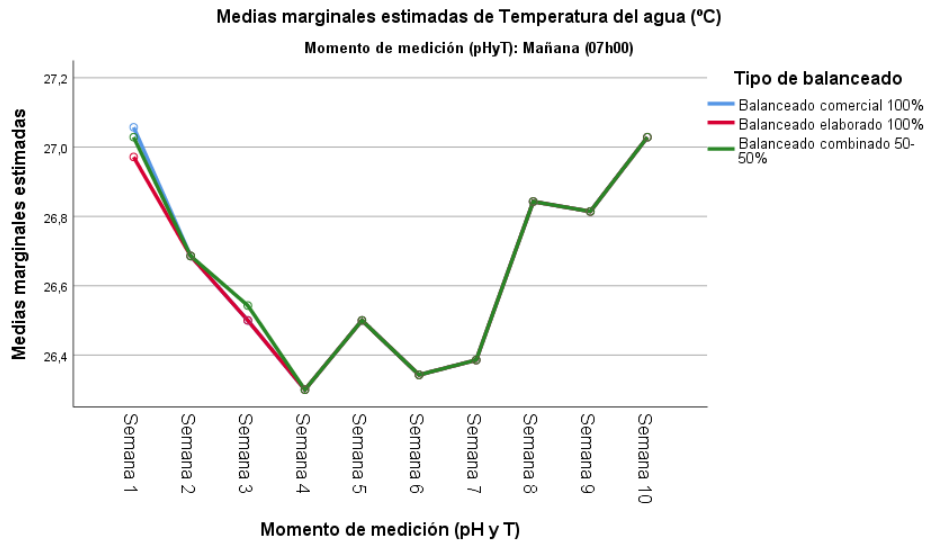
En la ilustración 11 se muestra como fluctuó el parámetro pH en la tarde durante las semanas del experimento, todos los tratamientos mantuvieron un curso similar, en la semana 1 y 2 un pH promedio de 7,86 a 7,88, en la semana 3 y 4 un rango de 7,88 a 7,90, en la semana 5 un rango promedio de 7,88 en el tratamiento B y AB y en el tratamiento A 7,90, en la semana 6 un promedio de 7,90, en la semana 7 un promedio de 7,86, en la semana 8 un aumento de 7,92 promedio, en la semana 9 bajo a promedio 7,86 y en la semana 10 un promedio de 7,90.

4.1.9 Comportamiento de la temperatura durante el tiempo de experimento

En la ilustración 12 se muestra como fluctuó el parámetro temperatura en la mañana durante las semanas del experimento, todos los tratamientos mantuvieron un curso similar, en la semana 1 mantuvieron una temperatura promedio de 27 °C, en la semana

dos bajó a 26,6 °C en promedio, la semana 3 a la 7 tuvo un rango de 26,4 a 26,6 °C, de la semana 8 a 10 fue en aumento con un promedio de 26,8 a 27 °C.

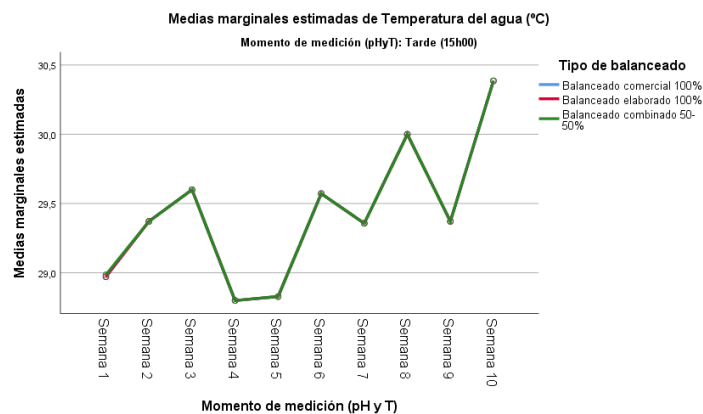
Ilustración 12. Gráfico del comportamiento de la temperatura en la mañana



Fuente: SPSS (2024)

En la ilustración 13 se muestra el comportamiento de la temperatura en las tardes, todos los tratamientos tuvieron un curso igual en todas las semanas que duro el experimento, en la semana 1 una temperatura promedio de 29 °C, en la semana 2 en un rango de 29 a 29,5°C, en la semana 3 un ligero aumento, en la semana 4 y 5 la temperatura estuvo por debajo de los 29°C, en la semana 6 y 7 se mantuvo en un rango promedio de 29,5°C, en la semana 8 aumento a los 30°C, en la semana 9 bajo a 29,5°C y en la última semana estuvo en 30,5°C

Ilustración 13. Gráfico del comportamiento de la temperatura en la tarde



Fuente: SPSS (2024)

4.2 Discusión

4.2.1 Comparación de la eficiencia entre tratamientos en el peso y talla del organismo

De acuerdo con Aquafeed (2015) el nivel óptimo de incorporación de carbohidratos varía según la especie de pez, con una recomendación que oscila entre el 15% y el 25% para salmónidos y peces marinos, y puede llegar hasta el 50% para especies herbívoras y omnívoras. Además, se menciona que los peces de hábitos carnívoros no toleran harinas ricas en carbohidratos. En nuestro trabajo el porcentaje de carbohidratos en el balanceado elaborado fue de 34.49%, con lo mencionado anteriormente teniendo en cuenta que el pez *Andinoacara rivulatus* es de hábitos carnívoros, el nivel de CHOs fue muy alto, lo cual puede afectar a su organismo si se administra por un tiempo prolongado una dieta con estas características.

Hanan *et al.* (2022) realizaron un experimento para evaluar la viabilidad del uso de harina de grillo *G. bimaculatus de campo* (CM) en el alimento para peces de tilapia roja híbrida (*Oreochromis spp.*). El resultado de la harina de grillo demostró que podría usarse para reemplazar la harina de pescado hasta en un 50% sin causar ningún efecto significativo en su crecimiento. Este estudio concuerda con los resultados del presente trabajo, debido a que el tratamiento AB donde solo se reemplazó en un 50% al alimento comercial obtuvo un peso final promedio de 5,327 g al final del experimento, el peso en este caso siguió un ritmo similar al del tratamiento A con balanceado comercial 5,916 g respectivamente. Si bien en este estudio se usó una harina diferente de *Gryllus assimilis* se demuestra que tienen la misma efectividad independiente de la especie. Ya que se ha mencionado que en general que los insectos tienen un alto valor nutricional.

En otro estudio realizado por Champika *et al.* (2023) evaluaron la viabilidad de reemplazar al 100% la harina de pescado por harina de grillo (*Acheta domesticus*) y (*Gryllus bimaculatus*) respectivamente, los resultados demostraron que no representa rendimiento en crecimiento el incluir en la alimentación de peces la harina de grillo en un 100%. Este resultado tiene similitud con los expuestos en este trabajo, pese a que no se administró solo harina de grillo, por el contrario se realizó una mezcla con harina de moringa por lo tanto se puede discernir en los resultados, sin embargo en ambos estudios se llega a la conclusión que reemplazar en un 100% al alimento comercial por otras materias primas de interés acuícola si causa efectos significativos en su desarrollo, como

consecuencia el tratamiento B obtuvo el crecimiento más lento en los organismos de 3 g inicialmente a un valor promedio de 4,124 g al final del experimento. Las diferencias pueden radicar en la selección de materia primas en base a nivel nutritivo, además de los procesos de elaboración de las dietas, por lo tanto, son varias las causas que puedan evidenciar diferencias entre estudios.

En un estudio realizado Alfaro *et al.* (2019) por compararon un alimento comercial de 32% con una mezcla de harina de *Gryllus assimilis* y maíz, en un periodo de 60 días, los peces tuvieron un peso inicial de 5 g, al final obtuvieron 26 g, donde concluyen que no existieron diferencias significativas entre tratamientos en relación a su aumento de peso, los resultados obtenidos en el presente estudio son diferentes, el peso inicial de los organismos fue de 3 g, en lo que respecta al tratamiento A se obtuvo un peso de 8,70 g al fin, en el tratamiento B 5,34 g y en el tratamiento AB 7,56 g, donde se vio una diferencia entre el tratamiento B y el A, lo que se contrasta con el anterior estudio, esto puede atribuirse al proceso que se haya empleado para la elaboración de la harina de grillo y al tipo de crianza de los ejemplares en el anterior estudio mencionado, en nuestro trabajo se obtuvo la harina ya procesada 100% molida por lo tanto se desconoce el procesamiento que tuvo, la exposición a diferentes parámetros como temperatura la cual puede afectar el producto final, por lo tanto lo antes mencionado pudo afectar el rendimiento del balanceado elaborado. Además, la diferencia que existe entre la harina de origen vegetal que fueron diferentes en cada estudio.

Herrera (2015) ejecutó un estudio con el propósito de investigar el efecto de reemplazar la harina de pescado por una combinación de gluten de trigo, gluten de maíz, krill desengrasado y harina de carne. Se realizaron tres dietas con diferentes niveles de inclusión de la mezcla (FM 66 al 33%, FM 33 al 66% y FM 100 al 0%). Los resultados mostraron que al utilizar la dieta con una inclusión del 33% de la mezcla, no se observaron diferencias significativas en términos de crecimiento en comparación con una inclusión de 66% donde se vio deficiencias en el consumo de alimento al final del experimento. En comparación con el presente trabajo ambos utilizan una mezcla diferente de materias primas tanto animal como vegetal, sin embargo, los resultados de ambos estudios coinciden que una inclusión de no más del 50% es óptima y no afecta a los organismos. La inclusión y efectividad de las materias primas va a estar relacionado en cuestión de su nivel proteico. La mezcla de proteína de origen animal y vegetal beneficia a que se equilibre las deficiencias nutricionales que pueden tener cada insumo por separado.

En otro estudio donde se investigó el rendimiento de *Moringa oleifera* Taj *et al.* (2023) los resultados indicaron que el efecto de *Moringa oleifera* sobre el crecimiento fue significativa y el extracto al 12% mostró una ganancia máxima en longitud y peso. En otro estudio similar Hussain *et al.* (2018) concluyen que un reemplazo de hasta el 20% es óptimo y refleja efectos positivos en el crecimiento de los organismos. Los resultados en el presente estudio son diferentes debido a que se usó un 72% de harina de *Moringa oleifera* por lo tanto, se refleja en nuestros resultados que el incluir un alto porcentaje del ingrediente vegetal influyó en que el tratamiento B obtuviera la talla final más baja en comparación con las otras dietas 5,21 cm ya que según los estudios hechos previamente niveles bajos de inclusión de *Moringa oleifera* son los más óptimos para tener buenos resultados en el desarrollo del pez.

Stadtlander *et al.* (2017) demuestran en su estudio que una dieta con un 28 % de harina *Hermetia illucens* en comparación con un control con una dieta basada en harina de pescado donde la harina de insectos reemplazó casi el 50% de la harina de pescado no se observaron diferencias negativas. Los resultados son iguales a los obtenidos en el estudio presentado, donde se evidenció que el tratamiento AB al ser combinado en un 50% con el alimento comercial, donde la inclusión de harina de *Gryllus assimilis* fue de 28%, hubo un incremento de talla 5,81 cm similar al del tratamiento comercial 6,17 cm. Los hábitos de alimentación y los requerimientos nutricionales son factores claves para la formulación de dietas balanceadas, por lo cual los diferentes estudios propuestos van a tener diferencias en sus resultados.

4.2.2 Comparación de los parámetros pH y temperatura

Mantener los rangos óptimos de los parámetros físico químicos de cada especie va a tener un efecto sobre su desarrollo, la temperatura influye en otras variables, en el caso del pH este disminuye con el aumento de la temperatura. De acuerdo con Volkoff & Rønnestad (2020) mencionan que la temperatura es un factor importante en la alimentación ya que influye en el apetito de los organismos, las bajas temperaturas del agua pueden disminuir la capacidad de absorción de los nutrientes.

En lo que respecta al parámetro pH son varios aspectos que influyen a que exista una alteración en el medio acuático, Angoitia (2023) menciona a la actividad respiratoria de los peces, acumulación de excrementos y residuos alimenticios.

Solórzano (2017) realizó una investigación que tuvo como objetivo comparar el aprovechamiento alimenticio en el crecimiento *Andinoacara rivulatus* (vieja azul). Donde la temperatura tuvo un rango de (28,3 – 31,3°C), pH (6,3 – 7,9) las cuales fueron variables, pero están dentro de los rangos óptimos para el desarrollo normal de la vieja azul (*A. rivulatus*).

En nuestro estudio los resultados fueron similares a los obtenidos con el anterior mencionado, los rangos de temperatura estuvieron en 26,4-30,5°C, y el pH en 7,72-7,94, que de acuerdo con lo mencionado anteriormente se encuentran dentro del rango óptimo para su desarrollo, excepto en ciertos días de la mañana donde la temperatura bajaba un poco pero no significativamente. Se puede atribuir al constante monitoreo del estado de las peceras para eliminar la acumulación de desechos por medio de recambios y así evitar una alteración de los parámetros.

5 CONCLUSIONES

1. En relación a los objetivos específicos planteados, se elaboró un balanceado artesanal de 35% de proteína con 28% de harina de *Gryllus assimilis* y 72% de harina de *Moringa oleifera*, donde se obtuvo como resultado el crecimiento menor de todos los tratamientos, demostrando así que pese a la búsqueda de implementar nuevas alternativas alimenticias que sustituyan al balanceado comercial, aun no es del todo útil reemplazar totalmente a la harina de pescado, ya que sigue siendo la materia prima más efectiva en términos nutritivos.
2. La elaboración de dietas alimenticias y suministrados a los organismos: Tratamiento A (Balanceado comercial 100%) el cual fue nuestro testigo, Tratamiento B (Balanceado elaborado 100%), y Tratamiento AB (Balanceado combinado 50-50%), el resultado evidencio en comparación con el A que obtuvo 5,916 gr en peso y 6,17 cm en talla, fue el tratamiento AB con un peso final promedio de 5,327 gr y un talla final promedio de 5,81 cm, donde fueron similares y se concluyó que no había diferencias significativas, aceptando la hipótesis planteada al comienzo del experimento, que es óptimo realizar un remplazo de hasta un 50% sin afectar el desarrollo de los peces.
3. El control de los parámetros temperatura no se vieron afectados durante el tiempo de cultivo, se mantuvieron en los rangos óptimos de acuerdo a la especie *Andinoacara rivulatus*, es importante hacer un seguimiento de estas variables ya que influyen en el rendimiento de los organismos. Por fuera de los rangos óptimos puede haber una descompensación del sistema de cultivo afectando el desarrollo de las especies.
4. El parámetro pH tuvo variabilidad durante todas las semanas que duro el experimento, sin embargo, se mantuvo dentro del rango de tolerancia de la especie *Andinoacara rivulatus* por lo tanto no hubo interferencias en el desarrollo normal del pez.

5. En términos económicos la materia prima de interés y es la de insectos específicamente la de grillo, ha demostrado que tiene un elevado porcentaje de proteína alrededor de un 50%, aun en nuestro país no está extendida su uso en el campo acuícola y sus costos son muy elevados, por lo tanto, no sería factible para un productor usar al 100% este ingrediente.

6 RECOMENDACIONES

1. Es necesario que dependiendo de la disponibilidad de las materias primas de interés dentro el territorio, se plantee como una alternativa en la acuicultura, ya que de esta manera se estaría tomando en cuenta el factor económico.
2. Se recomienda que se realicen más estudios donde se pruebe distintos niveles de la harina de *Gryllus assimilis* como de *Moringa oleífera*, de igual manera buscar otras materias primas tanto de origen animal como vegetal que tengan características aceptables dentro del campo acuícola que se puedan mezclar, en busca de una dieta que sea óptima.
3. Aún falta mucha investigación acerca de que tan factible en términos de alimentación y en el aspecto económico son las nuevas materias primas que están surgiendo de interés en el campo acuícola tanto animal como de origen vegetal.
4. Se recomienda que se estudie la forma más adecuada de sustituir la harina de pescado o una reducción dependiendo de esta materia prima, para contribuir a la sostenibilidad de los ecosistemas marinos.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfaro, A. O., Núñez, W. L., Marcia, J., & Fernández, I. M. (2019). The Cricket (*Gryllus assimilis*) as an Alternative Food Versus Commercial Concentrate for Tilapia (*Oreochromis sp.*) in the Nursery Stage. *Journal of Agricultural Science*, 11(6), 97. <https://doi.org/10.5539/jas.v11n6p97>
- Ali, K., Iqbal, A., Bukhari, S. M., Safdar, S., Raiz, A., Ali, W., Hussain, A., Javid, A., Hussain, M., Ali, M. M., Mahmud, A., Iqbal, M. J., Nasir, M. F., Mubeen, I., Kanwal, S., Sughra, F., Khattak, A., & Saleem, M. (2023). Amelioration potential of *Moringa oleifera* extracts against sodium arsenate induced embryotoxicity and genotoxicity in mouse (*Mus musculus*). *Brazilian Journal of Biology*, 83, 1–9. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.248022>
- Angoitia, B. D. (2023). Inclusión de la harina de grillo (*Gryllus assimilis*) como alternativa alimenticia en juveniles del pez escalar (*Pterophyllum scalare*). Tesis <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=2021&context=zootecnia>
- AquaFeed. (2015, febrero 5). Carbohidratos en la nutrición de peces. Español. <https://aquafeed.co/entrada/carbohidratos-en-la-nutrici-n-de-peces-20059/>
- Arru, B., Furesi, R., Gasco, L., Madau, F. A., & Pulina, P. (2019). The introduction of insect meal into fish diet: The first economic analysis on European sea bass farming. *Sustainability (Switzerland)*, 11(6), 1–16. <https://doi.org/10.3390/su11061697>
- Avendaño, C., Sánchez, M., & Valenzuela V., C. (2020). Insects: An alternative for animal and human feeding. *Revista Chilena de Nutricion*, 47(6), 1029–1037. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182020000601029>
- Camani, C. (2013). Diseño completamente al azar y ANOVA. Tesis *Universidad José*

Carlos Mariátegui, 1–55.

- Camilo, V., Blanco, P., Felipe González Chavarro, C., Mercedes, Y., Polanco, T., Melissa, X., & Ruiz, C. (2020). Insectos: Recursos del pasado que podrían ser una solución nutricional para el futuro. *Revista de Investigación y Difusión Científica Agropecuaria*, 24(2), 81–100.
- Castillo, M. A. (2023). Revisión sobre clarificación del agua y el uso de semillas de moringa, *Moringa oleífera* Lam. *Revista de La Sociedad Científica Del Paraguay*, 28(1), 169–189. <https://doi.org/10.32480/rscp.2023.28.1.169>
- Champika, G. S., Perera, A. D., Piyavorasakul, C., & Pumpuang, S. (2023). Fishmeal Replacement by House cricket (*Acheta domesticus*) and Field cricket (*Gryllus bimaculatus*) Meals in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fingerling Feed. *Aquaculture Studies*, 23, 1187. <http://doi.org/10.4194/AQUAST1187>
- Chana, W. F. (2021). Caracterización de la Hoja y Harina de *Moringa oleífera*. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(3), 2590–2604. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i3.475
- Chavesta, N. L. Y. (2019). Harina de hojas de moringa (*Moringa oleífera*) en el crecimiento de cuyes (*Cavia porcellus*) en Lambayeque. *Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo*, 61. Tesis <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3270077#.YrTOuMzDIFc.mendeley>
- Cruz, S., Curbelo, C., & Reyes, J. (2022). Fortificación Nutricional De La Compota “Upa-Upa” De Mango-Plátano-Guayaba Con Moringa (*Moringa Oleífera*). *Revista Centro Azúcar*, 49, 1–11. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2223-48612022000300113

- Elhassan, M., Wendin, K., Olsson, V., & Langton, M. (2019). Quality aspects of insects as food-Nutritional, sensory, and related concepts. *Foods*, 8(3), 1–14. <https://doi.org/10.3390/foods8030095>
- Encalada, W. S. (2021). Sistema de inducción hormonal “triyodotironina “t3” para el desarrollo y reproducción de la especie *Andinoacara rivulatus* (vieja azul). *Universidad Técnica de Machala*, 1–67. Tesis <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/15166>
- Fares. (2022). Elaboración de balanceado a partir de Papa china (*Colocasia esculenta*) para tilapia roja (*Oreochromis sp*) en la etapa de engorde. *Universidad Nacional Del Chimborazo*, 1–60. Tesis http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/10084/1/2.TESIS_FARES_MISHEL-ELABORACION_DE_UN_BALANCEADO.pdf
- Fialho, A. T. S., Silva, A. S., Brito, C. O., Vale, P. A. C. B., Oliveira, C. J. P., & Ribeiro Junior, V. (2021). Nutritional composition of larvae of mealworm (*Tenebrio molitor L.*) and crickets (*Gryllus assimilis*) with potential usage in feed. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia*, 73(2), 539–542. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-12158>
- Gasco, L., Acuti, G., Bani, P., Dalle Zotte, A., Danieli, P. P., De Angelis, A., Fortina, R., Marino, R., Parisi, G., Piccolo, G., Pinotti, L., Prandini, A., Schiavone, A., Terova, G., Tulli, F., & Roncarati, A. (2020). Insect and fish by-products as sustainable alternatives to conventional animal proteins in animal nutrition. *Italian Journal of Animal Science*, 19(1), 360–372. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2020.1743209>
- Gorrín, G. (2021). Estado del arte sobre la utilización de la pupa del gusano de seda en la alimentación animal. *State of the Art in the Utilization of Silk Worm Pupae in Animal Nutrition.*, 33(3), 75–86. <https://0-search.ebscohost.com/biblioteca->

ils.tec.mx/login.aspx?direct=true&db=asn&AN=155173747&lang=es&site=ehost-live

- Hanan, M. Y., Amatul-Samahah, M. A., Jaapar, M. Z., & Mohamad, S. N. (2022). The effects of field cricket (*Gryllus bimaculatus*) meal substitution on growth performance and feed utilization of hybrid red tilapia (*Oreochromis spp.*). *Applied Food Research*, 2(1), 100070. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100070>
- Herrera, C. N. M. (2015). Efecto de la sustitución de la harina de pescado por una mezcla vegetal y animal en piensos, en el crecimiento y composición nutricional de *Seriola dumerili*. *Universitat Politècnica de Valencia*, 1–55. Tesis <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/65081/TFM.ACUICULTURA..pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hua, K., Cobcroft, J. M., Cole, A., Condon, K., Jerry, D. R., Mangott, A., Praeger, C., Vucko, M. J., Zeng, C., Zenger, K., & Strugnell, J. M. (2019). The Future of Aquatic Protein: Implications for Protein Sources in Aquaculture Diets. *One Earth*, 1(3), 316–329. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2019.10.018>
- Hussain, S. M., Aslam, N., Javid, A., Liaquat, S., Shahzad, M. M., Arsalan, M. Z. ul H., & Khalid, M. A. (2018). Replacement of Fish Meal with Moringa oleifera Leaf Meal (MOLM) and its Effect on Growth Performance and Nutrient Digestibility in *Labeo rohita* Fingerlings. *Pakistan Journal of Zoology*, 50(5). <https://doi.org/10.17582/journal.pjz/2018.50.5.1825.1834>
- Inga, D. C., & Shapiama, K. I. (2019). “Influencia de la inclusión al 10% de harina de insectos en una dieta en el crecimiento de juveniles de Acarahuazú, *Astronotus ocellatus* (Agassiz, 1831) Criados en acuarios, Yurimaguas –Loreto, 2019”. Tesis *Universidad Nacional de La Amazonia Peruana*, 1–71.

https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/6696/Dalia_Tesis_Titulo_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Koga, R., & García, F. (2006). Estudio del valor nutricional e identificación de los diferentes minerales que alberga el *Gryllus assimilis* (Orthoptera : Grillidae). *Acceso Libre a Información Científica Para La Innovación*, 161–164.
- Li, L., Liu, H., & Zhang, P. (2022). Effect of Spirulina Meal Supplementation on Growth Performance and Feed Utilization in Fish and Shrimp: A Meta-Analysis. *Aquaculture Nutrition*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/8517733>
- Llanes, J. (2020). Efecto del procesamiento de la dieta sobre el desempeño productivo de *Clarias gariepinus* Effect of Diet Processing on the Productive Performance of *Clarias gariepinus*. *Revista de Producción Animal*, 3(1).
- Llauradó, R. M. (2021, julio 4). Perfil Nutricional del Grillo de Jamaica (*Gryllus Assimilis*). *Apical*. <https://www.apical.la/post/perfil-nutricional-del-grillo-de-jamaica-gryllus-assimilis>
- Macusi, E. D., Cayacay, M. A., Borazon, E. Q., Sales, A. C., Habib, A., Fadli, N., & Santos, M. D. (2023). Protein fishmeal replacement in aquaculture: A systematic review and implications on growth and adoption viability in the Philippines. *Preprints*, 1(0), 1–16. <https://doi.org/10.20944/preprints202305.1604.v1>
- Mahecha, E., Acevedo, J., Rojas, Y., & Florencia, C. (2020). Inclusión de harina de hoja de moringa (*Moringa oleífera*) como promotor de crecimiento en pollos de engorde de la línea Cobb. *Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD*, 2, 1–76.
- Tesis <http://repository.radenintan.ac.id/11375/1/PERPUS-PUSAT.pdf%0Ahttp://business-law.binus.ac.id/2015/10/08/pariwisata-syariah/%0Ahttps://www.ptonline.com/articles/how-to-get-better-mfi->

results%0Ahttps://journal.uir.ac.id/index.php/kiat/article/view/8839

- Mamani, W., & Mamani, E. (2019). Determinación de la digestibilidad proteica in vitro de harina de grillo "*Gryllus assimilis*." *UPeU*, 030(2014), 1–176. <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/2671>
- Masson, M. V., Tavares, W. D. S., Alves, J. M., Ferreira-Filho, P. J., Barbosa, L. R., Wilcken, C. F., & Zanuncio, J. C. (2020). Bioecological aspects of the common black field cricket, *Gryllus assimilis* (Orthoptera: Gryllidae) in the laboratory and in Eucalyptus (Myrtaceae) plantations. *Journal of Orthoptera Research*, 29(1), 83–89. <https://doi.org/10.3897/JOR.29.48966>
- Maulu, S., Langi, S., Hasimuna, O. J., Missinhoun, D., Munganga, B. P., Hampuwo, B. M., Gabriel, N. N., Elsabagh, M., Van Doan, H., Abdul Kari, Z., & Dawood, M. A. O. (2022). Recent advances in the utilization of insects as an ingredient in aquafeeds: A review. *Animal Nutrition*, 11, 334–349. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2022.07.013>
- Momin, M., & Memiş, D. (2023). Potential Use of the Miracle Tree (*Moringa oleifera*) Leaves in Aquaculture: A Recent Update. *Aquatic Sciences and Engineering*, 0(0), 0–0. <https://doi.org/10.26650/ase20221225220>
- Moreno, F. L. V., Ton, A. P. S., Rosa, C. M. G., & Freitas, L. W. de. (2021). Uso De Insectos Como Alternativa En La Nutrición Avícola: Revisión. *Research, Society and Development*, 10(3), e25810313274. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i3.13274>
- Nirchio, M., Choco-Veintimilla, O., Quizhpe-Cordero, P. F., Hernández, J. G., & Oliveira, C. (2019). Genotoxic effects of mercury chloride on the neotropical fish *Andinoacara rivulatus* (Cichlidae: Cichlasomatini). *Revista de Biología Tropical*, 67(4), 745–754. <https://doi.org/10.15517/rbt.v67i4.34133>

- Nogales, S., Gobbi, P., Józefiak, D., Mazurkiewicz, J., Dudek, K., Rawski, M., Kierończyk, B., & Józefiak, A. (2019). Insect meals in fish nutrition. *Reviews in Aquaculture*, *11*(4), 1080–1103. <https://doi.org/10.1111/raq.12281>
- Nunes, A. J. P., Dalen, L. L., Leonardi, G., & Burri, L. (2022). Developing sustainable, cost-effective and high-performance shrimp feed formulations containing low fish meal levels. *Aquaculture Reports*, *27*(September), 101422. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2022.101422>
- Ontivero, Y., Echeverría-Carracedo, J., & Palacios-Espinosa, A. (2022). Aspectos morfofisiológicos y genéticos para establecer programas de mejoramiento en *Moringa oleifera Lam.* *CienciaUAT*, *16*(2), 172–180. <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v16i2.1511>
- Oviedo, M. V., Feregrino-Pérez, A. A., Nieto-Ramírez, M. I., Tovar-Ramírez, M. M., Aguirre-Becerra, H., & García-Trejo, J. F. (2023). Prebiotic emergent sources for aquaculture: Microalgae and insects. *Aquaculture and Fisheries*, *June*. <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2023.06.007>
- Parlamento Europeo, C. E. (2017). Reglamento (UE) 2017/893 DE LA COMISIÓN - de 24 de mayo de 2017 por lo que se refiere a las disposiciones sobre proteína animal transformada. 2017(3), L 138/ Pàg (92-116).
- Pastor, S. F., Barrado, A. G., Y, pilar ruiz garcía, & Mendoza, C. L. (2006). Consumo de insectos. Seguridad alimentaria y legislación en la Unión Europea. *Seguridad Alimentaria*, *13*(4), 1–4. ftp://ftp.fao.org/es/esa/policybriefs/pb_02_es.pdf
- Pérez, B., Garrido, J., Endara, A., Landázuri, A. C., & Ramírez-Cárdenas, L. (2022). Optimization of the extraction and precipitation process of a leaf protein concentrate from *Moringa oleifera Lam.* *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*,

75(1), 9813–9821. <https://doi.org/10.15446/RFNAM.V75N1.95163>

- Quineche, U., Salirrosas-Zapata, S., & Paucar-Menacho, L. M. (2021). *Moringa oleifera*: Uses of leaves and seeds in the food industry. *Agroindustrial Science*, *11*(1), 97–104. <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2021.01.12>
- Quispe, J. R., Zuniga Lozano, W. N., Sandoval, A. N., Vilca, S. M., Aranda, A. V., & Benites-Alfaro, E. (2023). Gryllus Assimilis: an Environmental Alternative in the Minimization of Organic Solid Waste. *Chemical Engineering Transactions*, *100*(January), 49–54. <https://doi.org/10.3303/CET23100009>
- Randazzo, B., Zarantonello, M., Cardinaletti, G., Cerri, R., Giorgini, E., Belloni, A., Contò, M., Tibaldi, E., & Olivotto, I. (2021). *Hermetia illucens* and poultry by-product meals as alternatives to plant protein sources in gilthead seabream (*Sparus aurata*) diet: A multidisciplinary study on fish gut status. *Animals*, *11*(3), 1–22. <https://doi.org/10.3390/ani11030677>
- Riekkinen, K., Väkeväinen, K., & Korhonen, J. (2022). The Effect of Substrate on the Nutrient Content and Fatty Acid Composition of Edible Insects. *Insects*, *13*(7). <https://doi.org/10.3390/insects13070590>
- Rodriguez, L. B. (2019). “Análisis de química sanguínea y morfometría de vieja azul (*Andinoacara rivulatus*), y bocachico (*Ichthyoelephas humeralis*) en la provincia de los Ríos”. *Scielo.Sld.Cu*, *2020*(1715958359), 2751430.
- Rombenso, A., Esmaili, M., Araújo, B., Emerenciano, M., Truong, H., Viana, M.-T., Li, E., & Simon, C. (2021, marzo 1). Investigación de macronutrientes en la nutrición acuícola - Responsible Seafood Advocate. Global Seafood ALLIANCE. <https://www.globalseafood.org/advocate/investigacion-de-macronutrientes-en-la-nutricionacuicola/>

- Röthig, T., Barth, A., Tschirner, M., Schubert, P., Wenning, M., Billion, A., Wilke, T., & Vilcinskas, A. (2023). Insect feed in sustainable crustacean aquaculture. *Journal of Insects as Food and Feed*, 9(9), 1–24. <https://doi.org/10.3920/jiff2022.0117>
- Santillán, M. (2020, febrero 26). Nutrición acuícola, en búsqueda de un enfoque sustentable - Ciencia UNAM. Ciencia UNAM. <https://ciencia.unam.mx/leer/961/nutricion-acuicola-enbusqueda-de-un-enfoque-sustentable>
- Sogari, G., Amato, M., Biasato, I., Chiesa, S., & Gasco, L. (2019). The potential role of insects as feed: A multi-perspective review. *Animals*, 9(4), 1–15. <https://doi.org/10.3390/ani9040119>
- Solís, R. J. (2018). Desarrollo de un balanceado no tradicional con tres niveles de proteína vegetal para el crecimiento de la tilapia roja (*Oreochromis sp.*). *Universidad Católica de Santiago de Guayaquil*, 1–101. Tesis <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/10266/1/T-UCSG-PRE-TEC-CIA-40.pdf>
- Solórzano, A. A. (2017). Cultivo intensivo de *Andinoacara rivulatus* (Vieja azul) con diferenciación en la cantidad de alimento en un sistema cerrado de recirculación de agua. Tesis *Universidad de Guayaquil*, 61. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/20971>
- Sorroza, L., Pinto Molina, A., Santacruz Reyes, R. A., Solano Motoche, G., Echeverría Espinoza, E., & Yáñez Morocho, M. (2018). Caracterización y comparación de aceites de pescado utilizados en la industria camaronera ecuatoriana. Characterization and comparison of fish oils used in the. *Espacios*, Vol 39(No.(June 2020)), 23.

- Stadtlander, T., Stamer, A., Buser, A., Wohlfahrt, J., Leiber, F., & Sandrock, C. (2017). *Hermetia illucens* meal as fish meal replacement for rainbow trout on farm. *Journal of Insects as Food and Feed*, 3(3), 165–175. <https://doi.org/10.3920/JIFF2016.0056>
- Sultana, S. (2020). Nutritional and functional properties of *Moringa oleifera*. *Metabolism Open*, 8, 100061. <https://doi.org/10.1016/j.metop.2020.100061>
- Taj, M. U., Habib, A., Ameer, M., Iqbal, R., Abbas, B., Ashraf, Z., Fatima, N., Attique, J., Asim, M., Khalid, M. S., & Zohaib, M. (2023). Morphometric and gut microbial evaluation of Tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed on different levels of *Moringa oleifera*. *Brazilian Journal of Biology*, 84, 1–7. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.261574>
- Valera, E. D. P. (2020). Efecto de dos tecnologías (biofloc y recirculación de agua), aplicadas en la crianza de vieja azul (*Andinoacara rivulatus*). *Universidad Estatal de Quevedo*, 72 p. Tesis <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/5960>
- Villamar, M. (2017). Prevalencia de parásitos en dama blanca (*Brycon alburnus*) y vieja azul (*Andinoacara rivulatus*) presentes en el río Salitre. [Tesis de Grado, Universidad de Guayaquil, Ecuador, Guayas] *Facultad de Ciencias Naturales. Universidad de Guayaquil*, 65. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/21005>.
- Volkoff, H., & Rønnestad, I. (2020). Effects of temperature on feeding and digestive processes in fish. *Temperature*, 7(4), 307–320. <https://doi.org/10.1080/23328940.2020.1765950>
- Weissman, D. B., Walker, T. J., & Gray, D. A. (2009). The field cricket *Gryllus assimilis* and two new sister species (orthoptera: Gryllidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 102(3), 367–380. <https://doi.org/10.1603/008.102.0304>

Xie, M., Xie, Y., Li, Y., Zhou, W., Zhang, Z., Yang, Y., Olsen, R. E., Ran, C., & Zhou, Z. (2021). The effects of fish meal replacement with ultra-micro ground mixed plant proteins (uPP) in practical diet on growth, gut and liver health of common carp (*Cyprinus carpio*). *Aquaculture Reports*, 19. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2020.100558>

Zumalacárregui, B., & Ferrer, C. (2022). Caracterización fisicoquímica de hojas, semillas y aceite vegetal de *Moringa oleifera* ecotipo Plain. *Revista Cubana de Química*, 34(2), 227–241. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2224-54212022000200227&script=sci_arttext&tlng=en

ANEXOS



Anexo 1. Harina molida de Gryllus assimilis



Anexo 2. Harina molida de Moringa oleifera



Anexo 3. Mezcla de las harinas



Anexo 4. Formación de pellets



Anexo 5. Toma de parámetros



Anexo 6. Multiparámetros



Anexo 7. Toma de peso de los organismos

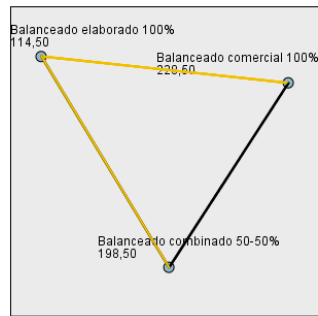


Anexo 8. Toma de talla de los organismos



Anexo 9. Mantenimiento de las unidades experimentales

Comparaciones entre parejas de Tipo de balanceado



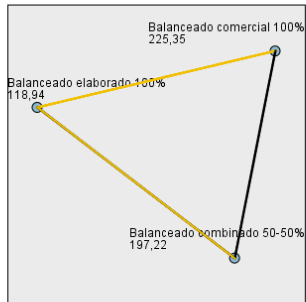
Cada nodo muestra el rango promedio de muestras de Tipo de balanceado.

Muestra 1-Muestra 2	Estadístico de contraste	Error Error	Desv. Estadístico de contraste	Sig.	Sig. ajust.
Balanceado elaborado 100%- Balanceado combinado 50-50%	-84,000	13,433	-6,253	,000	,000
Balanceado elaborado 100%- Balanceado comercial 100%	114,000	13,433	8,487	,000	,000
Balanceado combinado 50-50%- Balanceado comercial 100%	30,000	13,433	2,233	,026	,077

Cada fila prueba la hipótesis nula de que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son las mismas. Se muestran las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es ,05. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección de Bonferroni para varias pruebas.

Anexo 10. Comparación de tratamientos en el peso mediante la prueba Kruskal-Wallis

Comparaciones entre parejas de Tipo de balanceado



Cada nodo muestra el rango promedio de muestras de Tipo de balanceado.

Muestra 1-Muestra 2	Estadístico de contraste	Error Error	Desv. Estadístico de contraste	Sig.	Sig. ajust.
Balanceado elaborado 100%- Balanceado combinado 50-50%	-78,279	13,419	-5,833	,000	,000
Balanceado elaborado 100%- Balanceado comercial 100%	106,408	13,419	7,930	,000	,000
Balanceado combinado 50-50%- Balanceado comercial 100%	28,129	13,419	2,096	,036	,108

Cada fila prueba la hipótesis nula de que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son las mismas. Se muestran las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es ,05. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección de Bonferroni para varias pruebas.

Anexo 11. Comparación de tratamientos en la talla mediante la prueba Kruskal-Wallis