



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TRABAJO DE GRADO PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO

EVALUACIÓN DE LA DIETA CON HARINA DE LARVA DE CUTZO (*PHYLOPHAGA SPP.*) EN LA ALIMENTACIÓN DE CRÍA Y JUVENIL DE TILAPIA ROJA (*OREOCHROMIS SP.*) EN LA PARROQUIA LA CAROLINA, IBARRA.

Victor Hugo Churuchumbi Cachago

AUTOR:

DIRECTOR

Ing. Miguel Aragón Esparza, M.Sc.

IBARRA-ECUADOR

2019

DATOS GENERALES

FACULTAD: Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales

CARRERA: Ingeniería Agropecuaria

PLAN NACIONAL DEL BUEN VIVIR:

- **Objetivo 3.** Mejorar la calidad de vida de la población.

Política: Promover entre la población y en la sociedad hábitos de alimentación nutritiva y saludable que permitan gozar de un nivel de desarrollo físico, emocional e intelectual acorde con su edad y condiciones físicas.

Lineamiento: Fomentar la producción de cultivos tradicional y su consumo como alternativa de una dieta saludable.

- **Objetivo 7.** Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental territorial y global.

Política: Impulsar la generación de bioconocimiento como alternativa a la producción primario – exportadora.

Lineamientos: Investigar los usos potenciales de la biodiversidad para la generación a aplicación de nuevas tecnologías que apoyen los procesos de transformación ecológica.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Desarrollo Agropecuario y Forestal Sostenible.

TIPO DE TRABAJO DE GRADO: Tesis

Tema: Evaluación de la dieta con harina de larva de cutzo (*Phyllophaga* spp.) en la alimentación de alevines, cría y juvenil de tilapia roja (*Oreochromis* sp.) en La Parroquia La Carolina, Ibarra.

INVESTIGADOR/A: Churuchumbi Cachago Victor Hugo

DURACIÓN PROBABLE: 12 meses

COMUNIDAD: “SAN PEDRO”

PARROQUIA: La Carolina

CANTÓN: Ibarra

PROVINCIA: Imbabura

DIRECTOR/A SUGERIDO/A: Ing. Miguel Aragón Esparza M.Sc.

ASESORES/AS SUGERIDOS/AS: Ing. Melissa Layana M.Sc.

Ing. Ángel Satama M.Sc.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES
UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN N° 001-073-CEAACES-2013-13
Ibarra-Ecuador

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES

Ibarra, 03 de diciembre del 2020

Dr. Bolívar Batallas, PhD.
DECANO FICAYA

Ab. Clever Torres T. Mgs.
SECRETARIO JURÍDICO

Para los fines consiguientes, el tribunal tutor quienes firman a continuación, **CERTIFICAMOS** haber recibido de manera digital el Trabajo de Titulación: **"Evaluación de la dieta con harina de larva de cutzo (*Phyllophaga spp.*) en la alimentación de cría y juvenil de tilapia roja (*Oreochromis sp.*)"** de autoría del señor: Churuchumbi Cachago Victor Hugo, estudiante de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Atentamente,

TRIBUNAL TUTOR

FIRMA

Ing. Miguel Aragón Esparza M.Sc.
DIRECTOR TRABAJO TITULACIÓN

Ing. Melissa Layana, MSc.
MIEMBRO TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE TITULACIÓN

Ing. Ángel Satama, MSc.
MIEMBRO TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE TITULACIÓN

Misión Institucional:

Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES
UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN Nro. 001-073-CEAACES-2013-13
Ibarra-Ecuador

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES

**CERTIFICACIÓN TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Ibarra, 03 de diciembre del 2020

Para los fines consiguientes, una vez revisado el documento en formato digital el trabajo de titulación: "Evaluación de la dieta con harina de larva de cutzo (*Phyllophaga spp.*) en la alimentación de cría y juvenil de tilapia roja (*Oreochromis sp.*)", de autoría del señor Churuchumbi Cachago Victor Hugo estudiante de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria, el tribunal tutor **CERTIFICAMOS** que el/la autor/a o autores ha procedido a incorporar en su trabajo de titulación las observaciones y sugerencia realizadas por este tribunal.

Atentamente,

TRIBUNAL TUTOR

FIRMA

Ing. Miguel Aragón Esparza M.Sc.
DIRECTOR TRABAJO TITULACIÓN

Ing. Melissa Layana, MSc.
MIEMBRO TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE TITULACIÓN

Ing. Ángel Satama, MSc.
MIEMBRO TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE TITULACIÓN

Misión Institucional:

Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

| DATOS DE CONTACTO | | | |
|----------------------|--------------------------|-----------------|------------|
| CÉDULA DE IDENTIDAD: | 1725937278 | | |
| APELLIDOS Y NOMBRES: | Churuchumbi Cachago | | |
| DIRECCIÓN: | 17 de julio | | |
| EMAIL: | vhchuruchumbi@utn.edu.ec | | |
| TELÉFONO FIJO: | | TELÉFONO MÓVIL: | 0963144092 |

| DATOS DE LA OBRA | |
|-----------------------------|--|
| TÍTULO: | EVALUACIÓN DE LA DIETA CON HARINA DE LARVA DE CUTZO (<i>PHYLLOPHAGA SPP.</i>) EN LA ALIMENTACIÓN DE CRÍA Y JUVENIL DE TILAPIA ROJA (<i>OREOCHROMIS SP.</i>) EN LA PARROQUIA LA CAROLINA, IBARRA. |
| AUTOR (ES): | Victor Churuchumbi |
| FECHA: DD/MM/AAAA | 10/10/2019 |
| SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO | |
| PROGRAMA: | <input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO |
| TÍTULO POR EL QUE OPTA: | Ing. Agropecuario |
| ASESOR /DIRECTOR: | Ing. Miguel Aragón Esparza M.Sc. |

2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 07 días del mes de diciembre de 2020

EL AUTOR:

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Victor Churuchumbi', written over a horizontal line.

(Firma).....

Nombre: Victor Churuchumbi

DEDICATORIA

Este documento simboliza el esfuerzo realizado durante toda mi carrera estudiantil, por tal razón esta tesis va dedicada a: Mis padres, Sr. Victor Churuchumbi Morales y Sra. Matilde Cachago quienes han sido un puntal fundamental y a la vez mi centro de inspiración en mi vida ya que gracias a su apoyo incondicional en todo sentido no habría podido culminar mi carrera universitaria. A mis hermanas quienes de una u otra forma han estado motivándome durante el transcurso de mi vida. A Dios y a la Virgen María que siempre me acompañan en todos los momentos de mi existencia los únicos que nunca se olvidan de mí.

Victor H Churuchumbi C

AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar en primer lugar gratitud a la UTN, su Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias, por participar en mi formación y constante apoyo durante nuestra vida estudiantil. Debemos manifestar mi más profundo agradecimiento a los Docentes, Ing. Miguel Aragón, Ing. Melissa Layana, Ing. Ángel Satama, Codirectora de la Carrera. María José Romero y Biométrista Dr. Julia Prado, que diariamente han sido un baluarte sumamente importante al encaminar la iniciación y finalización de este trabajo investigativo. Así mismo, queremos mostrar gratitud a todas las personas que de una u otra forma se han considerado integradas en este trabajo, por su amistad y entrega desinteresada para el desarrollo de esta tesis.

¡Muchas gracias a todos....!

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| CAPÍTULO I..... | 3 |
| 1. INTRODUCCIÓN | 3 |
| 1.1. Antecedentes..... | 3 |
| 1.2. Problema..... | 3 |
| 1.3. Justificación | 4 |
| 1.4. Objetivos..... | 5 |
| 1.4.1. Objetivo general..... | 5 |
| 1.4.2. Objetivos específicos..... | 5 |
| 1.5. Hipótesis..... | 6 |
| CAPÍTULO II..... | 7 |
| 2. MARCO TEÓRICO | 7 |
| 2.1. Acuicultura | 7 |
| 2.2. Taxonomía..... | 7 |
| 2.3. Morfología y anatomía | 8 |
| 2.3.1. Morfología externa..... | 8 |
| 2.3.2. Morfología interna (sistema digestivo) | 9 |
| 2.4. Especies cultivadas en el Ecuador | 10 |
| 2.5. La tilapia..... | 10 |

| | |
|--|----|
| 2.5.1. Producción de tilapia en Ecuador..... | 11 |
| 2.5.2. Etapas de vida de la tilapia | 12 |
| 2.6. Requerimientos del medio ambiente para las tilapias..... | 12 |
| 2.7. Calidad del agua en el estanque..... | 13 |
| 2.7.1. Oxígeno disuelto en el agua | 13 |
| 2.7.2. pH del agua..... | 13 |
| 2.7.3. Alcalinidad del agua | 14 |
| 2.7.4. Dureza del agua | 14 |
| 2.7.5. Temperatura del agua..... | 14 |
| 2.7.6. Turbidez del agua | 14 |
| 2.7.7. Amoníaco presente en el agua..... | 15 |
| 2.7.9. Fertilización..... | 16 |
| 2.8. Alimentación..... | 16 |
| 2.8.1. Requerimientos de proteína..... | 18 |
| 2.8.2. Requerimientos de energía | 20 |
| 2.8.3. Requerimientos de aminoácidos | 20 |
| 2.8.4. Forma de alimentar | 22 |
| 2.9. Materias primas para los alimentos balanceados | 22 |
| 2.10. Características de harina de insectos | 24 |
| 2.11. Harina como suplemento para alimentos balanceados en peces..... | 24 |
| 2.12. Origen del cutzo-gallina ciega-gusano blanco (<i>Phyllophaga</i> ssp.)..... | 26 |

| | |
|--|----|
| 2.12.1. Clasificación taxonómica | 27 |
| 2.12.2. Descripción | 27 |
| 2.12.3. Ciclo de vida de la larva <i>Phyllophaga</i> spp. | 28 |
| CAPÍTULO III | 30 |
| 2. MATERIALES Y MÉTODOS | 30 |
| 2.1. Caracterización del área de estudio..... | 30 |
| 2.1.1. Ubicación geográfica | 30 |
| 2.2. Materiales, equipos, insumos y herramientas..... | 32 |
| 2.3. Método | 32 |
| 2.3.1. Factor en estudio | 32 |
| 2.4. Diseño experimental..... | 33 |
| 2.4.1. Características del experimento | 34 |
| 2.4.2. Características de unida experimental..... | 35 |
| 2.4.3. Análisis estadístico..... | 36 |
| 2.5. Variables y Métodos de Evaluación..... | 36 |
| 2.6. Manejo específico del ensayo | 38 |
| 2.6.1. Preparación de la harina de cutzo | 38 |
| 2.6.1. Análisis de materia prima | 39 |
| 2.6.2. Método para la elaboración del balanceado..... | 39 |
| 2.6.3. Elaboración de una dieta para tilapia en etapa de cría y juvenil..... | 40 |
| 2.6.4. Peletizado del balanceado..... | 41 |
| 2.6.5. Preparación del sitio del experimento | 42 |
| 2.6.6. Parámetros de calidad de agua..... | 43 |
| 2.6.6.1. Oxígeno disuelto | 43 |
| 2.6.6.2. Temperatura del agua | 43 |

| | |
|--|----|
| 2.6.6.3. Turbidez del agua..... | 43 |
| 2.6.6.4. Análisis de nitratos..... | 44 |
| 2.6.6.5. Análisis de amonico. | 44 |
| 2.6.6.6. Alcalinidad..... | 44 |
| 2.6.6.7. Dureza..... | 44 |
| 2.6.7. Llenado del estanque | 45 |
| 2.6.8. Encalado del estanque | 45 |
| 2.6.9. Elaboración de jaulas..... | 45 |
| 2.6.10. Compra de los peces..... | 46 |
| 2.6.11. Traslado | 46 |
| 2.6.12. Alimentación..... | 46 |
| 2.6.13. Cosecha de peces | 46 |
| 2.6.14. Linea de tiempo del experimento..... | 47 |
| CAPÍTULO VI | 48 |
| 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 48 |
| 3.1. Consumo de alimento..... | 48 |
| 3.2. Incremento de peso promedio (g) | 50 |
| 3.3. Incremento de longitud promedio (cm)..... | 54 |
| 3.4. Conversión alimenticia (cm) | 58 |
| 3.5. Mortalidad | 63 |
| 3.6. Análisis de costos de producción..... | 63 |
| CAPÍTULO V..... | 66 |
| CONCLUSIONES | 66 |
| CAPÍTULO VII..... | 69 |
| BIBLIOGRAFÍA | 69 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1 Clasificación taxonómica de la tilapia. | 8 |
| Tabla 2 Etapas de vida de la tilapia. Talla, peso y tiempo estimado para cada etapa de vida | 12 |
| Tabla 3 Parámetros de cultivo de calidad de agua para el cultivo de tilapia | 16 |
| Tabla 4 Programa de alimentación para tilapias. | 17 |
| Tabla 5 Necesidades nutricionales para cada etapa de la tilapia..... | 18 |
| Tabla 6 Requerimiento de proteína, carbohidratos y lípidos en dietas para tilapia. .. | 19 |
| Tabla 7 Relación óptima Proteína, Energía. | 20 |
| Tabla 8 Aminoácidos para la tilapia..... | 21 |
| Tabla 9 Composición proximal de algunas fuentes proteicas de origen animal. | 23 |
| Tabla 10 Clasificación taxonómica de la larva de cutzo (<i>Phyllophaga</i> spp.). | 27 |
| Tabla 11 Materiales, equipos, insumos y herramientas..... | 32 |
| Tabla 12 Cuadro de la descripción de los niveles | 33 |
| Tabla 13 Componentes de la unidad experimental. | 35 |
| Tabla 14 Esquema de un Diseño de Bloques Compleos al Azar (DBCA)..... | 36 |
| Tabla 15 Porcentaje de biomasa..... | 36 |
| Tabla 16 Dietas para tilapia roja en la etapa de cría..... | 40 |
| Tabla 17 Resultados nutricionales de la dieta..... | 40 |
| Tabla 18 Dietas para tilapia roja en la etapa de juvenil. | 41 |
| Tabla 19 Variable consumo de alimento | 48 |

| | |
|--|----|
| Tabla 20 Incremento de peso. | 50 |
| Tabla 21 Análisis de varianza de incremento de peso promedio | 52 |
| Tabla 22 Prueba de LSD Fisher al 5% | 53 |
| Tabla 23 Incremento de longitud | 55 |
| Tabla 24 Análisis de varianza de la variable longitud total..... | 56 |
| Tabla 25 Prueba de DMS Fisher al 5% para tratamientos..... | 56 |
| Tabla 26 Datos de conversión alimenticia | 59 |
| Tabla 27 Análisis de varianza de la conversión alimenticia..... | 59 |
| Tabla 28 Prueba DMS de Fisher al 5% para tratamientos..... | 60 |
| Tabla 29 Costo de producción etapa cría..... | 64 |
| Tabla 30 Costo de producción etapa juvenil..... | 65 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Morfología externa de la tilapia. | 9 |
| Figura 2. Anatomía interna de la tilapia roja. | 10 |
| Figura 3. Anatomía externa de <i>Phyllophaga</i> spp. | 28 |
| Figura 4. Ciclo de vida (<i>Phyllophaga</i> spp)..... | 29 |
| Figura 5. Mapa de la ubicación de la unidad experimental..... | 31 |
| Figura 6. Esquema de distribución | 34 |
| Figura 7. Protocolo para la obtención de cutzo. | 39 |
| Figura 8. Protocolo para la obtención de la harina de cutzo. | 42 |
| Figura 9. Consumo de alimento en días. | 49 |

| | |
|---|----|
| Figura 10. Incremento de peso cada 14 días | 51 |
| Figura 11. Ganancia de peso por tratamiento | 53 |
| Figura 12. Longitud total (cm) | 57 |
| Figura 13. Conversion alimenticia | 61 |

RESUMEN

Con la finalidad de analizar la sostenibilidad en la producción de tilapia roja en la etapa de crecimiento se ensayaron dietas balanceadas con niveles de inclusión de 0 %; 3 %; 6 %; y 9 % de harina de larva de cutzo (*Phyllophaga spp.*). La investigación se realizó en la graja piscícola “SAN PEDRO” ubicada en la parroquia La Carolina, Cantón Ibarra, provincia de Imbabura. Se utilizaron 120 tilapias en la fase de alevín con peso promedio de 6 g, los peces se cultivaron en jaulas flotantes de 1.30 m de ancho x 1.30 m de largo y 1 metro de profundidad. Se emplearon 12 jaulas, cada una con 10 peces en etapa de alevín. Las dietas se suministraron 3 veces al día en las unidades experimentales. Se evaluó el 100 % de las dietas que se empleó para registrar las siguientes variables consumo de alimento, peso, longitud, conversión alimenticia, mortalidad y análisis económico. Se registró en total 8 datos de cada una de las variables durante la experimentación, este proceso lo realizamos en un periodo cada 14 días. Los resultados no fueron significativos, el T2 se destacó en el consumo de alimento 2.16 g/pez, incremento de peso 53.97 g/pez, incremento de longitud 14.76 cm y conversión alimenticia 3.65, registrando una mortalidad promedio 0.83 %. Con los datos proporcionados en la investigación el T1 con 3 % de inclusión de harina de larva de cutzo tuvo mejores resultados con diferencias mínimas a los otros tratamientos, sin afectar los parámetros de crecimiento de la tilapia en estudio.

Palabras clave: larva de cutzo, dietas balanceadas, harina e inclusión.

SUMMARY

In order to analyze the sustainability of red tilapia production in the growth stage, balanced diets were tested with inclusion levels of 0 %; 3 %; 6 %; and 9 % of meal from cutzo larvae (*Phyllophaga* spp.). The research was carried out in the fish farm "SAN PEDRO" located in La Carolina parish, Ibarra canton, Imbabura province. 120 tilapia were used in the fry phase with an average weight of 6 g, the fish were grown in floating cages of 1.30 m wide x 1.30 m long and 1 meter deep. Twelve cages were used, each containing 10 fish in the fry stage. Diets were given 3 times a day in the experimental units. 100% of the diets were evaluated and used to record the following variables: feed consumption, weight, length, feed conversion, mortality and economic analysis. 8 records of the variables were made, which was made to each of the experimental units in an interval time of 14 days. The results were not significant, highlighting T4 in food conversion of 3.52 the T2 stood out in feed consumption 2.16 g/fish, weight increase 53.97 g/fish, length increase 14.76 cm and feed conversion 3.65, recording an average mortality 0.83%. With the data provided in the study, T1 with 3% inclusion of cuttlefish larvae meal had better results with minimal differences to the other treatments, without affecting the growth parameters of the tilapia under study.

Keywords: cutzo larva, shot diets, flour and inclusion.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

La acuicultura tiene una historia que data de hace aproximadamente 4 000 años, pero desde los años 50 se ha convertido en una actividad económica muy importante, debido a su aporte de fuentes de proteína animal y vegetal obteniendo un crecimiento rápido a nivel mundial. Probablemente cerca del 50% de pescado es destinado para alimentación. Según un informe publicado por la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), detalla que la producción acuícola mundial ha venido aumentando de forma constante hasta llegar al 46.8% en el año 2017, llegando a 67.5 millones de toneladas (FAO, 2018).

Existe una gran diferencia entre los niveles de producción acuícola entre países. En el año 2008 China reportó el 60% de la producción acuícola a nivel mundial, siendo el país con mayor producción. A diferencia de otros países como: Tailandia, Vietnam e India que son productores de camarones y langostinos, mientras que Noruega y Chile son productores de salmón. (FAO, 2016).

Lara (2003) considera que la tilapia “es el pez conocido por los acuicultores en todos los sistemas de explotación, desde el intensivo al semi-intensivo, y es de gran importancia para la nutrición, se cultivan en aguas tropicales y subtropicales, particularmente en países en vías de desarrollo”.

La tilapia es un pez de buen sabor y rápido crecimiento, se puede cultivar en estanques o en jaulas, tolera altas densidades, resiste condiciones ambientales adversas, sobrelleva bajas concentraciones de oxígeno, es capaz de utilizar la potencialidad alimenticia de los estanques y puede ser manipulada genéticamente (Redmayne, 2009).

Siendo la tilapia una especie omnívora propensa a herbívora y filtradora, principalmente las algas son una fuente natural de su dieta, dentro de su alimentación se han realizado practicas con diversas fuentes animales y vegetales tales como harina de camarón (El-Sayed, 2004), harina de lenteja de agua (*Lema obscura*) (Peters, et al., 2009), harina de platano (Delgado-Vidal, 2009), pulpa de café (Corella, 2002) entre otras, también nos permite que esta especie sea apta para la alimentación con fuentes proteicas de origen animal como la larva de cutzo.

La larva de cutzo (*Phyllophaga* spp.) es un insecto y se encuentra en el orden Coleóptera, es considerada como una plaga del suelo que provoca daños en las plantas cultivadas (Rodríguez Del Bosque, 2010). *Phyllophaga* spp. denominada como “gallina ciega”, nombre que se designa la etapa larval de más de 810 especies de escarabajos. Esta larva está relacionada con pérdidas económicas importantes en la producción de los cultivos de maíz, papa, yuca y aguacate.

Encontraron que los insectos del orden Coleóptera también contienen proteína en un 44.3% con relación al contenido de grasa que oscila entre 10% y 40%. Por lo tanto la cantidad de proteína y grasa representan aproximadamente tres cuartas partes del peso de los insectos, es decir que en los insectos la mitad del peso seco es proteína, un cuarto es

grasa, que aporta la mayor cantidad de vitaminas y el resto otras sustancias (Wen y Viejo, 2008).

Los insectos podrían ser una alternativa para la alimentación en peces por su digestibilidad del 75%. Por lo general, los insectos tienen una buena calidad de proteína, ricos en aminoácidos esenciales como lisina, metionina y leucina, que suelen ser limitantes en las fuentes vegetales (De Haro, 2015).

1.2. Problema

La acuicultura está en aumento y se está desarrollando en todas las regiones del mundo, aumentando la demanda de productos acuícolas, mientras que la producción por captura de peces se ha reducido, no es posible sostener en muy poco tiempo el suministro de productos acuícolas para ello existen nuevas alternativas de producción de especies que se adapten a los sistemas.

Por otra parte en la parroquia La Carolina específicamente en la Granja Piscícola San Pedro la producción de tilapia (*Oreochromis* sp.) tiene un costo elevado debido a la construcción de piscinas con características indispensables para una buena explotación de esta especie y desconocimiento de balanceados formulados a partir de materias primas de origen animal y vegetal, que contribuya al mismo valor nutricional requerido por el pez, reduciendo los costos de producción de la tilapia (Info, 2017).

Los balanceados para la tilapia se caracterizan por el contenido del nivel de proteína, de ahí la importancia de proporcionar alimentos balanceados con las cantidad de nutrientes necesarios, siendo la harina de cutzo *Phyllophaga* spp. un producto con un nivel de proteína de 18%, que nos permita suplir parcialmente las necesidades nutricionales.

1.3. Justificación

Gaber (2005) menciona que la elaboración de dietas son una alternativa en suplemento de alimentos y es de suma importancia en el cultivo de tilapia, debido a que la harina de soya y la harina de pescado son las materias primas más utilizadas en el alimento de peces, de acuerdo a la oferta y demanda del mercado internacional, se busca reducir dichos costos utilizando la harina de *Phyllophaga* spp. beneficiando así a los pequeños y medianos acuicultores y consumidores.

La producción industrial de *Oreochromis* sp. requiere el suministro de un alimento con un contenido mínimo de 38% de proteína (Moreno H. J., 2009). En general, la tilapia es un pez omnívoro que utiliza como alimentos materiales de origen animal y vegetal (follajes, granos, gusanos, algas, zooplancton, insectos, entre otras). Su largo intestino está adaptado estructuralmente al consumo de alimentos principalmente de origen vegetal. En la mayoría de los casos se ha buscado reducir el costo de la alimentación a través de la sustitución de la harina de pescado, por una gran variedad de sub-productos animales y vegetales (Gaber, 2005).

De acuerdo a los análisis realizados por el Laboratorio Bromatológico de la Universidad Técnica del Norte (UTN) los resultados que se obtuvieron de la harina de cutzo son

los siguientes; proteína (18%), cenizas (58.4%), grasas (2.40%) y fibra (3.4%) (Anexo 2), con esta información en la presente investigación se utilizó la harina de cutzo en la alimentación de cría y juvenil de tilapia roja.

La parroquia La Carolina está situada en el sector noroeste de la ciudad de Ibarra, en la provincia de Imbabura, la población se dedica a las actividades agropecuarias y una minoría de personas son empleados de las haciendas de la parroquia. Sus ingresos económicos son bajos para el sustento familiar, por lo que es necesario crear nuevas fuentes de ingresos económicos utilizando los mismos recursos naturales disponibles en la zona como el agua de sus ríos que son afluentes naturales. Dando factibilidad para la construcción de piscinas para la crianza de Tilapia roja, la rusticidad de esta especie a hecho de que sea posible su producción y es de fácil comercialización por su alta demanda a nivel local (Arboleda y Terán, 2011).

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar la dieta con harina de larva de cutzo (*Phyllophaga* spp.) en la alimentación de cría y juvenil de tilapia roja (*Oreochromis* sp.) en la parroquia La Carolina, Ibarra.

1.4.2. Objetivos específicos

- Identificar la dieta con el mejor nivel de inclusión de harina de *Phyllophaga* spp. en la alimentación de cría y juvenil de tilapia roja (*Oreochromis* sp.).

- Evaluar los parámetros de longitud y peso en los diferentes niveles de inclusión de harina de *Phyllophaga* spp. en la cría y juvenil de tilapia roja (*Oreochromis* sp.).
- Analizar los costos de producción en la fase de cría y juvenil de tilapia roja (*Oreochromis* sp.).

1.5. Hipótesis

H₀: La inclusión de la harina de la larva de cutzo (*Phyllophaga* spp.) no afecta los parámetros de crecimiento y eficiencia nutritiva.

H_a: La inclusión de la harina de la larva *Phyllophaga* spp. afecta los parámetros de crecimiento y eficiencia nutritiva.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Acuicultura

La acuicultura se presenta como una nueva alternativa de producción en el sector agropecuario, sin embargo es necesario desarrollar tecnologías en este campo donde se optimice los sistemas de producción y transformación con especies acuícolas. Según la FAO (2018) afirma que el crecimiento de la acuicultura en el mundo se debe a la preocupación de la sociedad por la alimentación, ya que consumir productos acuícolas proporciona buenas fuentes de proteína, ácidos grasos, minerales y micronutrientes esenciales.

Estimaciones recientes de la FAO apuntan a que la comida aumentará un 70% en el año 2050. Para solventar las necesidades del aumento de la población se presentan varios cambios relacionados con las dietas nutricionales, el incremento de la renta de algunos países y la creciente urbanización, y expansión de mega ciudades en los países en vías de desarrollo. Estos cambios afectarán a todos los países cuando su población particular ni aumenta de tamaño ni mejora sustancialmente su riqueza (Apromar, 2011).

2.2. Taxonomía

La tilapia pertenece a un grupo de peces de 100 especies del género *Oreochromis*, son de origen africano, pertenecen a la familia de los cíclidos que se dividen en tres géneros; *Oreochromis*, *Srotherodon* y *Danakilia* pertenecientes a la Tribu Tilapiini, siendo los más

comerciales para la producción (Cuevas, 2010). La clasificación taxonómica (Tabla 1) de *Oreochromis* sp.

Tabla 1
Clasificación taxonómica de la tilapia.

| Taxonomía de la tilapia | |
|-------------------------|--------------------|
| Phyllum | Chordata |
| Subphylum | Craneata |
| Superclase | Gnathostomata |
| Serie | Pisces |
| Clase | Actinopterygii |
| Orden | Perciformes |
| Suborden | Percoidei |
| Familia | Cichlidae |
| Género | <i>Oreochromis</i> |

Fuente: Capote (2000).

2.3. Morfología y anatomía

2.3.1. Morfología externa

La tilapia, tiene un cuerpo robusto con características propias; los machos presentan la cabeza más grande que la hembra, su boca es protráctil ancha con labios gruesos, sus dientes cónicos y algunas veces incisivos, escamas de forma ctenoideo. Las aletas dorsal y anal son muy cortas contienen vistosas espinas y radios. Tienen una línea lateral interrumpida; la parte anterior superior se extiende desde el opérculo hasta los últimos radios

de la aleta dorsal, la posterior se encuentra por debajo de donde termina la línea lateral superior hasta el final de la aleta caudal, en cada lado de la cabeza tienen un orificio nasal (Rodríguez, 2002), (Figura 1).

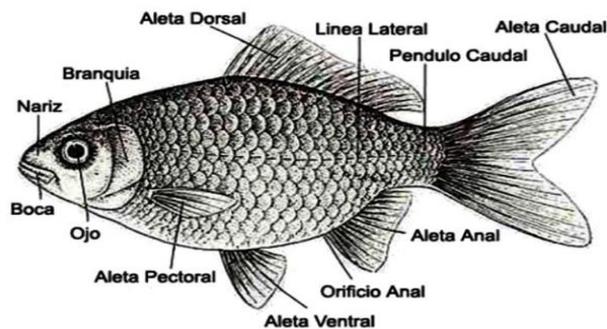


Figura 1. Morfología externa de la tilapia.

Fuente: Balbuena (2011).

2.3.2. Morfología interna (sistema digestivo)

La tilapia es un tipo de animal omnívoro. El aparato digestivo comienza en la boca, continuando con la faringe la cual está perforada lateralmente por los arcos branquiales. El esófago es muy elástico y dispone de células secretoras de una sustancia mucilaginosa que favorece el avance del bolo alimenticio hacia el estómago en donde pueden desintegrar todo tipo de alimentos, los peces no disponen de glándulas salivales, siendo estas sustituidas por glándulas mucosas. (Castillo, 2011) (Figura 2).

El intestino es aproximadamente siete veces más largo que su cuerpo, pero existe diferencia dependiendo de la alimentación, es corto en los peces carnívoros y largos en los peces herbívoros (Villarruel, 2011). Presenta glándulas siendo una de ellas el hígado, es el órgano más grande y alargado producen enzimas ayudando a la digestión. También

forma parte del aparato digestivo cumpliendo la función de regresión de bilis e incluso de generación de reservas como es el caso de formación de glucógeno (Villarruel, 2011). La otra glándula importante es el páncreas que no es tan visible, este órgano secreta enzimas (tripsina, amilasas y lipasas) a través de su propio conducto (Fonseca, 2016).

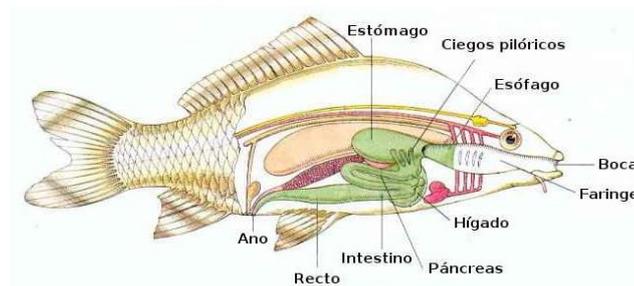


Figura 2. Anatomía interna de la tilapia roja.

Fuente: Balbuena (2011).

2.4. Especies cultivadas en el Ecuador

Marcillo (2010) menciona que la tilapia roja se introdujo en el Ecuador en el año de 1965 en la zona de Santo Domingo de Los Colorados, (actual Santo Domingo de Los Tsachilas), como cultivo artesanal y no con fines económicos. En el país las especies más cultivadas son: Tilapia gris (*Oreochromis niloticus*) y el híbrido rojo de tilapia (*Oreochromis* sp.).

2.5. Tilapia

Jaramillo (2010) señaló que la tilapia se originó en África. Durante los últimos cuarenta años esta especie (*Oreochromis* sp.) se ha cultivado en diferentes partes del mundo de forma intensiva. La tilapia roja es utilizada por sus vistosos colores, por la amplia tolerancia de manejo y por expresar las características de las diferentes especies.

Las tilapias son peces exóticos de mayor éxito en la piscicultura mundial, su desarrollo de las nuevas técnicas de cultivo intensivo y súper intensivo conjugadas con la aparición de un sin número de híbridos comerciales de gran aceptación no solo por parte de los piscicultores, sino por parte de los consumidores en los mercados nacionales e internacionales. También pueden sobrevivir en aguas con salinidad de 0 a 27 ppm, es decir desde aguas continentales hasta aguas oceánicas (Rodríguez, 2002).

2.5.1. Producción de tilapia en Ecuador

La producción de Tilapia en Ecuador tiene un alcance comercial de suma importancia (Figura 3), se adapta a diferentes condiciones ambientales, apetecida en el mercado nacional e internacional por su alto contenido nutricional (proteína 18% - 20.8%). Los sectores acuícolas y pesqueros representan el 40% de las exportaciones no petroleras con una rentabilidad de 40 000 Tm/año y una utilidad de 60 000 \$/ha/año significa que anualmente reporta 5 300 millones de dólares con una disminución del 12% respecto al año 2017 según la Cámara Nacional de Acuicultura (2020).

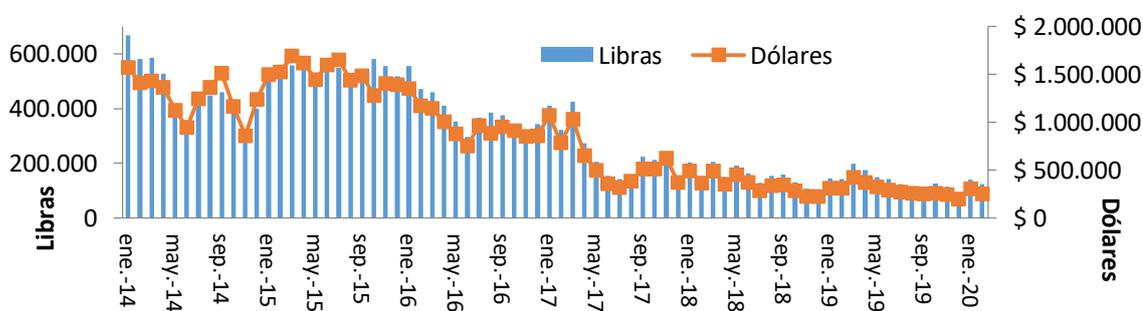


Figura 3. Exportaciones de tilapia Ecuatoriana a EE.UU de enero 2012 a enero de 2020

Fuente: Cámara Nacional de Acuicultura (2020)

2.5.2. Etapas de vida de la tilapia

La producción por etapas de la tilapia se realiza con el fin de poder manejar el tamaño, peso, formulación de balanceado y frecuencia de alimentación.

Tabla 2

Etapas de vida de la tilapia: talla, peso y tiempo estimado para cada etapa de vida.

| Etapas | Talla (cm) | Peso (g) | Edad (días) |
|-------------|------------|-----------|-------------|
| Huevo | 0.2-0.3 | 0.01 | 3-8 |
| Alevín | 0.7-1.0 | 0.10-0.12 | 10-15 |
| Alevín cría | 1-5 | 0.5-4.7 | 15-30 |
| Juvenil | 5-10 | 10-50 | 45-60 |
| Adulto | 10-18 | 70-100 | 70-90 |

Fuente: Poot, et al.(2009).

2.6. Requerimientos del medio ambiente para las tilapias.

Poot (2012) manifiesta que para cultivar tilapia es importante tomar en cuenta las propiedades fisicoquímicas del agua. Estas deben mantenerse dentro de los parámetros óptimos para garantizar el desarrollo de los peces.

2.7. Calidad de agua en el estanque

2.7.1. Oxígeno disuelto en el agua

El rango óptimo está por encima de los 4 mg/l y no debe ser inferior a 3 mg/l, aunque toleran bajas concentraciones de oxígeno en el agua. A continuación, se da a conocer los niveles de oxígeno (mg/l) y sus efectos (Pallares y Borbor, 2012):

- 0.0 – 0.3 : los peces pequeños viven en cortos periodos.
- 0.3 – 2.0 : letal en exposición prolongada.
- 3.0 – 4.0 : los peces sobreviven, pero crecen lentamente.
- >4.5 : rango deseable para el crecimiento del pez.

2.7.2. pH del agua

Las principales fuentes de agua para el cultivo de peces son de origen superficial. Entonces se ha considerado que el pH óptimo del agua para el cultivo de tilapia se encuentra entre 6.5 y 8.5 esto permite la secreción normal de mucus en la piel del pez. El pH es una característica básica que indica el grado de acidez o alcalinidad del agua, también tiene influencia en una serie de reacciones que ocurren en el agua. Dentro de la calidad del agua el pH interviene determinando si el agua es dura o blanda, es decir, evalúa los niveles de carbonatos presentes en el desarrollo del cultivo de una especie acuícola (Bautista y Velazco, 2011).

2.7.3. Alcalinidad del agua

La alcalinidad amortigua el agua y evita los cambios súbitos del pH. Niveles de alcalinidad de 100 a 120 mg/l con un pH de 7 y 8 son reconocidos como favorables para una vida acuática de mayor variedad (Laboratorios, 2017), (Tabla 3).

2.7.4. Dureza del agua

La dureza se encuentra determinada por la cantidad de calcio o magnesio, medida en miligramos, disueltos en el agua en las cuales podemos tener aguas duras o blandas. Como aguas blandas tenemos a la lluvia mientras que la dureza es determinada con la adición de carbonato de calcio que se encuentra comúnmente en la cal, ya sea esta agrícola, viva o apagada. Los peces para tener un buen crecimiento deben tener un nivel de dureza por encima de los 50 mg/l (Poleo, 2015), (Tabla 3).

2.7.5. Temperatura del agua

El rango óptimo de temperatura del agua para el cultivo de la tilapia fluctúa entre los 22 y 32 °C con una variación de 5 °C. Los cambios de temperatura afectan directamente la tasa metabólica, y por ende, subirá el consumo de oxígeno (Pallares, 2012), (Tabla 3).

2.7.6. Turbidez del agua

La turbiedad es originada por las partículas en suspensión o coloides (arcillas, tierra finamente dividida, etcétera). La turbiedad es causada por las partículas que forman los

sistemas coloidales; es decir, aquellas que, por su tamaño, se encuentran suspendidas y reducen la transparencia del agua (Bautista, y Ruíz, 2017), (Tabla 3).

2.7.7. Amoníaco presente en el agua

El Amoníaco en el agua está presente en dos formas, como iones de Amoníaco (NH_4^+), los cuales no son tóxicos, y como Amoníaco tóxico no ionizado (NH_3). La proporción relativa de uno o el otro depende de la temperatura del agua y el pH. La toxicidad del amonio aumenta al incrementar el pH, debido a que en aguas básicas existe la posibilidad de excretar el amoniaco se ve limitada, por la escasez de concentración de protones (H^+), por lo tanto, se produce una intoxicación por esta sustancia, caso contrario ocurre en aguas ácidas, donde hay mayor prevalencia de amonio ionizado (NH_4^+) (Valenzuela, et al., 2018), (Tabla 3).

2.7.8. Nitritos y nitratos

De acuerdo a Valenzuela, et al., (2018) los nitritos son un producto intermedio de la transformación del amoníaco en nitrato por la actividad bacteriana. El nitrito es tóxico en los peces, mermando la capacidad de la hemoglobina para transportar oxígeno, por lo cual su toxicidad está relacionada con el oxígeno disuelto en agua, (Tabla 3).

Tabla 3

Parámetros de calidad de agua para el cultivo de tilapia

| Parámetros | Unidades | Rangos |
|-------------------|----------------|--------|
| Temperatura | °C | 25-32 |
| Oxígeno disuelto | mg/L | 5-9 |
| pH | unidades de Ph | 6-9 |
| Alcalinidad total | mg/L | 50-150 |
| Dureza total | mg/L | 80-110 |
| Nitritos | mg/L | 0-0.1 |
| Nitratos | mg/L | 1.5-2 |
| Amonio | mg/L | 0-0.1 |

Fuente: Valenzuela, et al., (2018)

2.7.9. Fertilización

Arredondo (2006) menciona que la fertilización del agua con abono orgánico o fertilizantes químicos, puede aumentar la producción de fitoplancton y zooplancton. Una vez fertilizado el estanque se debe controlar mediante la coloración del agua que debe ser verde esmeralda; también se utiliza el método artesanal de introducción del codo para determinar a que punto se pierde la visibilidad de la mano que está relacionada con la turbidez del agua.

2.8. Alimentación

Las tilapias son peces omnívoros, que presentan un hábito de alimentación de amplio rango, han venido evolucionando y sus requerimientos nutricionales son diferentes a otras especies. En general las tilapias requieren de una alimentación balanceada para su

desarrollo. Tomando en cuenta que el alimento debe contener niveles de proteínas, vitaminas, ácidos grasos (aceites) y minerales (Brujel, 2002). En el experimento desde el inicio hasta su finalización se suministró el alimento balanceado con base en la harina de cutzo.

La tilapia tiene una facilidad de aceptar en su dieta distintos tipos de alimentos como hojas de plantas, frutas, verduras y tubérculos. La base de alimentación en una producción piscícola es a base de un balanceado formulado para sus distintos periodos de crecimiento con el contenido de proteína variando de 28% hasta 50% de proteína, esta alimentación dependerá del tamaño, peso y la tasa de alimentación (Tabla 4). Aunque la tilapia en estado natural tiene como base de su alimentación fitoplancton y zooplancton que se encuentra en el agua con un contenido proteico de aproximadamente de 55% (Calderón, 2016).

Tabla 4
Programa de alimentación para tilapias.

| Periodo | Alimento Proteína % | Tamaño del alimento | Peso de la Tilapia | Biomasa |
|-----------|------------------------|------------------------|-----------------------|---------|
| Alevinaje | 50 | Polvo | <1g. | 8-12 % |
| Inicio | 38 | Pellet | 1-50g. | 6-8 % |
| Cría | 32 | Pellet | 50-200g. | 3-6 % |
| Engorde | 28 | Pellet | 200-700g. | 1-3 % |

Fuente: Calderón (2016). Nutrición de la tilapia

Sin embargo, en los sistemas de producción el uso de alimento balanceado para las diferentes etapas de la tilapia presentan diferentes características nutricionales (Tabla 5) que representa aproximadamente el 50% es su costo de producción es por esto que un programa inadecuado de alimento disminuye la rentabilidad de la granja (Torres y Hurtado, 2012).

Tabla 5

Necesidades nutricionales para cada etapa de la tilapia.

| Etapa | Proteína % | Humedad % | Grasa % | Fibra % | Ceniza % |
|-------------|------------|-----------|---------|---------|----------|
| Alevinaje | 50.0 | 12.0 | 8.0 | 3.0 | 9.0 |
| Inicial | 38.0 | 12.0 | 8.0 | 4.0 | 9.0 |
| Crecimiento | 32.0 | 12.0 | 7.0 | 5.0 | 9.0 |
| Engorde | 28.0 | 12.0 | 6.0 | 6.0 | 10.0 |

Fuente: Torres y Hurtado (2012).

2.8.1. Requerimientos de proteína

Los requerimientos de proteína han sido estudiados utilizando el método dosis-respuesta con dietas semi purificadas conteniendo caseína, mezclas de caseína y gelatina o mezclas de caseína y aminoácidos, o con dietas prácticas con fuentes proteicas de origen animal o vegetal (Lozano, 2011).

Brujel (2002) encontró los requerimientos de proteína cruda en la alimentación de alevinos de tilapia de 34% - 36%, sin embargo se recomienda un bajo nivel de proteína cruda de entre 25% y 28%. Los lípidos especialmente de soya juegan un papel importante por su gran aporte de energía. Es importante tener en cuenta la relación de proteína y

energía, se ha informado que para alevinos de tilapia existe una relación de 120 y 75 mg de proteína por kcal de energía digestible (Tabla 6) donde se presume que es la mejor para agua dulce.

Tabla 6

Requerimiento de proteína, carbohidratos y lípidos en dietas para tilapia.

| Nutrientes esenciales | Estadío | Requerimiento dietario |
|----------------------------------|-----------------|------------------------|
| | Alevino/juvenil | 45 - 60 / 35 - 45 % |
| Proteína | Engorde | 25 - 35 % |
| | Reproductor | 25 - 35 % |
| | Alevino/juvenil | < 25 % |
| Carbohidratos | Engorde | 25 - 30 % |
| | Reproductor | No conocido |
| | Alevino/juvenil | 120 / 110 mg/kg |
| Proteína: Relación energética | Engorde | 103 mg/kg |
| | Reproductor | No conocido |
| | Alevino | 5 - 8 % |
| Lípidos: Totales | Adulto | 8 - 10 % |
| | EFA | Todos los estadios |
| 0,5 - 1,0 % | | |

Fuente: Brujel (2002)

2.8.2. Requerimientos de energía

Las tilapias requieren básicamente de ácido graso linoleico y el linolénico presente en los aceites de origen vegetal. Los lípidos como fuente de energía de bajo costo y alto nivel energético mejoran la conservación alimenticia, estimulan el consumo de alimento y mejoran la digestibilidad de los alimentos vegetales en dietas para la tilapia. La tilapia no usa eficientemente los lípidos como fuente energética en niveles por encima de 5% de la dieta (Tabla 7). La energía ingerida a través de los alimentos puede seguir diferentes rutas metabólicas en el animal, existiendo varios lugares donde la energía perdida puede ser recuperada. El pez necesita minimizar esa pérdida para obtener un óptimo desempeño (Lozano, 2011).

Tabla 7

Relación óptima Proteína, Energía.

| Proteína % | Energía digestible Kcal/g | Relación PB/ED (mg/kcal) | Respuesta |
|------------|---------------------------|--------------------------|------------------|
| 30 | 3.30 | 85.49 | Ganancia de peso |
| 32 | 3.0 | 90.90 | |
| 38.6 | 3.80 | 101.57 | |

Fuente: Lozano (2011).

2.8.3. Requerimientos de aminoácidos

Los requerimientos de aminoácidos sulfurados pueden ser atendidos con metionina o una mezcla de metionina y cisteína. Estudios recientes recomiendan una proporción de metionina y cisteína de 50:50 para mejorar el rendimiento de tilapia roja. Del mismo

modo, la tilapia requiere aminoácidos aromáticos como la fenilalanina, que puede ser atendido parcialmente por la tirosina (National Research Council, 2011).

Furuya (2010) afirma que en la fase de terminación de la tilapia requiere cerca del 1.42 % de lisina, elaborando dietas a base de maíz y torta de soya. Entre tanto Bomfim MAD (2010) estimaron que para alevinos de tilapia requieren cerca de 1.70% de lisina digestible. Existen requerimientos de aminoácidos sulfurados que disminuyen mientras el pez va aumentando su peso en 1.32% en reversión, 0.92% en post reversión hasta los 100 g de peso (Furuya, 2004). A continuación, se señala los requerimientos mínimos de ciertos aminoácidos para la tilapia.

Tabla 8

Aminoácidos para la tilapia

| Aminoácidos | Porcentaje en la dieta |
|-------------|------------------------|
| Arginina | 2.5 |
| Histidina | 0.7 |
| Lisina | 2.1 |
| Metionina | 0.5 |
| Cisteína | 1.0 |
| Triftófano | 0.2 |
| Treonina | 0.8 |
| Valina | 1.5 |
| Leucina | 1.0 |
| Isoleucina | 1.5 |

Fuente: Furuya (2004).

2.8.4. Forma de alimentar

Las formas de alimentación dependen directamente del manejo de cultivo y el tipo de explotación. La alimentación en un sitio es menos convencional, no es la adecuada por la acumulación de materia orgánica en un lugar, haciendo que el lote de los peces no se alimente uniformemente. La alimentación en L es sugerido para animales con pesos de 50 a 100 g es recomendable alimentar en la orilla de salida para poder sacar la mayor cantidad de heces. La alimentación periférica se realiza por todas las orillas del estanque y se recomienda para peces mayores de 100 g. También existen comederos automáticos, sin embargo, por su costo se convierten en sistema costoso (López, 2003).

2.9. Materias primas para los alimentos balanceados

En la producción acuícola necesitamos de nutrientes que son requeridos por los peces y otros organismos acuáticos para su reproducción, crecimiento, renovación de tejidos, síntesis de hormonas, enzimas y otras funciones fisiológicas. Existen raciones alimento y se preparan con mezclas de insumos (subproductos) de carácter vegetal y animal (harinas, granos, residuos de pescado, entre otros) (Luchini y Wicki, 2015).

De igual manera, están apareciendo opciones nuevas para elaborar alimentos balanceados con ingredientes de origen animal como se muestra en la (Tabla 9). Una de ellas es la harina de insectos, que hoy está más cerca de los acuicultores (Aqua, 2018). Existe una amplia gama de insectos que están siendo investigados por su potencial dentro de la alimentación animal, los más estudiados son los Dípteros (Mosca negra soldado) y (Mosca doméstica). Ambas especies son ricas en proteínas, lípidos y de algunos otros

nutrientes, tales como: ácidos grasos, pigmentos, vitaminas y/o minerales de origen natural. Al igual que la mosca verde y la mosca azul, también un grupo muy interesante son los insectos del orden Dictióptera (Cucarachas), Coleóptera (Tenebrio Molitor y Escarabajo negro) (Orrego, 2015).

Tabla 9

Composición proximal de algunas fuentes proteicas de origen animal.

| Insectos | Agua | Proteína cruda | Grasas | Fibra | Ceniza cruda |
|--|------|-------------------|--------|-------|-----------------|
| Cantidad por 100 g | G | g | g | g | g |
| Larvas del gusano de la harina Topinsect | 60.0 | 22.4 | 5.2 | 2.7 | 2.1 |
| Larvas de polilla de la cera Topinsect | 58.5 | 14.0 | 23.7 | 3.3 | 0.5 |
| Grillo doméstico adulto Topinsect | 69.2 | 20.0 | 6.6 | 3.1 | 1.1 |
| Mosca de otoño o de la cara – crisálidas | 59.0 | 19.2 | 4.7 | 6.3 | 11.8 |
| Mosca doméstica – crisálidas | 61.0 | 23.9 | 3.6 | 6.9 | 4.6 |
| Escarabajo del gusano de la harina | 63.7 | 23.0 | 5.1 | 7.1 | 1.2 |
| Cutzo | 9.24 | 18.0 | 2.40 | 3.4 | 58.40 |
| Larvas del gusano rey | 61.0 | 20.5 | 13.7 | 2.9 | 1.3 |
| Termitas (Trabajador) | 75.3 | 16.3 | 0.6 | 6.7 | 1.1 |
| Larvas de mosca soldado negra | 67.8 | 16.0 | 11.0 | 2.4 | 2.8 |

Fuente: Maroy (2016).

2.10. Características de harina de insectos

Los insectos pueden ser una buena opción para la alimentación de peces, por su contenido proteico, por su digestibilidad que aparenta a ser muy elevada, también es fácil capturarlos, además no pierden su valor nutritivo y no permitirán su descomposición si se conservan secos (Pacheco, 2010).

Existe un gran potencial de los insectos como una alternativa y solución de poder reemplazar la proteína, depende de la especie, las harinas son altamente digestibles (75% pepsina 0.002), con altos niveles de proteína (más de 55%) y un perfil aminoácido con muchas aproximaciones a la harina de pescado (Torres, 2016).

2.11. Harina como suplemento para alimentos balanceados en peces.

“La alimentación complementaria con insectos y larvas de insectos resuelve constantemente el problema de los altos costos de producción (Gutiérrez, 2018).” Debido a los altos costos se han utilizado distintas alternativas de harinas como soya, subproductos de aves, hidrolizado de plumas y huesos. Los alimentos citados contribuyen a reducir los costos de producción de la tilapia, la transportación y el almacenamiento presentan elevados precios en el mercado internacional (Botello, et al., 2011).

Para Botello, et al., (2011) en la investigación de la harina de caña proteica con los ensilajes de pescado se obtuvo 30% de PC (Proteína cruda) y 3.5 % de GC (Grasa cruda). Sin embargo, se lograron cifras elevadas de FC (Fibra cruda) (13. 3%) que limitan su utilización en la alimentación animal. Mediante el análisis químico que se ha realizado

de las dietas confirmó que son isoproteicas, con valores promedio de PC (35%). Coincidiendo con los requerimientos de proteína cruda para juveniles y cría de tilapia que fueron de 35%.

La harina de grillo de las especies *Gryllus assimilis* y *Grilloides sigilatus* fue suministrada en la alimentación de peces por su contenido de proteínas, vitaminas (Biotina, B2, B12, ácido fólico), posee minerales (hierro, calcio, magnesio, manganeso, cobre, selenio, zinc, fósforo) y por ser rico en ácidos grasos (Omega 3 y 6) fomentando la producción completamente amigable con el medio ambiente (García, 2017).

Blanco (2014) menciona que la harina de lombriz, por su composición corporal posee entre un 70 % de proteínas, aminoácidos y vitaminas (Lisina, Cistina, Metionina, Fenilalanina, Isoleucina, Leucina, Niacina, Riboflavina, Tiamina (B1), ácido pantoténico (complejo B), piridoxina (B6), vitamina B12). Podemos encontrar que la harina de la larva *Tenebrio molitor* contiene proteína cerca del 60% facilitando la digestibilidad al pez cuando se haya deshidratado dicho insecto en un 90 % debido a su alimentación de vegetales.

Podemos hacer uso de productos vegetales con buenos resultados en el siguiente estudio que se realizó se basa en el efecto de la inclusión de pulpa de café deshidratada en las dietas de alevines de tilapia roja (*O. aureus* *O. niloticus*) concluyendo que la pulpa de café se puede incluir en dieta para Alevines de Tilapia roja hasta un 20 % sin afectar los índices productivos de los animales, siendo una dieta económica a diferencia de las dietas convencionales (Méndez, et al., 2018).

La harina de algodón (*Gossypium* spp) se la puede utilizar en alimentos para peces por su alto valor nutritivo y buena palatabilidad para los peces. Los resultados que han obtenido con el uso de la harina de dicha especie han sido controversiales uno de los problemas es el crecimiento lento en tilapias *Oreochromis niloticus* y *O. aureus*, alimentadas con dietas con base en harina de semillas de algodón en comparación con la dieta control conteniendo harina de pescado. Por el contrario, también en otra investigación obtuvieron buenos resultados utilizando la torta de semillas de algodón como única fuente proteica en la dieta para *O. mossambicus* y *O. niloticus*. Similares resultados fueron obtenidos al reemplazar con este subproducto el 50 % de la harina de soya de la dieta cultivada en jaulas flotantes. Sin embargo, la harina de algodón, se ha encontrado que presenta una digestibilidad aparente 40 a 84 % según el estudio realizado con la harina de algodón la tilapia no ha presentado problemas de crecimiento con concentraciones de hasta de 180 mg kg⁻¹ de gossipol libre (González, et al., 2014).

2.12. Origen del cutzo-gallina (*Phyllophaga* spp.).

La gallina ciega (*Phyllophaga* spp.) es una de las plagas que ocasiona daños en diversos cultivos, en muchos casos pérdidas totales de la producción. Esta larva cuando se desarrolla destruye todo el sistema de raíces de una planta con el pasar del tiempo, por lo que su control depende de productos químicos (Intagri, 2017).

En los últimos años las larvas del complejo “gallina ciega”, han constituido una plaga importante también en el litoral ecuatoriano, este insecto ha atacado a varios cultivos,

especialmente arroz de secano, maíz, maní, yuca, entre otros. Es una plaga de difícil manejo si no se toman las medidas necesarias, tendremos grandes pérdidas económicas en el rendimiento de los cultivos, ya que el control químico no es satisfactorio, estos productos solo ofrecen un control parcial y reducido de la plaga (Mendoza y Ovidio, 2000).

2.12.1. Clasificación taxonómica

En la siguiente tabla se detalla la descripción taxonómica del cutzo según Gutiérrez (2014), donde menciona que el cutzo pertenece a la familia Scarabaeidae.

Tabla 10

Clasificación taxonómica de la larva de cutzo (Phyllophaga spp.).

| Clasificación taxonómica | |
|--------------------------|---------------------|
| Reino | Animal |
| Clase | Insecto |
| Orden | Coleóptera |
| Familia | <i>Phyllophaga</i> |
| Género | <i>P. zunilnsis</i> |
| Especie | spp. |

Fuente: Gutiérrez (2014).

2.12.2. Descripción

Para encontrar una estrategia de manejo de estos insectos plaga, es necesario estudiar su biología, distribución y huéspedes alternativos; es conveniente mencionar que existen muy pocos registros confiables de observaciones que nos permitan establecer una relación específica entre planta e insecto (Abarca y Quesada, 1997).

Se presume que se ubican alrededor de las raíces dañadas, se podrá observar gusanos de color blanco en forma de C (Figura 4), que pueden llegar a medir de 2 o 3 mm en la fase de larva hasta los 3 cm cuando llega a la madurez, estos gusanos pueden ser gruesos y semitransparentes; tiene una cabeza de color café, tres pares de patas y abdomen. Después que mudan, las larvas se convierten en pupas blancas dentro de celdillas de tierra de las cuales emergerán posibles escarabajos. Estos son de color marrón y pueden llegar a medir 1.5 a 2 cm de largo. Las hembras depositan huevos blancos y esféricos en campos de hierba a varios centímetros (Ortega, 2000).

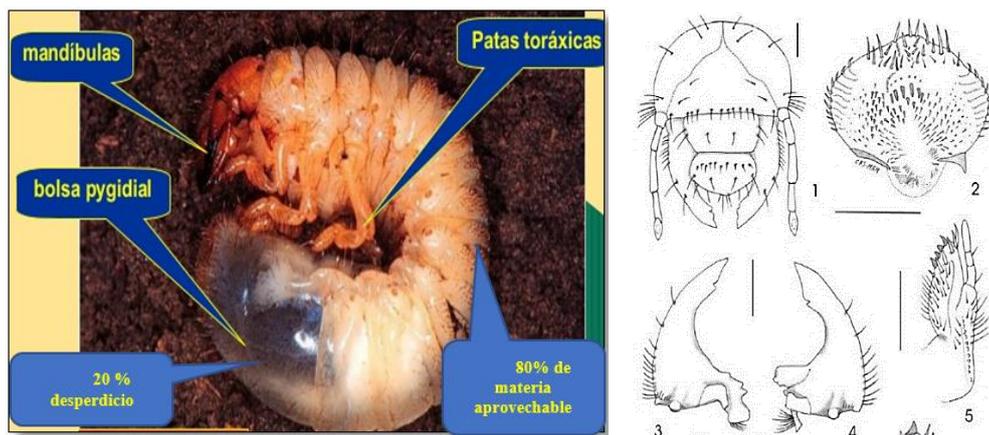


Figura 4. Anatomía externa de *Phyllophaga* spp.

Fuente: Ramírez, et al. (2011).

2.12.3. Ciclo de vida de la larva *Phyllophaga* spp.

La gallina ciega es una denominación general que abarca un complejo de especies de escarabajos del género *Phyllophaga* spp.

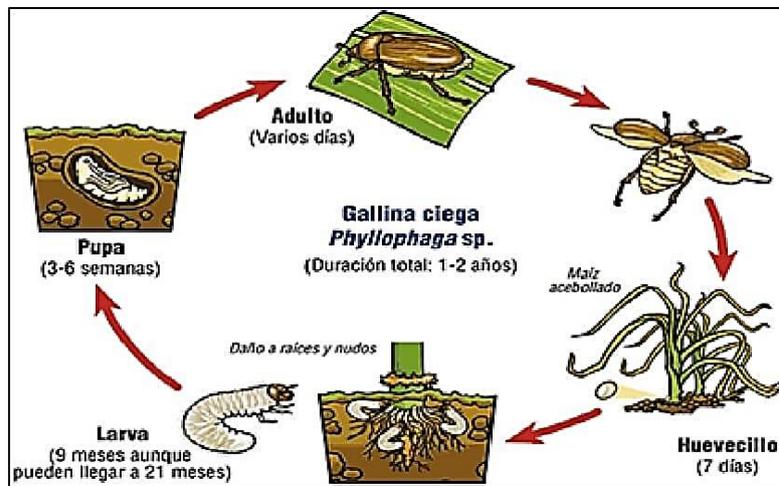


Figura 5. Ciclo de vida (*Phyllophaga* spp).

Fuente: INTAGRI (2017).

Todo inicia con la presencia de huevos que eclosionan entre los 10-14 días, son de color blanco perlado, inicialmente alargados, ovoides de 2.5 mm de largo. Las larvas pueden completar su ciclo de vida en un año o en dos, pasan por tres estadios miden de 35-40 cm cuando están maduras. La pupa es de color pardo dorado, de unos 18 mm de largo. El adulto es de color pardo oscuro a naranja-pardo, emergen y vuelan poco después de las primeras lluvias del año. En la reproducción tras la copula las hembras ovipositan en el suelo entre 10 a 14 huevecillos. (Bautista M. N., 2009).

CAPÍTULO III

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Caracterización del área de estudio

El área de estudio se ubicó en la Parroquia la Carolina, Cantón Ibarra, Provincia de Imbabura a 100 km de la ciudad de Ibarra vía a San Lorenzo en la comunidad San Pedro, se encuentra asentada al noroccidente del cantón Ibarra, a 1800 m.s.n.m., posee un clima tropical, Y UNA gran riqueza paisajística, cultural y un gran potencial humano. Posee una variación de temperatura por los rangos altitudinales, podemos encontrar temperaturas mínimas de 8 °C en las partes más altas y máximas 22 °C en las zonas más bajas. La piscícola se llama Piscícola San Pedro de propiedad privada de más o menos una extensión de 3 hectáreas donde maneja alrededor de veinte mil tilapias.

2.1.1. Ubicación geográfica

Se ubica en la cordillera occidental a 100 km de la ciudad de Ibarra.

| | |
|------------|--------------------|
| Provincia: | Imbabura |
| Cantón: | Ibarra |
| Parroquia: | La Carolina |
| Comunidad: | San Pedro |
| Latitud: | 00°N 47'S 35,5'' N |

Longitud: 78°N 17'S 57, 5'' O

Altitud: 857 m.s.n.m.

Temperatura anual: 22.5°C y 23°C

Precipitación anual: 1500 mm

Humedad relativa: 87% y 89%

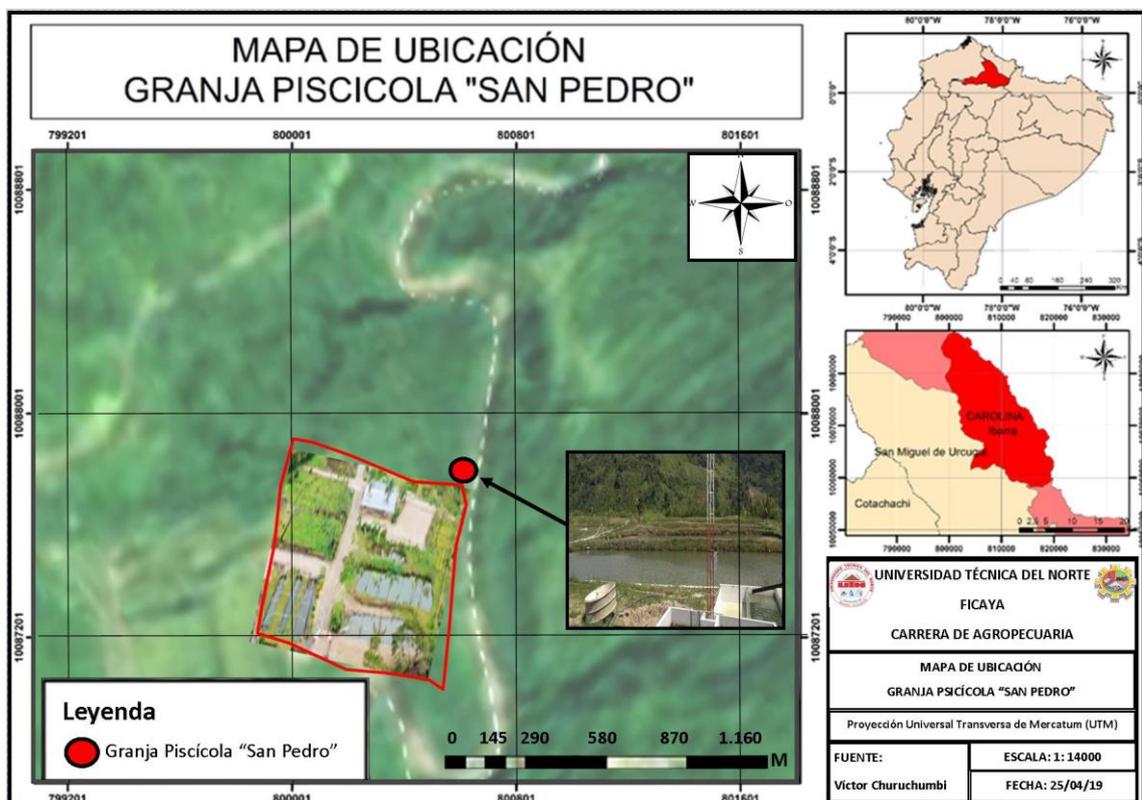


Figura 6. Mapa de la ubicación de la unidad experimental.

2.2. Materiales, equipos, insumos y herramientas

Los materiales que se utilizaron para la presente investigación son los siguientes.

Tabla 11

Materiales, equipos, insumos y herramientas.

| Materiales | Equipos | Insumos | Herramientas |
|---------------------|---------------------------|-------------------|----------------------------|
| Malla plástica # 10 | Cámara fotográfica | Harina de larva | Molino de grano |
| Tina plástica | Libreta de campo | cutzo | Molino manual de |
| Balde plástico | Computadora por- tátil | Harina de maíz | carne |
| | Otros | Harina de pescado | Balanza digital |
| | | Torta de soya | (g) |
| | | Vita/min. | Termómetro |
| | | Sal | Disco Secchi |
| | | Aceite de palma | Sarán |
| | | | Navegador GPS |
| | | | Kit de análisis de agua |

2.3. Método

El presente estudio constó de dos fases:

Fase de laboratorio: formulación de un balanceado a base de la harina de cutzo.

Fase de campo: implementación de un estanque con jaulas flotantes para tilapia.

2.3.1. Factor en estudio

Balanceado alimenticio a base de harina de cutzo.

Niveles: Se utilizaron tres niveles y un testigo de inclusión de harina de larva de cutzo como se observa en la Tabla 12.

Tabla 12

Cuadro de la descripción de los niveles

| Niveles | Descripción |
|---------|--|
| 1 | 0% inclusión de harina de larva de cutzo |
| 2 | 3% inclusión de harina de larva de cutzo |
| 3 | 6% inclusión de harina de larva de cutzo |
| 4 | 9% inclusión de harina de larva de cutzo |

2.4. Diseño experimental

En la investigación se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con tres bloques. Figura 6

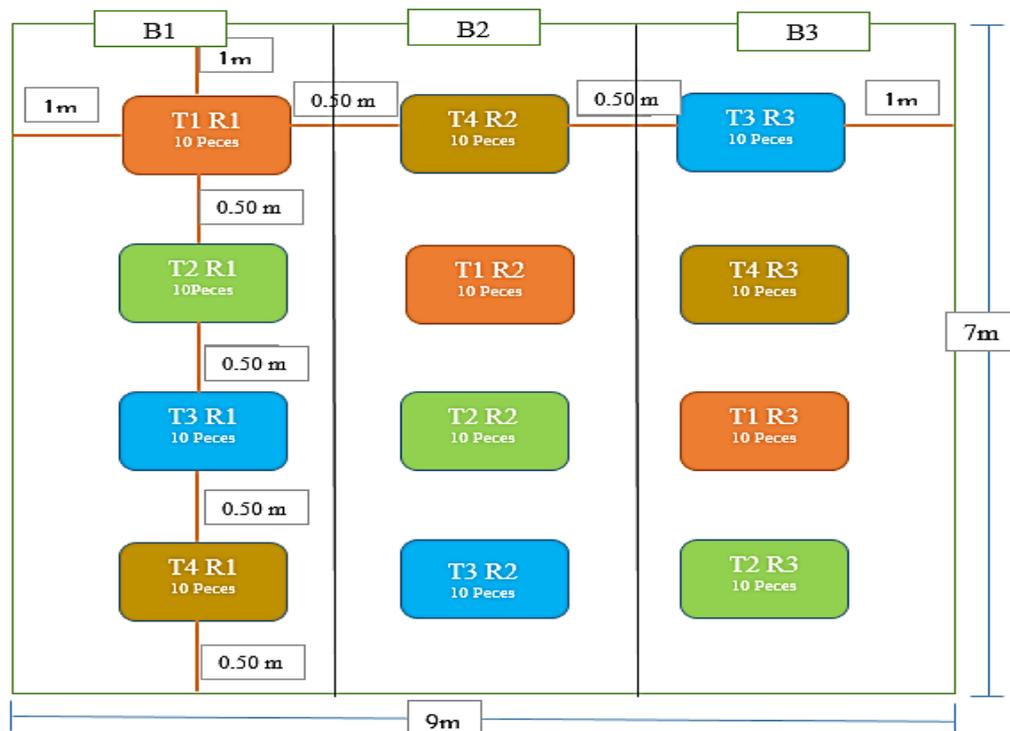


Figura 7. Esquema de distribución

2.4.1. Características del experimento

| | |
|-----------------------------------|-------------------|
| Número de tratamientos | 4 |
| Número de bloques | 3 |
| Número de unidades experimentales | 12 |
| Área total del ensayo | 63 m ² |

2.4.2. Características de unida experimentales

La unidad experimental comprendió de doce jaulas flotantes (Figura 8) con estructura mixta de madera y malla con sus distintas dimensiones como se observa en la Figura 8, (Aguinaga, 2019).

Tabla 13

Componentes de la unidad experimental.

| Datos | Medidas |
|---------------------|--------------------|
| Malla plástica # 10 | 2.60 m L. x 1 m A. |
| Madera | 1 m L. x 1.30 m A. |
| Alambre | 100 m |
| Sarán | 60 m |
| Clavos | 2 pulgadas |

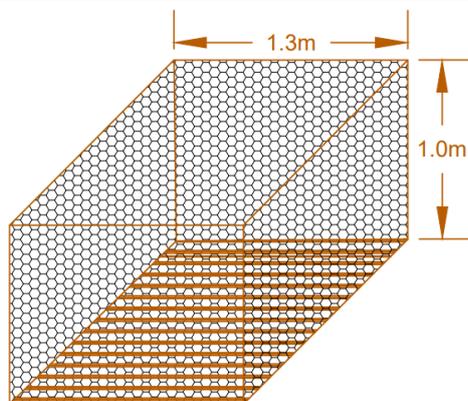


Figura 8. Jaula flotante

2.4.3. Análisis estadístico

Tabla 14

Esquema de un Diseño de Bloques Compleos al Azar (DBCA).

| Fuentes de Variación | G.L. | |
|------------------------|-------------|----|
| Total | (TxR)-1 | 11 |
| Tratamientos | (T-1) | 3 |
| Niveles % de Inclusión | (R-1) | 2 |
| Error Experimento | (T-1) (R-1) | 6 |

2.5. Variables y Métodos de Evaluación

Consumo de alimento (g) Se realizó con la ayuda de una balanza digital gramera con una capacidad máxima 5 kg electrónica para el pesaje del alimento. Se trabajó con peces de una edad de 35 días, con un peso de 5 – 6 g. el suministro de alimento se hizo dividida la ración diaria en tres partes diferentes en la mañana a las 8:00 h, a medio día a las 12:00 h y en la tarde a las 18:00 h. La cantidad de alimento suministrado a los animales se lo hizo de acuerdo al porcentaje de biomasa que se debe dar dependiendo del tamaño que tengas las tilapias (Tabla 14).

Tabla 14

Porcentaje de biomasa

| Fase | % biomasa |
|-----------|-----------|
| Cría | 6 |
| Juveniles | 4 |

Incremento de peso (g) para esta variable se realizó los pesos individuales de los animales con registros cada 15 días con un total de ocho veces en 109 días que duró el experimento.

$$GP = PF - PI$$

| | |
|----|------------------|
| GP | ganancia de peso |
| PF | peso final |
| PI | peso inicial |

Longitud (cm) con la ayuda de una cinta métrica en centímetros y una tabla graduada se colocaron los peces, se procedió para medir la longitud de los animales la misma que se midió desde el inicio de la boca parte inicial de los labios hasta el extremo final de la aleta caudal.

Conversión alimenticia (g) en la variable se determinó una comparación entre el alimento suministrado y la biomasa producida, cada dos semanas desde el inicio hasta el final del proyecto y el cálculo se realizó con la siguiente fórmula (Pallares y Borbor, 2012).

$$\text{Conversión alimenticia} = \frac{\text{alimento consumido (g)}}{\text{ganancia de peso (g)}}$$

Mortalidad (%) en esta variable registramos los animales muertos desde el inicio hasta el final del experimento que duró 109 días. El porcentaje de mortalidad se determinó con la citación de la siguiente fórmula (Calderón, 2016)

$$\%M = \frac{PM}{TA} * 100$$

| | |
|----|-------------------------|
| %M | mortalidad |
| PM | número de peces muertos |
| TA | número total de animal |

Análisis costo de producción, El costo de producción se realizó mediante suma de la inversión de materia prima más la inversión en mano directa más los costos indirectos en la fase de cría y juvenil.

2.6. Manejo específico del ensayo

El ensayo lo realizamos mediante dos fases: la primera es la fase de laboratorio donde se investigó los contenidos nutricionales de las formulaciones de una dieta a base de la harina de cutzo, mientras que la otra fase fue de campo aquí se seleccionó la piscina donde se ubicaron las jaulas flotantes para las tilapias.

2.6.1. Preparación de la harina de cutzo

Para la elaboración de la harina de cutzo *Phyllophaga* spp. se colectaron las larvas de preferencia donde se detectó más presencia en el cantón Pimampiro comunidad el Inca, una vez recolectado los animales se lavaron con agua liberando todo tipo de impurezas luego se llevó a una deshidratación al ambiente en una bandeja para con un fondo de papel en un tiempo de 30 horas.

Se pesó los cutzos en fresco y después en seco (balanza digital gramera) se obtuvo el resultado de 500 gr. de cutzo fresco después de moler nos reportó 251 gr. de cutzo seco.

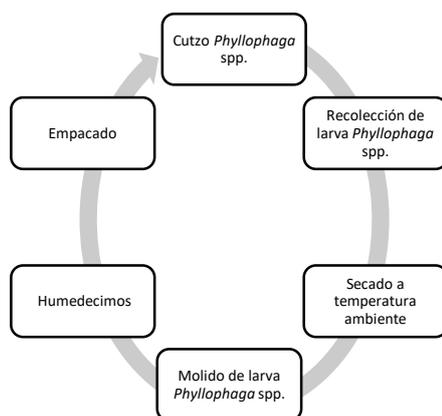


Figura 9. Protocolo general de la harina de cutzo

2.6.1. Análisis de materia prima

El análisis se realizó en el Laboratorio de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos de la UTN (Universidad Técnica del Norte) que se obtuvo los siguientes datos; contenido de agua (9.24%), cenizas (58.4%), grasa (2.40), proteína (18%) y fibra (3.4%), las dietas balanceadas contenían materias que fueron; harina de maíz, torta de soya, harina de cutzo, aceite de palma, sal, y premix de vitaminas y minerales para tilapia.

2.6.2. Método para la elaboración del balanceado

En la elaboración de las dietas con el método de Programación lineal informática Zootec 3.0 solver, este programa nos permitió programar los niveles nutricionales para cada etapa de los animales.

2.6.3. Elaboración de dieta para tilapia en etapa de cría y juvenil

Con la harina de cutzo lista se procedió a mezclar de manera homogénea con las demás materias primas (harina de maíz, harina de pescado, torta de soya, aceite de palma, sal) se adicionó una pre-mezcla de vitaminas y minerales para la elaboración de tres dietas y un testigo de acuerdo a la formulación (Tabla 16 y 18).

Tabla 15

Dietas para tilapia roja en la etapa de cría.

| Niveles | | Ingredientes (g) | | | | | | | Peso |
|---------|----|------------------|----------------|-----------------|-------------------|-----------------------|-----|-----------------|---------|
| | | Harina Maíz | Harina Soya | Harina Cutzo | Harina Pescado | Vitamina minerales | Sal | Aceite Palma | final g |
| 1 | 0% | 326 | 483 | 0 | 138 | 3 | 1 | 49 | 1000 |
| 2 | 3% | 300 | 479 | 30 | 138 | 3 | 1 | 49 | 1000 |
| 3 | 6% | 283 | 466 | 60 | 138 | 3 | 1 | 49 | 1000 |
| 4 | 9% | 280 | 418 | 90 | 159 | 3 | 1 | 49 | 1000 |

Tabla 16

Resultados nutricionales de la dieta

| Característica | Porcentaje (%) |
|-------------------|----------------|
| Contenido de agua | 9.24 |
| Cenizas | 58.40 |
| Estrato etéreo | 2.40 |
| Proteína | 18.00 |
| Fibra | 3.4 |

Tabla 17

Dietas para tilapia roja en la etapa de juvenil.

| Niveles | | Ingredientes (g) | | | | | | | Peso |
|---------|----|------------------|----------------|-----------------|-------------------|-----------------------|-----|-----------------|---------|
| | | Harina Maíz | Harina Soya | Harina Cutzo | Harina Pescado | Vitamina Minerales | Sal | Aceite Palma | final g |
| 1 | 0% | 438 | 389 | 0 | 120 | 3 | 1 | 49 | 1000 |
| 2 | 3% | 428 | 389 | 30 | 100 | 3 | 1 | 49 | 1000 |
| 3 | 6% | 400 | 352 | 60 | 135 | 3 | 1 | 49 | 1000 |
| 4 | 9% | 390 | 312 | 90 | 155 | 3 | 1 | 49 | 1000 |

2.6.4. Peletizado del balanceado

Mediante el uso de un molino de carne manual con una adaptación de perforaciones permitió dar forma de un pellet con una granulometría de 2x2 mm, al que se sometió a un secador artesanal durante dos días a temperatura ambiente bajo sombra eliminando el exceso de humedad (Figura 10).

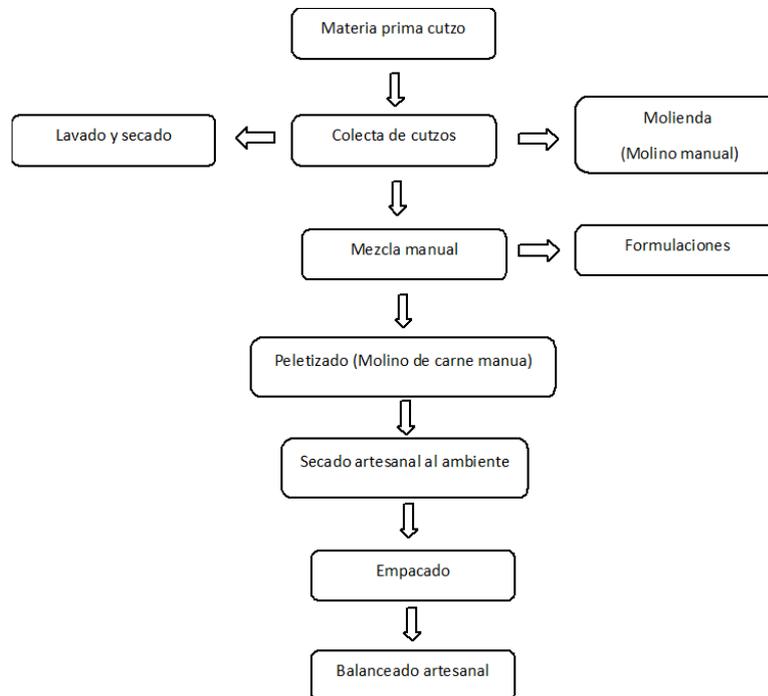


Figura 10. Protocolo para la obtención de la harina de cutzo y balanceado artesanal para tilapia

2.6.5. Preparación del sitio del experimento

Seleccionamos la piscina en donde se realizó el experimento, cabe mencionar que las piscinas ya estaban establecidas y en funcionamiento con todas su instalación de desagüe. Se sacó toda el agua que contenía y se dejó secar durante cinco días, se colocó doce jaulas flotantes con 10 tilapias, cada una finalmente se cubrió las jaulas con malla anti pájaros.

El área total del la piscina fue de 198 m² para el ensayo se ocupó un parte de la piscina de 63 m².

2.6.6. Parámetros de calidad de agua

Mediante el uso kit (Aquatest profesional COLOMBO) e instrumentos de laboratorio para analizar la calidad, se obtuvo los parámetros ya antes mencionados como: Temperatura, turbidez, oxígeno disuelto, pH, dureza, amonio, nitritos y nitratos. Los cuales estuvieron en los rangos óptimos para el cultivo de tilapia.

2.6.6.1. Oxígeno disuelto se midió con la utilización de un oxidómetro de alta precisión, realizando análisis semanales en los cuales se colectó muestras de agua de diferentes partes del estante obteniendo como resultado un promedio de seis miligramos por litro.

2.6.6.2. Temperatura del agua se realizó mediante el uso de un termómetro flotante adecuado para la toma de datos en piscicultura. Se obtuvo valores que variaron entre 22 °C a 26 °C, los cuales fueron medidos tres veces por día, a las ocho de la mañana, doce del medio día y cuatro de la tarde teniendo como promedio diario 24 °C.

2.6.6.3. Turbidez del agua se determinó con la lectura de disco Secchi, el cual presenta colores vistosos sujetos por una barra dándonos una clara idea del contenido de

vida acuática y partículas presentes en el agua del estanque donde se obtuvo datos de entre 30 cm a 35 cm de transparencia del líquido.

2.6.6.4. Análisis de nitratos se procedió con la recolección de la muestra de cinco mililitros a la cual se le agrego cinco gotas de NO_2 y al término de cinco minutos de agitación se obtuvo un valor de 0.08 ml/l.

2.6.6.5. Análisis de amónico mediante la obtención de la muestra de 10 ml y la coloración de cinco gotas NH_3^{-1} cinco gotas de NH^{-2} y 5 gotas adicionales de NH^{-3} agitados en un lapso de 15 minutos se determinó un contenido de amonio de 0.10 mg/l.

2.6.6.6. Alcalinidad con el proceso de recolección de agua en una muestra de cinco mililitros se añadió cuatro gotas de KH (alcalinidad de una muestra de agua), donde se determinó que el agua en el estanque obtuvo 4 °DH (Deutsche Härte) equivalente a 40 mg/l de disolución de minerales básicos carbonatados.

2.6.6.7. Dureza con un proceso similar al realizado para el análisis de alcalinidad se evaluó la calidad del agua en cinco mililitros de muestra a la cual se le agrego cinco gotas de GH-1 (Dureza del agua) y cuatro gotas de GH-2 y al término de un

minuto se llegó a determinar que el agua tenía 4 °DH equivalente a 71.20 mg/l de concentraciones de calcio y magnesio.

2.6.7. Llenado del estanque

Después de cuatro días de haber realizado el encalado del estanque se procedió al llenado del mismo con agua natural del río de la comunidad San Pedro que es conducida en tuberías de cuatro pulgadas hasta las distintas piscinas de la piscícola.

2.6.8. Encalado del estanque

Antes de llenar la piscina con el agua del río llevada en tuberías se agregó cal viva en el fondo y en las paredes del mismo (26 kg) para desinfectar y eliminar cualquier agente patógeno que pueda afectar al cultivo de tilapia.

2.6.9. Elaboración de jaulas

Las jaulas flotantes fueron elaboradas a partir de materiales como tiras de madera, malla cuadrículada número 10 y clavos. La estructura de cada jaula de 1.69 m³ fue construida con tiras de madera sujetas con clavos recubiertos por malla cuadrículada número 10, su base se reforzó con tiras delgadas de madera y una capa de sarán, dejando 20 cm de malla en la parte superior con el propósito de que el balanceado no salga de la jaula.

2.6.10. Compra de los peces

Se adquirió 120 alevines de tilapia roja, *Oreochromis* spp., con un peso promedio entre 5 – 6 g/pez y una longitud total comprendida de 6 cm en etapa de cría de 35 días de edad, sexados (machos) por reversión sexual en la etapa larvaria, se compró en la explotación piscícola San Pedro donde se realizó el ensayo.

2.6.11. Traslado

Los peces fueron llevados en baldes hasta la piscina de ensayo y liberados en cada una de las jaulas respectivas.

2.6.12. Alimentación

Se dio inicio al ensayo a partir de los 35 días de edad con un peso promedio de 5 a 6 g/pez una longitud de 6 cm, se suministró alimento las dietas formuladas con harina de cutzo (*Phyllophaga* spp.) hasta finalizar la etapa de juvenil con una duración de 15 semanas y cuatro días. Los animales fueron alimentados con una ración del seis por ciento de la biomasa del pez distribuido tres veces al día en la mañana a las 8 horas a medio día a las 12 horas y en la tarde a las 18 horas.

2.6.13. Cosecha de peces

Una vez finalizado el experimento que tuvo una duración de quince semanas y cuatro días, se procedió a sacar los peces de cada una de las jaulas, siendo un total de 119 tilapias, posterior a ello se evaluó la variable longitud y peso total del animal.

2.6.14. Línea de tiempo del experimento

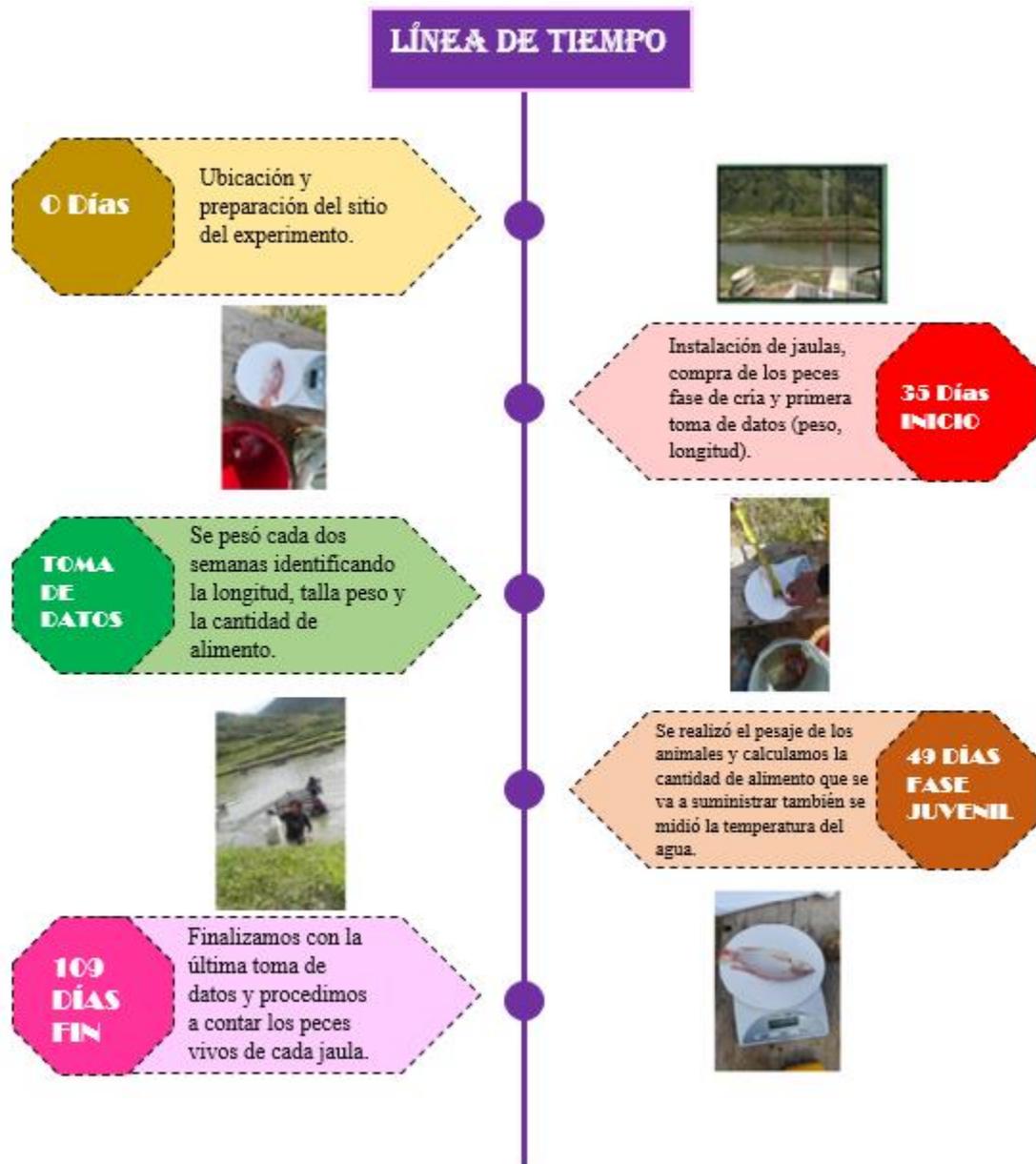


Figura 11. Línea de tiempo del experimento

CAPÍTULO IV

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presenta los resultados de cada una de las variables evaluadas durante la investigación.

3.1. Consumo de alimento

Al realizar el análisis de varianza la variable consumo de alimento (Tabla 19) no se observan diferencia significativa por tratamientos evaluados. El coeficiente de variación es 41.8%.

Tabla 18

Variable consumo de alimento

| F.V | GLE | GLT | Valor F | Valor P |
|-------------------|------------|------------|----------------|----------------|
| Tratamiento | 3 | 62 | 4.35 | 0.0076 |
| Edad | 7 | 62 | 490.85 | <0.0001** |
| Tratamiento: Edad | 21 | 62 | 0.32 | 0.9975 n.s |

En la Figura 12 se puede apreciar el aumento del consumo de alimento cada 14 días, el T2 demostró mayor eficiencia.

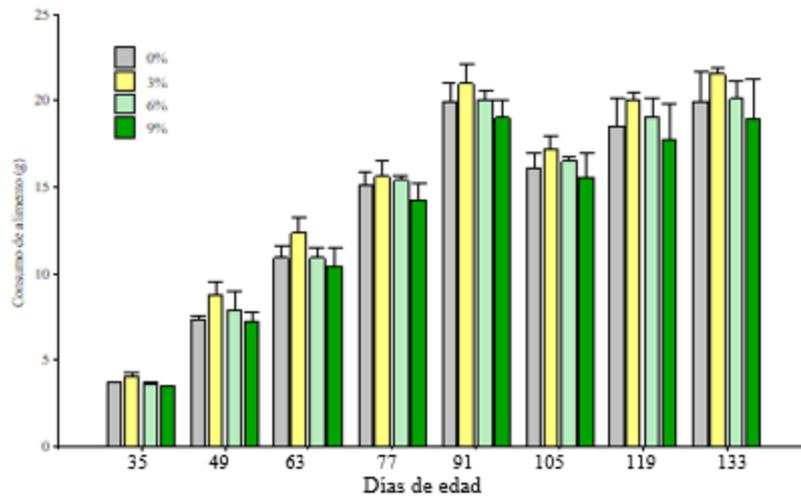


Figura 12. Consumo de alimento en gramos

Cabe mencionar que se ajustó la proporción de alimento cada 14 días hasta finalizar la investigación (15 semanas). Según Moreno, et al., (2000) la ración alimenticia g/días/pez es de 0,24 g en la etapa de alevín y 1.09 g en la etapa de juvenil, utilizando un alimento formulado a base de harina de cáscara de naranja con inclusiones de 20%, 50% y 80%.

En un estudio realizado por Rincón, et al., (2012) nos indica que al incluir harina de *Spirulina máxima* observaron una buena palatabilidad del balanceado formulado, debido a la cantidad de alimento que consumieron cada pez, gracias a la apariencia del alimento en su forma, color, tamaño sabor y olor. A diferencia de la harina de *Phyllophaga* spp. se observó una palatabilidad aceptable por sus características de olor, tamaño, y color que fueron muy visibles y aceptable para los peces.

Rincón, et al., (2012) reporta que al incluir la harina de Lemna (*Wolffia arrhiza*) con inclusión de 15%, 30% y 45%, con un consumo de alimento de 0.9 g/pez/día al inicio y 2.01 g/pez/día al final, no encontraron diferencias significativas en esta variable. Se presentaron resultados similares a los obtenidos en la presente investigación, los cuales son atribuidos a que el alimento consumido por los peces no fue elaborado mediante un proceso de industrialización donde el pellet tiene una flotabilidad mayor al estudiado, donde el pez pueda aprovechar todo el alimento al máximo.

3.2. Ganancia de Peso (g)

Con la ayuda de una balanza digital gramera se determinó el peso cada catorce días de cada una de las tilapias en estudio (30 tilapias por tratamiento). Con el 3% de inclusión de harina de larva de cutzo hubo un resultado mayor, obteniendo promedio de 53.97 g/pez superior a los otros tratamientos (Tabla 20)

Tabla 19

Ganancia de peso.

| Tratamiento | Peso promedio (g/pez) |
|--------------------|------------------------------|
| T2 | 53.97 |
| T3 | 50.30 |
| T1 | 49.87 |
| T4 | 47.40 |
| Promedio | 50.39 |

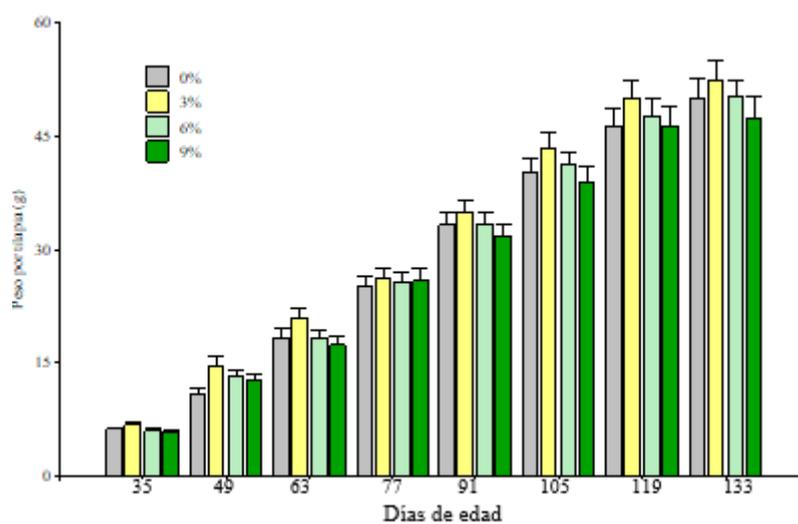


Figura 13. Incremento de peso cada 14 días

En la Tabla 21 se puede observar diferencias no significativas al 5% entre las interacciones de los tratamientos con la variable ganancia de peso promedio ($F=0.64$; $Gl=21$;

P=0.88), independientemente cada tratamiento incide sobre la variable, con un coeficiente de variación de 60.65 % y un promedio de peso de 50.39 g, se puede concordar con Zafra, et al., (2019) que al sustituir harinas vegetales (harina de soya, arroz, maíz y trigo) al 50%, 55% y 60% en dietas para tilapia en etapa juvenil no presentó diferencias significativas ($p>0.05$) para el peso final (63.3 y 66.4 g).

Tabla 20

Análisis de varianza de incremento de peso promedio

| F.V | GLE | GLT | Valor F | Valor P |
|-------------------|------------|------------|----------------|----------------|
| Tratamiento | 3 | 925 | 4.67 | 0.003** |
| Edad | 7 | 925 | 742.47 | <0.0001** |
| Tratamiento: Edad | 21 | 925 | 0.64 | 0.8868 n.s |

Nota: GL: grados de libertad; **: altamente significativo; n.s: no significativo.

La prueba de Diferencia Mínima Significativa de Fisher al 5% (Tabla 22), se puede observar dos rangos (A y B), en primer lugar, tenemos al T2, en el segundo lugar al T1 y T4, finalmente tenemos al T3 con rangos de A y B. Esto significa que el T2 fue el mejor tratamiento donde el aumento de peso total alcanzó 53.97 g en relación a los demás tratamientos pese a que el T3 se ubicó en el mismo rango con una diferencia de 3.67 g de peso equivalente al 6.8% en relación con el testigo (T1) 4.1 g de peso siendo el 7.59%.

Tabla 21

Prueba de LSD Fisher al 5%

| Tratamiento | Medias (g) | Rango |
|--------------------|-------------------|--------------|
| T2 | 53.97 | A |
| T1 | 49.87 | B |
| T4 | 47.40 | B |
| T3 | 50.30 | AB |

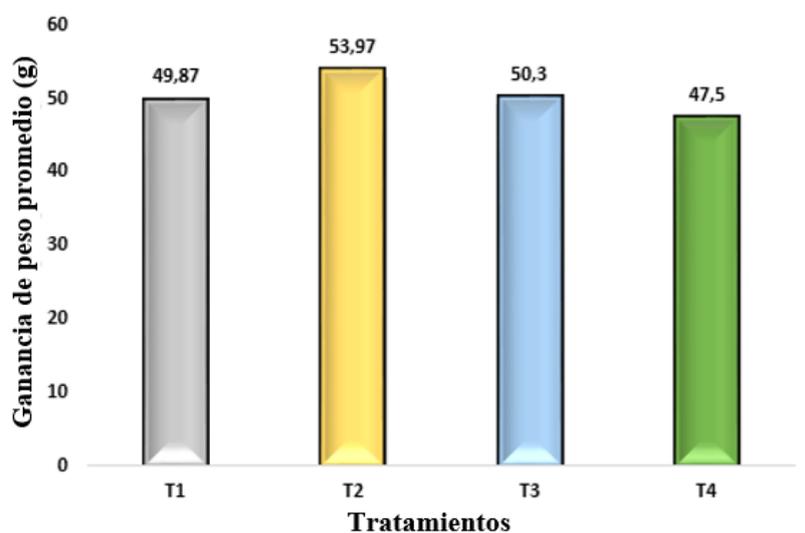


Figura 14. Ganancia de peso por tratamiento

En la Figura 14 podemos observar valores de 49.87 g, 53.97 g, 50.3 g, y 47.4 g para el tratamiento T1, T2, T3 y T4 respectivamente, similares valores al estudio realizado por Perea, et al., (2011) quien reportó incrementos de 67.29 g (10%), 58.33 g (20%) y 57.55

g (30%) en la fase de juveniles con la inclusión de residuos de pescado como alimento compensador de proteína para tilapia.

Además, Maquart, et al., (2017) en un estudio reciente utilizaron harina seca de larvas blancas en dietas con la inclusión de harina de gusano a 0%, 30%, 50%, 80%, los resultados no presentaron diferencia significativa en los parámetros de ganancia de peso. Por medio de este estudio se confirmó la efectividad de la harina de larva de cutzo como un posible reemplazo para otras dietas que contengan fuentes de proteína de uso común.

Por otra parte, Madrid, (2014) reporta el peso final entre los peces alimentados con las diferentes dietas de la inclusión de harina de lombriz (*Eisenia fétida*) en 0%, 33%, 66%, 100%, obteniendo un peso final 67.6 g con la dieta al 100% y con la dieta del 0% un peso final de 51.6 g. por 99 días.

En el estudio realizado con la inclusión de la harina de larva de cutzo con las diferentes dietas 0%, 3%, 6%, 9% obtuvimos resultados de peso final de 53.97 g con la dieta al 3% y la dieta del 0% un peso final de 49.87 g, con una duración de 109 días.

3.3. Longitud (cm)

Para la obtención de los valores de longitud en esta variable se utilizó una regleta graduada en centímetros, procediendo a medir desde el inicio del labio inferior de la boca a

la parte posterior de la aleta caudal del pez, donde el T2 con 3% de inclusión de harina de larva de cutzo fue el mejor de esta variable, con una longitud inicial promedio de 6.45 cm/pez (T2), 6.84 cm/pez (T1), 6.32 cm/pez (T3), 6.83 cm/pez (T4); alcanzando una talla de crecimiento promedio de 14.76 cm/pez (T2), 14.26 cm/pez (T1), 13.82 cm/pez (T3), 13.58 cm/pez (T4), es decir, que en el T2 se registró una longitud de 8.31 cm superior al T3 7.5 cm, T4 6.75 cm, con relación al testigo T1 con 7.42 cm (Tabla 23).

Tabla 22

Incremento de longitud

| Tratamiento | Incremento de longitud (cm) | Longitud total (cm/pez) |
|--------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| T2 | 8.31 | 14.76 |
| T1 | 7.42 | 14.26 |
| T3 | 7.50 | 13.82 |
| T4 | 6.75 | 13.58 |
| Promedio | 7.49 | 14.10 |

Tabla 23

Análisis de varianza de la variable longitud total

| F.V | GLE | GLT | Valor F | Valor P |
|-------------------|------------|------------|----------------|----------------|
| Tratamiento | 3 | 925 | 7.28 | 0.0001** |
| Edad | 7 | 925 | 526.12 | <0.0001** |
| Tratamiento: Edad | 21 | 925 | 0.89 | 0.6104 n.s |

Nota: GL: grados de libertad; **: altamente significativo; n.s: no significativo.

Dentro de esta variable no existió diferencias al 5% entre la interacción de los tratamientos con la edad (F= 0.89; GL=21; P=0.61) como se puede observar en la Tabla 24, con un coeficiente de variación de 24.25%. Sin embargo, independientemente los tratamientos si influyen significativamente sobre la variable evaluada.

Tabla 24

Prueba de DMS Fisher al 5% para tratamientos

| Tratamiento | Medidas (cm) | Rango |
|--------------------|---------------------|--------------|
| T2 | 14.76 | A |
| T1 | 14.26 | A |
| T3 | 13.82 | A |
| T4 | 13.52 | B |

La prueba de diferencia Mínima Significativamente de Fisher al 5% (Tabla 25), presentó dos rangos (A y B), el primero está constituido por T1, T2, y T3, el segundo por el

T4. Entonces el 3% de inclusión tuvo mayor incremento de longitud promedio alcanzando 14.76 cm y una ganancia de peso promedio de 53.97 g, registrándose como el mejor comportamiento.

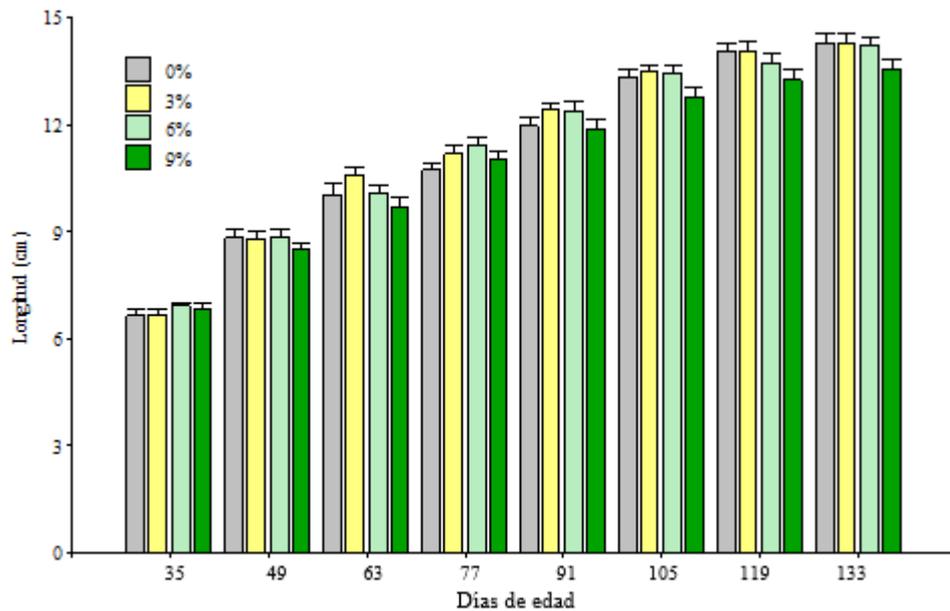


Figura 15. Longitud total (cm)

En la Figura 15, el T2 presenta una diferencia con los demás tratamientos con una longitud total promedio de 14.76 cm, un incremento de 8.31 cm desde el inicio del experimento, con un promedio de los cuatro tratamientos de 14.10 cm sobrepasando del promedio recomendado en esta etapa de 11 cm.

Carranzas (2016) en su estudio obtuvo una longitud promedio total de 11.9 cm superior a lo recomendado. Civera, et al., (2006) indica que al incluir 100% harina de sardina como alimento para tilapias juveniles alcanza longitudes promedio de 12.8 cm reportándose inferiores a las registradas en este estudio.

Podemos apreciar otros valores reportados por Arrobo y Peñafiel (2008) en las dietas elaboradas a base de Amarantho (*Amaranthus caudatus*) con la inclusión del 25%, 50% y 75% se obtienen los valores comprendido entre 11.63 cm y 12.60 cm de longitud, en comparación con esta investigación difiere de 2.65 cm, son similares al no tener diferencia significativa, ya que en la investigación mencionada se utilizó una fuente vegetal y en esta investigación se utilizó una fuente animal.

3.4. Conversión alimenticia

Dentro de esta variable de conversión alimenticia se debe tomar en cuenta el suministro de alimento, en el cual no se consideró el restante del fondo de las jaulas, debido a las limitaciones que implica tomar estos datos en un ensayo de campo. El T4 con 9% de inclusión de harina de larva de cutzo, sobresalió de los demás tratamientos en esta variable, con una conversión alimenticia de 3.52 (T4) en promedio general de 3.63.

Tabla 25

Datos de conversión alimenticia

| Tratamiento | Conversión alimenticia |
|--------------------|-------------------------------|
| T3 | 3.69 |
| T2 | 3.65 |
| T1 | 3.67 |
| T4 | 3.52 |
| Promedio | 3.63 |

Tabla 26

Análisis de varianza de la conversión alimenticia

| F.V | GLE | GLT | Valor F | Valor P |
|-------------|------------|------------|----------------|----------------|
| Tratamiento | 3 | 6 | 0.09 | 0.9648 n.s |

Nota: GL: grados de libertad; **: altamente significativo; n.s: no significativo.

En la Tabla 27 podemos observar que el análisis estadístico respecto a esta variable no detectó diferencias significativas al 5% entre los tratamientos con la conversión alimenticia (F= 0.09; Gl= 3; P= 0.96), con un coeficiente de variación de 10.92%.

Tabla 27

Prueba DMS de Fisher al 5% para tratamientos

| Tratamiento | Medidas | Rango |
|--------------------|----------------|--------------|
| T3 | 3.69 | A |
| T2 | 3.65 | A |
| T1 | 3.67 | A |
| T4 | 3.52 | A |

En la prueba de Diferencia Mínima Significativa de Fisher al 5% (Tabla 28), se observó la presencia de un solo rango (A) para los cuatro tratamientos, es decir que, todos los tratamientos son similares con respecto a esta variable, por lo contrario, el T4 (9% de inclusión de harina de larva de cutzo) tiene una mejor conversión alimenticia a diferencia del T1, T2 y T3 (Figura 16).

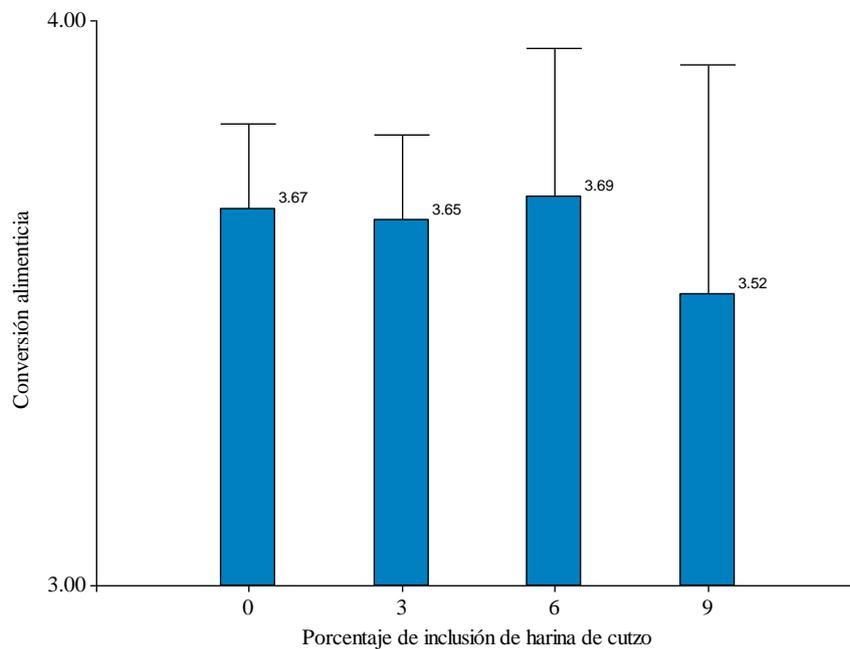


Figura 16. Conversión alimenticia

Lo que se puede interpretar en relación con el factor de conversión alimenticia de la especie evaluada no fue satisfactorio en comparación con los valores recomendados de tilapia a nivel industrial que van desde 1.7 a 2 (Pineda, 2012).

El resultado obtenido en promedio en la investigación fue de 3.67 (T1), 3.65 (T2), 3.69 (T3), y 3.52 (T4) (Figura 16), con inclusión de harina de larva de cutzo. Al ser superior a las otras investigaciones, los animales necesitan mayor cantidad de alimento para poder llegar al peso deseado con respecto al estudio realizado por Zafra, et al., (2019) presentan

una conversión alimenticia de 1.39 y 2.14 con una inclusión de alimento comercial de 35 y 28% de proteína en dietas balanceadas para tilapias.

Perea, et al. (2011) en un estudio muestran una conversión alimenticia de 2, 1.56, 1.96 y 1.54 con la inclusión de ensilaje biológico de residuos de pescado en 0% 10%, 20% y 30%, valores similares obtiene Carranzas (2016) que reporta una conversión alimenticia de 2.87 y 1.58, con la inclusión de 82.7% de harina de morro como fuente proteica en la alimentacion de tilapias.

En un estudio realizado por Bolaños (2015) obtuvo valores menores de los obtenidos en esta investigación presentando una conversión alimenticia de 2.94, 1.8 y 2.44 con la inclusión de 0%, 5%, y 10% de alimento alternativo (Maní forrajero y hojas de yuca) en un balanceado comercial. Cabe mencionar que dentro de la presente investigación el suministro de alimento fue en el cuatro por ciento en la fase de alevín y en la fase de juvenil seis por ciento de la biomasa del pez, se calculó el consumo aparente del alimento, de igual manera las características del balanceado no fueron las mismas al de un alimento industrializado.

3.5. Mortalidad

Los datos obtenidos en la fase de campo se registraron un total de 1 animal muerto de 120 en estudio. En el T2 se registró el animal muerto correspondiente al 0.833% de mortalidad de dicho tratamiento. Cabe mencionar que los tratamientos no influyeron sobre esta variable, donde los balanceados formulados no presentaron efectos negativos sobre esta variable, por tal razón el alimento fue consumido sin ningún problema.

Es probable que el número de peces muertos en el lapso de tiempo que duró la investigación (1 animal) pudo ser el exceso de manipulación al momento de la toma de datos (peso y longitud) que pudo afectar ocasionando lesiones en la piel de los peces dejando expuestos a enfermedades y causándoles la muerte.

3.6. Análisis costos de producción

El análisis económico se realizó con la finalidad de comparar los costos de producción de la tilapia en la etapa de cría y juveniles, tomando en cuenta que en la presente investi-

gación se elaboró una dieta balanceada con harina de cutzo donde se obtuvo un rendimiento del 24.8 % (5.70 kg) de un saco de 23 kg de la larva de cutzo con un costo de 0.55 dólares por kilogramo de esta harina.

Tabla 28

Costo de producción etapa cría

| CONCEPTO | T1 | T2 | T3 | T4 |
|------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| COSTOS FIJOS | | | | |
| Peces | 12,00 | 12,00 | 12,00 | 12,00 |
| Dieta 35% | 4,59 | 6,66 | 7,96 | 9,02 |
| INSUMOS | | | | |
| Malla # 10 | 399,00 | 399,00 | 399,00 | 399,00 |
| Madera | 72,00 | 72,00 | 72,00 | 72,00 |
| Malla anti-pájaros | 25,00 | 25,00 | 25,00 | 25,00 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| SUELDOS | 114,68 | 114,68 | 114,68 | 114,68 |
| OTROS | 60,00 | 60,00 | 60,00 | 60,00 |
| EGRESOS TOTALES | 687,27 | 689,34 | 690,64 | 691,70 |

Tabla 29

Costo de producción etapa juvenil

| CONCEPTO | T1 | T2 | T3 | T4 |
|------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| COSTOS FIJOS | | | | |
| Peces | 12,00 | 12,00 | 12,00 | 12,00 |
| Dieta 35% | 4,40 | 6,41 | 7,68 | 8,64 |
| INSUMOS | | | | |
| Malla # 10 | 399,00 | 399,00 | 399,00 | 399,00 |
| Madera | 72,00 | 72,00 | 72,00 | 72,00 |
| Malla anti-pájaros | 25,00 | 25,00 | 25,00 | 25,00 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| SUELDOS | 114,68 | 114,68 | 114,68 | 114,68 |
| OTROS | 60,00 | 60,00 | 60,00 | 60,00 |
| EGRESOS TOTALES | 687,08 | 689,09 | 690,36 | 691,32 |

Después de haber realizado el costo de producción podemos concluir que los tratamientos presentaron resultados satisfactorios, ya que no hubo mayores problemas en el consumo y desarrollo de las dietas elaboradas.

Es importante mencionar que el precio disminuye al comprar los animales de la misma zona a diferencia de la materia prima animal evaluada que se tuvo que conseguir en diferentes sitios.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

- Desde el punto de vista de los costos de producción del mejor tratamiento, puede ser viable el uso de proteínas alternativas, uso de productos no contaminados, uso de productos no previamente industrializados y amigables con el medio ambiente.
- La inclusión de harina de larva de cutzo con 0%, 3%, 6% y 9% no influyó significativamente sobre los parámetros: consumos de alimento, conversión alimenticia, mortalidad y costo de producción de tilapia en la fase de cría y juveniles.
- En los parámetros de longitud y peso se obtuvo resultados con poca diferencia entre las dietas. La dieta con el 3% de la inclusión de harina de larva de cutzo fue la que obtuvo mayores resultados en ambos parámetros, con la diferencia promedio de 0.66 cm de longitud y en peso con un promedio de 3.58 g.
- En el análisis de costo de producción demostró que al incluir la harina de larva de cutzo aumenta el costo de producción de la tilapia en lo que se refiere a números pero es aceptable por su contenido de proteína, y su digestibilidad.

CAPÍTULO VI

RECOMENDACIONES

- En nuestra provincia al ser una zona agrícola y pecuaria, se recomienda aprovechar las fuentes de origen animal (larvas de cutzo), reduciendo costos en la elaboración de dietas balanceadas que se empleen en la alimentación de tilapias y otras especies en diferentes etapas de vida, con la finalidad de mejorar la rentabilidad del acuicultor.
- Implementar un centro de cría de la larva de cutzo antes de la instalación del nuevo experimento a realizarse.
- Evaluar los efectos de la inclusión de la harina de cutzo en la etapa de engorde en dietas sometidas a procesos de peletizado y extruido.
- Evaluar la calidad de la carne con la inclusión de la harina de larva de cutzo al finalizar la etapa de engorde.
- Realizar un estudio con menor contenido de inclusión de harina de cutzo en las diferentes etapas de crecimiento de la tilapia.

- Evaluar las fases de cría y juveniles de tilapias con la inclusión de harina de cutzo con los mismos intervalos de tiempo para poder comparar las variables propuestas.
- Organizar y realizar un perfil de aminoácidos esenciales y minerales de la harina de larva de cutzo.

CAPÍTULO VII

BIBLIOGRAFÍA

- Abarca, G., & Quesada, M. (1997). Especies de complejo jobotos (*Phyllophaga* spp., *Anomala* spp. y *Cyclocephala* spp.) Asociadas a cultivos, en el valle central y pacífico seco de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 45-46.
- Aguinaga, G. (2019). Inclusión parcial de harina a base de semilla y pulpa de guaba (*Inga* spp.) en la alimentación de tilapia negra (*Oreochromis niloticus*) en la etapa de engorde en el sector. *Tesis de pregrado*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra-Ecuador.
- Allendav, T. N. (2009). Evaluation of alternative protein sources to replace fish meal in practical diets for juvenil tilapia, *Oreochromis* spp. *World Aquaculture Society* , 4-7.
- Apromar. (2011). La Acuicultura Marina de Peces en España. *APROMAR*, 77.
- Aqua. (2018). Ingredientes vegetales y animales: Los nuevos protagonistas de las dietas de salmón. *AQUA Acuicultura + Pesca*, 1-3.

- Arboleda, S., & Terán, T. (2011). *Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de tilapia roja en la parroquia la Carolina, cantón Ibarra*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra.
- Arredondo. (2006). *Fertilización y Fertilizantes : su uso y manejo en la acuicultura*. México.
- Arrobo , J., & Peñafiel, C. (2008). Evaluación de Amaranto (*Amaranthus caudatus*) como alternativa alimenticia en tilapia roja (*Oreochromis sp.*) y Cachama (*Colossoma macropomum*) en Santo Domingo de los Tsáchilas. *Tesis de Pregrado*. Escuela Politécnica del Ejercito, Santo Domingo.
- Balbuena, E. (2011). *Manual Básico de Sanidad Piscícola*. Monte Video : Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- Barahona, J. (2012). Evaluación de dos promotores de crecimiento (mananos oligosacaridos) vs (antibioticos - bacterias) en la alimentación de tilapia en la etapa de engorde. 2012. ESPOCH, Guaranda, Ecuador.
- Bautista, J., & Ruíz, J. (2017). Calidad de agua para el cultivo de tilapia en estanques de geomembrana., (págs. 1-5). Nayarit - México.

- Bautista, J., & Velazco, J. (Septiembre de 2011). Calidad de agua para el cultivo de Tilapia. *Revista Fuente Año 3 No.*, 12-13.
- Bautista, M. N. (2009). Insectos plaga. Una guía ilustrada para la identificación México.
- Blanco, J. (2014). La primera granja de gusanos, proteínas a escala industrial. *El Mundo*, 4.
- Bolaños, M. (2015). Evaluación del uso de alimentos alternativos en el pre-engorde y engorde de tilapia (*Oreochromis* sp) en la comunidad de Playa Rica – noroccidente de Pichincha. *Tesis de pregrado*. Escuela Politécnica Nacional, Quito - Ecuador.
- Bomfim Mad, L. E. (2010). Niveles de lisina basados en el concepto de proteína ideal, en dietas para alevines de tilapia Nilo. *El mundo*, 3-4.
- Botello, A., Cisneros, M., Valdivié, M., Pullés, E., Téllez, E., Silvera, G., & Rodriguez, A. (2011). Utilización de harina de caña proteica en la alimentación de juveniles de tilapia roja. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 411-415.
- Brujel, R. (2002). Manejo alimentario para tilapia. *Panorama acuícola*, 3-5.

Calderón, J. (2016). *Evaluación de temperatura y el pH del agua de los estanques para mejorar el crecimiento de alevines de tilapia roja (Oreochromis spp.) en la hacienda el Gran Manatí parroquia Pacto al noroccidente de Quito*. UDLA, Quito.

Cámara Nacional de Acuicultura. (2020). Ley orgánica para el desarrollo de la acuicultura y pesca. *Aquicultura*, 13-17.

Cantor, F. (2007). *Biología de especies marinas*. Estado de Puebla: Humboldt.

Capote, S. J. (2000). Nutrición y Alimentación de Tilapia Cultivada. *Centro de Preparación Acuícola Mamposton, Ministerio de la Industria Pesquera*, 83-86.

Carranzas, E. (2016). El uso de la harina de morro como ingrediente proteínico para la alimentación de tilapia. *Revista Ciencia y Tecnología*, 25-39.

Castillo, L. (2011). *Una evolución de 29 años, de la incertidumbre al éxito*. Cali.

Civera, R., Goytortúa, E., Rocha, S., & Rondero, D. (2006). *Evaluación de la sustitución parcial y total de harina de sardina con harina de cerdo en alimentos para juveniles de la tilapia del Nilo Oreochromis niloticus efecto*

sobre la supervivencia, el crecimiento y la utilización del alimento. Tabasco - México: National Renderers Association, Latinoamérica. .

Corella, E. C. (2002). Utilización de la pulpa de café en la alimentación de alevines de tilapia roja. *AquaTIC*, 1-7.

Cuevas, B. (2010). Evaluación productiva y variabilidad genética de especies de tilapia del género *Oreochromis* en el estado de Sinaloa. (*Tesis de Maestría*). Instituto Politécnico Nacional, Sinaloa.

De Haro, C. (2015). *Evaluación de la harina de insectos como fuente alternativa a la harina de pescado en piensos para acuicultura.* Universidad de Almería, Almería.

De la Higuera., C. G. (2006). Fuentes alternativas de proteínas y energía en acuicultura. *Madrid SL.*

Delgado-Vidal, G.-C. A.-P.-U. (2009). Crecimiento compensatorio en Tilapia *Oreochromis niloticus* posterior a su alimentación con harina de platano. *Revista de investigación y difusión científica agropecuaria*, 3-10.

- El-Sayed, A.-F. y. (2004). Protein Nutrition of farmed tilapia: searching for.
Oceanography, 5-12.
- FAO. (2016). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura*. Roma.
- FAO. (2018). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura*. Roma: CC BY-NC-SA
3.0 IGO.
- Fonseca, J. (2016). Sistema digestivo de los peces. *Paradais Sphynx*, 1-2.
- Furuya. (2010). Tabalal Brasileras para nutrición de tilapias. 100.
- Furuya, W. (2004). Exigencia de lisina para Tilapia de Nilo (*Oreochromis niloticus*), en la fase de terminación. *Ciencia Rural*, 1571-1577.
- Gaber, E. S. (2005). Effect of dietary protein levels and feeding on growth performance production traits and body composition of Nile tilapia *Oreochromis niloticus*.
Aquacult, 36-63-7.
- García, A. (2017). La harina de grillo, el alimento del futuro. *Regresa relaciones con egresados*, 13.

- González, R., Romero, O., Ponce, J., & Valdiviá, M. (2014). Los productos y subproductos vegetales, animales y agroindustriales. *Revista Bio Ciencias*, 240-251.
- Gonzalo Silva, M. (2008). Seminario "Cultivo Industrial de la Tilapia". *Aqua*, 14-20.
- Guevara, C. (2009). Estudio de factibilidad y puesta en marcha de una empresa productora y comercializadora de mojarra roja. *Mundo global* , 3-4.
- Gutiérrez, M. (2018). Los insectos son fuentes sustentables para alimentos en avicultura. *La revista global de la avicultura* , 1-3.
- Gutiérrez, N. (2014). Gallina ciega: plaga que afecta las raíces de las plantas. *Gobierno estatal de Jalisco*.
- Hoyos, J., Villada, H., Fernández, A., & Ortega, R. (2017). Parámetros de calidad y metodología para determinar la propiedades físicas de alimentos extruidos para peces. *Información Tecnológica*, 101-106.
- Info, E. (2017). *INFO ECUADOR*. Obtenido de LOS ANDES:
<https://www.visitaecuador.com/ve/mostrarRegistro.php?idRegistro=545>

- Intagri. (2017). Manejo Integrado de la Gallina Ciega. *INTAGRI*, 1-3.
- Jaramillo, J. M. (2010). Caracterización de tilapia roja (*Oreochromis* sp.) con marcadores moleculares RAPD. *Acta Agronómica* (págs. 237-240). Palmira: Universidad Nacional de Colombia.
- Laboratorios, B. (2017). Parámetros clave de la calidad del agua para piscicultura. *HACH*.
- Lara F, M. O. (2003). Use of the bacteria *Streptococcus faecium* and *Lactobacillus acidophilus*, and the yeast *Saccharomyces cerevisiae* growth promoters in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 193, 201, 216.
- Lara-Flores, M. y.-N. (2013). The use of lactic acid bacteria isolated from intestinal tract of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), as growth promoters in fish fed low protein diets. *SciELO*, 1-216.
- Lita, G. A. (2018). <http://lacarolina.gob.ec/index.php/ct-menu-item-31/ct-menu-item-37>. Obtenido de <http://lacarolina.gob.ec/index.php/ct-menu-item-31/ct-menu-item-37>
- López, A. (2003). Piscicultura y Acuarios. *Ripalme*, 45.

- Lozano, D. (2011). *Manual de piscicultura de la región Amazónica Ecuatoriana*. Amazonia: ISBN.
- Luchini, L., & Wicki, G. (2015). Consideraciones sobre insumos utilizados en los alimentos para organismos acuáticos bajo cultivo. *Dirección de Acuicultura*, págs. 2-10.
- Madrid, J. (2014). Efecto de la sustitución en dieta de harina de pescado con harina de productos de origen animal, en juveniles de corvina golfina, *Cynoscion othonopterus*. *Tesis Posgrado*. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, Baja California - México.
- Maquart, P., Murray, F., Netwon, R., & Little, D. (2017). Mosca Soldado Negro - ¿Futuro alimento para Tilapia? *Aqua Feed*, 1-5.
- Marcillo G., L. Z. (2010). Tilapia Cultivos en el Ecuador. *En contexto*, 17-19.
- Maroy, A. (2016). *Top Insect*. Obtenido de <http://www.topinsect.net/valornutricionaldelosinsectos.php>

- Méndez, Y., Pérez, Y., Torres, Y., & Reyes, J. (2018). Estado de arte del cultivo de Tilapia Roja en la mayor de las antillas. *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud*, 15-18.
- Mendoza, Q., & Ovidio, R. (2000). *Dinámica y fluctuación poblacional de phyllophaga ssp.* Quevedo: Quevedo, EC: INIAP, Estación Experimental Tropical Pichilingue, Departamento de Entomología, 1993.
- Miguel A. Olvera Novoa, L. O. (2000). Potencialidad del uso de las leguminosas como fuente proteica en alimentos para peces. *Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del I.P.N. (CINVESTAV)*, 3-10.
- Moreno, A., Hernández, J., Rovero, R., Tablante, A., & Rangel, L. (2000). Alimentación de la tilapia con raciones parciales de cáscara de naranja. *CYTA - Journal of food*, 2-6.
- Moreno, H. J. (2009). Alimentación de tilapia. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 1-30.
- Moron, M. (2008). White Grubs. *Acta Zoológica México*, 1-6.
- National Research Council. (2011). Nutrient requirements of water fishes and shellfishes. *Trove*, 102.

- Orrego, R. (2015). Una alternativa viable para una nutrición de calidad en agua dulce. *Salmonexpert*, 1-5.
- Ortega, A. (2000). *Insectos nocivos del maíz*. México: CIMMYT.
- Pacheco, A. (2010). *Análisis comparativo del contenido proteínico entre dos órdenes de artrópodos del noreste de México (Orthoptera y Arachnida) y grupo cárnico (Artiodactyla) como alternativa de complemento alimenticio*. Universidad Autónoma de Nuevo León, Nueva León.
- Pallares, P., & Borbor, W. (2012). *Efecto del ácido omega 3 y la combinación omega 3-omega 6 en la alimentación de tilapia roja (Oreochromis spp.) en la finca el Provenir, PRE Parroquia San Gabriel de Baba, Km. 9 Vía a Julio Moreno, en la zona de Santo Domingo*. Escuela Politécnica del El Ejercito, Santo Domingo-Ecuador.
- Perea, C., Garcés, Y., & Hoyos, J. (2011). Evaluación de ensilaje biológico de residuos de pescado en alimentación de tilapia roja (*Oreochromis spp.*). *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 1-9.

- Peters. D., R. R., Morales. A., E. D., Morales, S. N., & Hernández. R., J. L. (2009).
Evaluación de la calidad alimentaria de la harina de Lema oscura como
ingredientes en la elaboración de alimento para Tilapia roja (*Oreochromis spp.*).
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, 3-
9.
- Pineda, M. (2012). Alimento, Manejo del Cultivo, Rentabilidad. *Piscicultura Global*, 1-
5.
- Poleo, G. (2015). Programa piloto de formación piscícola dirigido a pequeños y
medianos productores de las regiones de Imbabura y Esmeraldas. *Universidad
Técnica del Norte*.
- Poot, C. (2012). *ABC en el cultivo integral de la tilapia*. España: Eae Editorial
Academia Española.
- Poot, C., Novelo, R., & Hernández, M. (2009). ABC, En el cultivo INTEGRAL DE LA
TILAPIA. *Cet Mar*, 77.

Ramírez, C., Morón, M., & Castro, A. (2011). Descripciones de los estados inmaduros de cuatro especies de Phyllophaga, Paranomala y Macroductylus (Coleoptera: Melolonthidae) de Los Altos de Chiapas, México. *Scielo*.

Redmayne, P. (2009). Auge en el abastecimiento de filetes frescos de tilapia. *revista Panorama Acuícola*, 2.

Rincón, D., Velásquez, H., Dávila , M., Semprum, A., Morales, E., & Hernández, J. (2012). Substitution levels of Æ sh meal by Arthrospira (=Spirulina) maxima meal in experimental diets for red tilapia fingerlings (Oreochromis sp.). *rcgp Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* , 1-8.

Rodríguez Del Bosque, L. A. (2010). *Plagas del suelo*. México: Colegio De Post graduados.

Rodríguez, S. (2002). Engorda de la tilapia. (*tesis de pregrado*). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Saavedra, M. (31 de Julio de 2006). *USAID*. Obtenido de <http://www.crc.uri.edu/download/MANEJO-DEL-CULTIVO-DE-TILAPIA-CIDEA.pdf>

- Toro, A. (2016). Incidencia de las características del vapor saturado en el proceso de peletizado, propuesta de un plan para mejorar la eficiencia en el proceso de peletizado. *Tesis de grado*. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil.
- Torres, D., & Hurtado, V. (2012). Requerimientos Nutricionales para la Tilapia del Nilo. *Orinoquia- Universidad de los Llanos*, 65-67.
- Torres, F. (2016). Harina de insectos, alta innovación y solución a la necesidad de ingredientes. *Balanceados-Piensos*, 1-3.
- Valenzuela, R., Martínez, P., & Arévalo, J. (2018). Evaluación preliminar de un sistema de recirculación de aguas para un prototipo implementado en la producción de tilapia roja (*Oreochromis sp.*). *Dialnet*.
- Villarruel, L. (2011). Efectividad de dos eclosionadores prototipo en la eclosión de ovas de tilapia roja (*Oreochromis sp.*) y tilapia negra (*Oreochromis niloticus*) en Yahuarcocha Imbabura. *Tesis de Grado*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra.

- Wen, L., & Viejo, M. (2008). Los insectos como fuente de alimento: análisis del contenido de proteína y grasa en 100 especies. *XI Congreso Ibérico de Entomología* (págs. 3-16). Mexico: ISSN.
- Zafra, A., Díaz, M., Dávila, F., Chumbe, R., Vela, K., & Guzmán, H. (2019). Conversión y eficiencia alimenticia de *Oreochromis aureus* var. *suprema* (Cichlidae) con diferente alimento balanceado en sistema cerrado, Trujillo, La Libertad, Perú. *Scielo Perú*, 1-4.
- Zanazzi, N., Gorosito, A., Cecchi, F., Prario, M., Imeroni, J., Mallo, J., & Barragán, A. (2017). Using vegetable meal diets for developing prefattening and fattening of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *REDVET (Revista Electrónica de Veterinaria)*.

CAPÍTULO VIII

ANEXOS

1. Área del ensayo.



2. Análisis bromatológico de la harina de cutzo.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN 002 – CONEA – 2010 – 129 – DC.
Resolución No. 001 – 073 – CEAACES – 2013 – 13

FICAYA

Laboratorio de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos

| | |
|---------------------------|------------------------|
| Informe N°: | 34 -2018 |
| Análisis solicitado por: | Sr. Victor Churuchumbi |
| Empresa: | No aplica |
| Muestreado: | Propietario |
| Fecha de recepción: | 24 de julio de 2018 |
| Fecha de entrega informe: | 31 de julio de 2018 |
| Ciudad: | Ibarra |
| Provincia: | Imbabura |
| Muestra | Harina de cuzo |
| No. de Lote | No aplica |
| No. Unidades Analizadas | 1 |

| Parámetro Analizado | Unidad | Resultados | Metodo de ensayo |
|---------------------|--------|------------|------------------|
| Contenido de agua | % | 9,24 | AOAC 925.10 |
| Cenizas | % | 58,40 | AOAC 923.03 |
| Extracto Etéreo | % | 2,40 | AOAC 920.39 |
| Proteína Total | % | 18,00 | AOAC 984.13 |
| Fibra Total | % | 3,4 | AOAC 962.09 |

Atentamente:

Bioq. José Luis Moreno
Técnico de Laboratorio



Av. 17 de Julio S-21 y José María
Córdova Barro El Olivo
Teléfono: (06)2997800
Fax: Ext: 7711
Email: utn@utn.edu.ec
www.utn.edu.ec
Ibarra - Ecuador

| | | |
|---|---|---------------|
|  AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO | LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA | PGT/B/09-FO01 |
| | Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf: 02- 2372-844/2372-845 | Rev. 4 |
| | INFORME DE ANÁLISIS | Hoja 1 de 1 |

Informe N°: LN-B-E18-111

Fecha emisión informe: 12/04/2018

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Victor Hugo Churuchumbi Cachago

Dirección: Ciudadela del Chofer

Teléfono: 0998805268

Correo Electrónico: victorsoyyo3@gmail.com

Provincia: Imbabura

Cantón: Ibarra

N° Orden de Trabajo: 10-2018-002

N° Factura/ Memorando: 018-001-000003623

DATOS DE LA MUESTRA:

| | |
|--|---|
| Lote: -- | Conservación de la muestra: Ambiente |
| Provincia: Imbabura | Tipo de envase: Funda |
| Cantón: Ibarra | Condiciones ambientales: Temperatura (°C): 21,6 |
| Parroquia: Sagrario | Humedad Relativa(% HR): 47 |
| Responsable de toma de muestra: Victor Churuchumbi | |
| Fecha de toma de muestra: 20-03-2018 | Fecha de inicio de análisis: 26-03-2018 |
| Fecha de recepción de la muestra: 23-03-2018 | Fecha de finalización de análisis: 12-04-2018 |

RESULTADOS DEL ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

| CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO | IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA | PARÁMETRO | UNIDAD | MÉTODO | RESULTADO | ESPECIFICACIÓN/ REFERENCIA |
|-------------------------------|---------------------------------------|---------------------|--------|-----------------------|-----------|----------------------------|
| B180113 | VC | » Humedad | % | Gravimétrico | 8,31 | --- |
| | | Materia Seca | % | PEE/B/01 | 91,59 | --- |
| | | » Proteína (Nx6,25) | % | Kjeldahl PEE/B/02 | 14,95 | --- |
| | | » Grasa | % | Soxhlet PEE/B/03 | 3,52 | --- |
| | | » Cenizas | % | Gravimétrico PEE/B/04 | 57,56 | --- |
| | | » Fibra | % | Gravimétrico PEE/B/05 | 4,51 | --- |
| | | ENN* | % | Cálculo | 19,35 | --- |

ENN*: Elementos No Nitrogenados

Analizado por: Quím. A. Patricia Obando y Quím. A. Gabriela Pita

Observaciones: NA

Anexo Gráficos: NA

Anexo Documentos: NA

Estadística Estadística

Blanca Obando

Quím. A. Gabriela Pita
Responsable Técnico
Laboratorio de Bromatología

 **AGROCALIDAD**
 AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO
LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA
 TUMBACO - ECUADOR

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Esta prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin autorización del Laboratorio.

3. Recolección de la harina de larva de cutzo *Phyllophaga spp.*



4. Ubicación del área de estudio.





5. Construcción y ubicación de jaulas.





6. Última toma de datos peso y longitud total.



7. Cuadro resumen del manejo de tilapia en la etapa de cría y juveniles con balanceado elaborado con la inclusión de harina de larva de cutzo con el 0 %.

| Alimentación para tilapia roja etapa cría con 35% y etapa juvenil 30% de proteína | | | | | | | | | | |
|---|--------|------------|-------------|----------|------------|-------------|-------------------|--------------------|--------------------|----------------|
| Cantidad de alimento | | | | | | | | | | |
| Tratamientos | Semana | Fecha | Edad (días) | Peso (g) | Talla (cm) | Biomasa (%) | Dosis (g/pez/día) | Granulometría (mm) | Alimento total (g) | Ración g/día/3 |
| T1R1 | 1 | 19/10/2018 | 35 | 6,20 | 6,60 | 6 | 0,37 | 2x2 | 3,72 | 1,24 |
| | 3 | 2/11/2018 | 49 | 11,80 | 9,15 | 6 | 0,71 | 2x2 | 7,08 | 2,36 |
| | 5 | 16/11/2018 | 63 | 20,40 | 10,35 | 6 | 1,22 | 2x2 | 12,24 | 4,08 |
| | 7 | 30/11/2018 | 77 | 27,20 | 11,10 | 6 | 1,63 | 2x2 | 16,32 | 5,44 |
| | 9 | 14/12/2018 | 91 | 35,90 | 12,05 | 6 | 2,15 | 2x2 | 21,54 | 7,18 |
| | 11 | 28/12/2018 | 105 | 44,10 | 13,70 | 4 | 1,76 | 3x3 | 17,64 | 5,88 |
| | 13 | 11/01/2019 | 119 | 53,00 | 14,60 | 4 | 2,12 | 3x3 | 21,20 | 7,07 |
| | 15 | 25/01/2019 | 126 | 57,20 | 15,10 | 4 | 2,29 | 3x3 | 22,88 | 7,63 |
| | | | | | | | | 122,62 | | |
| T1R2 | 1 | 19/10/2018 | 35 | 6,10 | 6,93 | 6 | 0,37 | 2x2 | 3,66 | 1,22 |
| | 3 | 2/11/2018 | 49 | 11,90 | 8,65 | 6 | 0,71 | 2x2 | 7,14 | 2,38 |
| | 5 | 16/11/2018 | 63 | 18,10 | 10,10 | 6 | 1,09 | 2x2 | 10,86 | 3,62 |
| | 7 | 30/11/2018 | 77 | 25,70 | 11,00 | 6 | 1,54 | 2x2 | 15,42 | 5,14 |
| | 9 | 14/12/2018 | 91 | 34,10 | 12,05 | 6 | 2,05 | 2x2 | 20,46 | 6,82 |
| | 11 | 28/12/2018 | 105 | 40,80 | 13,75 | 4 | 1,63 | 3x3 | 16,32 | 5,44 |
| | 13 | 11/01/2019 | 119 | 46,60 | 14,30 | 4 | 1,86 | 3x3 | 18,64 | 6,21 |
| | 15 | 25/01/2019 | 126 | 50,60 | 14,10 | 4 | 2,02 | 3x3 | 20,24 | 6,75 |
| | | | | | | | | 112,74 | | |
| T1R3 | 1 | 19/10/2018 | 35 | 6,10 | 6,98 | 6 | 0,37 | 2x2 | 3,66 | 1,22 |
| | 3 | 2/11/2018 | 49 | 12,90 | 8,70 | 6 | 0,77 | 2x2 | 7,74 | 2,58 |
| | 5 | 16/11/2018 | 63 | 16,10 | 9,70 | 6 | 0,97 | 2x2 | 9,66 | 3,22 |
| | 7 | 30/11/2018 | 77 | 22,40 | 10,15 | 6 | 1,34 | 2x2 | 13,44 | 4,48 |
| | 9 | 14/12/2018 | 91 | 29,60 | 11,80 | 6 | 1,78 | 2x2 | 17,76 | 5,92 |
| | 11 | 28/12/2018 | 105 | 35,40 | 12,60 | 4 | 1,42 | 3x3 | 14,16 | 4,72 |
| | 13 | 11/01/2019 | 119 | 39,30 | 13,17 | 4 | 1,57 | 3x3 | 15,72 | 5,24 |
| | 15 | 25/01/2019 | 126 | 41,80 | 13,58 | 4 | 1,67 | 3x3 | 16,72 | 5,57 |

8. Cuadro resumen del manejo de tilapia en la etapa de cría y juveniles con balanceado elaborado con la inclusión de harina de larva de cutzo con el 3 %.

| Alimentación para tilapia roja etapa cría con 35% y etapa juvenil 30% de proteína | | | | | | | | | | |
|---|--------|------------|-------------|----------|------------|-------------|-------------------|--------------------|--------------------|------------------|
| Cantidad de alimento | | | | | | | | | | |
| Tratamientos | Semana | Fecha | Edad (días) | Peso (g) | Talla (cm) | Biomasa (%) | Dosis (g/pez/día) | Granulometría (mm) | Alimento total (g) | Ración (g/día/3) |
| T2R1 | 1 | 19/10/2018 | 35 | 6,60 | 6,65 | 6 | 0,40 | 2x2 | 3,96 | 1,32 |
| | 3 | 2/11/2018 | 49 | 13,30 | 8,80 | 6 | 0,80 | 2x2 | 7,98 | 2,66 |
| | 5 | 16/11/2018 | 63 | 17,90 | 9,05 | 6 | 1,07 | 2x2 | 10,74 | 3,58 |
| | 7 | 30/11/2018 | 77 | 23,10 | 10,55 | 6 | 1,39 | 2x2 | 13,86 | 4,62 |
| | 9 | 14/12/2018 | 91 | 32,30 | 12,20 | 6 | 1,94 | 2x2 | 19,38 | 6,46 |
| | 11 | 28/12/2018 | 105 | 41,00 | 13,60 | 4 | 1,64 | 3x3 | 16,40 | 5,47 |
| | 13 | 11/01/2019 | 119 | 51,80 | 14,40 | 4 | 2,07 | 3x3 | 20,72 | 6,91 |
| | 15 | 25/01/2019 | 126 | 55,80 | 15,40 | 4 | 2,23 | 3x3 | 22,32 | 7,44 |
| | | | | | | | | | 115,36 | 38,45 |
| T2R2 | 1 | 19/10/2018 | 35 | 7,50 | 6,75 | 6 | 0,45 | 2x2 | 4,50 | 1,50 |
| | 3 | 2/11/2018 | 49 | 17,20 | 9,15 | 6 | 1,03 | 2x2 | 10,32 | 3,44 |
| | 5 | 16/11/2018 | 63 | 20,70 | 10,80 | 6 | 1,24 | 2x2 | 12,42 | 4,14 |
| | 7 | 30/11/2018 | 77 | 26,40 | 11,05 | 6 | 1,58 | 2x2 | 15,84 | 5,28 |
| | 9 | 14/12/2018 | 91 | 33,80 | 12,35 | 6 | 2,03 | 2x2 | 20,28 | 6,76 |
| | 11 | 28/12/2018 | 105 | 41,70 | 13,45 | 4 | 1,67 | 3x3 | 16,68 | 5,56 |
| | 13 | 11/01/2019 | 119 | 48,50 | 14,20 | 4 | 1,94 | 3x3 | 19,40 | 6,47 |
| | 15 | 25/01/2019 | 126 | 52,40 | 14,45 | 4 | 2,10 | 3x3 | 20,96 | 6,99 |
| | | | | | | | | | 120,40 | |
| T2R3 | 1 | 19/10/2018 | 35 | 6,00 | 5,95 | 6 | 0,36 | 2x2 | 3,60 | 1,20 |
| | 3 | 2/11/2018 | 49 | 13,10 | 8,45 | 6 | 0,79 | 2x2 | 7,86 | 2,62 |
| | 5 | 16/11/2018 | 63 | 23,10 | 10,85 | 6 | 1,39 | 2x2 | 13,86 | 4,62 |
| | 7 | 30/11/2018 | 77 | 28,50 | 11,11 | 6 | 1,71 | 2x2 | 17,10 | 5,70 |
| | 9 | 14/12/2018 | 91 | 38,80 | 12,67 | 6 | 2,33 | 2x2 | 23,28 | 7,76 |
| | 11 | 28/12/2018 | 105 | 46,80 | 13,50 | 4 | 1,87 | 3x3 | 18,72 | 6,24 |
| | 13 | 11/01/2019 | 119 | 54,00 | 14,25 | 4 | 2,16 | 3x3 | 21,60 | 7,20 |
| | 15 | 25/01/2019 | 126 | 53,70 | 14,44 | 4 | 2,15 | 3x3 | 21,48 | 7,16 |

9. Cuadro resumen del manejo de tilapia en la etapa de cría y juveniles con balanceado elaborado con la inclusión de harina de larva de cutzo con el 6 %

| Alimentación para tilapia roja etapa cría con 35% y etapa juvenil 30% de proteína | | | | | | | | | | |
|---|--------|------------|----------------------|----------|------------|-------------|-------------------|--------------------|------------------------|------------------|
| Tratamientos | Semana | Fecha | Cantidad de alimento | | | | | | | |
| | | | Edad (días) | Peso (g) | Talla (cm) | Biomasa (%) | Dosis (g/pez/día) | Granulometría (mm) | Alimento total (g/día) | Ración (g/día/3) |
| T3R1 | 1 | 19/10/2018 | 35 | 6.50 | 6.95 | 6 | 0.39 | 2x2 | 3.90 | 1.30 |
| | 3 | 2/11/2018 | 49 | 16.90 | 9.60 | 6 | 1.01 | 2x2 | 10.14 | 3.38 |
| | 5 | 16/11/2018 | 63 | 20.20 | 10.50 | 6 | 1.21 | 2x2 | 12.12 | 4.04 |
| | 7 | 30/11/2018 | 77 | 26.60 | 11.55 | 6 | 1.60 | 2x2 | 15.96 | 5.32 |
| | 9 | 14/12/2018 | 91 | 34.90 | 12.45 | 6 | 2.09 | 2x2 | 20.94 | 6.98 |
| | 11 | 28/12/2018 | 105 | 41.70 | 13.30 | 4 | 1.67 | 3x3 | 16.68 | 5.56 |
| | 13 | 11/01/2019 | 119 | 42.30 | 13.70 | 4 | 1.69 | 3x3 | 16.92 | 5.64 |
| | 15 | 25/01/2019 | 126 | 45.30 | 13.74 | 4 | 1.81 | 3x3 | 18.12 | 6.04 |
| | | | | | | | | | 114.78 | |
| T3R2 | 1 | 19/10/2018 | 35 | 5.80 | 6.00 | 6 | 0.35 | 2x2 | 3.48 | 1.16 |
| | 3 | 2/11/2018 | 49 | 11.10 | 8.55 | 6 | 0.67 | 2x2 | 6.66 | 2.22 |
| | 5 | 16/11/2018 | 63 | 17.00 | 9.85 | 6 | 1.02 | 2x2 | 10.20 | 3.40 |
| | 7 | 30/11/2018 | 77 | 25.20 | 10.85 | 6 | 1.51 | 2x2 | 15.12 | 5.04 |
| | 9 | 14/12/2018 | 91 | 33.40 | 12.10 | 6 | 2.00 | 2x2 | 20.04 | 6.68 |
| | 11 | 28/12/2018 | 105 | 42.10 | 13.60 | 4 | 1.68 | 3x3 | 16.84 | 5.61 |
| | 13 | 11/01/2019 | 119 | 51.20 | 14.40 | 4 | 2.05 | 3x3 | 20.48 | 6.83 |
| | 15 | 25/01/2019 | 126 | 53.00 | 14.62 | 4 | 2.12 | 3x3 | 21.20 | 7.07 |
| | | | | | | | | | 114.02 | |
| T3R3 | 1 | 19/10/2018 | 35 | 5.70 | 6.00 | 6 | 0.34 | 2x2 | 3.42 | 1.14 |
| | 3 | 2/11/2018 | 49 | 11.40 | 8.45 | 6 | 0.68 | 2x2 | 6.84 | 2.28 |
| | 5 | 16/11/2018 | 63 | 17.30 | 9.90 | 6 | 1.04 | 2x2 | 10.38 | 3.46 |
| | 7 | 30/11/2018 | 77 | 25.10 | 10.90 | 6 | 1.51 | 2x2 | 15.06 | 5.02 |
| | 9 | 14/12/2018 | 91 | 31.90 | 12.65 | 6 | 1.91 | 2x2 | 19.14 | 6.38 |
| | 11 | 28/12/2018 | 105 | 40.10 | 13.50 | 4 | 1.60 | 3x3 | 16.04 | 5.35 |
| | 13 | 11/01/2019 | 119 | 49.30 | 14.20 | 4 | 1.97 | 3x3 | 19.72 | 6.57 |
| | 15 | 25/01/2019 | 126 | 52.70 | 14.46 | 4 | 2.11 | 3x3 | 21.08 | 7.03 |

10. Cuadro resumen del manejo de tilapia en la etapa de cría y juveniles con balanceado elaborado con la inclusión de harina de larva de cutzo con el 9 %.

| Alimentación para tilapia roja etapa cría con 35% y etapa juvenil 30% de proteína | | | | | | | | | | |
|---|--------|------------|----------------------|----------|------------|-------------|-------------------|--------------------|------------------------|------------------|
| Tratamientos | Semana | Fecha | Cantidad de alimento | | | | | | | |
| | | | Edad (días) | Peso (g) | Talla (cm) | Biomasa (%) | Dosis (g/pez/día) | Granulometría (mm) | Alimento total (g/día) | Ración (g/día/3) |
| T4R1 | 1 | 19/10/2018 | 35 | 5,80 | 6,45 | 6 | 0,35 | 2x2 | 3,48 | 1,16 |
| | 3 | 2/11/2018 | 49 | 10,50 | 8,20 | 6 | 0,63 | 2x2 | 6,30 | 2,10 |
| | 5 | 16/11/2018 | 63 | 14,30 | 9,05 | 6 | 0,86 | 2x2 | 8,58 | 2,86 |
| | 7 | 30/11/2018 | 77 | 22,30 | 10,40 | 6 | 1,34 | 2x2 | 13,38 | 4,46 |
| | 9 | 14/12/2018 | 91 | 30,10 | 11,55 | 6 | 1,81 | 2x2 | 18,06 | 6,02 |
| | 11 | 28/12/2018 | 105 | 37,90 | 12,40 | 4 | 1,52 | 3x3 | 15,16 | 5,05 |
| | 13 | 11/01/2019 | 119 | 41,10 | 12,90 | 4 | 1,64 | 3x3 | 16,44 | 5,48 |
| | 15 | 25/01/2019 | 126 | 42,00 | 13,36 | 4 | 1,68 | 3x3 | 16,80 | 5,60 |
| | | | | | | | | | 98,20 | |
| T4R2 | 1 | 19/10/2018 | 35 | 5,90 | 7,20 | 6 | 0,35 | 2x2 | 3,54 | 1,18 |
| | 3 | 2/11/2018 | 49 | 13,10 | 8,70 | 6 | 0,79 | 2x2 | 7,86 | 2,62 |
| | 5 | 16/11/2018 | 63 | 17,80 | 9,88 | 6 | 1,07 | 2x2 | 10,68 | 3,56 |
| | 7 | 30/11/2018 | 77 | 22,30 | 11,45 | 6 | 1,34 | 2x2 | 13,38 | 4,46 |
| | 9 | 14/12/2018 | 91 | 30,00 | 12,00 | 6 | 1,80 | 2x2 | 18,00 | 6,00 |
| | 11 | 28/12/2018 | 105 | 33,20 | 12,30 | 4 | 1,33 | 3x3 | 13,28 | 4,43 |
| | 13 | 11/01/2019 | 119 | 38,30 | 12,60 | 4 | 1,53 | 3x3 | 15,32 | 5,11 |
| | 15 | 25/01/2019 | 126 | 41,30 | 12,93 | 4 | 1,65 | 3x3 | 16,52 | 5,51 |
| | | | | | | | | | 98,58 | |
| T4R3 | 1 | 19/10/2018 | 35 | 5,90 | 6,85 | 6 | 0,35 | 2x2 | 3,54 | 1,18 |
| | 3 | 2/11/2018 | 49 | 12,80 | 8,70 | 6 | 0,77 | 2x2 | 7,68 | 2,56 |
| | 5 | 16/11/2018 | 63 | 20,00 | 10,07 | 6 | 1,20 | 2x2 | 12,00 | 4,00 |
| | 7 | 30/11/2018 | 77 | 26,80 | 11,35 | 6 | 1,61 | 2x2 | 16,08 | 5,36 |
| | 9 | 14/12/2018 | 91 | 35,20 | 12,20 | 6 | 2,11 | 2x2 | 21,12 | 7,04 |
| | 11 | 28/12/2018 | 105 | 45,70 | 13,70 | 4 | 1,83 | 3x3 | 18,28 | 6,09 |
| | 13 | 11/01/2019 | 119 | 54,20 | 14,25 | 4 | 2,17 | 3x3 | 21,68 | 7,23 |
| | 15 | 25/01/2019 | 126 | 58,90 | 14,44 | 4 | 2,36 | 3x3 | 23,56 | 7,85 |