

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE BIOLOGÍA EN ACUICULTURA



Digestibilidad aparente de la proteína de la harina de ensilado biológico de *Psidium guajava* “guayaba” en alevines de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”

Tesis para optar el Título de Biólogo Acuicultor

AUTORES:

Bach. Edwin Alfredo, Huarca Rimac

Bach. Theresita Fabiola, Franco Delgado

ASESOR:

Dr. Guillermo Saldaña Rojas

NUEVO CHIMBOTE - PERÚ

2016

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE BIOLOGÍA EN ACUICULTURA



Digestibilidad aparente de la proteína de la harina de ensilado biológico de *Psidium guajava* “guayaba” en alevines de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”

Tesis Para Optar el Título de Biólogo Acuicultor

AUTORES:

Bach. Edwin Alfredo, Huarca Rimac

Bach. Theresita Fabiola, Franco Delgado

Revisado y Aprobado por el Asesor

Dr. Guillermo Saldaña Rojas

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE BIOLOGÍA EN ACUICULTURA



**Digestibilidad aparente de la proteína de la harina de ensilado
biológico de *Psidium guajava* “guayaba” en alevines de
Oreochromis niloticus “tilapia nilótica”**

Tesis Para Optar el Título de Biólogo Acuicultor

AUTORES:

Bach. Edwin Alfredo, Huarca Rimac

Bach. Theresita Fabiola, Franco Delgado

**APROBADO POR EL JURADO CALIFICADOR INTEGRADO POR LOS
SEÑORES MIEMBROS**

Msc. Lucio Encomendero Yepes
Presidente

Dr. Guillermo Saldaña Rojas.
Integrante del Jurado

Blg° Acui. Juan M. Carhuapoma Garay
Integrante del Jurado

DEDICATORIA

A mi madre Marcelina A. Rimac Gamarra, que en paz descansa y de la gloria de Dios goce, que desde el cielo me motiva y me da fuerza y aliento para seguir adelante, a mi padre Juan Huarca Robles que supo incentivar en mí el espíritu de superación, a mis hermanos Esther, Raúl, Juan y Milagros quienes siempre están conmigo brindándome su apoyo incondicional.

Edwin Alfredo Huarca Rimac.

A mis padres Segundo y Susana que con su apoyo y amor me motivaron a continuar, a mi cuñado Lucho y Susana mi hermana quien ha sido mi segunda madre, Juan quien desde lejos me apoyo, Olga e Isabel quienes me impulsaron a cada día mejorar, Andrea mi sobrina quien fue testigo participe de mis estudios, Verónica y Joseluis quienes con su inocencia me llenan de alegría y amor mis días y a mis demás sobrinos y cuñados por estar conmigo siempre dándome ánimo.

Theresita Fabiola Franco Delgado.

AGRADECIMIENTOS

A

El presente trabajo de tesis nos gustaría agradecer en primer lugar a Dios por bendecirnos para llegar hasta donde estamos, porque nos supiste guiar y no darnos por vencidos para poder realizar este gran sueño.

A la Universidad Nacional del Santa por darnos la oportunidad de estudiar y lograr ser profesionales.

A nuestro asesor de tesis Dr. Guillermo Saldaña Rojas por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, experiencia, paciencia y motivación ha logrado en nosotros que logremos terminar la tesis para obtener el título.

También nos gustaría agradecer a los profesores durante toda la carrera profesional porque todos han aportado un granito de arena con información, y en y en especial a nuestros profesores Dr. Luis Campoverde, Dr. Rómulo Loayza y Dr. Lucio Encomenderos por sus consejos, enseñanza y más que todo por su apoyo y confianza.

Y por último a la señora Marybel Astete por apoyarnos y facilitarnos los ambientes y materiales para poder realizar nuestra tesis. Son muchas las personas que han formado parte de nuestra vida profesional a las que nos encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de nuestra vida. Algunas están aquí y otras en nuestro recuerdo y corazón, sin importar en donde estén queremos darles las gracias por formar parte de nuestra carrera, por todo lo que nos han brindado y por todas sus bendiciones. Para ellos: Muchas gracias y que Dios los bendiga.

Los Autores

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|-------------------------------------------------------------------------|-----|
| ÍNDICE DE CONTENIDOS | i |
| ÍNDICE DE TABLAS | iii |
| ÍNDICE DE FIGURAS | iv |
| RESUMEN | v |
| ABSTRACT | vi |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| Objetivos general | 5 |
| Objetivos específicos | 5 |
| II. MATERIALES Y MÉTODOS | 6 |
| 2.1. Localización del experimento | 6 |
| 2.2. Procedencia y traslado de los alevines de “tilapia nilótica” | 6 |
| 2.3. Selección de la muestra | 6 |
| 2.4. Unidad experimental | 6 |
| 2.5. Limpieza y recambio de agua | 7 |
| 2.6. Activación de las bacterias para el ensilado biológico | 7 |
| 2.7. Preparación de la harina de ensilado biológico de “guayaba” | 8 |
| 2.8. Preparación de las dietas para “tilapia nilótica” | 10 |
| 2.9. Racionamiento y frecuencia del alimento | 10 |
| 2.10. Recolección de heces | 11 |
| 2.11. Determinación de proteínas de la dieta y heces | 11 |
| 2.12. Determinación de la digestibilidad | 11 |
| 2.13. Costo de los insumos y dietas | 12 |
| 2.14. Registro de los parámetros físicos y químicos del agua | 13 |
| 2.15. Análisis estadístico | 13 |
| III. RESULTADOS | 14 |
| 3.1. Determinación química de las dietas y heces | 14 |
| 3.1.1. Porcentaje de proteínas en las dietas y heces | 14 |
| 3.1.2. Porcentajes de óxido de cromo en las dietas y heces | 15 |
| 3.2. Digestibilidad aparente de las proteínas (DAP) | 15 |
| 3.3. Parámetros ambientales en el experimento | 16 |
| IV. DISCUSIÓN | 19 |
| V. CONCLUSIONES | 26 |

| | |
|---------------------------------------|----|
| VI. RECOMENDACIONES..... | 27 |
| VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 28 |
| VIII. ANEXOS..... | 36 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. Insumos utilizados en la dieta experimental y grupo control..... | 10 |
| Tabla 2. Costos en la elaboración de la harina de ensilado biológico de “guayaba” utilizados en la dieta experimental.. | 12 |
| Tabla 3. Costos en la elaboración de las dietas de harina de ensilado biológico de “guayaba” y harina de pescado..... | 12 |
| Tabla 4. Porcentajes de proteínas en heces de alevines de <i>O. niloticus</i> “tilapia nilótica”, alimentados con dietas de harina de pescado y con harina de ensilado biológico de “guayaba” (HEBG).. | 14 |
| Tabla 5. Porcentaje de óxido de cromo (%) en las heces de alevines de <i>O. niloticus</i> “tilapia nilótica”, alimentados con dietas de harina de pescado y con harina de ensilado de “guayaba” (HEBG).. | 16 |
| Tabla 6. Porcentajes de la digestibilidad aparente de proteínas (DAP) en alevines de <i>O. niloticus</i> “tilapia nilótica”, alimentados con dietas de harina de pescado y con harina de ensilado de “guayaba” (HEBG)... | 16 |

ÍNDICE DE FIGURAS

- Fig. 1.** Porcentajes de digestibilidad aparente de proteínas (DAP) en alevines de *O. niloticus* “tilapia nilótica”, alimentados con dietas con harina de pescado y con harina de ensilado biológico de “guayaba” (HEBG)..16
- Fig. 2.** Variación de la temperatura del agua en los acuarios con alevines de *O. niloticus* “tilapia nilótica”, alimentados con harina de pescado y con harina de ensilado biológico de “guayaba” (HEBG).....17
- Fig. 3.** Variación del pH del agua en los acuarios con alevines de *O. niloticus* “tilapia nilótica”, alimentados con harina de pescado y con harina de ensilado biológico de “guayaba” (HEBG).18
- Fig. 4.** Variación del oxígeno disuelto en los acuarios con alevines de *O. niloticus* “tilapia nilótica”, alimentados con harina de pescado y con harina de ensilado biológico de “guayaba” (HEBG).....18

RESUMEN

- ✓ El objetivo fue determinar la digestibilidad aparente de la proteína de la harina de ensilado biológico de *Psidium guajava* “guayaba” en alevines de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica” en condiciones de laboratorio. Se utilizó 150 ejemplares de $0,69 \pm 0,11$ g de peso total promedio y $3,78 \pm 0,06$ cm de longitud total promedio, los que se distribuyeron en dos tratamientos con tres repeticiones, empleándose el diseño experimental completamente al azar. La digestibilidad aparente de la proteína de *P. guajava* fue de 71,19 %. Se concluye, que dado un bajo contenido de proteínas, pero buena digestibilidad aparente de proteínas de la harina de ensilado biológico de *P. guajava* “guayaba” en alevines de *O. niloticus* “tilapia nilótica”, haría posible convertirse en un alimento funcional por sus propiedades amebicidas, antibacterianas y antifúngicas.

Palabras Clave: Digestibilidad aparente, *Psidium guajava*, *Oreochromis niloticus*, alevines, proteínas, ensilado.

ABSTRACT

The objective was to determine the apparent protein digestibility meal biological silage *Psidium guajava* "guayaba" in *Oreochromis niloticus* fry "nilotic tilapia" in laboratory conditions. 150 specimens were used with $0,69 \pm 0,11$ g average total weight and $3,78 \pm 0,06$ cm average total length, which were distributed in two treatments with three repetitions, using the complete randomized experimental design. It was found that the apparent protein digestibility of *P. guajava* "guayaba" was 71,19 %. It is concluded that given a low protein content, but good apparent digestibility of protein flour biological silage *P. guajava* "guava" in *O. niloticus* fry "Nile tilapia", would make it possible to become a functional food for their amebicides, antibacterial and antifungal properties.

Key Words: Digestibility apparent, *Psidium guajava*, guayaba, *Oreochromis niloticus*, nilotic tilapia, fry, proteins, silage.

I. INTRODUCCIÓN

Los cultivos acuáticos, son fuentes de alimento en el mundo; en el 2010 su producción mundial llegó a 59 millones de TM, el 2013 a 70,3 millones de TM y el 2014 a 73,8 millones de TM (FAO, 2012; FAO, 2014; FAO, 2016). Para el 2014, un total de 580 especies son cultivadas bajo diversos sistemas e instalaciones de cultivo, tanto en agua dulce, salobre y marina, repartidos en 362 especies de peces, 104 de moluscos, 62 de crustáceos, 6 especies de ranas y reptiles, 9 de otros invertebrados acuáticos y 37 vegetales acuáticos (FAO, 2016). En el Perú el desarrollo de la acuicultura se ha concentrado en 4 especies: “langostino”, “concha de abanico”, “trucha” y “tilapia”, siendo la producción en el año 2010 poco más de 89 mil TM, con el 81 % cosechadas del ámbito marino y el 19 % del ámbito continental (Mendoza, 2011). Así encontramos que la producción en el ámbito continental en el Perú, para el año 2012, *Oreochromis niloticus* “tilapia” se había producido 2435,44 TM y con muchas perspectivas a incrementarse para los próximos años (PRODUCE, 2013).

La tilapia es un pez teleósteo, de la familia de los Cíclidos, endémicos y originarios de África y el Cercano Oriente, habita en la mayor parte de las regiones tropicales en agua dulce (Cantor, 2007). *O. niloticus*, presenta ítemes alimentarios diversos, siendo considerada omnívora (Hurtado, 2003), y en los cultivos existen empresas que elaboran alimento balanceado con diferentes tenores de proteína según su estadio de crecimiento (Baltazar, 2007).

La nutrición es un aspecto fundamental en el cultivo de peces, obteniéndose buenas tasas de crecimiento con dietas que no sólo sustenten los requerimientos cualitativos y cuantitativos de nutrientes, además, debe presentar un alto valor de digestibilidad (Cuenca & García, 1987; De la Higuera, 1987; Akiyama *et al.*, 1991). Una dieta por su composición química puede parecer completa, pero si los nutrientes no son digeridos por el organismo, éste no crecerá adecuadamente (Akiyama *et al.*, 1991; Sudaryono *et al.*, 1996). Por eso son importantes los estudios de nutrición y digestibilidad a fin de determinar el valor nutricional del insumo ya que la elección de un insumo

depende primero de la composición química y de la capacidad de digerir el alimento racionado (Santos, 2007). Por ello, se debe entender las exigencias nutricionales de cada especie para suministrar una dieta equilibrada y que asegure un desempeño positivo de la especie en cultivo (Gonçalves & Carneiro, 2003); por lo que determinar la digestibilidad es prioridad nutricional en acuicultura, para seleccionar los ingredientes y la calidad de las raciones (Sadiku & Juancey, 1995).

La digestibilidad aparente en un animal es la forma de medir el aprovechamiento de un alimento y puede definirse como la facilidad con que es convertido en el aparato digestivo en sustancias útiles para la nutrición (FAO, 1994). En acuicultura los estudios de digestibilidad tienen un triple objetivo: obtener un mayor conocimiento de la utilización de los nutrientes, mejorar la calidad de los alimentos, y finalmente disminuir los desechos de origen alimentario de modo que se pueda preservar la calidad del ambiente y del agua en particular, conllevando a mejorar los regímenes alimenticios y su calidad para una determinada especie en cultivo (Guillaume *et al.*, 2004).

La búsqueda de nuevas materias primas para alimento de peces es un desafío que apunta a minimizar el impacto que generan las fluctuaciones en la disponibilidad de insumos de las dietas, sobre todo de harina de pescado, por lo que la diversidad de recursos vegetales y animales pueden aprovecharse, aunque se debe conocer sus contenidos en proteínas y otros nutrientes. Investigaciones (Moraes, 2006; Lima, 2007; Boscolo *et al.*, 2008; Perea *et al.*, 2011; Saldaña, 2011), indican que el ensilado es una alternativa de aprovechamiento de insumos biológicos y residuos, ya que generan ventajas económicas, nutricionales y ambientales, pudiendo implementarse una línea de producción como insumo para alimentos de organismos acuáticos (Encomendero & Uchpa, 2002). La sustitución de ingredientes de una dieta de peces, usualmente son productos y subproductos agroindustriales, residuos de cultivos y productos destinados al consumo humano, los cuales se presentan como una práctica económica alternativa (Santos, 2007). De igual manera, los experimentos en acuicultura, están siendo llevados en función de encontrar alimentos funcionales, que tengan influencia en la velocidad de ganancia de

peso y talla, y que se extienda a incrementar su salud con resistencia al estrés y a los agentes patológicos, los que finalmente incrementen la supervivencia de los organismos cultivados (Saldaña, 2011).

Como insumo para un alimento funcional de *O. niloticus* en cultivo se presenta a *Psidium guajava* “guayaba” ya que su composición química, para el caso de residuos de “guayaba” (cáscara, pericarpio, semillas) muestran un 47,04 % de materia seca, dentro de ello 10,90 % es proteína bruta, 46,88 % de fibra bruta y con un contenido energético de 5389 Kcal kg⁻¹ (Lima *et al.*, 2009).

P. guajava “guayaba” es una fruta completa en nutrientes: vitaminas, proteínas, sales minerales y oligoelementos; conteniendo carotenoides totales (91,40 mg kg⁻¹), clorofilas (1,09 mg kg⁻¹), licopeno (18,25 mg kg⁻¹), luteína (0,03 mg kg⁻¹), tiamina (0,046 mg kg⁻¹), riboflavina (0,03-0,04 mg kg⁻¹), niacina (0,6-1,068 mg kg⁻¹), vitamina B3 (40 UI/100 g), vitamina C (300 UI/100 g), calcio (9,1-17 mg/100 g), fósforo (17,8-30 mg/100 g), hierro (0,30-0,70 mg/100 kg), taninos (0,50 - 0,95 g kg⁻¹), y otros componentes (Gonzalez, 2010; Pineda, 2013); y con altos niveles de antioxidantes polifenólicos de la piel (10,36 g EAG (equivalentes de ácido gálico)/100 g), casco (5,13 g EAG/100 g), pulpa fresca (6,73 g EAG/100 g), pulpa procesada (6,16 g EAG/100 g), y la mermelada (1,47 g EAG/100 g) (Hassimotto *et al.*, 2005; Marquina *et al.*, 2008). También, en base a la harina en masa seca, contiene principalmente ácido glutámico (1,91 %), arginina (1,47 %), ácido aspártico (0,97 %), glicina (0,85 %), leucina (0,71 %), ácido azufreamino (metionina y cistina) (0,49 %), fenilalanina (0,44 %), serina (0,42 %), valina (0,39 %) y alanina (0,35 %) (Silva *et al.*, 2009).

P. guajava “guayaba” es un fruto apreciado en la mayor parte del mundo (Lima, 2007; Yam *et al.*, 2010; García, 2011). Se conoce como “guava”, “lemon guava” (inglés); “koejawel” (africano); “goyavier” (francés); “guave”, “guavenbaum”, “guayave” (alemán); “banjiro” (japonés); “goiaba”, “goiabeiro” (portugués); “guayaba”, “guayabo” (español) (Pineda, 2013). Se cultiva principalmente para consumo fresco, pero con la agroindustria se han elaborado diversos productos como néctares, mermeladas, jaleas, frozen, sorbete, gelatinas, cascos de guayaba, concentrado para la industria de la panadería y dulcerías; usos

medicinales, como astringente; y contra la diarrea, indigestión, ictericia, parásitos y reumatismo, evita la caída del cabello, ayuda en la cura de heridas y desinflamante en hinchazones (García, 2011).

La producción mundial de “guayaba” es de alrededor de 1,2 millones de toneladas, la India y Pakistán aportan el 50 %, México produce el 25 % y el resto lo aportan otros países como Colombia, Egipto, Brasil, Perú, entre otros (Yam *et al.*, 2010). La producción peruana de “guayaba” se estimó en 3354, 3401, 3601, 3444, 3508, 3815 y 4026 TM para los años 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012 y 2013, respectivamente; mientras que en la región Ancash, la producción del 2010 fue de 206 TM, siendo la cuarta región de producción, superadas por las regiones de Ucayali (1436 TM), Loreto (1013 TM) y San Martín (213 TM) (INEI, 2014). En tanto los precios pueden oscilar entre los S/. 0,10 y S/. 1,25 por kg, dependiendo el mes del año, el lugar y calidad de la misma (INEI, 2014), en el mercado local se puede encontrar en promedio en S/. 0,90 por kg.

Por otro lado, para mejorar la calidad de un alimento, ya sea vegetal o animal, se ha considerado el empleo de probióticos, lo que puede lograrse a través del ensilaje, siendo este un ejemplo de lo que pudiera considerarse como alimento funcional para la acuicultura; los microorganismos vivos que tienen un efecto beneficioso sobre el hospedador modificando la comunidad microbiana relacionada con él o con el ambiente en el que este se desarrolla, a través de una mejora: del uso del alimento o de su valor nutricional, y de la respuesta del hospedador a las enfermedades o la calidad del ambiente (Saldaña, 2011). A su vez, el incorporar un insumo que pueda controlar alguna infección es de mucha utilidad en cultivos de peces, como lo realizado por Pachanawan *et al.* (2008), quienes incluyeron extractos de hojas de *P. guajava* y desafiaron *in vivo* con *Aeromonas hydrophila* a *O. niloticus*, encontrando que el extracto etanólico reduce la mortalidad por infección de *A. hydrophila* y que las tilapias no presentaron efectos adversos. Además, *P. guajava* presenta actividades antidiarréicas, amebicidas, espasmolíticas, antibacterianas y antifúngicas (Direkbusarakom *et al.*, 1997; Pinto *et al.*, 2010; Birdi *et al.*, 2010; Rahim *et al.*, 2010).

Por lo tanto, para incorporar un insumo en una dieta de tilapia se hace necesario evaluar su digestibilidad por parte del pez, por ello la presente investigación tiene como problema de investigación: ¿Cuál será la digestibilidad aparente de la proteína de la harina de ensilado biológico de *Psidium guajava* “guayaba” en alevines de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”?

Objetivos

Objetivo General

Evaluar la digestibilidad aparente de la proteína de la harina de ensilado biológico de *Psidium guajava* “guayaba” en alevines de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”.

Objetivos Específicos

- Determinar la digestibilidad aparente de la proteína de la harina de ensilado biológico de *Psidium guajava* “guayaba” en alevines de *O. niloticus* “tilapia nilótica”.
- Determinar los costos de elaboración de la dieta con harina de pescado y harina de ensilado biológico de *Psidium guajava* “guayaba” para alevines de *O. niloticus* “tilapia nilótica”.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Localización del experimento

La investigación se realizó en el Laboratorio de Acuicultura Continental y Nutrición de la Escuela de Biología en Acuicultura de la Universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote, región Ancash.

2.2. Procedencia y traslado de los alevines de “tilapia nilótica”

La población estuvo constituida por alevines de *O. niloticus* procedentes de Universidad Nacional Agraria de La Molina, Lima - Perú. Los alevines fueron transportados según consideraciones de Saavedra (2006), así, los organismos se colocaron en 2 bolsas plásticas con agua bien aireada y protegidas con caja de cartón y tecnoport, cerrados con cintas de embalaje y enviados por vía terrestre hasta Nuevo Chimbote al Laboratorio de Acuicultura Continental y Nutrición de la Escuela de Biología en Acuicultura de la Universidad Nacional del Santa, en donde se realizó su aclimatación por una hora para su posterior uso en la investigación.

2.3. Selección de la muestra

Los alevines de *O. niloticus* “tilapia nilótica” se dejaron en ayuno por un periodo de 3 días para vaciar el tracto digestivo. Se utilizaron organismos con características similares, siendo un total de 150 alevines con una talla y peso promedio de $3,78 \pm 0,06$ cm y $0,69 \pm 0,11$ g, respectivamente, determinados con balanza digital ($\pm 0,01$ g) y Vernier ($\pm 0,01$ cm), cuyos valores se encontraron en la curva normal de acuerdo al análisis de Kolmogorov-Smirnov.

2.4. Unidad experimental

Los acuarios de vidrio fueron de 60 cm de largo, 40 cm de ancho y 50 cm de alto, con 100 L de capacidad y 80 L efectivo. Estos fueron desinfectados, en su superficie interna y externa. Así, primero se agregó una solución de 1000 ppm

de cloro en cada acuario y se dejó actuar por 3 h. Después se limpiaron y enjuagaron adecuadamente y se llenaron con agua limpia a 200 ppm de cloro y se dejaron por 12 h. Finalmente se eliminó el agua, se enjuagó hasta eliminar los restos de cloro y fueron secados a temperatura ambiente.

Con el fin de disminuir la presencia de microorganismos patógenos, el agua utilizada en los acuarios fue tratada con hipoclorito de sodio a $0,1 \text{ mL L}^{-1}$ y luego dechlorada con tiosulfato de sodio al 15 % con $0,1 \text{ mL L}^{-1}$ y dejándose con aireación (1600 mL L^{-1}) del blower por 72 h, asegurándose que se ha eliminado todo el cloro residual.

Los alevines de “tilapia nilótica” seleccionados se distribuyeron al azar en 6 acuarios, con 25 especímenes cada uno. Todos los acuarios fueron aireados constantemente y regulados con llaves y piedras difusoras para mantener el oxígeno en niveles óptimos, cuya aireación fue proveída por un blower de $\frac{1}{2}$ HP.

2.5. Limpieza y recambio de agua

Luego de recoger las muestras de heces, diariamente se realizó la limpieza de cada acuario sifoneando con una manguera de 0,5 cm de diámetro todo el fondo del acuario. El recambio de agua fue 10 % diario, para evitar la contaminación del agua por heces y alimento no consumido (Saldaña, 2011).

2.6. Activación de las bacterias para el ensilado biológico

La activación de las bacterias se realizó siguiendo el método propuesto por Saldaña (2011) y comprendieron las siguientes operaciones:

Fueron mezclados:

- 200 mL de inóculo (*Lactobacillus* sp.) procedente del Laboratorio de Microbiología de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) (10^8 UFC g^{-1}).
- 200 mL de melaza diluida (11,7 °Brix).

- 500 mL de pulpa de *Carica papaya* “papaya” verde batida.

La mezcla se homogenizó y aforó a 1 L con agua destilada, se separaron en dos frascos de 500 mL y se forraron con papel aluminio, llevándolos a incubar a 40 °C, para la activación bacteriana. El proceso de activación culminó en 72 h, cuando el pH fue menor de 4.

2.7. Preparación de la harina de ensilado biológico de “guayaba”

La harina de ensilado biológico de *P. guajava* se preparó siguiendo el protocolo establecido por Saldaña (2011).

2.7.1. Materia prima

Los frutos de *P. guajava* se obtuvieron de un mercado local, para lo cual se consideró que se encuentren enteros, y se trasladaron al Laboratorio Acuicultura Continental y Nutrición de la Escuela de Biología en Acuicultura de la Universidad Nacional del Santa, para su ensilaje.

2.7.2. Fuente de carbono

La fuente de carbono para proveer energía a los microorganismos fermentadores, fue la melaza de caña de azúcar de 73 ° Brix, obtenida de la Empresa Agroindustrias San Jacinto S.A.C.

2.7.3. Proceso de elaboración del ensilado

El ensilado se elaboró según el método propuesto por Berenz (1996), y utilizado por Encomendero & Uchpa (2002), con las siguientes operaciones:

A. Lavado

Los frutos de *P. guajava* fueron lavados con agua potable y puestos en una rejilla para su escurrido.

B. Cocción

Se pesó 2 kg de frutos, previamente machacados y sometidos a 100 °C en una olla de aluminio con una cocina eléctrica de 1000 w

durante 15 min, para eliminar las bacterias que pudieran existir y ablandar los nutrientes de esta pasta.

C. Molienda

Luego del cocido, la masa obtenida se drenó y se sometió a molienda utilizando una licuadora a 3000 RPM, con la finalidad de desmenuzar las partículas grandes y permitir una mejor actividad enzimática de las bacterias (*Lactobacillus* sp.) y lograr una mejor actuación bacteriana disponiendo de una mayor área de actuación para estos microorganismos y enzimas.

D. Mezclado y homogenizado

Obtenida la pasta, se procedió al mezclado con un 5 % de peso de melaza de 70° Brix y un 10 % del inóculo de *Lactobacillus* sp. activado, hasta obtener un homogenizado.

E. Fermentación

El homogenizado, fue distribuido en 2 frascos de vidrio estériles de 1 L de capacidad con tapa y cubiertos con papel aluminio. Se dejó a 40 °C por 48 h en una incubadora, para iniciar el proceso de fermentación y obtener el ensilado. Se tuvo presente que el valor del pH esté por debajo de 4.

F. Preparación de la harina del ensilado

El ensilado húmedo fue secado en bandejas forradas con papel aluminio en capas delgadas (<1 cm) que fueron colocadas a una estufa a 60 °C por 24 h. Luego de esto se molió con un molino manual hasta obtener harina del ensilado, y se almacenó en bolsas plásticas tipo Ziploc® hasta su utilización.

2.8. Preparación de las dietas para “tilapia nilótica”

Para la preparación de la dieta experimental en base a ensilado biológico de *P. guajava* “guayaba” y el grupo control con harina de pescado, se realizó con los insumos según la Tabla 1.

Tabla 1. Insumos utilizados en la dieta experimental y grupo control.

| INSUMOS | Dieta con ensilado de “guayaba” (%) | Dieta con harina de pescado (%) |
|------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------|
| Harina de ensilado “guayaba” | 92,5 | ---- |
| Harina de pescado | ---- | 92,5 |
| Aceite de pescado | 5,0 | 5,0 |
| Colopez | 1,0 | 1,0 |
| Premix | 0,5 | 0,5 |
| Óxido de cromo | 1,0 | 1,0 |
| TOTAL (%) | 100,0 | 100,0 |

Los insumos se mezclaron con agua tibia (45 °C) y con una jeringa de 10 mL sin aguja se formó un pellet menor a 1 mm de diámetro, que fueron secados a temperatura ambiente (25 °C) y envasados en doble bolsa de papel y plástico, para evitar la humedad y proliferación de hongos patógenos, hasta ser utilizados en la experimentación.

2.9. Racionamiento y frecuencia del alimento

Las dietas fueron suministradas *ad libitum* dos veces al día (8:00 y 16:00) durante los 21 días del experimento.

2.10. Recolección de heces

Las heces se recolectaron por sifoneo del fondo de cada acuario, utilizando una manguera plástica de 0,5 cm de diámetro. Estas fueron recolectadas antes y después de cada alimentación y colocadas en un vaso de precipitación de 500 mL, filtradas en un tamiz de 250 μ m y colocadas en placas Petri para ser secadas en una estufa eléctrica a 65 °C durante 6 h, de cada uno de los acuarios. Luego se almacenaron en bolsas Ziploc® a 5 °C en una refrigeradora hasta obtener 10 g de muestra por cada acuario, cantidad necesaria para realizar el análisis de proteínas.

2.11. Determinación de proteínas de la dieta y heces

El análisis proximal de la proteína de la dieta y las heces se realizó utilizando el método de micro Kjeldhal con el factor 6,25 descrito por la AOAC (1995), en el Laboratorio acreditado ACUILAB S.A. en Nuevo Chimbote.

2.12. Determinación de la digestibilidad

Para determinar la digestibilidad de la proteína en masa seca, se utilizó el método indirecto con marcador inerte, para ello se determinó el porcentaje del óxido de cromo en el alimento y las heces, según metodología modificada de Furukawa & Tsukahara (1966). El cálculo de la digestibilidad de proteína (DAP) se realizó mediante la fórmula modificada de Halver & Hardy (2002) :

$$DAP (\%) = 100 \times \left[1 - \left(\frac{\% \text{ Cromo en alimento}}{\% \text{ Cromo en heces}} \times \frac{\% \text{ Proteínas en heces}}{\% \text{ Proteínas en alimento}} \right) \right]$$

La determinación del porcentaje de digestibilidad fue realizada en base a la cantidad de heces colectadas de cada una de los acuarios durante los 21 días de la alimentación.

2.13. Costos de los insumos y dietas

Los costos de los insumos utilizados en la elaboración de las dietas se muestran en las siguientes Tablas 2 y 3.

Tabla 2. Costos en la elaboración del ensilado biológico de “guayaba” utilizados en la dieta experimental.

| ENSILADO | | |
|----------------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| ÍTEMES | COSTO UNITARIO (S/) | COSTO POR 100 KG (S/) |
| GUAYABA (kg) | 0,90 | 90,00 |
| YOGURT (kg) | 2,50 | 25,00 |
| MELAZA (kg) | 1,80 | 9,00 |
| USO DE MATERIALES | - | 10,00 |
| USO DE EQUIPOS | - | 15,00 |
| MANO DE OBRA | - | 25,00 |
| COSTO TOTAL ENSILADO POR 100 KG | | 174,00 |
| COSTO TOTAL ENSILADO POR 1 KG | | 1,74 |
| COSTO HARINA PESCADO POR 100 KG | | 530,00 |

Tabla 3. Costos en la elaboración de las dietas de harina de ensilado biológico de “guayaba” y harina de pescado.

| INSUMOS | Dieta con ensilado de “guayaba” (S/) | Dieta con harina de pescado (S/) |
|------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Harina de ensilado “guayaba” | 160,95 | ---- |
| Harina de pescado | ---- | 490,25 |
| Aceite de pescado | 25,00 | 25,00 |
| Colapez | 8,00 | 8,00 |
| Premix | 12,00 | 12,00 |
| Óxido de cromo | 20,00 | 20,00 |
| Uso de materiales | 15,00 | 15,00 |
| Uso de equipos | 40,00 | 40,00 |
| Mano de obra | 70,00 | 70,00 |
| COSTO POR 100 KG (S/) | 350,95 | 680,25 |
| COSTO POR KG (S/) | 3,51 | 6,80 |

Los precios de los insumos utilizados, así como, la elaboración de las dietas, se basan en precios del mercado local mayo del 2016.

2.14. Registro de los parámetros físicos y químicos del agua

Las temperaturas del agua en los acuarios fueron registradas diariamente a las 16:00 h con un termómetro Boeco ($\pm 0,1$ °C); el oxígeno disuelto y pH se midieron cada tres días con un oxímetro digital YSI ($\pm 0,01$ mg L⁻¹) y pH con un pHmetro Hanna ($\pm 0,01$ unid.).

2.14. Análisis estadístico

Los datos de digestibilidad de proteínas de la harina de ensilado biológico de “guayaba”, y las proteínas en las dietas y heces, se analizaron con la prueba de Análisis de Varianza con un nivel de confianza de 95 %, para determinar la significancia entre sus promedios. Asimismo, los datos de talla y peso fueron evaluados con el test de Kolmogorov-Smirnov para evidenciar su homogeneidad y que tienen distribución normal. Todo se realizó utilizando los programas Microsoft Excel y SPSS 20.0 para Microsoft Windows 8.

III. RESULTADOS

3.1. Determinación química de las dietas y heces

3.1.1. Porcentaje de proteínas en las dietas y heces

Los porcentajes de proteínas en las dietas utilizadas en el presente experimento fueron en peso seco siendo analizados en el laboratorio acreditado ACUILAB S.A.

El mayor porcentaje de proteínas en el alimento se encuentra en la dieta elaborada con harina de pescado con 61,21 %, respecto al porcentaje de proteínas de la harina de ensilado biológico de *P. guajava* fue menor con 6,19 %.

Mientras que el porcentaje de proteínas en peso seco en las heces de alevines de *O. niloticus* se muestran en la Tabla 4.

Se encontró diferencia significativa ($p < 0,05$) entre los porcentajes de proteínas de las heces de dietas con harinas de pescado (18,40%) de las heces con las dietas de ensilado de *P. guajava*. (3,16 %) (Tabla 4).

Tabla 4. Porcentajes de proteínas en heces de alevines de *O. niloticus* “tilapia nilótica”, alimentados con dietas de harina de pescado y harina de ensilado biológico de *P. guajava*.

| REPETICIONES | DIETAS | |
|----------------------|---------------------|-------------------|
| | ENSILADO DE GUAYABA | HARINA DE PESCADO |
| 1 | 3,11 | 17,16 |
| 2 | 3,07 | 20,48 |
| 3 | 3,29 | 17,57 |
| Promedio (%)* | 3,16 ±0,12b | 18,40 ±1,81a |

* Valores de proteína en peso seco, analizado en laboratorio ACUILAB S.A.
Letras diferentes en la fila indica diferencia significativa ($p < 0,05$).

3.1.2. Porcentajes de óxido de cromo en las heces

Se encontró que el porcentaje promedio de óxido de cromo en las heces de alevines de *O. niloticus*, es significativamente mayor ($p < 0,05$) en la dieta a base de harina de pescado con 2,41 %, con respecto con la dieta a base de ensilado de guayaba con 1,65 %.

Tabla 5. Porcentaje de óxido de cromo (%) en las heces de alevines de *O. niloticus* “tilapia nilótica”, alimentados con dietas de harina de pescado y con harina ensilado de “guayaba” (HEBG).

| REPETICIONES | DIETAS | |
|---------------------|---------------------|-------------------|
| | ENSILADO DE GUAYABA | HARINA DE PESCADO |
| 1 | 1,64 | 2,48 |
| 2 | 1,73 | 2,36 |
| 3 | 1,58 | 2,40 |
| Promedio (%) | 1,65 \pm 0,08b | 2,41 \pm 0,06a |

Letras diferentes en la fila indica diferencia significativa ($p < 0,05$).

3.2. Digestibilidad aparente de las proteínas (DAP)

Los porcentajes de la digestibilidad aparente de proteínas (DAP) se muestran en la Tabla 6 y Fig. 1.

Tabla 6. Porcentajes de la digestibilidad aparente de proteínas (DAP) en alevines de *O. niloticus* “tilapia nilótica”, alimentados con dietas de harina de pescado y con harina de ensilado de “guayaba” (HEBG).

| REPETICIONES | DIETAS | |
|---------------------|-------------------|---------------------|
| | HARINA DE PESCADO | ENSILADO DE GUAYABA |
| 1 | 89,37 | 71,51 |
| 2 | 86,67 | 73,34 |
| 3 | 88,76 | 68,72 |
| Promedio (%) | 88,27 \pm 1,42a | 71,19 \pm 2,33b |

Letras diferentes en la fila indica diferencia significativa ($p < 0,05$).

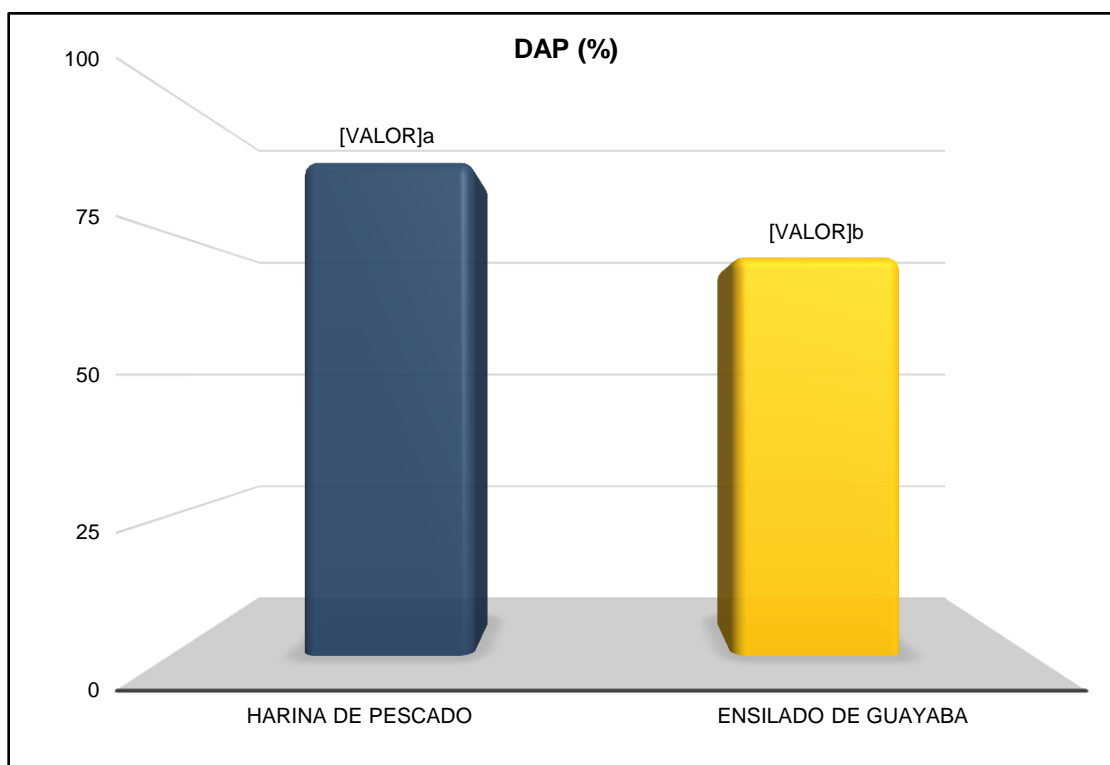


Fig. 1. Porcentajes de digestibilidad aparente de proteínas (DAP) en alevines de *O. niloticus* “tilapia nilótica”, alimentados con dietas de harina de pescado y con harina de ensilado biológico de “guayaba” (HEBG).

El porcentaje de digestibilidad aparente de proteínas en alevines de *O. niloticus* “tilapia nilótica”, fue significativamente mayor ($p < 0,05$) en la dieta a base de harina de pescado con 88,27 %, mientras que fue menor con la dieta a base de ensilado de guayaba con 71,19 %; existiendo una diferencia porcentual de 17,08 % entre ambas dietas.

3.3. Parámetros físico químicos en el experimento

Durante el experimento se registraron las variaciones de la temperatura del agua, pH y oxígeno disuelto, que se muestran en la siguiente Fig. 2; 3 y 4. Además, no hubo mortalidad en ninguno de los acuarios del experimento durante los 21 días de trabajo.

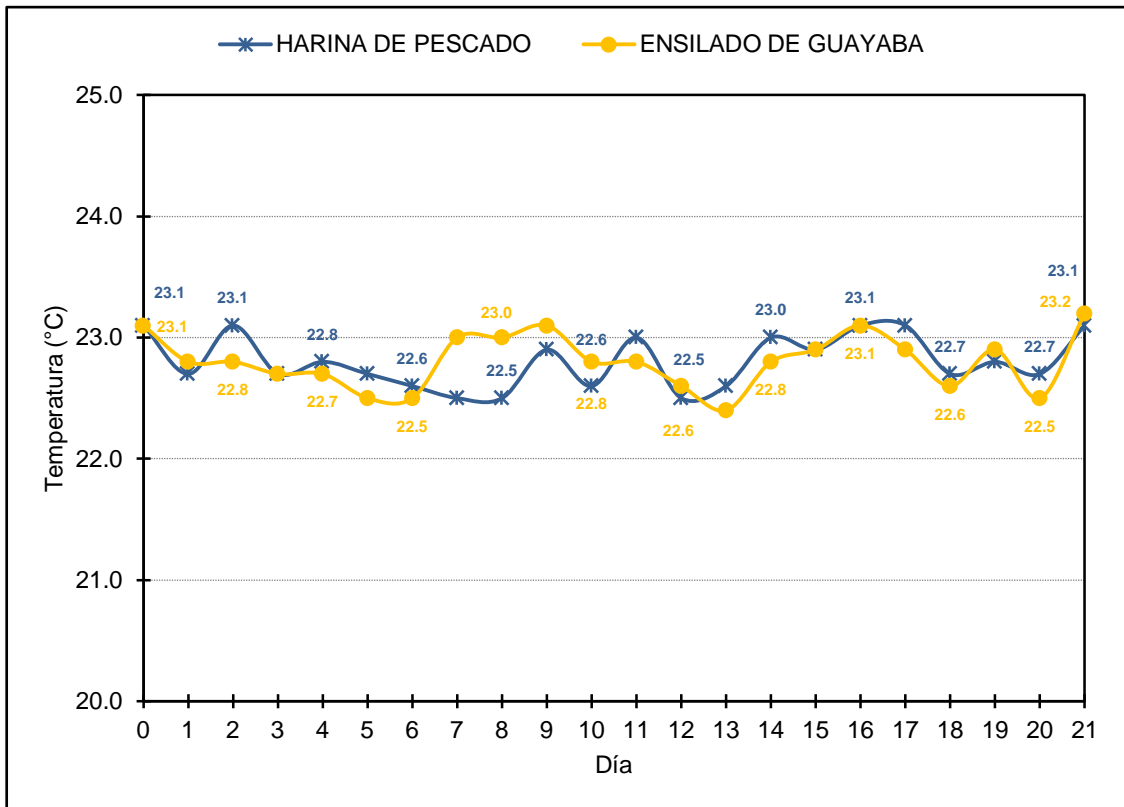


Fig. 2. Variación de la temperatura del agua en los acuarios con alevines de *O. niloticus* “tilapia nilótica”, alimentados con harina de pescado y con harina de ensilado biológico de “guayaba” (HEBG).

La temperatura máxima promedio encontrada en el agua de los acuarios del experimento fue de 23,2 °C y la mínima de 22,4 °C (Fig. 2). Asimismo, el mayor valor de pH fue de 7,43 unid., y el menor de 7,28 unid. (Fig. 3). El mayor valor promedio de oxígeno disuelto fue 4,99 mg O₂ L⁻¹, y el menor de 4,53 mg O₂ L⁻¹ (Fig. 4).

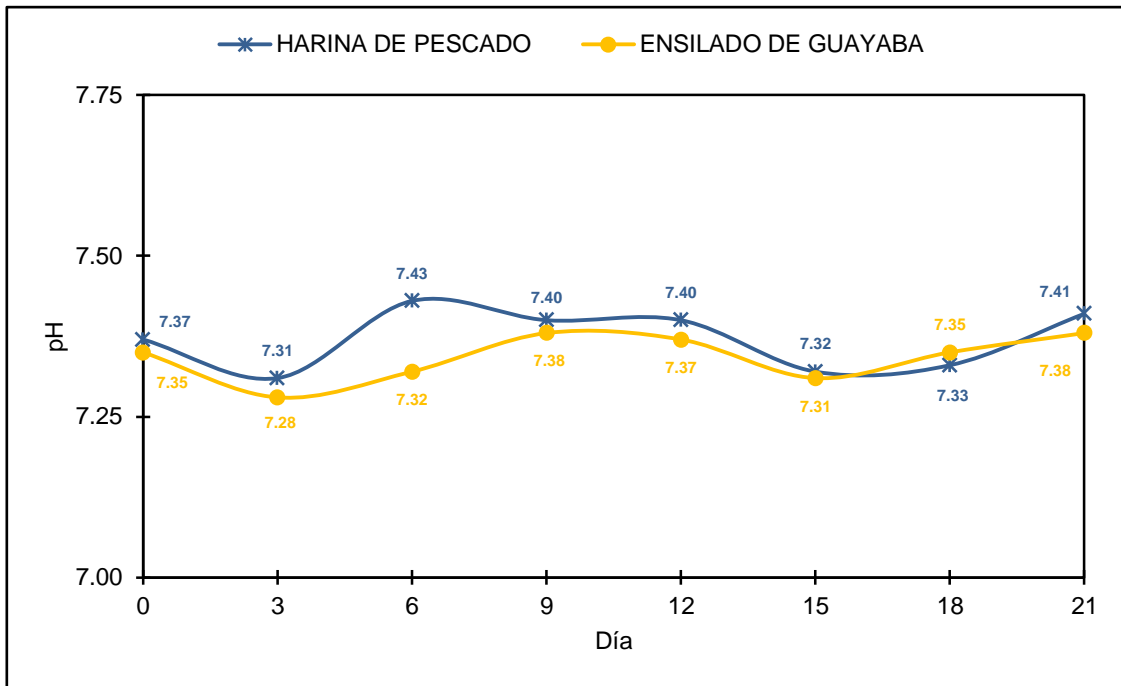


Fig. 3. Variación del pH del agua en los acuarios con alevines de *O. niloticus* “tilapia nilótica”, alimentados con harina de pescado y con harina de ensilado biológico de “guayaba” (HEBG).

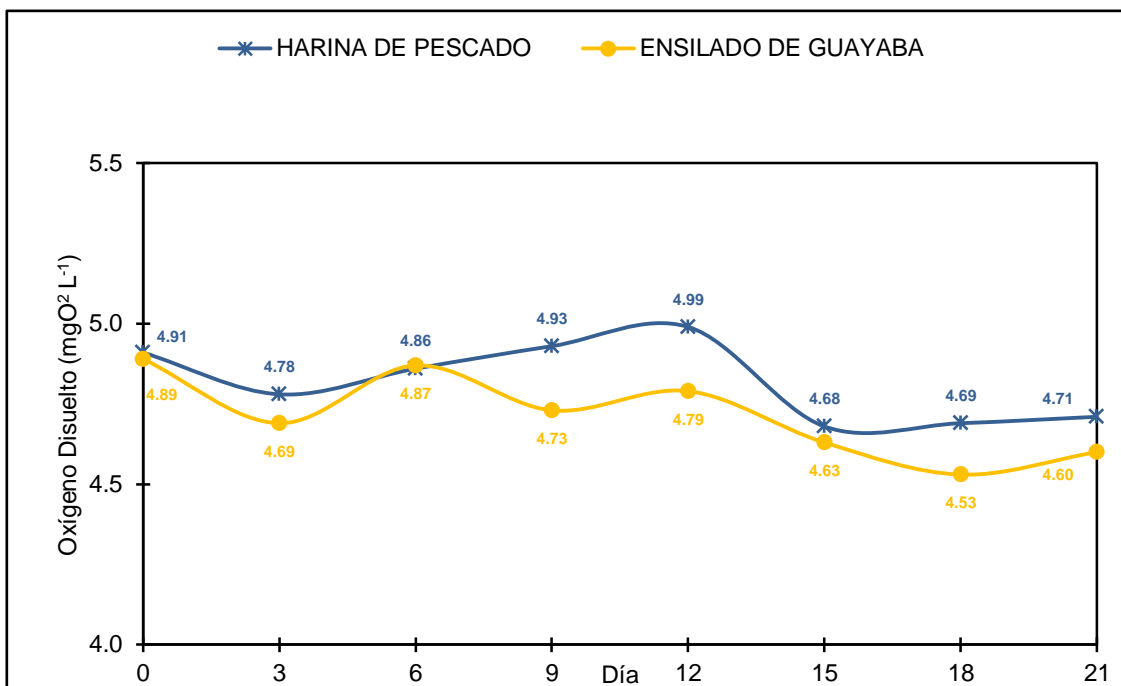


Fig. 4. Variación del oxígeno disuelto en los acuarios con alevines de *O. niloticus* “tilapia nilótica”, alimentados con harina de pescado y con harina de ensilado biológico de “guayaba” (HEBG).

IV. DISCUSIÓN

La especie estudiada *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica” es un típico omnívoro con un bajo pH en el estómago (1,25 -1,60) e intestino largo (7 a 10 veces su longitud) con una amplia distribución de enzimas (Kubitza, 2000; Tengjaroenkul *et al.*, 2000; Rust, 2002; Saavedra, 2006; Rodrigues *et al.*, 2012). Los componentes como lípidos y proteínas, están asociados con gránulos de almidón (Oates, 1997; Svihus *et al.*, 2005), ello haría posible la disponibilidad y el grado de digestibilidad de un insumo. En algunos insumos vegetales como harinas de “soya”, Yasumaru & Lemos (2014), demuestran hidrólisis digestiva *in vitro* con enzimas de estómago y ciego pilórico; además, es sabido que la digestión gástrica aumenta la velocidad de hidrólisis intestinal, dando lugar a un cambio significativo de polipéptidos solubles a oligopéptidos y dipéptidos (Grabner & Hofer, 1989), incrementando la disponibilidad de la proteína soluble por la inactivación de los inhibidores de la proteasa por el pH bajo o actividad de la pepsina (Pedersen & Eggum, 1983; Hamdan *et al.*, 2009), por lo que hace posible la digestión de insumos de origen vegetal, como la “guayaba” en especies omnívoras como “tilapia nilótica”.

Respecto al insumo en estudio, Lima *et al.* (2009), afirman que la “guayaba” tiene un potencial en la alimentación de “tilapia”, por su buena composición química, digestibilidad total (43,36 %) y digestibilidad de proteínas (61,49 %). En el experimento se encontró que la digestibilidad aparente de proteínas para alevines de *O. niloticus* “tilapia nilótica”, alimentados con harina de ensilado de *P. guajava* “guayaba” (origen vegetal) fue de 71,19 %, siendo ligeramente mejor que el obtenido por Lima *et al.* (2009), aunque fue ligeramente menor que lo obtenido con harina de pescado (origen animal), pero debido a sus costos de elaboración menores permitirían reemplazar la harina de pescado de manera parcial o ser base como alimento funcional para peces en cultivo.

De acuerdo a los datos de digestibilidad encontrado para guayaba, se evidencia su asimilación, y sobre ello Tengjaroenkul (2002), menciona que la asimilación de la dieta se debe a la aparición de las enzimas que participan en la digestibilidad, que está relacionada con el metabolismo de proteínas y

existen varias regiones del tracto gastrointestinal que se preparan para maximizar la utilización de proteínas desde etapas muy tempranas en la vida (alevinos) de “tilapia”. También, Baylous & Herrera (1993), encontraron para “tilapia nilótica” en los primeros días tras la eclosión, que las proteínas se digieren inicialmente por la acción de las células gástricas y seguido por los enterocitos intestinales. Es así que el desarrollo temprano de las enzimas es influenciado por la ingesta alimentaria y la actividad de las enzimas, que también puede deberse exclusivamente a factores genéticos (Zambonino & Cahu, 1994). Por lo que para una dieta eficiente se debe tener en cuenta la edad del pez, la formulación de la dieta, y que debe adaptarse a los tipos de enzimas presentes en sus diversas edades (Tengjaroenkul, 2002), sobre todo al querer formular una dieta para alevines, cuyo requerimiento proteico es mayor que sus etapas de vida más avanzadas.

Teniendo en cuenta que la digestibilidad aparente mide la asimilación de un alimento, entonces constituye un indicador de la calidad de los insumos de una dieta, la que depende de la especie, talla, peso, estado fisiológico, factores ambientales, composición y la calidad, cantidad del alimento y frecuencia alimenticia (Bozinovic, 1993; Calderer, 2001); y además, la digestibilidad es el grado con que el cuerpo puede asimilar el alimento ingerido, el no asimilado es excretado, expresándose como porcentaje de digestibilidad aparente, lo que se puede considerar como bueno si supera el 75 %, y el alimento excretado como heces es material nutritivo que no es asimilable por los peces (Rojas, 2004). Siendo evidenciado que el alimento no es digerido en su totalidad como lo observado en la investigación y por los cálculos indirectos de la digestibilidad aparente de la proteína, permiten decidir por alimentos basados en insumos de bajo costo, pudiéndose optar por “guayaba”, sobre todo si se ha demostrado que es asimilable por la especie en cultivo.

Entonces, para que funcione de manera óptima la maquinaria digestiva, y por tanto sea asimilado el alimento, depende en mucho de su calidad que incluye aminoácidos esenciales, ácidos grasos, minerales y vitaminas para asegurar una alta tasa de crecimiento de los peces, que depende de la actividad enzimática digestiva (Klahan *et al.*, 2009). Siendo, la actividad de la proteasa y

lipasa más altas que las otras en los peces de pequeño tamaño (alevines), mientras que la actividad de la amilasa es más alta en tamaños más grandes (Klahan *et al.*, 2009), por lo que se hace necesario asegurar un nivel óptimo de proteína para los alevines de “tilapia nilótica” para alevines y que por la digestibilidad encontrada para la harina de ensilado de “guayaba”, es posible de utilizar como insumo para la formulación de una dieta de buena calidad, y que según Klahan *et al.* (2009), de acuerdo a la asimilación del alimento, mediado por la actividad enzimática digestiva, tanto para estadios tempranos hasta adultos, hace posible seleccionar insumos y tablas de alimentación adecuados para la más alta digestibilidad con el menor costo posible para las diversas etapas de cultivo de “tilapia nilótica”.

Akiyama *et al.*, (1991), mencionan que el requerimiento de proteína en la dieta, varía de acuerdo a la especie, etapa de vida, temperatura del agua, consumo del alimento, el consumo diario de alimento balanceado, la frecuencia en la alimentación, la calidad de la proteína y composición de aminoácidos. De acuerdo a ello, Gaber (1996) y Köprücü & Özdemir (2005), afirman que la digestibilidad aparente de proteínas para insumos proteicos utilizados en alimentos para peces, están en el rango del 75 a 95 %, pero esta puede variar debido a la composición química, origen y procesamiento, de este modo se debe tener en cuenta a la especie; además, podemos incluir la disponibilidad y el costo del insumo.

De La Higuera (1987), señala que los peces tienen requerimientos de proteínas desde los 35 a 55 % en su dieta, pero que deben poseer una buena calidad que aseguren un máximo crecimiento tanto en peso como en longitud; Moreno *et al.* (2000), indican que los valores óptimos de proteína cruda para la alimentación de tilapia se encuentran entre 20 a 40 %; y sabiendo que la proteína es uno de los ingredientes más caros de la dieta; es económicamente deseable que el contenido proteico de la dieta se ajuste a un mínimo que presenten niveles deseables para mantener tasas de crecimiento rentables; más aún, Steffens (1987), precisa que los juveniles necesitan mayores contenidos proteicos en el alimento que los peces de más edad; la “guayaba se puede presentar como un insumo de bajo costo aunque con bajo contenido de

proteínas, pero pueden suplir en cierta manera el alto costo de la harina de pescado, teniendo un impacto positivo en la rentabilidad del cultivo de peces al utilizarlo como insumo base de la dieta de “tilapia nilótica”.

Evaluando la digestibilidad en peces de agua dulce, Popma (1982) y Wilson & Poe (1985), alimentando con harina de pescado blanco a *Ictalurus punctatus* y *Oreochromis aureus*, encontraron la digestibilidad en 88 y 85 %, respectivamente; Allan *et al.* (2000), para *Bidyanus bidyanus* “perca plateada” obtuvieron una digestibilidad de 86,2 %; y Pezzato *et al.* (2002) y Pezzato *et al.*, (2004) encontraron en “tilapia nilótica” un coeficiente digestibilidad aparente de 87,24 % con harina de carne, 73,9 % con harina de pescado, 50,69 % con vísceras de pollo, y 51,5 % y 29,12 % con harina de plumas. En otras especies también fueron evaluados la digestibilidad aparente de proteínas para harina de pescado como en *P. brachypomus* (90,1 %) por Fernandes *et al.* (2004), *Gadus morhua* (75 %) por Hansen *et al.* (2007) y en *Lepomis macrochirus* (77,6 %) y *Micropterus salmoides*, (72,7 %) por Masagounder *et al.* (2009); que comparando con la digestibilidad de “guayaba” en la presente investigación, se encuentran valores cercanos a los obtenidos por los anteriores autores, lo que permitiría reemplazar parcialmente la harina de pescado.

Al evaluar la digestibilidad de acuerdo al origen del alimento, se encuentra que peces alimentados con insumo de origen animal como la harina de pescado, existen diversos trabajos, así, Xiao *et al.* (2006), encontraron que la digestibilidad aparente para *Sparus latus*, estuvo entre 82 y 86 %, aunque en la misma especie Wu *et al.*, (2006), obtuvieron una baja digestibilidad de 54,1 %, y Masagounder *et al.* (2009), encontraron en *Lepomis macrochirus* una digestibilidad de 83,4 %. Perea *et al.*, (2011), trabajaron con inclusiones de 10, 20 y 30 % de ensilado biológico de residuos de “tilapia” en la dieta de *Oreochromis* spp. “tilapia”, en las cuales evaluaron la digestibilidad aparente de la proteína, obteniendo para estos tratamientos 97,01 %, 96,34 % y 96,18 %, respectivamente. Mientras, que con el mismo tipo de residuos, Boscolo *et al.* (2008), determinaron una digestibilidad de 88,13 % en “tilapia nilótica”, siendo similar a lo encontrado por Moraes (2006), alimentando a alevinos de “tilapia

nilótica” con harina del ensilado ácido de residuos de pescado, con una digestibilidad de 96,66 %.

En trabajos de digestibilidad de origen vegetal tenemos los de Ibrahim *et al.* (2007), que utilizando harina de *Salicornia bigelovii* sustituyendo el 40 % de harina de pescado en la dieta de *O. niloticus* obtuvieron un crecimiento apropiado y no afecta la composición química de la carne de pescado ni su supervivencia. Asimismo, Aguilera (2009), alimentó a “tilapia” con *Ipomea aquatica*, una fanerógama acuática, con inclusión de harina de ensilado de residuos de pescado, logrando un gran crecimiento, buena tasa de conversión alimenticia y eficiencia proteica. Además, Blanco & Torres (2010), alimentando a *Oreochromis* sp. con un insumo de origen animal *Chironomus thummi thummi* junto con polvillo de arroz obtuvieron mayor rendimiento en peso comparándolo con un alimento comercial. Mientras que Labib *et al.* (2012) sustituyeron la harina de pescado por harina de *Simmondsia chinensis* “jojoba” en las dietas de alevinos de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, observando, que sólo con el 25 % de sustitución fue similar a la dieta con harina de pescado para la ganancia diaria de 0,51 g pez⁻¹ día⁻¹ con una tasa de crecimiento específico de 4,46 % y tasa de conversión alimenticia de 2,27, por lo que concluyen que es posible sustituir la harina de pescado por la harina de “jojoba” hasta un 50 %.

Sobre esto, Perea *et al.* (2011), considera valores altos de digestibilidad de proteínas se encuentran relacionados posiblemente a la acción de proteasas endógenas presentes en los tejidos de los peces, aumentando la solubilidad de estas, como sucede con la harina de pescado en el presente estudio con una digestibilidad aparente de la proteína de 88,27 %, pero que utilizando el insumo de origen vegetal como la “guayaba”, se obtiene una digestibilidad literalmente buena con 71,19 %, lo que hace posible el utilizar este insumo, posiblemente a concentraciones menores al 100 %, lo cual es posible que pueda dar óptimos resultados al reemplazar la harina de pescado. Encontrándose en lo mencionado por Vásquez *et al.* (2010), que la digestibilidad es alta en los ingredientes de origen animal y menor de 80 % en la mayoría de las materias primas vegetales, pero que ello conlleva a realizar estudios para optimizar la mejor concentración en la dieta de dichos insumos; como es evidenciado en el

presente estudio en que la digestibilidad se encuentra ligeramente por debajo de la harina de pescado, pero que sus valores de digestibilidad no están alejadas de insumos que permitirían reemplazarlas de manera parcial y aminorar los costos de producción.

En cuanto a los parámetros de cultivo para “tilapia”, se deben encontrar en rangos óptimos para no interferir en los resultados de la investigación. Así, los principales parámetros a tener en cuenta son la temperatura, oxígeno disuelto y el pH. Kubitza (2000), manifiesta que la temperatura más adecuada para “tilapia” es de 27 a 32 °C, y que por debajo de 20 °C y por encima de 32 °C, el apetito de esta especie disminuye. El-Sayed (2005), señala que el rango de temperatura para el desarrollo, reproducción y el crecimiento de la “tilapia” es aproximadamente 20 a 35 °C. Saavedra (2006), menciona que la temperatura del agua ideal para un cultivo de *Oreochromis* sp. es de 28 a 32 °C, pero puede cultivarse con un rango más amplio con una mínima de 18 °C y máxima de 34 °C. En la investigación la temperatura registrada en todos los tratamientos, estuvo en el rango de 22,4 a 23,2 °C, encontrándose en el rango de Kubitza (2000), El-Sayed (2005) y Saavedra (2006).

Para el caso del oxígeno disuelto en el cultivo de “tilapia”, Baltazar & Palomino (2004), mencionan que las concentraciones adecuadas deben ser mayor a 4 mgO₂ L⁻¹, ya que una menor concentración hace que pierda el apetito y esté predispuesta a enfermedades. De igual manera, Saavedra (2006), indica que para *Oreochromis* sp., los valores de oxígeno disuelto deben estar por encima de los 4 mgO₂ L⁻¹ medido en la estructura de salida del estanque de cultivo, siendo preferible que se encuentre por arriba de 4,5 mgO₂ L⁻¹ ya que permite un crecimiento deseable. Estos valores son cercanos a lo encontrado en el experimento cuyo rango estuvo entre 4,53 y 4,99 mgO₂ L⁻¹.

Otro parámetro importante para “tilapia nilótica”, es el pH, debiendo encontrarse entre 6,5 a 9 (Baltazar & Palomino, 2004); que durante el experimento se encontró con un mínimo de 7,28 y un máximo de 7,43.

De acuerdo a lo registrado de temperatura, oxígeno disuelto y pH del agua del cultivo de “tilapia nilótica” en la presente investigación, no influyeron en la obtención de los resultados.

Además, podemos considerar los costos del alimento, que para el caso de la harina de pescado (S/. 6,80 por kg) se calculó en casi el doble de la harina de ensilado biológico de “guayaba” (S/. 3,51 por kg), lo que permite la posibilidad de utilizar la HEBG, en algún porcentaje de reemplazo o como insumo principal, ya que este parámetro es uno de los más representativos en la producción comercial de peces (Rojas, 2004; FAO, 2016).

Esta investigación aporta conocimientos sobre la digestibilidad aparente de proteínas de un insumo como la “guayaba” en las dietas de *O. niloticus*, que reduciría costos de producción, que el alimento significa más del 50 %, y puede presentar un papel funcional en la nutrición de peces en cultivo.

VI. CONCLUSIONES

- ✓ La digestibilidad aparente de proteínas para alevines de *O. niloticus* “tilapia nilótica”, en los alimentados con dieta a base de harina de ensilado de *P. guajava* “guayaba” fue de 71,19 %.
- ✓ Dado al bajo contenido de proteínas, pero buena digestibilidad aparente de proteínas de la harina de ensilado de *P. guajava* “guayaba” en alevines de *O. niloticus* “tilapia nilótica”, se convertiría en un alimento funcional por sus propiedades amebicidas, antibacterianas y antifúngicas.

VI. RECOMENDACIONES

- Determinar la digestibilidad de la harina de ensilado de *P. guajava* “guayaba”, factor de conversión y crecimiento de alevines de *O. niloticus* “tilapia nilótica”, cultivadas en estanques.
- Evaluar la factibilidad económica de un cultivo en estanques, utilizando como alimento funcional a la harina de ensilado de *P. guajava* “guayaba”, en alevines de *O. niloticus* “tilapia nilótica”.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera, M. 2009. Efecto en el crecimiento de tilapia con dietas a base de ensilado de subproductos de la pesca y espinaca acuática (*Ipomea aquatica*). Universidad Autónoma de Baja California.
- Akiyama, D.; S. Coelho; W. Dominy & A. Lawrence. 1991. Apparent digestibility of feeds tuffs by the Marine Shrimp *Penaeus vannamei* Boone. *Nippon Suisan Gakkaishi*. 55(1):91-98.
- Allan, G.; S. Parkinson; M. Booth; D. Stone; S. Rowland; J. Frances & R. Warner-Smith. 2000. Replacement of fish meal in diets for Australian silver perch, *Bidyanus bidyanus*. Digestibility of alternative ingredients. *Aquaculture*. 186:293-310.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1995. *Official Methods of Analysis*. 16th. AOAC 0066-961X, Arlington, Va. U.S.A. 1093p.
- Baltazar, P. & G. Palomino. 2004. Manual de cultivo de tilapia. "Programa de transferencia de tecnología en acuicultura para pescadores artesanales y comunidades campesinas". Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero FONDEPES - PERÚ. 112p.
- Baltazar, P. 2007. La tilapia en el Perú: Acuicultura, mercado y perspectivas. *Rev. Perú. Biol. Número Especial*. 13(3):267-273.
- Baylous, C., Herrera, A., 1993. Early development of the gastrointestinal tract in *Oreochromis niloticus*. *Philipp. J. Sci.* 122:155-163.
- Berenz, Z. 1996. Ensilado de Residuos de Pescado. XI Curso Internacional de Procesamiento de Productos Pesqueros. Instituto Tecnológico Pesquero del Perú. Callao, Perú. 41p.
- Birdi, T.; P. Daswani; S. Brijesh; P. Tetali; A. Natu & N. Antia. 2010. Newer insights into the mechanism of action of *Psidium guajava* L. leaves in infectious diarrhoea. *BMC Complementary and Alternative Medicine*. 10(1):33.
- Blanco, J. & L. Torres. 2010. Evaluación de una alternativa alimenticia a base de quironomideo para mojarra (*Oreochromis* sp) en la granja Villa Nancy del municipio de Florencia- Caqueta, Colombia. *Rev. Electrón. Vet.* 11(3): 1-11.

- Boscolo, W.; C. Hayashi; F. Aldi; F. Meurer & A. Signor. 2008. Composição química e digestibilidade aparente da energia e nutrientes da farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias, para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Ciência Rural*. 38(9):2579-2586.
- Bozinovic, F. 1993. Fisiología ecológica de la alimentación y digestión en vertebrados: modelos y teorías. *Revista Chilena de Historia Natural*. 66:375-382.
- Calderer, A.R. 2001. Influencia de la temperatura y la salinidad sobre el crecimiento y consumo de oxígeno de la dorada, (*Sparus aurata* L.). Departamento de Biología Animal. Universidad de Barcelona. Barcelona, España. 64p.
- Cantor, F. 2007. Manual de producción de tilapia. Secretaría de Desarrollo Rural del Estado de Puebla. Puebla, México. 140p.
- Cuenca, E. M. & G. García. 1987. Ingesta y conducta alimentaria. *En: Nutrición en Acuicultura*. Com. Asesora del Inst. Cientif. Técnico. 2:1-65.
- De la Higuera, M. 1987. Diseños y métodos experimentales de evaluación de dietas. *En: Nutrición en Acuicultura*. Com. Asesora del Inst. Cientif. Técnico. España. 2:291-303.
- Direkbusarakom, S.; A. Herunsalee; M. Yoshimizu; Y. Ezura & T. Kimura. 1997. Efficacy of guava (*Psidium guajava*) extract against some fish and shrimp pathogenic agents. *In: T.W. Flegel and I.H. MaeRac (eds.). Diseases in Asian Aquaculture III*. Fish Health Section. Asian Fisheries Society Manila. 359-363pp.
- El-Sayed, A. 1999. Alternative dietary protein sources for farmed tilapia, *Oreochromis* sp. *Aquaculture*. 179:149-168.
- Encomendero, E. & F. Uchpa. 2002. Producción de ensilado biológico de Subproductos de Concha de Abanico (*Argopecten purpuratus*). Universidad Nacional del Santa. Chimbote-Perú. *CIVA 2002* (<http://www.civa2002.org>), 292-298pp.
- FAO. 1994. Control de calidad de insumos y dietas acuícolas: Digestibilidad como criterio de evaluación de alimentos. Su aplicación en peces y en la conservación del medio ambiente. México D.F., México. 269p.

- FAO. 2012. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO. Organización de las Naciones Unidas Para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 251p.
- FAO. 2014. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Oportunidades y desafíos. Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y La Alimentación. Roma, Italia. 274p.
- FAO. 2016. The State of World Fisheries and Aquaculture 2016. Contributing to food security and nutrition for all. Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 204p.
- Fernandes, J.; R. Lochmann & F. Bocanegra. 2004. Apparent digestible energy and nutrient digestibility coefficients of diet ingredients for pacu *Piaractus brachypomus*. *Journal of the World Aquaculture Society*. 35:237-244.
- Furukawa, H. & H. Tsukahara. 1966. On the acid digestion method for the determination of chromic oxide as an index substance in the study of digestibility of fish fed. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.* 32(6):502-508.
- Gaber, M.M.A. 1996. Partial and complete replacement of fish meal by poultry by-product and feather meal in diets of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Annals of Agricultural Science*. 32:203-214.
- García, M. 2011. Guía técnica del cultivo de la guayaba. Programa MAG-CENTA-Frutales. Ministerio de Agricultura El Salvador (MAG) - Centro Nacional De Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova” (CENTA). Arce, La Libertad. El Salvador. 32p.
- Gonçalves, E. & D. Carneiro. 2003. Coeficientes de digestibilidade aparente da proteína e energia de alguns ingredientes utilizados em dietas para o pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*). *Revista Brasileira de Zootecnia*. 4(2):779-786.
- Gonzalez, I. 2010. Caracterización química del color de diferentes variedades de guayaba (*Psidium guajava*) colombiana. Tesis presentada para optar al título de Magister en Ciencias – Química. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C., Colombia. 73p.

- Grabner, M. & R. Hofer. 1989. Stomach digestion and its effect upon protein hydrolysis in the intestine of rainbow trout (*Salmo gairdneri* Richardson). *Comp. Biochem. Physiol.* 92A:81-83.
- Guillaume, J.; S. Kaushik; P. Bergot & R. Métailler. 2004. *Nutrición y alimentación de peces y crustáceos*. Edit. Mundi-Prensa. Madrid, España. 475p.
- Halver, J.E. & R.W. Hardy. 2002. *Fish Nutrition*. 3ra edic. Edit. Academic Press. New York, U.S.A. 824p.
- Hamdan, M.; F. Moyano & D. Schuhardt. 2009. Optimization of a gastrointestinal model applicable to the evaluation of bioaccessibility in fish feeds. *J. Food Sci. Agric.* 89:1195-1201.
- Hansen, A.; G. Rosenlund; Ø. Karlsen; W. Koppe & G. Hemre. 2007. Total replacement of fish meal with plant proteins in diets for Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) I-effect on growth and protein retention. *Aquaculture*. 272:599-611.
- Hassimotto, N.; M. Genovese & F. Lajolo. 2005. Antioxidant activity of dietary fruits, vegetables, and commercial frozen fruit pulps. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 53(8):2928-2935.
- Hurtado, N. 2003. La tilapia roja en el Perú. *Revista AquaTic*. 19:41-52.
- Ibrahim, E.; H. Belal & M. Al-Dosari. 2007. Replacement of fish meal with *Salicornia* meal in feeds for Nile tilapia. *Journal of the World Aquaculture Society*. 30(2):256-289.
- INEI. 2014. Compendio estadístico Perú 2014: Agrario. <https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1173/compendio2014.html>. Accesado: 12 de agosto del 2016.
- Klahan, R.; N. Areechon; R. Yoonpundh & A. Engkagul. 2009. Characterization and activity of digestive enzymes in different sizes of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). *Kasetsart J. (Nat. Sci.)*. 43(1):143-153.
- Köprücü, K. & Y. Özdemir. 2005. Apparent digestibility of selected feed ingredients for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*. 250: 308-316.
- Kubitza, F. 2000. Tilapia: Tecnologia e planejamento na produção comercial. Jundiaí: Edição do Autor. São Paulo, Brasil. 285p.

- Labib, E.; M. Zaki & H. Mabrouk. 2012. Nutritional studies on partial and total replacement of fishmeal by jojoba meal (*Simmondsia chinensis*) in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings diets. *APCBEE Procedia*. 4:196-203.
- Lima, E. 2007. Avaliação do farelo de coco e do farelo do resíduo de goiaba na alimentação de tilápia-do-nilo. Tesis mestream zootecnia. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Brasil. 71p.
- Lima, E.; M. Mohaupt; J. Milton; C. Boa-Viagem & J. Vitor. 2009. Digestibilidade aparente do farelo de coco e resíduo de goiaba pela tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Caatinga*. 22(2):175-180.
- Marquina, V.; L. Araujo; J. Ruíz; A. Rodríguez-Malaver & P. Vit. 2008. Composición química y capacidad antioxidante en fruta, pulpa y mermelada de guayaba (*Psidium guajava* L.). *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 58(1):98-102.
- Masagounder, K.; J. Firman; R. Hayward; S. Sun & P. Brown. 2009. Apparent digestibilities of common feed stuffs for bluegill *Leponis macrochirus* and largemouth bass *Micropterus salmoides* using individual test ingredients. *Aquaculture Nutrition*. 15: 29-37.
- Mendoza, D. 2011. Panorama de la Acuicultura Mundial, en América Latina y el Caribe y en el Perú, Dirección General de Acuicultura, Ministerio de la Producción. Lima, Perú. 66p.
- Moraes, M.; M. Gomes; C. Da Silva; C. Pimenta; R. Viera & F. Evangelista 2006. Digestibilidade e desempenho de alevinos de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentados com dietas contendo diferentes níveis de silagem ácida de pescado. *Zootecnia e Medicina Veterinaria*. Universidade José do Rosário Vellano/UNIFENAS. 1-5pp.
- Moreno, M.; J. Hernández; R. Rovero; A. Tablante & L. Rangel. 2000. Alimentación de tilapia con raciones parciales de cáscaras de naranja. *Sociedad Mexicana de Nutrición y Tecnología de Alimentos Reynosa. Ciencia y Tecnología Alimentaria*. 3(1):29-33.
- Oates, C. 1997. Towards an understanding of starch granule structure and hydrolysis. *Trends Food Sci. Technol*. 8:375-382.
- Pachanawan, A.; P. Phumkhachorn & P. Rattanachaikunsopon. 2008. Potential of *Psidium guajava* supplemented fish diets in controlling *Aeromonas*

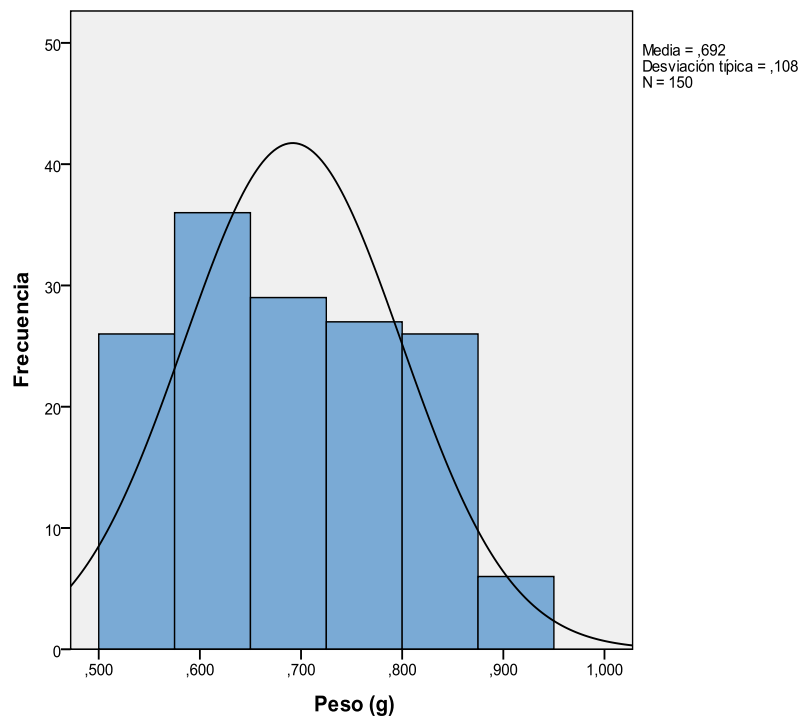
- hydrophila* infection in Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Bioscience and Bioengineering*. 106(5):419-424.
- Pedersen, B. & B. Eggum. 1983. Prediction of protein digestibility by an *in vitro* enzymatic pH-stat procedure. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 49:265-277.
- Perea, C.; Y. Garcés & J. Hoyos. 2011. Evaluación de ensilaje biológico de residuos de pescado en alimentación de tilapia roja (*Oreochromis* spp.). *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. 9(1):60-68.
- Pezzato, L.; E. De Miranda; M. Barros, L. Pinto; W. Furuya & A. Pezzato. 2002. Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilapia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*. 31:1595-1604.
- Pezzato, L.; E. De Miranda; M. Barros; M. Furuya & L. Quintero. 2004. Digestibilidade aparente da materia seca e proteína bruta e a energia digestível de alguns alimentos alternativos pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Acta Scientiarum. Animal Sciences*. 26:329-337.
- Pineda, C.A. 2013. Efecto antimicrobiano de *Psidium guajava* L. contra *Salmonella typhimurium* en *Cavia porcellus* L. tesis para optar el grado de Magister. Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú. 83p.
- Pinto, L.; L. Pezzato; E. Miranda; M. Barros & W. Furuya. 2010. Ação do tanino na digestibilidade de dietas pela tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*). *Acta Scientiarum*. 22:677-681.
- Popma, T. 1982. Digestibility of selected feedstuffs and naturally occurring algae by tilapia. Ph.D. Disseretation. Auburn University. Auburn, Alabama, U.S.A. 78p.
- PRODUCE (Ministerio de la Producción). 2013. Cosechas de productos hidrobiológicos procedentes de la acuicultura. Viceministerio de Pesquería / Ministerio de la Producción - Perú. <<http://www.produce.gob.pe/index.php/estadistica/>>. Accesado: 23 de abril del 2015.
- Rahim, N.; D. Gomes; H. Watanabe; S. Rahman; C. Chomvarin; H. Endtz & M. Alam. 2010. Antibacterial activity of *Psidium guajava* leaf and bark against multidrug-resistant *Vibrio cholerae*: implication for cholera control. *Japanese Journal of Infectious Diseases*. 63:271-274.

- Rodrigues, A.; M. Gominho-Rosa; E. Cargnin-Ferreira; A. de Francisco & D. Fracalossi. 2012. Different utilization of plant sources by the omnivores jundiá catfish (*Rhamdia quelen*) and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquac. Nutr.* 18:65-72.
- Rojas, V.E. 2004. Formulación, elaboración y evaluación de dos dietas experimentales para juveniles de *Oplegnathus insignis*, en condiciones de cultivo. Tesis de Ingeniero de Ejecución en Pesca y Acuicultura. Departamento de ciencias del mar, Sede Iquique. Universidad Arturo Prat. Iquique, Chile. 64p.
- Rust, M.B. 2002. *Nutritional physiology*. In: Halver, J.E. & R.W. Hardy. Eds. *Fish Nutrition*, 3ra edic. Academic Press. California, U.S.A. 500p.
- Saavedra, M. 2006. Manejo del cultivo de tilapia. Managua, Nicaragua. 24p.
- Sadiku, S. & K. Jauncey. 1995. Digestibility apparent amino acid availability and waste generation potential of soybean flour: poultry meat blend based diets for tilapia, *Oreochromis niloticus*, fingerling. *Aquaculture Research*. 26:651-657.
- Saldaña, G. 2011. Efecto de dietas con diferentes concentraciones de *Lactobacillus* sp Enriquecido con proteína hidrolizada de vísceras de *Argopecten purpuratus*, sobre el crecimiento y supervivencia de alevines de *Oreochromis niloticus* en laboratorio. Tesis para optar el Grado de Doctor en Ciencias Biológicas. Trujillo, Perú. 72p.
- Santos, E. 2007. Avaliação do farelo de coco e do farelo do resíduo de goiaba na alimentação de tilápia-do-nilo. Mestre em Zootecnia. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Brasil. 71p.
- Silva, E.; D. Silva; C. Bôa-Viagem; R. Barbosa; M. Bernardino & J. Vitor. 2009. Composição físico-química e valores energéticos dos resíduos de goiaba e tomate para frangos de corte de crescimento lento. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 38(6):1051-1058.
- Steffens, W. 1987. *Principios fundamentales de la alimentación de los peces*. Ed. Acribia. España. 275p.
- Sudaryono, A.; E. Tsvetnenko & L. Evans. 1996. Digestibility studies on fisheries by-product based diets for *Penaeus monodon*. *Aquaculture*. 143:331-340.

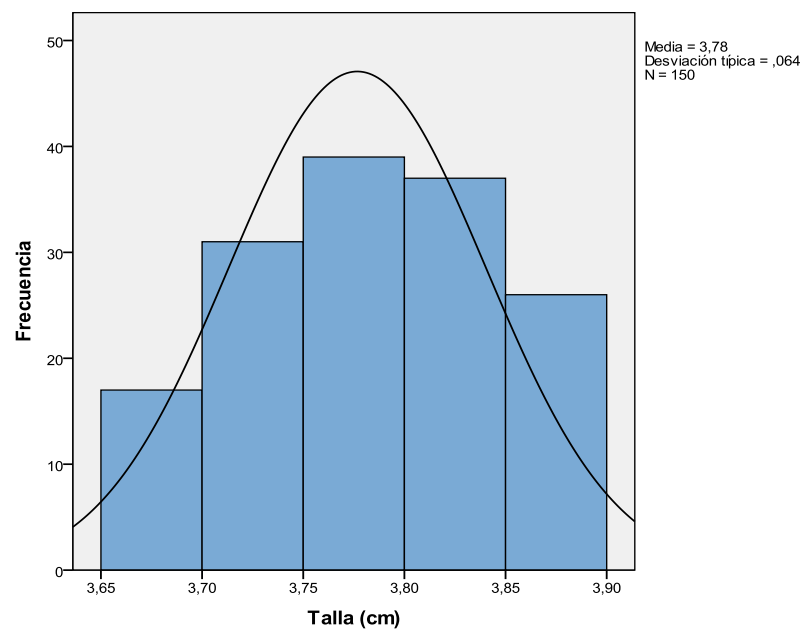
- Svihus, B.; A.K. Uhlen & O.M. Harstad. 2005. Effect of starch granule structure, associated components and processing on nutritive value of cereal starch: a review. *Anim. Feed Sci. Technol.* 122:303-320.
- Tengjaroenkul, B.; B. Smith; S. Smith & U. Chatreewongsin. 2002. Ontogenic development of the intestinal enzymes of cultured Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. *Aquaculture*. 211:241-251.
- Tengjaroenkul, B.; B. Smith; T. Caceci & S. Smith. 2000. Distribution of intestinal enzyme activities along the intestinal tract of cultured Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. *Aquaculture*. 182:317-327.
- Vásquez, W.; M. Perdomo; G. Hernández & M. Gutiérrez. 2010. Digestibilidad aparente de ingredientes de uso común en la fabricación de raciones balanceadas para tilapia roja híbrida (*Oreochromis* sp.). *Rev. Colomb. Cienc. Pecu.* 23(2):207-216.
- Wilson, R.P. & W.E. Poe. 1985. Apparent digestible protein and energy coefficients of common feed ingredients for channel catfish. *Progressive Fish-Culturist*. 47:154-158.
- Wu, X.Y.; Y.J. Liu, & L.X. Tian. 2006. Apparent digestibility coefficients of selected feed ingredients for yellow seabream, *Sparus latus*. *Journal of the World Aquaculture Society*. 37(3):237-245.
- Xiao, Y.W.; J.L. Yong; X.T. Li; S.M. Kang & J.Y. Hui. 2006. Apparent digestibility coefficients feed ingredients for Yellowfin Seabream, *Sparus latus*. *Journal of the world aquaculture society*. 37(3):237-245.
- Yam, J.; C. Villaseñor; E. Romantchik; M. Soto & M. Peña. 2010. Una revisión sobre la importancia del fruto de Guayaba (*Psidium guajava* L.) y sus principales características en la postcosecha. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*. 19(4):74-82.
- Yasumaru, F. & D. Lemos. 2014. Species specific *in vitro* protein digestion (pH-tat) for fish: Method development and application for juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), cobia (*Rachycentron canadum*), and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*. 426-427:74-84.
- Zambonino, J. & C. Cahu. 1994. Development and response to a diet change of some digestive enzymes in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae. *Fish Physiol. Biochem.* 12:399-408.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Histogramas de frecuencias y curva normal del peso (g) de alevines de *O. niloticus* “tilapia nilótica”.



Anexo 2. Histogramas de frecuencias y curva normal de talla (cm) de alevines de *O. niloticus* “tilapia nilótica”.



Anexo 3. Análisis de varianza ($\alpha=0,05$) de las proteínas en las heces, óxido de cromo en las heces y la digestibilidad aparente de las proteínas, en alevines de *O. niloticus* “tilapia nilótica”, alimentados con dietas a base de harina de pescado y ensilado de “guayaba” (EBG).

ANOVA

| | | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|-----------------|---------------------|----------------------|----|---------------------|---------|------|
| PROTEÍNAS_HECES | Entre grupos | 348,691 | 1 | 348,691 | 211,960 | ,000 |
| | Dentro de grupos | 6,580 | 4 | 1,645 | | |
| | Total | 355,272 | 5 | | | |
| OXIDO_CROMO | Entre grupos | ,874 | 1 | ,874 | 185,304 | ,000 |
| | Dentro de grupos | ,019 | 4 | ,005 | | |
| | Total | ,893 | 5 | | | |
| DA_PROTEÍNAS | Entre grupos | 437,419 | 1 | 437,419 | 117,935 | ,000 |
| | Dentro de grupos | 14,836 | 4 | 3,709 | | |
| | Total | 452,255 | 5 | | | |

