



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 residuos de *Sciaena deliciosa* “lorña” en juveniles de *Piaractus brachypomus* “paco”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE BIÓLOGO
ACUICULTOR

AUTORES:

Bach. Junior Andree Guevara Fernández

Bach. Erika Giovani Chipana Velásquez

ASESOR:

Blgo. Acui. Juan Carhuapoma Garay

NUEVO CHIMBOTE, PERÚ

2015

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 residuos de *Sciaena deliciosa* “lorna”
en juveniles de *Piaractus brachypomus* “paco”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE BIÓLOGO
ACUICULTOR

REVISADO Y APROBADO POR EL ASESOR DE TESIS

Blgo. Acui. Juan Miguel Carhuapoma Garay

NUEVO CHIMBOTE, PERÚ

2015

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 residuos de *Sciaena deliciosa* “lorna” en juveniles de *Piaractus brachypomus* “paco”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE BIÓLOGO
ACUICULTOR

JURADO EVALUADOR

Dr. Guillermo Belisario Saldaña Rojas

PRESIDENTE

Dr. Luis Angel Campoverde Vigo

INTEGRANTE

Blgo. Acui. Juan Miguel Carhuapoma Garay

INTEGRANTE

NUEVO CHIMBOTE, PERÚ

2015

DEDICATORIA

*A **Dios** Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.*

*A **mis padres Ramón y Carmen** por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.*

*A **mis hermanos, Norma Gladys y César Reneé** por el apoyo que siempre me brindaron día a día en el transcurso de cada año de mi carrera universitaria, los quiero mucho.*

Erika Giovani Chipana Velásquez

DEDICATORIA

*A **nuestro Dios** que está en los cielos por darme su apoyo que nos brinda todos los días de nuestras vidas, fortaleciéndonos en seguir adelante y de no rendirnos ante las adversidades que nos da la sociedad.*

*A **mi padre Brigido Simón Guevara Arteaga** quien es la Razón de mi vida y ha sabido formarme con buenos Sentimientos, hábitos y valores Lo cual nos han ayudado a salir adelante buscando siempre el mejor camino.*

*A **mi tía, Martina Guevara Arteaga** por alentarme para seguir adelante y sin rendirme. Y a mí enamorada **Karina Génesis Rojas Villanueva** por darme las fuerzas que necesitaba y apoyarme diariamente en todo este reto.*

Junior Andree Guevara Fernández

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo de tesis primeramente me gustaría agradecerle a ti Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

A mi asesor de tesis, Blgo Acui. Juan Carhuapoma Garay por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito.

También me gustaría agradecer a cada uno de los docentes de la Escuela Académico Profesional de Biología en Acuicultura durante toda mi carrera profesional porque todos han aportado con un granito de arena a mi formación.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en todo momento. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

Para ellos: Muchas gracias y que Dios los bendiga

AGRADECIMIENTOS

A Dios por habernos dado el tiempo necesario para realizar nuestra tesis 'para ser unos Profesionales, por habernos permitido conocer personas que colaboraron durante todo este tiempo en el laboratorio de Acuicultura Continental y Nutrición.

*A nuestro asesor **Blgo. Acui. Juan Carhuapoma Garay**, por su reiterada ayuda profesional en la elaboración de la presente tesis y corrección del informe.*

A cada uno de los docentes de la Escuela Académica Profesional de Biología en Acuicultura de la Universidad Nacional de la Santa quienes contribuyeron en nuestra formación profesional, por habernos inculcado y brindado conocimientos, valores morales y experiencias.

*Un agradecimiento especial a **Marlene Menacho fajardo**, por haber permitido realizar a tiempo los ensayos que se hacían en el laboratorio colecbi.*

***A mis amigos de la promoción 2007**, quienes sin esperar nada a cambio compartieron su conocimiento, alegrías y tristezas y a todas aquellas personas que durante estos cinco años estuvieron a mi lado apoyándome que haga realidad la culminación del presente trabajo de tesis.*

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS.....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivos.....	7
Objetivo General.....	7
Objetivos Específicos.....	7
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	8
2.1. Población.....	8
2.2. Muestra.....	8
2.3. Unidad de análisis.....	8
2.4. Transporte de la muestra.....	8
2.5. Aclimatación.....	9
2.6. Unidad de experimentación.....	9
2.7. Diseño de investigación.....	10
2.8. Procedimiento.....	10
2.8.1. Dietas para los juveniles.....	10
2.8.2. Activación de las bacterias para el ensilado biológico.....	11
2.8.3. Obtención del ensilado biológico de residuos de <i>Sciaena deliciosa</i> “lorna”.....	11
2.8.3.1. Materia prima.....	11
2.8.3.2. Fuente de carbono.....	12
2.8.3.3. Análisis físicos y químicos del ERL.....	12
A. Determinación del pH.....	12
B. Determinación de proteínas.....	12
2.8.3.4. Proceso para la elaboración del ERL.....	12

A. Lavado	12
B. Cocción.....	13
C. Molienda.....	13
D. Mezclado y homogenizado.....	13
E. Fermentación.....	13
F. Preparación de la Harina de ERL.....	13
2.8.4. Preparación de la dieta para juveniles de <i>P. brachypomus</i>	14
2.8.5. Racionamiento y frecuencia del alimento.....	14
2.8.6. Recolección de las heces	14
2.8.7. Análisis químico	14
2.9. Evaluación de la digestibilidad aparente	15
2.10. Análisis físico y químico del agua en los acuarios.....	15
2.11. Análisis estadístico	15
III. RESULTADOS.....	16
3.1. Análisis químico de las dietas y heces	16
3.1.1. Proteínas en las dietas y heces.....	16
3.1.2. Óxido de cromo en las dietas y heces	17
3.2. Digestibilidad aparente de las proteínas (DAP)	17
3.3. Parámetros ambientales en las unidades experimentales.....	19
IV. DISCUSIÓN	21
V. CONCLUSIONES	26
VI. RECOMENDACIONES.....	27
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28
IX. ANEXOS	37

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Test de Kolmogorov-Smirnov aplicado al peso (g) y longitud total (cm) de los juveniles de <i>P. brachypomus</i> “paco”.....	38
Anexo 2. Histogramas de frecuencias y curva normal del peso (g) de los juveniles de <i>P. brachypomus</i> “paco” ..	38
Anexo 3. Histogramas de frecuencias y curva normal de la talla (cm) de los juveniles de <i>P. brachypomus</i> “paco” ..	39
Anexo 4. Peso (g) individual, mínimo, máximo, promedio, desviación estándar (D.E.) y coeficiente de variación (C.V., %) de los juveniles de <i>P. brachypomus</i> “paco” alimentados con dietas a base de harina de pescado y ERL	39
Anexo 5. Longitud total (cm) individual, mínimo, máximo, promedio, desviación estándar (D.E.) y coeficiente de variación (C.V., %) de los juveniles de <i>P. brachypomus</i> “paco” alimentados con dietas a base de harina de pescado y ERL	40
Anexo 6. Temperatura del agua (°C) por día, mínimo, máximo y promedio total, en los acuarios utilizados en el experimento con juveniles de <i>P. brachypomus</i> “paco” alimentados con dietas a base de harina de pescado y ERL	41
Anexo 7. Oxígeno disuelto (mg O ₂ L ⁻¹) por día, mínimo, máximo y promedio total, en los acuarios utilizados en el experimento con juveniles de <i>P. brachypomus</i> “paco” alimentados con dietas a base de harina de pescado y ERL	42
Anexo 8. pH (unid.) por día, mínimo, máximo y promedio total, en los acuarios utilizados en el experimento con juveniles de <i>P. brachypomus</i> “paco” alimentados con dietas a base de harina de pescado y ERL	42
Anexo 9. Diferencia de los costos de alimento con ensilado de pescado y alimento con harina de pescado.....	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diseño de investigación con un tratamiento experimental (T1) y un grupo testigo (Tc) para evaluar la digestibilidad aparente de proteínas de las dietas en juveniles de <i>P. brachypomus</i> “paco”.....	10
Tabla 2. Formulación de las dietas a base de ERL y harina de pescado para determinar la digestibilidad aparente de las proteínas en juveniles de <i>P. brachypomus</i>	10
Tabla 3. Porcentajes de proteínas (%) en el alimento con harina de pescado y harina de ensilado biológico de residuos de “lorna” (ERL) utilizados en <i>P. brachypomus</i> “paco”.....	16
Tabla 4. Porcentajes de proteínas en las heces de <i>P. brachypomus</i> “paco” alimentados a base de harina de pescado y harina de ensilado biológico de residuos de “lorna” (ERL).....	16
Tabla 5. Porcentajes de óxido de cromo (%) de las heces en los tratamientos a base de harina de pescado y harina de ensilado biológico de residuos de “lorna” (ERL) utilizados en <i>P. brachypomus</i> “paco”.....	17
Tabla 6. Promedio de la digestibilidad aparente de proteínas (DAP) en juveniles de <i>P. brachypomus</i> “paco” alimentados con harina de pescado y harina de ERL.....	18

ÍNDICE DE FIGURAS

- Fig. 1.** Porcentajes de digestibilidad aparente de proteínas (DAP) de las dietas en base a harina de pescado y harina de ERL utilizado en juveniles de *P. brachypomus* “paco”.....18
- Fig. 2.** Variaciones de la temperatura del agua en los acuarios de los tratamientos con juveniles de *P. brachypomus* “paco” alimentados con harina de pescado (HP-R1; HP-R2 y HP-R3) y ERL (ERL-R1; ERL-R2 y ERL-R3)....19
- Fig. 3.** Variaciones del pH del agua en los acuarios de los tratamientos con juveniles de *P. brachypomus* “paco” alimentados con harina de pescado (HP-R1; HP-R2 y HP-R3) y ERL (ERL-R1; ERL-R2 y ERL-R3).....20
- Fig. 4.** Variaciones del oxígeno disuelto en los acuarios de los tratamientos con juveniles de *P. brachypomus* “paco” alimentados con harina de pescado (HP-R1; HP-R2 y HP-R3) y ERL (ERL-R1; ERL-R2 y ERL-R3).....20

RESUMEN

Se evaluó la digestibilidad aparente de la proteína de la harina de ensilado biológico de residuos de *Sciaena deliciosa* “lorna” (ERL) en juveniles de *Piaractus brachypomus* “paco”. Se utilizaron 60 especímenes de $8,9 \pm 1$ cm de longitud total promedio y $13,5 \pm 1$ g de peso total promedio, distribuidos en un tratamiento experimental y un testigo con tres repeticiones respectivamente. Se utilizó el diseño experimental completamente al azar. La digestibilidad aparente de proteínas de 83.73% en la dieta con ERL presentó un promedio similar ($P > 0,05$) a los alimentados con harina de pescado que fue de 91,48 %. Se concluye que el ensilado biológico de residuos de *S. deliciosa* “lorna” presenta una alta digestibilidad siendo una buena alternativa para sustituir a la harina de pescado en las dietas para juveniles de *P. brachypomus* “paco”.

Palabras Clave: *Piaractus brachypomus*, paco, ensilado, digestibilidad, proteínas, Ensilado de Residuos de Lorna (ERL)

ABSTRACT

This study evaluated the apparent protein digestibility of biological silage residues meal *Sciaena deliciosa* "lorna" (SRL) compared to a control diet based on fish meal in juvenile *Piaractus brachypomus* "paco". They were used 60 specimens of $8,9 \pm 1$ cm total length average and $13,5 \pm 1$ g total weight average, divided into one treatments with three replications, using completely randomized experimental design. The apparent digestibility of protein in the diet with SRL (88,73 %) had a mean statistically similar to those fed fish meal (91,48 %). We conclude that the biological silage residues *S. deliciosa* "lorna" is an alternative to replace fish meal in diets for juvenile *P. brachypomus* "paco".

Key Words: *Piaractus brachypomus*, paco, silage, digestibility, proteins, silage residues lorna (ERL)

I. INTRODUCCIÓN

La acuicultura es una actividad que abarca el cultivo de una amplia gama de especies, sistemas y prácticas (APROMAR, 2004), que busca un desarrollo sustentable de los recursos explotables, el medio ambiente y la solución a los problemas de índole alimenticio que aquejan a la población mundial de bajos recurso; siendo una de las principales fuentes de alimento del mundo. En el 2010 la producción acuícola mundial llegó a 60 millones de toneladas con un valor estimado de 119000 millones de USD (FAO, 2014). Actualmente, se crían unas 600 especies en todo el mundo bajo diversos sistemas de cultivo con diferentes insumos y complejidad tecnológica, tanto en agua dulce, salobre y marina (FAO, 2014).

En el Perú el desarrollo de la acuicultura se ha concentrado en 4 especies: “langostino”, “concha de abanico”, “trucha” y “tilapia”; en el año 2010 se produjeron más de 89 mil TM, con un 81 % cosechadas en el ámbito marino y el 19 % en el ámbito continental (Mendoza, 2011). En el Perú, el cultivo de *Piaractus brachypomus* se ha incrementado notoriamente ya que al año 2000 se produjeron 30 TM, mientras que en el año 2012 se cosecharon 127 TM, y entre Enero a Junio del 2013, ya se habían cosechado 97 TM provenientes de cultivo; están distribuidos en las regiones de Amazonas, Ayacucho, Cusco, Loreto, Madre de Dios, San Martín y Ucayali (PRODUCE, 2013). Aunque existe limitación por la existencia de pocos centros de cultivo de “paco”, el mercado es potencial para esta especie. *P. brachypomus* presenta características idóneas para ser cultivada en el país y puede ser empleada como alternativa al cultivo de especies comunes como *Oreochromis* sp. “tilapia roja”, que actualmente se cultivan en la región Ancash, y el potencial de especies nativas peruanas como el paco deben ser explotadas para el desarrollo de la región.

Piaractus brachypomus “paco” es un pez que pertenece a la familia Characidae, distribuido en las cuencas de los ríos Orinoco y Amazonas. Esta especie se la conoce con diferentes nombres: “Caranha” (Brasil), “Morocoto” (Venezuela), “Paco” o “Pacu” (Colombia, Perú), “Pirapitinga” (Brasil), “Tambaqui” (Bolivia, Brasil) y “Cachama” (Ecuador, Colombia).

Cabello *et al.* (1995), anota que al igual que otras especies *P. brachypomus*, constituye un alimento que por su calidad, sabor, textura y su alto valor nutritivo (18 % proteína y 2,5 % grasa), sus proteínas contienen todos los aminoácidos esenciales, es altamente digerible y presenta un importante contenido en vitaminas y minerales.

Gutiérrez *et al.* (2009), anotan que los ensayos de alimentación de peces que involucran formulación de dietas, normalmente se han evaluado en términos de ganancia de peso y eficiencia de la conversión alimenticia, y uno de los aspectos más importantes en la evaluación de la eficacia de un insumo alimenticio, es la determinación de su digestibilidad que mide la habilidad del pez para digerir y absorber los nutrientes de la dieta que ingiere. La baja digestibilidad de la materia seca constituye en un factor limitante de uso en la formulación de raciones, especialmente de aquellas con distinto a cultivos intensivos, debido a que la gran cantidad de desperdicios eliminados con las heces, impactan negativamente la calidad del agua (Vásquez *et al.*, 2010).

Para obtener buenas tasas de crecimiento se necesita que una dieta no sólo presente los requerimientos cualitativos y cuantitativos de nutrientes, ya que los niveles de proteína en la dieta para "paco" depende de la talla (mucho más proteína en alevines que en adultos), si la fuente de proteína carece de algunos aminoácidos esenciales, el crecimiento será lento (González & Heredia, 1998).sino también debe presentar alto valor de digestibilidad (Cuenca & García, 1987; De la Higuera, 1987a; Akiyama *et al.*, 1991). Por esta razón, es esencial la información acerca de la digestibilidad de los insumos de una dieta que puede parecer excelente debido a su composición química, pero si no son digeridos por el organismo, éste no crecerá, constituyéndose en una dieta de mala calidad (Akiyama *et al.*, 1991; Sudaryono *et al.*, 1996).

La digestibilidad es uno de los parámetros utilizados para medir el valor nutricional de los distintos insumos destinados a la alimentación acuícola, el proceso digestivo en las especies acuícolas piscícolas se debe a la acción de destinar enzimas digestivas, dentro de las que se encuentran , las enzimas proteolíticas (endoproteasas, exoproteasas y peptidasas) que presentan una

actividad extremadamente elevada, superior o igual a la de los vertebrados omnívoros , con un adecuado control de su manipulación (Manríquez, 2011). Asimismo las diferencias en los coeficientes de digestibilidad aparente de dietas o insumos para diferentes peces pueden explicarse, esencialmente por variaciones en la estructura y función digestiva entre especies, para otras especies de hábito carnívoro, que tienen especial predilección por el uso de la proteína (Vásquez *et al.*, 2010).

Vásquez *et al.*, (2010), menciona que la digestibilidad de la energía es alta en los ingredientes de origen animal y menor de 80% en la mayoría de la materia prima vegetal; de igual manera (Manríquez, 2011) señala que las fuentes de proteína de origen animal (harina de pescado y harina de sangre) tiene alta digestibilidad.

Durante muchos años se ha utilizado la harina de pescado como principal fuente de proteínas en la formulación de alimentos para organismos acuáticos por su alto contenido de proteína bruta y excelente perfil de aminoácidos esenciales, su alta digestibilidad de materia seca, energía y nitrógeno (Zhoug *et al.*, 2004), pero por su alto costo y poca disponibilidad en el mercado hace la necesidad de evaluar fuentes de proteínas alternativas (Llanes *et al.*, 2012); haciendo que los acuicultores sigan buscando fuentes alternativas de ingredientes asequibles y de alta calidad, para sustituir a la harina de pescado en los piensos acuícolas (FAO, 2014), sin la cual la producción acuícola se tornará limitada afectándose los nuevos requerimientos para la alimentación mundial.

Es así que, se ha planteado la necesidad de buscar nuevas fuentes nutritivas, especialmente de fuentes proteicas, a través de la utilización experimental de materiales de origen vegetal y animal, a modo de obtener información acerca de su contenido en nutrientes esenciales y la digestibilidad de los nutrientes constituyentes, para incorporarlos en la alimentación de las distintas especies de peces en cultivo (Hardy & Masumoto, 1991). En los cultivos de peces se han experimentado con alimentos cuya acción no sólo influya en la velocidad de ganancia de peso y talla como variables de crecimiento, sino también se

extienda a incrementar su salud, y darles resistencia al estrés y a los agentes causantes de enfermedades, incrementando finalmente su supervivencia.

Así, la búsqueda de nuevas materias primas es un desafío que apunta a minimizar el impacto que generan las fluctuaciones en la disponibilidad de recursos marinos, por lo que los subproductos artesanales o industriales de recursos hidrobiológicos, pueden aprovecharse por sus contenidos en proteínas y otros nutrientes. Entonces el ensilado, se presenta como alternativa de aprovechamiento de subproductos biológicos, generando ventajas económicas, nutricionales y ambientales, transformados en ensilados, siendo una alternativa viable para la diversificación productiva como insumo para alimentos de organismos acuáticos (Encomendero & Uchpa, 2002).

El ensilado viene a ser una buena alternativa de reemplazo dado su origen animal, este es un producto obtenido por la acidificación del medio, la cual favorece la proteólisis del subproducto, logrado con bacterias lácticas fermentadoras o con levaduras y mohos como *Aspergillus niger* (Encomendero & Uchpa, 2002). El procesamiento pesquero genera una gran cantidad de subproductos que al ser eliminados a las playas o depositados en ecosistemas marinos, reducirán la biodiversidad existente generando ocasionando impactos negativos el ecosistema marino, por lo que el ensilado a partir de residuos de “lorna” es una buena fuente de proteínas de bajo costo. El Perú contaría con 21000 TM anuales de subproductos húmedos que pueden ser dedicados a la obtención de ensilados y que actualmente por su disposición final se convierten en contaminantes causando problemas al ambiente (Saldaña, 2011).

El propósito de la presente investigación consiste en desarrollar una alternativa para el aprovechamiento de los residuos del procesamiento de “lorna”, y la elaboración de una dieta para la alimentación de “paco”, y así poder darle un valor agregado a estos residuos disminuyendo los costos de alimentación en los sistemas de producción de peces, ya que este alimento tendría un costo relativamente bajo por ser un recurso no aprovechado para este fin. Son pocos los estudios enfocados en la investigación de digestibilidad aparente de “paco”, ya que sobretodo se han desarrollado investigaciones en especies como

“truchas”, y “tilapias”. Para el caso estos resultados servirían de referencia para determinar si el ensilado de residuos de “lorca” es aceptado como alimento sustituto de la harina de pescado en su cultivo.

La producción en ensilados, como una alternativa para obtener alimento de animales puede constituir la solución principal a problemas ambientales en el litoral (Encomendero & Uchpa 2002). Así, se han realizado estudios reemplazando la harina de pescado, Lima (2007), propone insumos vegetales como la harina de “coco” y los residuos de “guayaba” como fuentes potenciales en proteína y energía para dietas de “tilapia”, también González *et al.* (2009), emplean harina de *Lemna* sp. “lentejita de agua” hasta en un 15 % en sustitución de la harina de pescado, en la que se destaca su alto contenido de proteína bruta y un bajo porcentaje de fibra bruta. Del mismo modo, se han empleado insumos de origen animal, Esper *et al.* (2002), obtienen una alta tasa de crecimiento en “tilapia” adicionando en la dieta un 20 % de harina de vísceras de ave; aunque Cerdá *et al.* (1998), concluyen que la sustitución de harina de pescado por otro insumo no puede ser total ya que sería perjudicial para su crecimiento, pero no afecta la supervivencia, recomendando reemplazar hasta el 20 % de harina de pescado por harina de lombriz de tierra, la misma que no afecta significativamente su desarrollo.

Otros autores también reemplazaron la harina de pescado con ensilado, así Llanes *et al.* (2006), encontraron que el ensilado de pescado seco o semihúmedo, es una valiosa alternativa de proteína de alta calidad y bajo costo en dietas para “tilapia”; mientras que Moraes *et al.* (2006), incluyen hasta 40 % de ensilado ácido de residuos de pescado en sustitución de harina de pescado sin perjudicar la sobrevivencia en *Oreochromis niloticus*. Asimismo, Vidotti *et al.* (2002) en *P. mesopotamicus*, Wicki *et al.* (2007) y Toledo *et al.* (2007), utilizan ensilado de pescado húmedo, harinas simples e inclusive deshidratado con otras fuentes proteicas para la alimentación de peces de agua dulce como *P. mesopotamicus* “paco”, *Ctenopharingodon idella* “amura blanca”, *Clarias gariepinus* “bagre africano”, en los que se obtuvieron buenas tasas de crecimiento y bajo costo de producción, haciendo factible utilizarlos como reemplazo de la harina de pescado sin afectar a estas especies.

Del mismo modo se ha investigado la digestibilidad de otros insumos, Vasquez & Morales (2011), alimentaron con harina de *Ulva lactuca* “lechuga de mar” y *Glycine max* “soya” a alevines de *Girella laevis* “curaca”, encontrando una digestibilidad aparente de la proteína de 34,08 % y 62,65 %, respectivamente; además, Cruz & Moran (2012), alimentando a juveniles de *Paralichthys adspersus* “lenguado” con *Glycine max*, encontrando que con un reemplazo de 15% y 30% la digestibilidad aparente de la proteína fue de 81,37 % y 80,36 %, respectivamente.

Por todo ello que el presente trabajo de investigación tuvo como problema de investigación: ¿Cuál es la digestibilidad aparente de la proteína de la harina de ensilado biológico de residuos de *Sciaena deliciosa* “lorna” en juveniles de *Piaractus brachipomus* “paco”? En este sentido esta investigación permitió contribuir al desarrollo del cultivo de peces de agua dulce nativos del Perú, ya sea en la amazonía o en la región Ancash, generando empleo y recursos económicos, ya que se estaría empleando los residuos del procesamiento de pescado como es de “lorna” como insumo en la elaboración de alimento balanceado, favoreciendo aún más al desarrollo de este recurso en la región, más aun utilizando fuentes alternativas a la harina de pescado; sin embargo, antes de incorporar un nuevo ingrediente en una dieta se hace necesario evaluar su consumo y la utilización digestiva del alimento por parte del animal.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar la digestibilidad aparente de la proteína de la harina de ensilado biológico de residuos de *Sciaena deliciosa* “lorna” en juveniles de *Piaractus brachypomus* “paco”.

Objetivos Específicos

- Determinar la composición de proteína de la harina de ensilado biológico de residuos de *Sciaena deliciosa* “lorna”.
- Determinar la digestibilidad aparente de la proteína de la harina de ensilado biológico de residuos de *Sciaena deliciosa* “lorna” en juveniles de *Piaractus brachypomus* “paco”.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Población

La población estuvo constituida por juveniles de *Piaractus brachypomus* “paco” procedentes de Tarapoto – Perú

2.2. Muestra

La selección de los juveniles fue de acuerdo a tallas similares con un total de 60 juveniles con una talla y peso promedio de $8,9 \pm 1$ cm y $13,5 \pm 1$ g, respectivamente, con la finalidad de tener una muestra homogénea teniendo en cuenta que el margen de error del coeficiente de variación de talla y peso, sea menor al 5 %.

Para establecer la validez de la muestra, se aplicó el test de Kolmogorov-Smirnov ($\alpha=0,05$) a los pesos y tallas de los juveniles de *P. brachypomus*, encontrándose que son homogéneos y se ajustan a la normal para ambos casos (Anexos 1, 2, 3, 4 y 5).

2.3. Unidad de análisis

La unidad de análisis estuvo compuesta por 10 juveniles de *P. brachypomus*, distribuidos en un acuario de 100 L de volumen efectivo.

2.4. Transporte de la muestra

Los 100 juveniles de *P. brachypomus* “paco” fueron trasladados desde Tarapoto, en 3 bolsas plásticas en baldes de 20 L, cerrados herméticamente y enviados por vía terrestre hasta Trujillo de donde se trasladó vía terrestre hasta Nuevo Chimbote y 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 para el estudio. El transporte tuvo una duración aproximada de 12 h y no se presentó mortalidad.

2.5. Aclimatación:

Los peces seleccionados fueron aclimatados y acondicionados en acuarios en el laboratorio de Acuicultura Continental y Nutrición. Con el propósito de darles las condiciones experimentales adecuadas. No se les alimentó por un periodo de 3 días, con la finalidad de vaciar el tracto digestivo (De la Higuera, 1987a).

2.6. Unidades de experimentación

Los acuarios de vidrio utilizados fueron de 60 x 40 x 50 cm con 100 L de capacidad, y 80 L de volumen efectivo. Estos fueron desinfectados de acuerdo a Saldaña (2011), en su superficie interna y externa, con una solución de 1600 ppm de hipoclorito de sodio y se dejó actuar por 6 h. Después se limpiaron adecuadamente y se llenaron con agua potable limpia a 200 ppm de cloro y se dejaron por 12 h. Finalmente se evacuó el agua, y se enjuagó hasta eliminar los restos de hipoclorito de sodio dejándolos secar a temperatura ambiente.

El agua utilizada en los acuarios fue previamente tratada con hipoclorito de sodio con 0,1 mL L⁻¹ y declorada con tiosulfato de sodio al 15 % a razón de 0,1 mL L⁻¹, luego se instaló el sistema de aireación con mangueras de 0,5 cm de diámetro con sus respectivas llaves y piedras difusoras para el control de la aireación constante provenientes de un blower de ¾ HP; Cada acuario contó con un termostato automático para mantener la temperatura en 29 °C. Los organismos seleccionados fueron distribuidos en 6 acuarios, con 10 especímenes cada uno.

Diariamente se sifoneó los acuarios utilizando una manguera de 0,5 cm de diámetro para retirar del fondo los restos de alimento no consumido y se utilizó el recambio del 25 % de agua total para evitar su contaminación por las heces y alimento no consumido (Saldaña, 2011).

2.7. Diseño de investigación

Se empleó el diseño completamente al azar (Steel & Torrie, 1988), con dos tratamientos y tres repeticiones cada uno, incluido el grupo testigo (Tabla 1).

Tabla 1. Diseño de investigación con un tratamiento experimental (T1) y un grupo testigo (Tc) para evaluar la digestibilidad aparente de proteínas de las dietas en juveniles de *Pyaractus brachypomus* “paco”.

TRATAMIENTOS ESPECIFICACIONES	
T _C r ₁ , r ₂ y r ₃	Juveniles de <i>P. brachypomus</i> “paco” alimentados con una dieta a base de harina de pescado como fuente de proteínas.
T ₁ r ₁ , r ₂ y r ₃	Juveniles de <i>P. brachypomus</i> “paco” alimentados con una dieta a ensilado biológico de “lorna” como fuente de proteínas.

2.8. Procedimiento

2.8.1. Dietas para los juveniles de *P. brachypomus*

Las dietas empleadas para los juveniles de “paco” fueron formuladas teniendo en cuenta como ingrediente principal a la harina de pescado y de ensilado de residuos de “lorna” (ERL), de acuerdo a la Tabla 2.

Tabla 2. Formulación de las dietas a base de ERL y harina de pescado para determinar la digestibilidad aparente de las proteínas en juveniles de *P. brachypomus*.

INSUMOS	DIETAS	
	HARINA DE PESCADO (%)	ENSILADO ERL (%)
Harina de pescado	93,50	-
Harina de ERL	-	93,50
Aceite de pescado	5,00	5,00
Premix	0,50	0,50
Óxido de Cromo	1,00	1,00
TOTAL (%)	100,00	100,00

Las dietas empleadas en la alimentación de *P. brachypomus* con harina de pescado y ERL, presentaron un porcentaje de proteínas de 57,21 % y 52,86 %, respectivamente (Tabla 3).

2.8.2. Activación de las bacterias para el ensilado biológico

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

Se mezcló: a) 50 mL de inóculo (*Lactobacillus* sp) procedente del Laboratorio de Microbiología de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) el cual recontó en unidades formadoras de colonia (10^8 ufc g^{-1}); b) 50 mL de melaza diluido (12,5 mL de melaza pura / 50 mL de agua destilada), y c) 100 g de papaya verde.

Luego se homogenizó y se aforó a 1 L con agua destilada, posteriormente se separó 500 mL y fue llenado en un frasco previamente forrado con papel aluminio, llevándolo a encubar a 40 °C en una incubadora en el laboratorio de Biología y Ecología, para su activación. El proceso de activación culminó a las 72 h, cuando se presentó un pH menor de 4 unidades.

2.8.3. Obtención del ensilado biológico de residuos de *Sciaena deliciosa* “lorna”

El ensilado biológico de residuos de *Sciaena deliciosa* “lorna” se preparó en el laboratorio de Acuicultura Continental y Nutrición de la Escuela de Biología en Acuicultura de la Universidad Nacional del Santa, y se realizó de la siguiente manera:

2.8.3.1. Materia prima

Los residuos de “lorna” fueron obtenidos del proceso de fileteado en la Planta de Mar Peruano Empresa Pesquera S.A.C. (MARPESA), ubicada en la Av. Enrique Meiggs N° 1660 - Chimbote.

La obtención de estos residuos (cabeza, vísceras, aletas) se hizo durante el procesamiento del pescado en estado fresco, los que se trasladaron al laboratorio de Nutrición en Acuicultura - UNS, para la preparación del ensilado biológico de residuos de "lorna".

2.8.3.2. Fuente de carbono

Como fuente de carbono para proveer energía a los microorganismos fermentadores, se empleó melaza de caña de azúcar de 73 °Brix, obtenida de la Empresa Agroindustrias San Jacinto S.A.C en Nepeña, Perú.

2.8.3.3. Análisis físicos y químicos del ERL

A. Determinación del pH.

El pH fue medido y registrado al inicio del proceso, a las 48 y 72 h, utilizando un pH-metro Hanna de doble función ($\pm 0,01$ unidades) previa calibración con soluciones buffer de pH 4,01; 7,00 y 10,01.

B. Determinación de proteínas

Las proteínas del ERL se cuantificaron utilizando el método de Kjeldahl descrito por AOAC (1995), determinado como proteína cruda y estimada multiplicando el valor de nitrógeno por el factor $N \times 6,25$ en laboratorio de ensayo.

2.8.3.4. Proceso para la elaboración del ERL

El ensilado fue elaborado siguiendo el método propuesto por Berenz (1996), y utilizado por Encomendero y Uchpa (2002). La elaboración del ensilado comprendió las siguientes operaciones:

A. Lavado

Los residuos de "lorna" fueron lavadas con agua potable corriente y tendida sobre una bandeja para su escurrido.

B. Cocción

Se pesó 2 kg de residuos y se sometió a cocción a 100 °C en una olla de aluminio con una cocina eléctrica de 1000w durante 20 min, además para eliminar bacterias que pudieran existir.

C. Molienda

Los residuos de “lorna” cocida se drenaron y se sometieron a molienda utilizando una licuadora marca Oster a 3000 RPM, con la finalidad de desmenuzar las partículas grandes y permitir una mejor actividad enzimática de las bacterias (*Lactobacillus* sp) y con ello lograr una mejor actuación bacteriana dado su mayor área de actuación.

D. Mezclado y homogenizado

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

E. Fermentación

El homogenizado, se distribuyó en 2 frascos de vidrio estériles de 1 L de capacidad con tapa esmerilada y cubiertos con papel aluminio. Se sometió a 40 °C por 72 h en una incubadora en el laboratorio de Biología y Ecología, para iniciar el proceso de fermentación y obtener el ensilado húmedo, conteniendo *Lactobacillus* sp En esta etapa se registró el pH hasta que baje a alrededor de 4 unidades.

F. Preparación de la Harina de ERL

El ensilado fue secado en bandejas de acero forradas con papel aluminio en una estufa a 60 °C por 24 h. Luego de esto fue triturado con un molino de 4x4x1 mm hasta obtener harina del ensilado de residuos de “lorna”, y por último se almacenó en bolsas plásticas tipo ziploc.

2.8.4. Preparación de la dieta para juveniles de *P. brachypomus*

Los insumos empleados en el experimento fueron los utilizados según la Tabla 2. Estos fueron mezclados con agua tibia (45 °C) y presionado con una jeringa de 10 mL sin aguja (BECTON DICKINSON Ultra-Fine), obteniendo un pellet de 1,5 mm de diámetro, que posteriormente fueron secados a temperatura ambiente bajo sombra (25 °C) y envasados en una bolsa de plástico, para evitar la humedad y proliferación de hongos patógenos, hasta ser utilizados en el experimento.

2.8.5. Racionamiento y frecuencia del alimento

El racionamiento y frecuencia del alimento fue *ad libitum* durante la fase experimental, dos veces por día a las 09:00 y 18:00 h durante 21 días.

2.8.6. Recolección de las heces

Para recolectar las heces del fondo del acuario, se sifoneó utilizando una manguera plástica de 0,5 cm de diámetro. Las heces fueron recolectadas 2 h después de cada alimentación (mañana y tarde) teniendo cuidado de no sifonear alimento no consumido, y colocados vasos de precipitación de 500 mL, seguido se filtró con un tamiz de 200 μ m y se colocaron en placas de Petri para ser secadas en una estufa eléctrica a 60 °C durante 6 h, luego fueron almacenadas en bolsas ziploc a 5 °C en una refrigeradora hasta obtener 10 g de muestra por cada unidad experimental (acuario), cantidad necesaria para realizar el análisis proximal en laboratorio.

2.8.7. Análisis químico

El análisis proximal de la proteína cruda de la dieta y las heces se realizó mediante el método de Kjeldhal utilizando el factor 6,25 descrito por la AOAC (1995), los que se realizaron en el laboratorio COLECBI S.A.C. en Nuevo Chimbote.

2.9. Evaluación de la digestibilidad aparente

Para determinar la digestibilidad aparente de la proteína (DAP) en masa seca, se utilizó el método indirecto del indicador inerte (óxido de cromo), y el cálculo de la DAP en materia seca se realizó mediante 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 estimación del porcentaje de digestibilidad fue realizada sobre la base de la cantidad de heces recolectadas y secadas de cada una de las réplicas durante los 21 días. El óxido de cromo en las heces y alimento fue determinado colorimétricamente según metodología modificada de Fenton & Fenton (1979) y con lecturas en espectrofotómetro a 415 nm.

2.10. Análisis físico y químico del agua en los acuarios

La temperatura en los acuarios fueron medidos diariamente a las 16:00 h con un termómetro Taylor ($\pm 0,1$ °C); el oxígeno disuelto y el pH fueron medidos cada tres días con un oxímetro digital YSI ($\pm 0,01$ L⁻¹) y pH con un pHmetro Hanna ($\pm 0,01$ unid.).

2.11. Análisis estadístico

Los datos de digestibilidad aparente de proteínas de la harina de pescado y de la harina de ensilado de "lorca", se realizaron con el análisis completamente al azar ($p < 0,05$), siendo procesados y analizados con la prueba de T-Student con un nivel de confianza de 95 %, para determinar la significancia de los promedios. Todo ello se realizó utilizando el programa estadístico SPSS 20.0 para Microsoft Windows 8.

III. RESULTADOS

3.1. Análisis químico de las dietas y heces

3.1.1. Proteínas en las dietas y heces

En la Tabla 3 se muestran los valores del análisis de proteínas en el alimento utilizado en el presente estudio.

Tabla 3. Porcentajes de proteínas en el alimento con harina de pescado y harina de ensilado biológico de residuos de “lorna” (ERL) utilizados en *P. brachypomus* “paco”.

PARÁMETRO	DIETAS	
	HARINA DE PESCADO	Ensilado de residuos de “lorna”
Proteínas harina base (%)*	61,19	56,54
Proteínas del alimento (%)	57,21	52,86

* Valores de proteína en masa seca, obtenidos por análisis en laboratorio COLECBI S.A.C. (Anexo 9)

Se observa que el mayor porcentaje de proteínas se encuentra en la dieta a base de harina de pescado con 61,19 %, mientras que el ERL presentó un 56,54 % (Tabla 3).

Tabla 4. Porcentajes de proteínas en las heces de *Piaractus brachypomus* “paco” alimentados a base de harina de pescado y harina de ensilado biológico de residuos de “lorna” (ERL).

Repeticiones	DIETAS	
	HARINA DE PESCADO	Ensilado de residuos de “lorna”
1	15,85	20,21
2	18,95	19,03
3	16,73	22,34
Promedio (%)*	17,18 ±1,60a	20,53 ±1,68a

* Valores de proteína en masa seca, obtenidos por análisis en laboratorio COLECBI S.A.C. (Anexo 9)

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

Del mismo modo, en ambas dietas se evidencia la asimilación de las proteínas dado los menores valores del porcentaje en las heces comparadas con el alimento suministrado (Tabla 4).

3.1.2. Óxido de cromo en las dietas y heces

Los porcentajes de óxido de cromo en las dietas analizadas en el laboratorio de ciencias fueron de 0,98 % y 0,97 % para la harina de pescado y ERL, respectivamente. (Tabla 5)

En la Tabla 5 se muestran los valores del análisis de óxido de cromo en las heces de *P. brachypomus* alimentados con harina de pescado y ERL.

Tabla 5. Porcentajes de óxido de cromo (%) de las heces en los tratamientos a base de harina de pescado y harina de ensilado biológico de residuos de “lorna” (ERL) utilizados en *P. brachypomus* “paco”.

Repeticiones	DIETAS	
	HARINA DE PESCADO	ERL
1	3,41	3,32
2	3,34	3,54
3	3,63	3,21
Promedio (%)	3,46 ±0,15 ^a	3,36 ±0,17 ^a

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

Se observa que las heces, el porcentaje promedio de óxido de cromo es mayor en la dieta a base de harina de pescado ($3,46 \pm 0,15$ %), pero fue significativamente similar ($p > 0,05$) a la obtenida con la dieta con ERL ($3,36 \pm 0,17$ %).

3.2. Digestibilidad aparente de las proteínas (DAP)

Los valores de la digestibilidad aparente de proteínas (DAP) se describen en la siguiente Tabla 6 y Fig. 1.

Tabla 6. Promedio de la digestibilidad aparente de proteínas (DAP) en juveniles de *P. brachypomus* “paco” alimentados con harina de pescado y harina de ERL.

Repeticiones	DIETAS	
	HARINA DE PESCADO	ERL
1	92,04	88,83
2	90,28	90,14
3	92,11	87,23
Promedio (%)	91,48 ± 1,04^a	88,73 ± 1,46^a

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

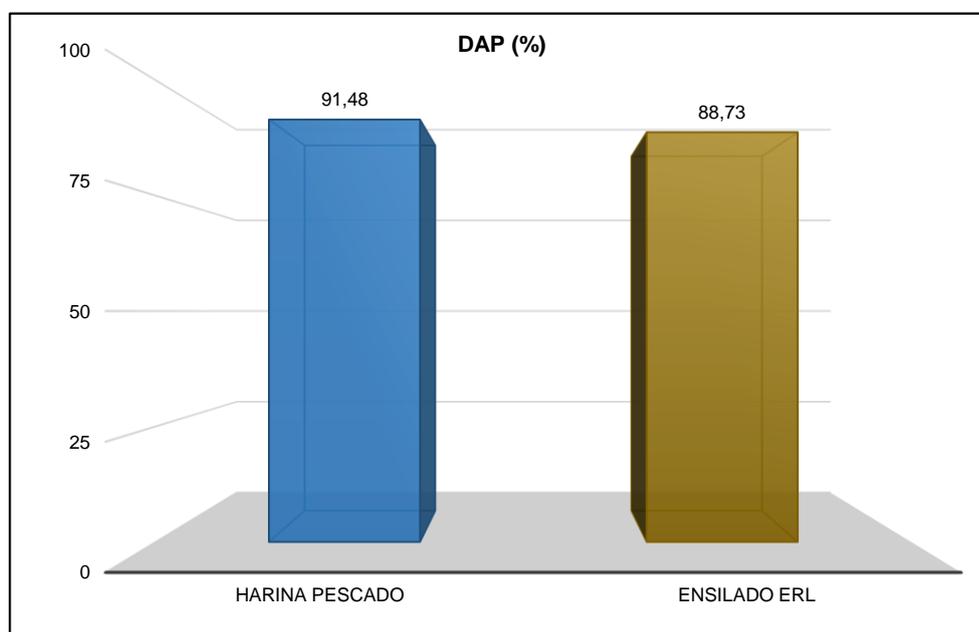


Fig. 1. Porcentajes de digestibilidad aparente de proteínas (DAP) de las dietas en base a harina de pescado y harina de ERL utilizado en juveniles de *P. brachypomus* “paco”.

La digestibilidad aparente de proteínas de la dieta a base de harina de pescado, presentó un valor estadísticamente similar ($p > 0,05$) a la dieta a base de harina de ERL, con porcentajes de 91,48 ($\pm 1,04$) y 88,63 ($\pm 1,46$) %, respectivamente.

Las diferencias en los promedios entre ambas dietas para el DAP (Tabla 6), Fig. 1) difieren en 2,75 %, pero estos valores son estadísticamente similares según la prueba de T-Student ($p > 0,05$).

3.3. Parámetros ambientales en las unidades experimentales

Durante el experimento la calidad del agua fue controlada. No se presentó mortalidad en ninguna de las unidades experimentales durante los 21 días del estudio. Las variaciones de la Temperatura del agua, pH y oxígeno disuelto, se muestran en las siguientes Fig. 2; 3 y 4.

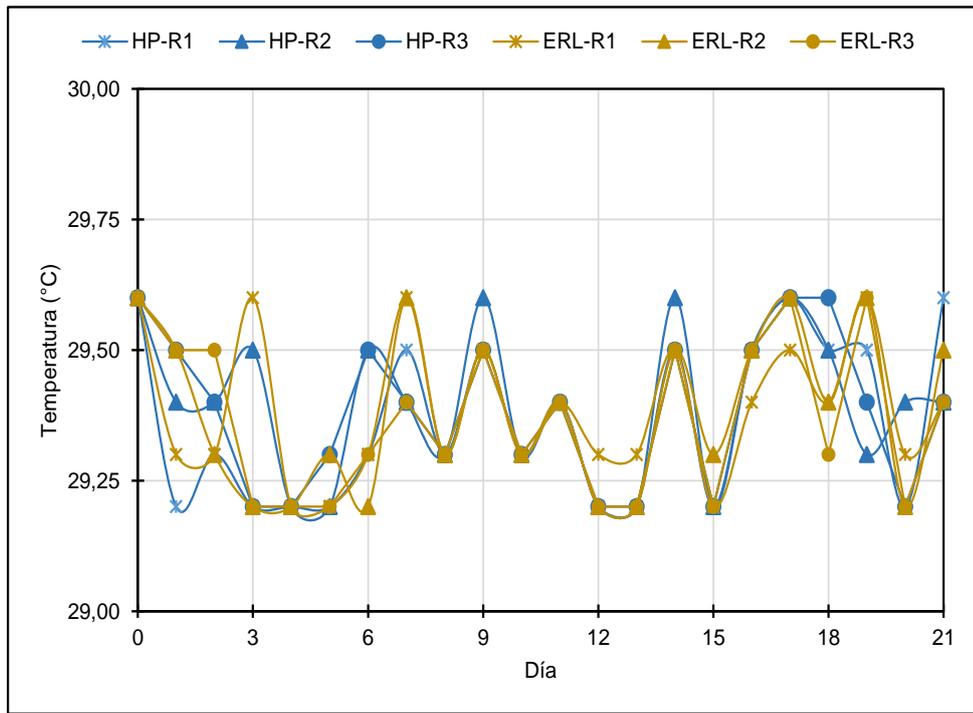


Fig. 2. Variaciones de la temperatura del agua en los acuarios de los tratamientos con juveniles de *P. brachypomus* “paco” alimentados con harina de pescado (HP-R1; HP-R2 y HP-R3) y ERL (ERL-R1; ERL-R2 y ERL-R3).

En la presente figura se puede observar que la temperatura del agua fue de 29,2°C como máximo y 29,6 °C como mínimo; encontrándose dentro del rango óptimo en la cual se desarrolla *P. brachypomus* “paco” según Benites & Venegas (2003).

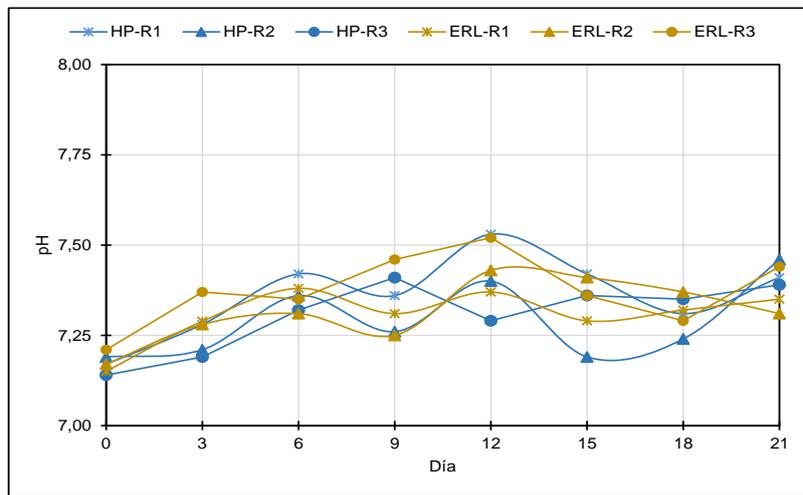


Fig. 3. Variaciones del pH del agua en los acuarios de los tratamientos con juveniles de *P. brachypomus* “paco” alimentados con harina de pescado (HP-R1; HP-R2 y HP-R3) y ERL (ERL-R1; ERL-R2 y ERL-R3).

En la presente figura se puede observar que la variación del pH del agua en los acuarios fue de 7,53 como máximo y 7,14 como mínimo, encontrándose dentro de los valores óptimos, por consiguiente no es un factor que tenga influencia negativa en la obtención de resultados de la presente investigación.

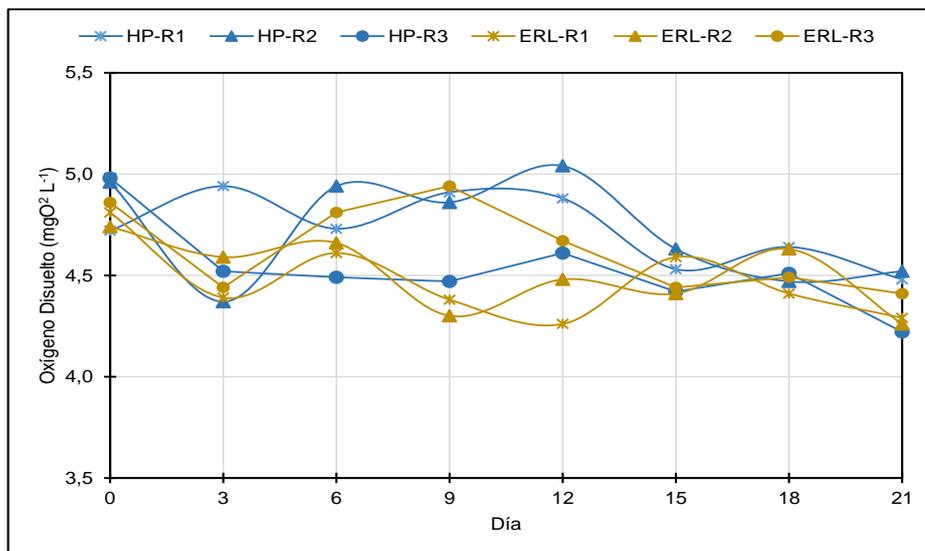


Fig. 4. Variaciones del oxígeno disuelto en los acuarios de los tratamientos con juveniles de *P. brachypomus* “paco” alimentados con harina de pescado (HP-R1; HP-R2 y HP-R3) y ERL (ERL-R1; ERL-R2 y ERL-R3).

Asimismo los valores máximos y mínimos, del oxígeno disuelto fueron de 5,04 y 4,22 mg O₂ L⁻¹ respectivamente, encontrándose dentro del rango óptimo, lo cual permitió el crecimiento óptimo de la especie en estudio; (Anexos 6, 7 y 8).

IV. DISCUSIÓN

Teóricamente la digestibilidad aparente mide la asimilación de un alimento lo que se constituye en un indicador de la calidad de los insumos de una dieta, la misma que depende de la especie en estudio, talla, peso, estado fisiológico, factores ambientales, composición, calidad, cantidad y frecuencia del alimento (Bozinovic, 1993; Calderer, 2001), se puede decir que la digestibilidad es el grado con que el cuerpo puede asimilar el alimento digerido, el no digerido es excretado, y este proceso se expresa como porcentaje de digestibilidad *in vivo*, considerándose un valor superior al 75 % como bueno, y que de acuerdo a Rojas (2004), el alimento que no es digerido es excretado en las heces como material nutritivo que no es asimilable por los peces.

Así, Gaber (1996) y Köprücü & Özdemir (2005), mencionan 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, que para la presente investigación fue *P. brachypomus*, quien según Fernández *et al.* (2004), digiere bien alimentos tanto de origen vegetal como animal, aunque se hace notorio que la digestibilidad aparente, tanto para proteínas y lípidos, es mayor teniendo como ingrediente principal a la harina de pescado (origen animal) que la de *L. mutabilis* “tarwi” (origen vegetal).

El óptimo de proteína requerida por los peces en la dieta está íntimamente relacionado con el balance de energía y proteína, la composición de aminoácidos, la digestibilidad de la misma y la cantidad y calidad de la fuente de energía no proteica. En el presente estudio encontramos que la digestibilidad aparente de proteínas del ERL (88,73 %) fue similar a los alimentados con harina de pescado (91,48 %), debido probablemente a que el alimento en base a harina de ERL presenta un contenido de proteínas (52,86 %) cercano a la harina de pescado (56,54 %), y dada su naturaleza animal, es posible que sea utilizado en su reemplazo; así De la Higuera (1987b) y Steffens (1987), mencionan que en general para todas las especies se debe considerar

que las necesidades de proteína están influenciadas por los factores ambientales y la calidad de los insumos base; aunque el alimento utilizado debe asegurar las cantidades requeridas de aminoácidos esenciales ya que la deficiencia o exceso de los mismos pueden tener efectos negativos en el crecimiento o la sobrevivencia (Moyle & Cech, 2000).

Sobre ello, Vázquez *et al.* (2010), mencionan que la digestibilidad de la energía es alta en los ingredientes de origen animal y menor de 80% en la mayoría de las materia prima vegetales, de igual manera (Manríquez, 2011) señala que las fuentes de proteína de origen animal (harina de pescado, harina de sangre, ensilados) tienen una mayor digestibilidad que la de origen vegetal; por lo que harina de ERL se presenta como un insumo con gran expectativa de utilización que puede sustituir y ser eficiente como la harina de pescado, dado su alto valor de digestibilidad de la proteína (88,73 %), significativamente similar ($p>0,05$) al obtenido con harina de pescado (91,48 %).

La digestibilidad aparente de proteínas en materia seca para la harina de pescado se ha evaluado con diferentes especies, para *Gadus morhua* reportados por Hansen *et al.* (2007) fue de 74 % y 75 %, Masagounder *et al.* (2009) para *Lepomis macrochirus* y *Micropterus salmoides*, 77,6 % y 72,7 % respectivamente, resultados menores a los obtenidos con ERL (88,73 %), y similares al obtenido con harina de pescado en *P. brachypomus* con el 90,1 % (Fernandes *et al.*, 2004), pero además el insumo debe asegurar los niveles óptimos de proteína en la dieta, para la especie en cultivo y a su vez deben contener ciertos tenores de cada nutriente sobre todo de fuentes proteicas que soporten el metabolismo de los organismos cultivados (Akiyama *et al.*, 1991; Allan *et al.*, 2000); más aún que muchas especies de peces tienen requerimientos de proteínas que van desde los 35 a 55 % en su dieta, y que además deben poseer una buena calidad, los que deben asegurar un máximo crecimiento tanto en peso como en longitud (De La Higuera, 1987b), nivel de proteínas presentado en el alimento con ERL (52,86 %) por lo que sería un buen reemplazo de la harina de pescado.

Para estadios juveniles de crecimiento, los peces necesitan alimentos con contenidos proteicos más altos que los peces adultos, dado su pleno desarrollo, siendo condición para la elección de un insumo que pueda suplir en parte o totalmente a la harina de pescado, dado que la proteína es uno de los ingredientes de mayor necesidad metabólica y más aún, el de mayor costo, entonces económicamente debe ser deseable que el contenido en proteínas de la dieta se ajuste a un mínimo que presenten niveles deseables para mantener tasas de crecimiento rentables (Steffens, 1987), condición encontrada con el ERL que dado su digestibilidad de proteínas similar a la harina de pescado, debería suplir los requerimientos proteicos de *P. brachypomus*, lo que se debe confirmar con estudios en estanques a niveles de producción piloto, pero que por nuestra investigación presentamos al ERL como un gran candidato para reemplazar, en parte o totalmente, a un insumo costoso por otro más económico que rinde de manera similar. Es por ello que debemos tener en cuenta lo mencionado por Toledo & Llanes (2002), Abimorad & Carneiro (2004) y Köprücü & Özdemir (2005), que la calidad de la proteína de los ingredientes es el principal factor que influye en el rendimiento y digestibilidad de los insumos que conforman una dieta, y que todo insumo que reemplace la harina de pescado debe tener una calidad de proteína similar, del mismo modo el contenido de energía y la digestibilidad de los ingredientes.

Autores como Wilson & Poe (1985) y Popma (1982), trabajaron en *Ictalurus punctatus* y *Oreochromis aureus* en los que la digestibilidad para la harina de pescado blanco fueron de 88 y 85 %, respectivamente; Gaber (1996), trabajando con “tilapia de nilo” obtuvo una digestibilidad de 87,7, 85,2 y 84,9 % en dietas con el 50, 37,5 y 25 % de harina de pescado; Allan *et al.* (2000), para *Bidyanus bidyanus* “perca plateada” obteniendo una digestibilidad de 86,2 %; Pezzato *et al.* (2002) y Pezzato *et al.*, (2004) encontraron en “tilapia nilótica” un coeficiente digestibilidad aparente de 87,24 % (harina de carne), 73,9 % (harina de pescado), 50,69 % (vísceras de pollo), 51,5 % y 29,12 % (harina de plumas); además, Gutierrez *et al.* (2009), encontraron valores de digestibilidad total y de proteínas para harina de pescado peruana en *Colossoma macropomum* “gamitana” de 88,06 y 87,08 %; Masagounder *et al.* (2009), encontraron en *Lepomis macrochirus* una digestibilidad de 83,4 % con alimento

a base de harina de pescado, y Vásquez-Torres *et al.* (2010), obtuvieron una digestibilidad aparente de 59,4 % en “tilapia roja híbrida”; y comparando dichas digestibilidades con la obtenida en el presente estudio con el ERL (88,73%), sería factible su utilización como insumo para dietas de *P. brachypomus*, dado que esta DAP indican la fácil y rápida adaptación de esta especie a este alimento, más aún con mejores réditos dado su bajo costo de producción sin quitar el beneficio ambiental por la reutilización de residuos que actualmente ingresan al sistema en forma de contaminante por su mala disposición.

Del mismo modo, se han realizado estudios de digestibilidad en peces marinos, como Xiao *et al.* (2006), evaluaron la digestibilidad aparente para *Sparus latus* “yellow fin seabream”, encontrando que para las harinas de pescado obtuvieron valores de digestibilidad aparente desde 82 a 86%; Wu *et al.* (2006), con la misma especie *S. latus*, obtuvieron una baja digestibilidad aparente total con un valor de 54,1 %; del mismo modo, Jamanca & Rodríguez (2013), alimentando con ensilado biológico de vísceras de *A. purpuratus* a alevines de *Girella laevis* “curaca”, encontraron una digestibilidad de la proteína de 71,3 %. Todos estos valores de digestibilidad se encuentran por debajo de los obtenidos en el presente estudio (88,73 %), posiblemente dado la naturaleza del insumo ERL de origen animal de buena calidad proteica, y que según Perea *et al.* (2011), los altos valores de digestibilidad de proteínas se encuentran relacionados posiblemente a la acción de proteasas endógenas presentes en los peces, los que posiblemente encuentren al ERL como un insumo de buena aceptabilidad y digestión para *P. brachypomus*, siendo un indicador de buena calidad de la dieta utilizada, recomendándose su utilización como insumo en la elaboración de dietas balanceadas para esta especie.

Las condiciones de cultivo para los organismos acuáticos deben encontrarse en un determinado rango, para el caso de los peces la temperatura, el pH y el oxígeno disuelto son factores determinantes en el cultivo, así, Benítez & Venegas (2003), mencionan que el rango de temperatura en el cual se desarrolla *Piaractus brachypomus*, está entre 25 °C y 32 °C, obteniéndose el mayor crecimiento entre 25 °C y 30 °C, igualmente las concentraciones de oxígeno disuelto deben mantenerse entre 3 y 6,5 mg O₂ L⁻¹, valores que son

frecuentes de encontrar en aguas cálidas, por lo que es necesario controlar este parámetro, ya que bajas concentraciones pueden causar pérdidas del apetito y retardar el crecimiento, pudiendo llegar hasta la muerte por asfixia, y del mismo modo el pH debe fluctuar entre 6,5 a 9,0, con un óptimo entre 7,5 y 8. En el presente experimento la temperatura estuvo en el rango de 29,2 y 29,6 °C, el oxígeno disuelto entre los 5,04 y 4,22 mg O₂ L⁻¹, y el pH entre 7,53 y 7,14 unidades, encontrándose en el rango mencionado por Benítez & Venegas (2003), por lo que no serían factores que tengan influencia en la obtención de los resultados.

No se registró mortalidad durante el estudio, lo que demuestra la buena la buena adaptación de *P. brachypomus* al alimento (ERL) y también posiblemente a su rusticidad como lo mencionado por Rebaza *et al.* (2002), Chagas & Val (2003) y Chuquipiondo & Galdós (2005).

VI. CONCLUSIONES

- No se encontró diferencias significativas ($P>0,05$) entre la digestibilidad aparente de proteínas en los juveniles de *P. brachypomus* “paco” alimentados con dietas a base de harina de pescado 91,48 % y otra con harina de ERL 88,73 %.
- Las heces de los juveniles de *P. brachypomus* alimentados con harina de ERL presentaron un valor de proteínas de 20,53 %, valor similar ($p>0,05$) al obtenido con los alimentados con harina de pescado con 17,18 %.
- La alta digestibilidad aparente de proteínas de ensilado biológico de residuos de “lorna” hace posible su utilización como insumo potencial para juveniles de *P. brachypomus* “paco” en reemplazo de la harina de pescado.

VI. RECOMENDACIONES

- Evaluar diferentes proporciones del ensilado biológico de residuos de *Sciaena deliciosa* “lorna” como insumo de dietas balanceadas, en el crecimiento de alevines, juveniles y adultos de *P. brachypomus* “paco” en laboratorio.
- Evaluar dietas balanceadas a base de ensilado biológico de residuos de *Sciaena deliciosa* “lorna”, en el factor de conversión, tasa de crecimiento de alevines, juveniles y adultos de *P. brachypomus* “paco” en diferentes sistemas de cultivo como estanques y jaulas.
- Evaluar la factibilidad económica de la utilización del ensilado biológico de residuos *Sciaena deliciosa* “lorna” como insumo de dietas para *P. brachypomus* “paco” cultivados en diferentes sistemas de cultivo como estanques y jaulas.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abimorad, E.G. & D.J. Carneiro. 2004. Métodos de colecta de fezes e determinação dos coeficientes de digestibilidade da fração protéica e da energia dos alimentos para pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg. 1887). *Revista Brasileira de Zootecnia*. 37(5):1101-1109.
- Akiyama, D. 1991. Soybean meal utilization by marine shrimp. Proceedings of the Aquaculture Feed Processing and Nutrition Workshop. Thailand and Indonesia, September 19 -25, 1991. American Soybean Association. Akiyama, D. and R. Tan (eds.). 207-225pp.
- Allan, G.L.; S. Parkinson; M.A. Booth; D.A. Stone; S.J. 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, 1995. Official Methods of Analysis, 16th ed. AOAC, Arlington, VA.USA.
- APROMAR. 2004. La Acuicultura en el mundo. Asociación empresarial de productores de cultivos marinos. España. 9p.
- Benítez, E. & C. Venegas. 2003. Guía para el Cultivo de Cachama. 1ra. edic. Universidad Nacional de Loja. 12-13-22-23pp.
- Berenz, Z. 1996. Ensilado de Residuos de Pescado. XI Curso Internacional de Procesamiento de Productos Pesqueros. Instituto Tecnológico Pesquero del Perú. Callao, Perú. 41p.
- Bozinovic, F. 1993. Fisiología ecológica de la alimentación y digestión en vertebrados: modelos y teorías. *Revista Chilena de Historia Natural*. 66:375-382.

- Cabello, A.; E. Figuera; M. Ramos.; L. Villegas. 1995. Nuevos Productos Pesqueros en la Dieta del Venezolano. FONAIAP. Divulga. 49. Año 12. Julio Septiembre. 19-23pp.
- Calderer, A.R. 2001. Influencia de la temperatura y la salinidad sobre el crecimiento y consumo de oxígeno de la dorada, (*Sparus aurata* L.). Departament de Biologia Animal. Universidad de Barcelona. Barcelona, España. 64p.
- Cerdá, J. M.; L. Pérez; L. Zaragoza & J. Fernández. 1998. Crecimiento de tilapias (*Oreochromis niloticus*, L.) con piensos extrusionados de diferente nivel proteico. Departamento de Ciencia Animal. Universidad Politécnica. Valencia, España. *Archivo Zootecnia*. 47:11-20.
- Chagas, E.C. & A.L. Val. 2003. Efeito da vitamina C no ganho de peso e em parâmetros hematológicos de tambaqui. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 38(3):397-402.
- Chuquipiondo, J.M. & R.A. Galdos. 2005. Influencia de la harina de plátano, *Musa paradisiaca* L. en el crecimiento de alevinos de gamitana *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818). Tesis para optar el Título de Biólogo. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 78p.
- Cruz, C. & J. Morán. 2012. Efecto de tres niveles de inclusión de torta de Glicine maz "soya" en dietas, n la digestibilidad aparente de la proteína en juveniles de *Paralichthys adspersus* (pisces: pleuronectiformes). Tesis para opta el Titulo de Biologo Acuicultor. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional del Santa. Nuevo Chimbote, Peru. 35p.
- 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. 1987a. Diseño y métodos experimentales de evaluación de dietas. *En: Espinosa de los M. J. y U. Labarta (eds.). Nutrición en Acuicultura II. Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica (CAICYT). Plan de Formación de Técnicos Superiores en Acuicultura. Madrid, España. 291-318pp.*
- De La Higuera, M. 1987b. Requerimientos de proteína y aminoácidos en peces. *En: Espinosa de los M. J. y U. Labarta (eds.). Nutrición en Acuicultura II. Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica (CAICYT). Plan de Formación de Técnicos Superiores en Acuicultura. Madrid, España. 53-98pp.*
- 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.
- Esper, A.; C. Hayashi & C. Martins. 2002. Farinha de Vísceras de Aves em Rações para Alevinos de Tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.). *Revista Brasileira de Zootecnia*. 31(2):812-822.
- FAO. 2014. 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. 274p.
- Fernandez, 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.
- Fenton, T.W. & Fenton, M., 1979. An improvement procedure for determination of chromic oxide in feed and feces. *Can. J. Anim. Sci.* 59, 631-634.

- 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.
- Glencross, B.D.; M. Booth & G.L. Allan. 2007. A feed is only as good as its ingredients – a review of ingredient evaluation strategies for aquaculture feeds. *Aquaculture Nutrition*. 13:17-34.
- Gómez, F. 2002. Transportation of tambaqui juveniles (*Colossoma macropomum*) in Amazon. *World Aquaculture*. 33:51-53.
- González, J. & B. Heredia. 1998. *El Cultivo de la Cachama*. 2da. edic. Edit. Maracay. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Centro de Investigaciones del Estado Guárico. Venezuela. 134 p.
- González, R.; O. Romero; J. Ponce & M. Valdiviá. 2009. Utilización de la harina de lenteja de agua en dietas para tilapia. Universidad Autónoma de Nayarit y Centro de Investigaciones Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México. 14-18pp.
- Gutierrez, F.; Zaldivar, J. & G. Contreras. 2009. Coeficiente de digestibilidad aparente de harina de pescado peruana y maíz amarillo duro para *Colossoma macropomun* (Actinopterygil, Characidae). *Revista Peruana de Biología*. 15:111-115.
- HALVER, J.E.; HARDY, R.W. Fish nutrition. 3. Edic. Washington: Academic Press, 2002. Pg. 755-769
- Hardy, R. & T. Masumoto. 1991. Specifications for marine by-products for aquaculture. *Proceedings of the Aquaculture Feed Processing and Nutrition Workshop*. Thailand and Indonesia 19-25 sep. 1991. American Soybean Asso., Singapore. 109-115pp.

- Jamanca, L. & S. Rodríguez. 2013. Digestibilidad aparente del contenido de proteínas y lípidos del ensilado biológico de vísceras de *Argopecten purpuratus* “concha de abanico” en alevines de *Girella laevis* “curaca. Tesis para optar el Título de Biólogo Acuicultor. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional del Santa. Nuevo Chimbote, Perú. 32p.
- Köprücü, K. & Y. Özdemir. 2005. Apparent digestibility of selected feed ingredients for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*. 250: 308-316.
- Lima, E. 2007. Avaliação do farelo de coco e do farelo do resíduo de goiaba na alimentação de tilápia-do-nylo. (Tesis de maestría en zootecnia). Brasil. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 71p.
- Llanes J.; J. Toledo & J. Lazo. 2006. Tecnología de producción de alimento semi-húmedo a base de ensilados de residuos pesqueros en la alimentación de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*). *Revista AquaTIC*. (25):16-21.
- Llanes, J.; J. Toledo; L. Savón & O. Gutiérrez. 2012. Utilización de silos pesqueros en la formulación de dietas semi-húmedas para tilapias rojas (*Oreochromis niloticus* x *O. mossambicus*). *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 46(1):67-72.
- Masagounder, K.; J. Firman; R. Hayward; S. Sun & P. Brown. 2009. Apparent digestibilities of common feed stuffs for bluegill *Lepomis 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.
- Manríquez, J. 2011. La Digestibilidad como criterio de evaluación de alimentos - su aplicación en peces y en la conservación del medio ambiente. Fundación Chile FAO, 2011
- Moyle, P. B. & J. J. Cech Jr. 2000. Fishes. An Introduction to Ichthyology. Fourth Edition. Prentice Hall, Inc. USA. 612p.
- 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.; E.C. De Miranda; M.M. Barros, L. Pinto; W.M. Furuya & A.C. Pezzato. 2002. Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilapia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*. 31:1595-1604.
- Pezzato, L.E.; E.C. De Miranda; M.M. Barros; M. Furuya & L. Quintero. 2004. Digestibilidade aparente da matéria 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.
- Popma, T.J. 1982. Digestibility of selected feedstuffs and naturally occurring algae by tilapia. Ph.D. Dissertation. Auburn University, Auburn, AL. 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: 16 de setiembre del 2013.
- 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.
- 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. Programa de Doctorado en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú. 72p.
- Steffens, W. 1987. Principios fundamentales de la alimentación de los peces. Ed. Acribia. España. 275p.
- Steel, R. y J. Torrie. (1988). Bioestadística: principios y procedimientos. 2.^a edición. México: McGrawHill.
- Sudaryono, A.; E. Tsvetnenko & L. Evans. 1996. Digestibility studies on fisheries by-product based diets for *Penaeus monodon*. *Aquaculture*. 143:331-340.
- Toledo, J. & J. Llanes. 2002. Manual práctico para nutrición y alimentación de peces. Documento manuscrito. Centro de Preparación Acuícola Mampostón. Habana, Cuba. 58p.

- Toledo, J.; A. Botello & J. Llanes. 2007. Evaluación del ensilado químico de pescado en la alimentación de *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). *Revista electrónica de Veterinaria*. 8(9):1-6.
- Vásquez, E. & E. Morales. 2011. Digestibilidad aparente de la harina de Ulva lactuca “ulva” y Glycine max “soya” en *Girella laevis* (pisces: Kyphosidae) “curaca”. Tesis para optar el Título de Biólogo Acuicultor. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional del Santa. Nuevo Chimbote, Peru. 26p.
- Vásquez-Torres, W.; M.I. Yossa; G. Hernández & M.C. 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.* 23:207-216.
- Vidotti, R. M., Carneiro, D. and Macedo-Viegas, E. (2002). Acid and fermented silage characterization and determination of apparent digestibility coefficient of crude protein for pacu *Piaractus mesopotamicus*. *Journal of the World Aquaculture Society* 33(1), 57-62
- Wicki, G.; S. Panne; M. Álvarez & L. Romano. 2007. Tecnologías de ensilados desarrolladas en la Argentina. In Wicki, G., Dapello, G. Álvarez, M. (eds). Desarrollo y utilización de ensilado ácido como componente de alimento para peces. Secretaria de Agricultura, Pesca y Alimentos (Serie Pesca y Acuicultura: estudios e investigaciones aplicadas). 19-30pp.
- 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.

- 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.
- 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.
- Zhoug, Q.C.; B.P. Tan; K.S. Mai & J. Liu. 2004. Apparent digestibility of selected feed ingredients for juvenile cobia *Rachycentron canadum*. *Aquaculture*. 241:441-451.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Test de Kolmogorov-Smirnov aplicado al peso (g) y longitud total (cm) de los juveniles de *P. brachypomus* “paco”.

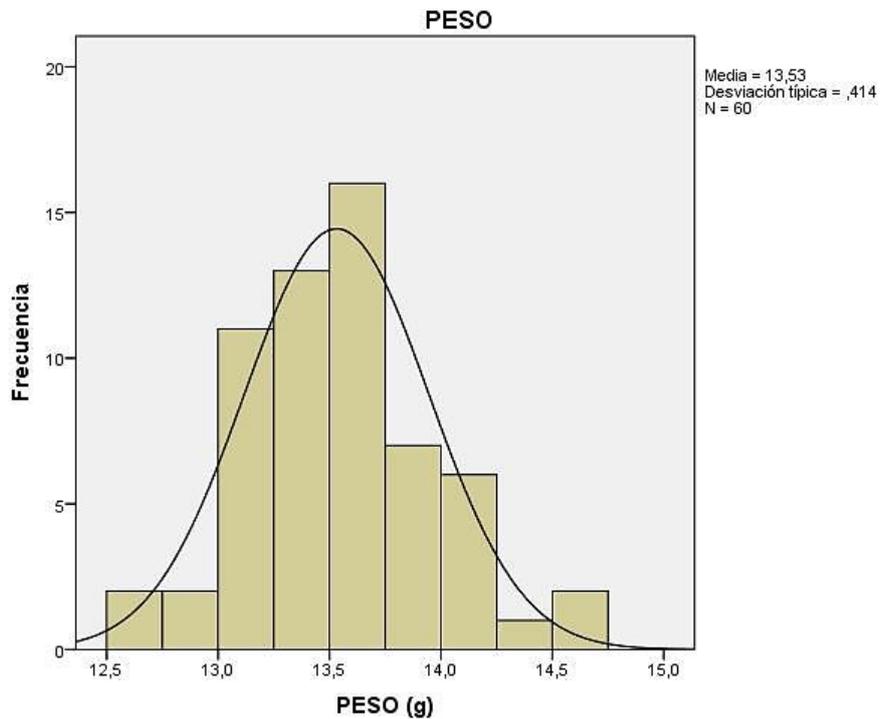
Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		PESO	TALLA
N		60	60
Parámetros normales ^{a,b}	Media	13,532	8,890
	Desviación típica	,4144	,3606
Diferencias más extremas	Absoluta	,091	,144
	Positiva	,091	,144
	Negativa	-,062	-,136
Z de Kolmogorov-Smirnov		,707	1,112
Sig. asintót. (bilateral)		,699	,168

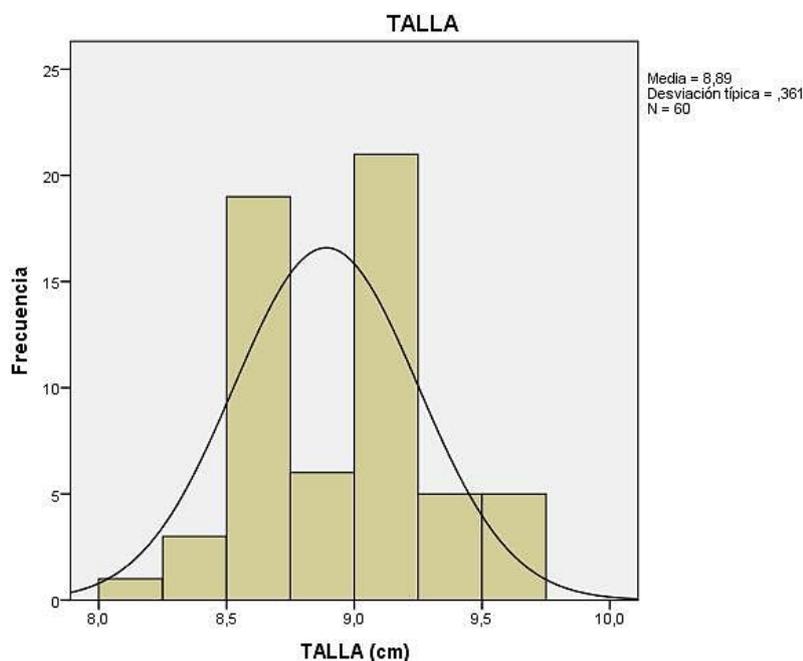
a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Anexo 2. Histogramas de frecuencias y curva normal del peso (g) de los juveniles de *P. brachypomus* “paco”.



Anexo 3. Histogramas de frecuencias y curva normal de la talla en (cm) de los juveniles de *P. brachypomus* “paco”.



Anexo 4. Peso (g) individual, mínimo, máximo, promedio, desviación estándar (D.E.) y coeficiente de variación (C.V., %) de los juveniles de *P. brachypomus* “paco” alimentados con dietas a base de harina de pescado y ERL.

N°	DIETAS					
	HARINA PESCADO			ERL		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
1	13,4	13,3	13,0	13,2	14,0	13,5
2	13,3	13,2	14,1	13,8	13,4	13,9
3	13,2	13,1	13,6	13,7	13,3	13,6
4	13,6	12,9	14,1	13,9	13,5	13,4
5	13,4	14,3	13,1	13,7	13,8	13,2
6	13,7	14,6	13,0	13,6	13,4	13,7
7	13,8	14,6	13,5	14,1	14,0	13,3
8	13,7	12,8	13,1	13,8	13,7	13,5
9	13,2	12,7	14,2	13,7	13,4	13,4
10	13,2	12,7	13,3	13,6	13,3	13,8
MÍNIMO	13,2	12,7	13,0	13,2	13,3	13,2
MÁXIMO	13,8	14,6	14,2	14,1	14,0	13,9
PROMEDIO	13,5	13,4	13,5	13,7	13,6	13,5
D.E.	0,23	0,78	0,48	0,23	0,27	0,22
C.V.	1,73	5,78	3,56	1,70	2,02	1,64

Anexo 5. Longitud total (cm) individual, mínimo, máximo, promedio, desviación estándar (D.E.) y coeficiente de variación (C.V., %) de los juveniles de *P. brachypomus* “paco” alimentados con dietas a base de harina de pescado y ERL.

N°	DIETAS					
	HARINA PESCADO			ERL		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
1	8,7	8,5	8,3	8,5	9,5	9,4
2	8,4	8,6	9,0	9,2	8,9	9,0
3	8,5	9,0	8,5	8,8	9,1	8,9
4	8,2	8,5	9,2	8,5	8,5	8,8
5	8,5	9,0	8,5	8,9	9,0	8,5
6	9,1	9,3	9,3	8,7	8,8	9,3
7	9,0	9,0	9,0	9,2	9,5	9,1
8	9,2	8,5	8,6	9,1	9,0	9,6
9	8,3	9,0	9,5	9,0	9,6	9,1
10	8,5	9,4	8,6	8,5	8,7	9,0
MÍNIMO	8,2	8,5	8,3	8,5	8,5	8,5
MÁXIMO	9,2	9,4	9,5	9,2	9,6	9,6
PROMEDIO	8,6	8,9	8,9	8,8	9,1	9,1
D.E.	0,35	0,34	0,40	0,28	0,37	0,31
C.V.	4,02	3,78	4,56	3,21	4,07	3,45

Anexo 6. Temperatura del agua (°C) por día, mínimo, máximo y promedio total, en los acuarios utilizados en el experimento con juveniles de *P. brachypomus* “paco” alimentados con dietas a base de harina de pescado y ERL.

DÍA	DIETAS					
	HARINA PESCADO			ENSILADO ERL		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
0	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6
1	29,2	29,4	29,5	29,3	29,5	29,5
2	29,3	29,4	29,4	29,3	29,3	29,5
3	29,2	29,5	29,2	29,6	29,2	29,2
4	29,2	29,2	29,2	29,2	29,2	29,2
5	29,2	29,2	29,3	29,2	29,3	29,2
6	29,3	29,5	29,5	29,3	29,2	29,3
7	29,5	29,4	29,4	29,6	29,6	29,4
8	29,3	29,3	29,3	29,3	29,3	29,3
9	29,5	29,6	29,5	29,5	29,5	29,5
10	29,3	29,3	29,3	29,3	29,3	29,3
11	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4
12	29,2	29,2	29,2	29,3	29,2	29,2
13	29,2	29,2	29,2	29,3	29,2	29,2
14	29,5	29,6	29,5	29,5	29,5	29,5
15	29,2	29,2	29,2	29,2	29,3	29,2
16	29,5	29,5	29,5	29,4	29,5	29,5
17	29,6	29,6	29,6	29,5	29,6	29,6
18	29,5	29,5	29,6	29,4	29,4	29,3
19	29,5	29,3	29,4	29,6	29,6	29,6
20	29,2	29,4	29,2	29,3	29,2	29,2
21	29,6	29,4	29,4	29,4	29,5	29,4
MÍNIMO	29,2	29,2	29,2	29,2	29,2	29,2
MÁXIMO	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6
PROMEDIO	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4

Anexo 7. Oxígeno disuelto (mg O₂ L⁻¹) por día, mínimo, máximo y promedio total, en los acuarios utilizados en el experimento con juveniles de *P. brachypomus* “paco” alimentados con dietas a base de harina de pescado y ERL.

DÍA	DIETAS					
	HARINA PESCADO			ENSILADO ERL		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
0	4,72	4,96	4,98	4,81	4,74	4,86
3	4,94	4,37	4,52	4,39	4,59	4,44
6	4,73	4,94	4,49	4,61	4,66	4,81
9	4,91	4,86	4,47	4,38	4,30	4,94
12	4,88	5,04	4,61	4,26	4,48	4,67
15	4,53	4,63	4,42	4,59	4,41	4,44
18	4,64	4,47	4,51	4,41	4,63	4,49
21	4,48	4,52	4,22	4,29	4,26	4,41
MÍNIMO	4,48	4,37	4,22	4,26	4,26	4,41
MÁXIMO	4,94	5,04	4,98	4,81	4,74	4,94
PROMEDIO	4,73	4,72	4,53	4,47	4,51	4,63

Anexo 8. pH (unid.) por día, mínimo, máximo y promedio total, en los acuarios utilizados en el experimento con juveniles de *P. brachypomus* “paco” alimentados con dietas a base de harina de pescado y ERL.

DÍA	DIETAS					
	HARINA PESCADO			ENSILADO ERL		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
0	7,17	7,19	7,14	7,15	7,17	7,21
3	7,28	7,21	7,19	7,29	7,28	7,37
6	7,42	7,36	7,32	7,38	7,31	7,35
9	7,36	7,26	7,41	7,31	7,25	7,46
12	7,53	7,40	7,29	7,37	7,43	7,52
15	7,42	7,19	7,36	7,29	7,41	7,36
18	7,31	7,24	7,35	7,32	7,37	7,29
21	7,41	7,46	7,39	7,35	7,31	7,44
MÍNIMO	7,17	7,19	7,14	7,15	7,17	7,21
MÁXIMO	7,53	7,46	7,41	7,38	7,43	7,52
PROMEDIO	7,36	7,29	7,31	7,31	7,32	7,38

Anexo 9. Diferencia de los costos de dietas a base de ensilado de pescado y dietas a base de harina de pescado.

PREPARACIÓN DEL ALIMENTO CON ENSILADO DE PESCADO	
ENSILADO DE PESCADO (94,5 %) g	945
ACEITE DE PESCADO (5 %) g	50
PREMIX (0,5 %) g	5
TOTAL (100 %)	1 Kg

PREPARACIÓN DEL ALIMENTO CON HARINA DE PESCADO	
HARINA DE PESCADO (94,5 %) g	945
ACEITE DE PESCADO (5 %) mL	50
PREMIX (0,5 %) g	5
TOTAL (100 %)	1 Kg

ENSILADO DE PESCADO	SOLES (50 kg)	SOLES (1kg)
RESIDUOS DE PESCADO 50Kg	25.00	0.50
YOGUR PARA 50 kg	8.70	0.17
MELAZA PARA 50 kg	5.00	0.10
PREMIX	10.00	0.20
ACEITE PESCADO	12.50	0.25
MANO DE OBRA (2 DÍA)	37.50	0.75
ALQUILER DE EQUIPO ESTUFA/6 H	30.00	0.60
PREPARACIÓN DEL ENSILADO PARA 50 kg	50.00	1.00
COSTO ALIMENTO POR KG	178.70	3.57

HARINA DE PESCADO	SOLES (50 kg)	SOLES (1kg)
HARINA PESCADO 50 kg	300.00	6.00
ACEITE PESCADO PARA 50 kg	12.50	0.25
PREMIX	10.00	0.20
MANO DE OBRA (2 DÍA)	37.50	0.75
ALQUILER DE EQUIPO ESTUFA/6 H	30.00	0.60
PREPARACION DE LA HARINA DE PESCADO PARA 50 KG	70.00	1.40
COSTO ALIMENTO POR KG	460.00	9.20