

# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

## FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA EN ACUICULTURA

---



Digestibilidad aparente de la proteína de la harina del ensilado biológico de *Lepidium meyenii walp* “maca” en juveniles de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilotica”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE BIÓLOGO ACUICULTOR

**Autores:**

Bach. Purisaca Quispe, Isabel Cristina

Bach. Vega Izaguirre, Rosa Maloy

**Asesor**

Dr. Guillermo Saldaña Rojas

**Nuevo Chimbote - Perú 2015**

# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

## FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA EN ACUICULTURA

---



Digestibilidad aparente de la proteína de la harina del ensilado biológico de *Lepidium meyenii walp* “maca” en juveniles de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilotica”

REVISADO Y APROBADO POR EL ASESOR DE TESIS

---

Dr. Guillermo Saldaña Rojas

Nuevo Chimbote - Perú 2015

# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

## FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA EN ACUICULTURA

---



Digestibilidad aparente de la proteína de la harina del ensilado biológico de *Lepidium meyenii walp* “maca” en juveniles de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilotica”

Tesis para Optar el Título de Biólogo Acuicultor

**JURADO EVALUADOR**

---

Dr. Luis Campoverde Vigo

PRESIDENTE

---

Dr. Guillermo Saldaña Rojas

INTEGRANTE

---

Blgo. Acui. Juan Carhuapoma Garay

INTEGRANTE

Nuevo Chimbote - Perú 2015

## DEDICATORIA

*A Dios por darme el temple necesario para asumir la responsabilidad de culminar este gran reto, a ti papito Melchor que desde el cielo haz sido mi luz y fuerza en este trayecto, también a mi madre, a mis queridas tías, mis sobrinos, a mi amiga Annethe por su amistad y confianza y en especial a Ray por creer en mí, por su ímpetu de convencerme para seguir adelante y su sincero cariño, les dedicó este logro con mucho respeto y cariño.*

**Isabel Cristina.**

*Dedico mi triunfo a Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, a mis hijos José y Joselyn porque ellos tuvieron que soportar largas horas sin la compañía de su madre, a mis padres Miguel Vega y Rosa Izaguirre por concederme la vida, confianza y buenos ejemplos, a mis hermanos por ser parte importante en mi existencia y brindarme su apoyo durante el tiempo de estudios, a mis amigos por su apoyo moral y espiritual, que de una u otra forma estuvieron a mi lado apoyándome y así lograr alcanzar mi meta.*

**Rosa.**

## **AGRADECIMIENTOS**

A nuestro Asesor de Tesis, Dr. Guillermo Saldaña Rojas por su aporte y apoyo en la realización de esta tesis, Dios lo bendiga siempre.

También a los profesores que durante toda nuestra carrera profesional han aportado con nuestra formación, por sus consejos, sus enseñanzas y su amistad.

Y nuestro más grande agradecimiento a nuestros amigos y compañeros de carpeta Darwin Velásquez Dávalos y Annethe Melissa Obando Robles por sus amistades y apoyos incondicionales en el transcurso de nuestra carrera universitaria, por compartir momentos de alegría, tristeza y demostrarnos que siempre podremos contar con ellos.

***Los Autores.***

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS .....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	vi
ANEXOS .....	viii
INDICE DE TRABLAS.....	ix
INDICE DE FIGURAS .....	x
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT .....	xii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
Objetivo General .....	5
Objetivos Específicos .....	5
II. MATERIALES Y MÉTODOS .....	6
2.1. Material.....	6
2.1.1. Localizacion del proyecto .....	6
2.1.2. Poblacion.....	6
2.1.3. Muestra.....	6
2.1.4. Unidad de análisis .....	6
2.2. Métodos .....	7
2.2.1. Tipo de estudio.....	7
2.2.2. Diseño de investigación.....	7
2.3. Procedimiento .....	8
2.3.1. Transporte de juveniles de <i>O. niloticus</i> .....	8
2.3.2. Unidades de experimentación .....	8
2.3.3. Dietas para juveniles de <i>O. niloticus</i> .....	9
2.3.4. Preparacion de la dieta control.....	9
2.3.4.1. Procedimiento .....	9
2.3.5. Preparación de la dieta experimental .....	10
2.3.5.1. Preparación del ensilado biológico de <i>Lepidium meyenii walp</i> .....	10
2.3.5.2. Procedimiento .....	10
2.3.5.3. Costo de la dieta .....	11
2.3.5.4. Análisis físico y químico .....	12
2.4. Descripción y acondicionamiento .....	12

2.5. Técnicas de alimentación y recolección de heces .....	12
2.5.1. Técnicas de alimentación y recolección de heces .....	12
2.5.2. Recolección de heces .....	13
2.5.3. Limpieza y recambio de agua .....	13
2.6. Evaluación de la digestibilidad aparente .....	13
2.7. Análisis físico químico del agua en los acuarios .....	14
2.8. Análisis estadísticos .....	14
III. RESULTADOS .....	15
3.1. Porcentaje de proteínas en las dietas experimentales .....	15
3.2. Porcentaje de óxido de cromo en heces .....	17
3.3. Coeficientes de digestibilidad aparente .....	18
3.4. Digestibilidad aparente .....	19
3.5. Producción de heces diarias .....	20
3.6. Parámetros ambientales en las unidades experimentales .....	21
IV. DISCUSIÓN .....	22
V. CONCLUSIONES .....	24
VI. RECOMENDACIONES .....	25
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	26
IX. ANEXOS .....	30

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Estadísticos descriptivos de talla y peso iniciales en <i>Oreochromis niloticus</i> “tilapia nilotica”.....	30
Anexo 2. Prueba de normalidad de talla y peso <i>Oreochromis niloticus</i> “tilapia nilotica”.....	30
Anexo 3. Histogramas de frecuencias y curva normal de peso (g) y talla (cm) de los organismos <i>Oreochromis niloticus</i> “tilapia nilotica” prueba de Kolomgomorv Sminrnov .....	31
Anexo 4. Estadísticos descriptivos de coeficiente de digestibilidad aparente CDA y producción de heces en los tratamientos a base de harina de <i>Lepidium meyenii walp</i> “maca” y ensilado biológico de <i>Lepidium meyenii walp</i> “maca” en <i>Oreochromis niloticus</i> “tilapia nilotica”.....	32
Anexo 5. Prueba para determinar las diferencias entre los tratamientos – prueba t Student de muestras independientes con $\alpha=0,05$ , analizados con el software SPSS19 .....	33
Anexo 6. Prueba de correlación bivalente para el coeficiente de digestibilidad aparente CDA y la producción de heces .....	34
Anexo 7. Temperatura del agua y promedio ( $\text{mg l}^{-1}$ ) en los acuarios utilizados en el experimento <i>O. niloticus</i> “tilapia nilotica”.....	35
Anexo 8. Oxígeno disuelto del agua y promedio ( $\text{mg l}^{-1}$ ) en los acuarios utilizados en el experimento <i>O. niloticus</i> “tilapia nilotia”.....	36
Anexo 9. pH del agua y promedio (unid) en los acuarios utilizados en el experimento <i>O. niloticus</i> “tilapia nilotica”.....	36



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Diseño experimental de las dietas empleadas para alimentar a juveniles de <i>O. niloticus</i> “tilapia nilotica” .....	7
Tabla 2. Proporción de insumos para la preparación de los tratamientos (alimentos a base de harina y ensilado biológico de <i>Lepidium meyenii walp</i> “maca”).....	9
Tabla 3. Porcentajes de proteína inicial (%) en el alimento a base de harina de maca (control) y ensilado biológico de harina de maca utilizados en la alimentación de <i>O. niloticus</i> “tilapia nilotica”.....	15
Tabla 4. Porcentajes de proteínas (%) en las heces de juveniles <i>O. niloticus</i> “tilapia nilotica” .....	16
Tabla 5. Porcentaje de óxido de cromo Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%) en heces en <i>O. niloticus</i> “tilapia nilotica”.....	17
Tabla 6. Coeficiente de digestibilidad aparente (CDA) en juveniles de <i>O. niloticus</i> “tilapia nilotica” .....	18

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig 1. Coeficiente de digestibilidad aparente de la proteína de la harina de maca y ensilado de la misma en juveniles de *O. niloticus*. ..... 33

Fig. 2. Producción de heces diarias en *O. niloticus* alimentados respectivamente con harina de maca y ensilado de harina de maca. .... 34

## RESUMEN

En el presente estudio se evaluó el coeficiente de digestibilidad aparente de la proteína del ensilado biológico de la harina de *Lepidium meyenii walp* “maca” en juveniles de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilotica”. El estudio se llevó a cabo en la Universidad Nacional del Santa Facultad de Ciencias Escuela Académica Profesional de Biología en Acuicultura por un periodo de 21 días. Se utilizaron dos tratamientos cada uno con sus tres repeticiones. Los resultados obtenidos mostraron diferencias significativas, obteniendo en el tratamiento experimental ensilado biológico de harina de maca un coeficiente de digestibilidad aparente de 40.99% en comparación del tratamiento control harina de maca 22.32% por lo tanto se concluye que la harina de maca ensilada se presenta como una alternativa para la elaboración de alimento en juveniles de *Oreochromis niloticus*.

**Palabras Clave:** *Lepidium meyenii walp*, maca, *Oreochromis niloticus*, tilapia ensilado, digestibilidad, proteínas.

## ABSTRACT

In the present study the coefficient of protein's apparent digestibility of the biological silage of the *Lepidium meyenii walp* "maca" flour in juvenile of *Oreochromis niloticus* "Tilapia nilotica" was evaluated. The study was carried out at the National University of Santa, Faculty of Science, Academic Professional School of Biology in Aquaculture for a period of 21 days. Two treatments were used each with three replications. The results showed significant differences, obtaining in the experimental treatment of biological silage of maca's flour a coefficient of apparent digestibility of 40.99% compared to the control treatment of maca's flour of 22.32%. Therefore it is concluded that the flour ensiled maca is presented as an alternative for the production of food in juvenile *Oreochromis niloticus*.

**Keywords:** *Lepidium meyenii walp*, maca, *Oreochromis niloticus*, silage tilapia, digestibility, protein.

## I. INTRODUCCIÓN

En piscicultura la alimentación juega un rol fundamental, en especial la calidad de las proteínas y el perfil de aminoácidos que garantizan su eficiente utilización por parte de la biomasa en cultivo. La harina de pescado es altamente requerida en la alimentación piscícola como ingrediente de fácil digestión y eficiente transformación en proteína estructural. Sin embargo, tal como prevenía Hardy (1999) la oferta de harina de pescado para la industria pecuaria que era de 6.5 millones de TM, difícilmente crecería en los próximos años, debido a problemas de contaminación ambiental, fenómenos naturales y la sobreexplotación pesquera que hacen que este recurso marino sea finito.

Es por ello que el uso del ensilado en la elaboración de dietas cada vez tiene más importancia debido a que es un alimento proteico, de apreciable digestibilidad y de fácil preservación. Es un producto líquido pastoso obtenido a partir de la acción de las enzimas sobre el pescado entero, partes o residuos y es comúnmente usado como componente de raciones alimenticias para animales (Balsinde *et al*, 2003); puede ser producido a partir de todo tipo de pescado de bajo valor comercial y de los subproductos agrícolas y pecuarios; siendo utilizados casi exclusivamente para la alimentación animal (Rustad, 2003). Uno de los grandes retos de la acuicultura es la formulación de dietas a base de ingredientes de bajo costo, disponibles y altamente asimilables por los organismos para reducir los costos de producción. Del mismo modo la calidad del alimento estará determinada por los ingredientes y la aceptabilidad para poder fabricar un alimento rico en nutrientes (Campabadal 1996).

La maca (*Lepidium meyenii* Chacón o *Lepidium meyenii* walp), es originaria de los andes centrales del Perú y se cultiva en regiones con altitudes excepcionales que comprenden desde los 3800 a los 4800m, en condiciones ambientales extremas, asimismo su raíz tuberosa es la parte comestible y varía considerablemente de planta a planta en cuanto a su tamaño y color, pudiéndose encontrar raíces hasta de 6,5 cm de diámetro y 9 cm de largo. Se conocen diversas variedades de raíz de maca: blanca, amarilla, roja y negra (Castaño,

2008). En cuanto a sus composición nutricional Salcines (2009), anota que en la composición de la maca, los aminoácidos forman parte principal de su estructura, siendo el más abundante el ácido glutámico (156.5%), seguido por la arginina (99.4%), asimismo tiene un 60% carbohidratos, vitaminas (B1, B2, B6, B12, ácido ascórbico) y minerales (calcio, hierro, sodio, potasio, fósforo), confirmando lo investigado por Castaño (2008), quien precisa el valor nutricional de la maca comparado con otros alimentos de consumo cotidiano y resalta el interés por el cual es ampliamente utilizado como suplemento alimenticio, así como también Chura (2001) acota que el uso de la harina de maca en la dieta para trucha arco iris acelera el tiempo de la maduración gonadal por ser está un estimulante neuro – hipotalámico, porque actúa directamente en la producción de hormonas FSH y LH.

Vergara (2009) acota que los mayores centros de producción de harina de maca se encuentran en los departamentos de Cerro de Pasco (Meseta Bombón), Junín (Pampa de Junín), Puno (Huancané y Desaguadero) y también Ancash. La exportación de harina de maca en el 2009 fue de 243,266 toneladas con un valor próximo de US\$ 1,8 millones de dólares, teniendo a Estados Unidos y Japón como los principales destinos.

Las bondades nutricionales que posee la “maca” hacen de ella una especie potencial que puede ser utilizada como insumo en dietas para peces. Por otro lado para poder incorporar un insumo en una dieta para animales acuáticos se debe de hacer un estudio de digestibilidad, y de acuerdo con Allan *et al.* (2000), la determinación de la digestibilidad es el primer paso en la evaluación de un alimento. La digestibilidad se define como la capacidad de un determinado principio inmediato de ser realmente asimilado por un animal (Hepher, 1993).

Se considera dos tipos de digestibilidad: la digestibilidad aparente que es la diferencia entre el alimento ingerido y el excretado y la digestibilidad verdadera que es la diferencia entre el alimento ingerido y el excretado excluyendo los desechos metabólicos.

Se han realizado investigaciones para determinar digestibilidad aparente en tilapia con diversos insumos tales como harina de *Lupinus albus* “chocho” entre ellos, (Köprücü *et al.* 2004; Moraes *et al.* 2006; Hisano *et al.* 2008; Loricó-Querijero *et al.* 1989; Pezzato *et al.* 2002) y en otras especies como *Oncorhynchus mykiss*, *Piaractus brachypomus*, *Colossoma macropomun*, etc.

Galecio *et al.* (2006), Reportaron buenos resultados en la tasa de crecimiento y conversión alimenticia al emplear harina de *Lepidium meyenii walp* “maca” como insumo en la dieta de alevines de *Oncorhynchus mykiss* “trucha arco iris”, atribuyéndose a la calidad de las proteínas y cantidad de aminoácidos esenciales que contiene este insumo, asimismo aseveran que el proceso de precocción de la harina de maca mejora la digestibilidad. Palacios, *et al.* (2006) trabajo con juveniles de *Piaractus brachypomus* “pacu” donde busco determinar el efecto de plantas nativas peruanas en el crecimiento y eficiencia alimenticia, encontró que la dieta suplementada con harina de maca mostró buena ganancia de peso, tasa de crecimiento específico, relación de eficiencia proteica, la utilización proteínica neta aparente, a diferencia de peces alimentados de otras dietas. De igual manera Lee. *et al.* (2004), encontró diferencias significativas en el crecimiento de alevines y juveniles de trucha arco iris por la inclusión de harina de maca en sus dietas.

Debido al aumento del interés en el cultivo de la tilapia en el país, existe una tendencia a intensificar los sistemas de cultivo, lo que lleva a la búsqueda de nuevas técnicas de alimentación, por cuanto la alimentación representa cerca del 60% de los costos de producción. Asimismo Toledo -Pérez & García – Capote, (2000) reportan que en la actualidad, la acuicultura latinoamericana, presenta una serie de problemas relacionados a la alimentación y nutrición de la tilapia, siendo uno de los principales la ausencia de una metodología correcta en las técnicas de alimentación y el déficit de alimentos artificiales de calidad a bajo costo, que puedan satisfacer las necesidades nutricionales de los peces en cultivo. La harina de maca está formada por diversas proteínas de alta calidad, cuyos aminoácidos forman parte principal de la estructura de la maca. Contiene 20 aminoácidos, entre los cuales 9 aminoácidos esenciales.

La utilización de *Lepidium meyenii walp* “maca” en referencia a lo reportado en nuestros antecedentes, se sustenta en su alto valor nutricional en aminoácidos (proteínas), minerales, carbohidratos y su moderado costo, los cuales son necesarios en la alimentación de organismos de diferentes especies como es el caso de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilotica”. En este contexto se decidió desarrollar la presente investigación que nos permita determinar la digestibilidad de la harina del ensilado biológico de *Lepidium meyenii walp* “maca” como una contribución al desarrollo de cultivos de diferentes organismos de índole continental de la región Ancash, generando empleo y recursos económicos y no estar dependiendo en la totalidad de la harina de pescado para la elaboración de una dieta, ya que su elevado costo y cada vez menos oferta dificulta el acceso a este insumo.

Por ese motivo se planteó el siguiente problema de investigación ¿Cuál es la digestibilidad aparente de la proteína de la harina del ensilado biológico de *Lepidium meyenii walp* “maca” en juveniles de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilotica”?.

No obstante los trabajos hechos en cuanto a la utilización de maca como ensilado en dietas para peces son escasos. La presente investigación estuvo orientada a generar información base sobre la digestibilidad de la harina de maca, investigando la eficiencia de su asimilación en tilapia nilotica como posible sustituto para la harina de pescado, insumo ampliamente utilizado para la elaboración de las dietas, con la finalidad de buscar la sostenibilidad de la actividad acuícola, haciendo énfasis en el aspecto de la nutrición y la alimentación de la especie,



## **Objetivo General**

Evaluar la digestibilidad aparente de la proteína del ensilado biológico de vísceras de *Argopecten purpuratus* “concha de abanico” en juveniles de *Dormitator latifrons* “monengue”.

## **Objetivos Específicos**

- Cuantificar el porcentaje de proteína de la harina del ensilado de *Lepidium meyenii walp* “maca”.
- Determinar la digestibilidad aparente de la proteína de la harina del ensilado biológico de *Lepidium meyenii walp* “maca” en juveniles de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilotica”.
- Determinar la producción de heces de juveniles *Oreochromis niloticus* “tilapia nilotica” alimentados con harina del ensilado de *Lepidium meyenii walp* “maca”.
- Determinar la relación entre digestibilidad aparente de la proteína de la harina del ensilado biológico de *Lepidium meyenii walp* “maca” y la producción de heces de juveniles *Oreochromis niloticus* “tilapia nilotica”.

## II. MATERIALES Y METODOS

### 2.1. MATERIAL

#### 2.1.1. Localización del proyecto

EL proyecto fue desarrollado en el laboratorio de Acuicultura Continental y Nutrición de la Escuela de Biología en Acuicultura de la Universidad Nacional del Santa.

#### 2.1.2. Población

Estuvo constituida por juveniles de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilotica”,

#### 2.1.3. Muestra

Se utilizaron 30 juveniles de *Oreochromis niloticus* “Tilapia nilotica”, con un peso promedio de  $13.44 \pm 1.5$  g y una longitud total promedio de  $9.4 \pm 0.4$  cm.

Para establecer la validez de la muestra, se aplicó el test de Kolmogorov-Smirnov ( $\alpha=0,05$ ) a los datos de peso y talla encontrándose que son homogéneos y se ajustan a lo normal (Anexos 1, 2 y 3).

#### 2.1.4. Unidad de análisis

Se contó con 2 tratamientos los cuales estuvieron formulados uno a base de harina de maca y el otro en base del ensilado biológico de la harina de *Lepidium meyenii walp* “maca” con sus respectivas repeticiones, para tal efecto se empleó seis acuarios con una capacidad de 80 litros, así mismo se colocaron 05 juveniles por acuario a los cuales se les suministró el tratamiento descrito anteriormente.

## 2.2. METODOS

### 2.2.1. Tipo de estudio

La investigación comprende al tipo experimental y por su diseño explicativo.

### 2.2.2. Diseño de investigación

Se empleó el diseño clásico completamente al azar y para su tratamiento estadístico se empleó el análisis de varianza, con dos tratamientos y tres repeticiones cada uno (Tabla 1).

**Tabla 1.** Diseño experimental de las dietas empleadas para alimentar a juveniles de *O. niloticus* “tilapia nilotica”.

TRATAMIENTOS	ESPECIFICACIONES
T <sub>c</sub> r <sub>1</sub> , r <sub>2</sub> y r <sub>3</sub>	Juveniles de <i>O. niloticus</i> “tilapia nilotica”, alimentados con una dieta a base de harina de <i>Lepidium meyenii walp</i> “maca” como fuente de proteínas.
T <sub>1</sub> r <sub>1</sub> , r <sub>2</sub> y r <sub>3</sub>	Juveniles de <i>O. niloticus</i> “tilapia nilotica”, alimentados con una dieta a base de ensilado biológico de harina de <i>Lepidium meyenii walp</i> “maca” como fuente de proteínas.

## **2.3. PROCEDIMIENTO**

### **2.3.1. Transporte de juveniles de *O. niloticus***

Los juveniles fueron obtenidos del centro de cultivo “FLIPER”, ubicado en los Álamos - Nuevo Chimbote, Región Ancash – Perú, siendo colocados en 3 depósitos de plástico conteniendo 8 litros de agua y fueron trasladados al laboratorio de Acuicultura Continental y Nutrición de la E.A.P. Biología en Acuicultura de la Universidad Nacional del Santa, el transporte tuvo una duración aproximada de 30 minutos y no se presentó mortalidad.

### **2.3.2. Unidad de experimentación**

Se utilizaron 06 acuarios de vidrio de 60x40x50 cm. con 80 litros de capacidad útil. Los acuarios vacíos fueron lavados y desinfectados con hipoclorito de sodio al 5% en su superficie interna y externa, dejándose actuar por 5 minutos. Después se enjuagaron con abundante agua y se dejaron secar a temperatura ambiente.

En cada acuario se instalaron mangueras de 0,5 cm de diámetro con sus respectivas llaves y piedras difusoras los que permitieron airear el agua en forma continua, siendo abastecidos mediante un blower de 1 HP.

Los restos del alimento fueron recolectados con un tubo sifón antes de la primera alimentación del día y al finalizar la tarde. Los recambios del agua en cada acuario fue 10% respecto al volumen total, cada día durante los 21 días del experimento. La tasa de alimentación fue al 5% de la biomasa durante la fase experimental. Los peces recibieron alimento dos veces por día a las 9:00 y 16:00 horas de acuerdo a su requerimiento.

### 2.3.3. Dieta para juveniles de *O. niloticus*

La dieta formulada tuvo como ingrediente principal harina de maca y ensilado biológico de harina de maca, para el tratamiento control y experimental respectivamente, haciéndose una mezcla homogénea con aceite de pescado, premix y el marcador inerte (Óxido de Cromo) en las siguientes proporciones (%) para cada ingrediente como se muestra en la Tabla 2.

**Tabla N° 2:** Proporción de insumos para la preparación de los tratamientos (alimentos a base de harina y ensilado biológico de *Lepidium meyenii walp* “maca”).

Insumos	Tratamientos	
	T1	TC
Ensilado de <i>Lepidium meyenii walp</i>	92.12	-
Harina sin ensilar de <i>Lepidium meyenii walp</i>	-	92.12
Aciete de pescado	6.38	6.38
Premix	0.5	0.5
Oxido de cromo	1.0	1.0

Posteriormente se peletizó y se tomó 10 gramos de muestra para realizar el análisis de proteína correspondiente utilizando el método de Kjeldahl en el laboratorio Colecbi SAC.

### 2.3.4. Preparación del tratamiento control

Para la elaboración del tratamiento control se utilizó harina de *Lepidium meyenii walp* (maca) que fue adquirida en el mercado La Perla y fue llevado al laboratorio de Acuicultura Continental y Nutrición de la E.A.P. Biología en acuicultura.

#### 2.3.4.1. Procedimiento

Se pesó 250 gr de harina de *Lepidium meyenii walp*, se agregó premix (complejo vitamínico), óxido de cromo (como marcador inerte), aceite de pescado logrando obtener una mezcla homogénea de color verde (se tornó verde por el óxido de cromo) agregando un poco de agua tibia hasta obtener una masa consistente luego se procedió al peletizado, cuando ya se obtuvieron los

pellets se colocó en papel aluminio y se colocó a estufa por 48 horas a una temperatura de 50°C.

### **2.3.5. Preparación del tratamiento experimental**

#### **2.3.5.1. Preparación del ensilado biológico de la harina de *Lepidium meyenii walp.***

El ensilado fue preparado en el laboratorio de Acuicultura Continental y Nutrición de la E.A.P. Biología en Acuicultura de la Universidad Nacional del Santa, y se realizó de la siguiente manera.

#### **2.3.5.2. Procedimiento**

Para la elaboración del ensilado biológico de la harina de maca se utilizó la propuesta de Berenz, (1996), con algunas modificaciones durante el proceso puesto que se utilizó ácido sorbico como componente orgánico natural siendo empleado como conservante natural o antimicótico. Se pesó 250 g de harina de *Lepidium meyenii walp* se agregó el 15% de melaza proveniente de Agroindustrias San Jacinto S.A. la misma que se utilizó como fuente de carbono seguidamente se añadió el 3% de inóculo de yogurt procedentes de la planta piloto de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional del Santa luego se mezcló con 0.25% de ácido sorbico por 10 minutos; se procedió a homogenizar bien la mezcla y fue colocada en frascos de vidrio cubiertos con papel aluminio y llevados a estufa por 48 horas a una temperatura de 37°C.

Pasado el tiempo se procedió a vertir la masa en papel aluminio para su secado colocándola en la estufa a una temperatura de 60°C por 24 horas luego se procedió a la molienda.

Obtenida la harina de maca ensilada se procedió a mezclar de manera homogénea el premix (complejo vitamínico), oxido de cromo (como marcador inerte), aceite de pescado y para tener una masa pastosa se le agrego un poco de agua tibia luego se procedió al peletizado obteniéndose los pellets y finalmente se colocaron en papel aluminio llevándose a estufa por 48 horas a una temperatura de 50°C.

### 2.3.5.3. Costo de la dieta

Para la elaboración de la dieta se tomó en cuenta el costo de los insumos.

**Tabla Nº 3 insumos utilizados para la elaboración del ensilado biológico de *Lepidium meyenii walp***

Descripción	Cantidad	Precio S/.
inoculo de yogurt	250 ml	1.00
Melaza	100 ml	0.50
ácido sórbico	0,05 ml	0.50
Harina de maca	250 kg	3.50
<b>TOTAL</b>	.....	<b>5.50</b>

El costo de los insumos utilizados para la elaboración del tratamiento experimental fue de S/. 5.50 nuevos soles.

#### **2.3.5.4. Análisis físico químico**

##### **a. Determinación de pH.**

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

##### **b. Determinación de proteínas**

Las proteínas de la harina de maca ensilada y de harina de maca sin ensilar se cuantificaron utilizando el método de Kjeldahl descrito por AOAC (1990). La proteína cruda fue estimada multiplicando el valor de nitrógeno por el factor (N x 6,25).

#### **2.4. DESCRIPCION Y ACONDICIONAMIENTO**

Los juveniles de *O. niloticus* "tilapia nilotica" fueron aclimatados, mantenidos y dejados en ayuno por un período de 7 días con el objetivo de vaciar completamente el tracto digestivo y luego proceder a la alimentación con los tratamientos.

#### **2.5. TECNICAS DE ALIMENTACION Y RECOLECCION DE HECES**

##### **2.5.1. Ración y frecuencia de alimento**

La dieta fue suministrada al inicio de acuerdo al 5% de la biomasa, luego fue suministrada *ad libitum* dos veces al día, a las 9:00 y 16:00 horas, durante 21 días.



### **2.5.2. Recolección de heces**

Las heces se recogieron sifoneando desde el fondo de cada acuario con una manguera plástica de 0,5 cm de diámetro (antes y después de cada alimentación) y colocando las heces en vasos de precipitación de 100 ml, los que se filtraron en un tamiz de 200  $\mu\text{m}$ , eliminando partículas de alimento. Luego las muestras se pusieron en placas de Petri y fueron secadas en una estufa a una temperatura de 40 °C durante 12 horas para reducir la humedad. Seguido se dejó enfriar y se almacenaron en un recipiente cerrado hasta obtener 10 g de muestra, cantidad suficiente para realizar el análisis proximal.

### **2.5.3. LIMPIEZA Y RECAMBIO DE AGUA**

Se hizo recambios diarios de agua del 20%, sacando el alimento no consumido, luego las heces evitando así la mezcla para la obtención de una buena muestra de heces.

## **2.6. EVALUACION DE LA DIGESTIBILIDAD APARENTE**

Se utilizó el marcador inerte óxido de cromo ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), el que fue adicionado en la preparación del alimento, luego se colectaron las heces y el alimento no consumido por medio de sifoneo del mismo modo que Ramos *et al.* (2001), antes de suministrarse la siguiente ración, para después de ser filtradas y deshidratadas en una estufa convencional a 40 °C por 12 horas, culminado el tiempo en la estufa la muestra fue pesada y almacenada en papel aluminio hasta obtener 10 g y luego realizar el análisis correspondiente para la determinar la concentración del marcador inerte óxido de cromo ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) y proteína en las heces el primero fue mediante espectrofotometría absorción atómica y el segundo fue por el método de Kjeldahl ambos análisis se realizaron en la Universidad Nacional de Trujillo, el mismo procedimiento fue llevado a cabo para el tratamiento control. Una vez obtenido los resultados de los análisis anteriormente descritos, se aplicó la

siguiente fórmula para el cálculo del Coeficiente de Digestibilidad aparente CDA descrita por Maynard & Loosli (1969):

$$CDA (\%) = 100 \times \left[ 1 - \left( \frac{\% \text{ de } Cr_2O_3 \text{ en el alimento}}{\% \text{ de } Cr_2O_3 \text{ en heces}} \times \frac{\% \text{ de nutrientes en heces}}{\% \text{ de nutrientes en alimento}} \right) \right]$$

Por otro lado el volumen de agua extraída durante el sifoneo y colecta de heces fue repuesta inmediatamente después de cada muestreo.

## 2.7. ANALISIS FISICO QUIMICO DEL AGUA EN LOS ACUARIOS

El registro de los parámetros fisicoquímicos se realizó de manera interdiaria, tomándose en cuenta lo siguiente: nitrito y amonio, los mismos que se realizaron con el uso de un kit de análisis, mientras que para pH, oxígeno y temperatura, se utilizó equipos como un pHmetro digital marca ESTR2 con una de sensibilidad de  $\pm 0.1$  unidades, oxímetro y termómetro marca YSI con  $\pm 0,1 \text{ mg.L}^{-1}$  y  $\pm 0,1$  ° C de sensibilidad respectivamente.

## 2.8. ANALISIS ESTADISTICO

Para determinar las diferencias entre los tratamientos, se empleó la prueba de t de Student de muestras independientes, para esto se usó el programa SPSS 19 con un nivel de significancia del 0.05.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. PORCENTAJE DE PROTEINAS DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES

**Tabla 3.** Porcentajes de proteína inicial (%) en el alimento a base de harina de maca (control) y ensilado biológico de harina de maca, utilizados en la alimentación de juveniles de *O. niloticus* “tilapia nilotica”.

PARÁMETRO	DIETAS	
	HARINA DE MACA	ENSILADO B. H MACA
Proteínas (%)	10.88 <sup>a</sup>	10.67 <sup>a</sup>

\*Valores de proteínas obtenidos por análisis químico en el Laboratorio de Ensayos Clínicos, Biológicos e Industriales COLECBI S.A.C. 2014

En la tabla 3 se presentan los resultados de los porcentajes (%) de proteína inicial encontradas en el tratamiento control harina de maca y tratamiento experimental de harina de maca ensilada utilizada como alimento de *O. niloticus* se observa que no existe diferencia significativa de proteína inicial en los tratamientos.

**Tabla 4.** Porcentajes de proteínas (%) en las heces de juveniles de *O. niloticus* “tilapia nilotica”

PARÁMETROS	DIETAS					
	HARINA DE MACA			ENSILADO B. H. MACA		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
PROTEÍNAS EN HECES (%)	8.0	8.2	8.1	5.3	5.4	5.3

\*valores de proteínas obtenidos por análisis químico en el Laboratorio de Servicios a la Comunidad e Investigación Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Trujillo.

En la tabla 4 se pueden apreciar diferencias entre los resultados de los porcentajes (%) de proteína halladas en las heces de *O. niloticus* alimentados con la dieta control a base de harina de maca sin ensilar, así como el tratamiento experimental alimentados con ensilado de harina de maca.

### 3.2. PORCENTAJE DE ÓXIDO DE CROMO Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (%) EN HECES

**Tabla 5.** Porcentaje de óxido de cromo Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (%) en heces en *O. niloticus* “tilapia nilotica”

PARÁMETROS	DIETAS					
	HARINA DE MACA			ENSILADO B. H. MACA		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
ÓXIDO DE CROMO EN HECES (%)	0.9	1	0.98	0.84	0.85	0.84

\*Valores de Óxido de cromo Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (%) obtenidos por análisis químico en el Laboratorio de Servicios a la Comunidad e Investigación Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Trujillo.

Los valores de óxido de cromo en las heces de juveniles de *O. niloticus* alimentados con harina de maca y ensilado biológico de harina de maca, fueron obtenidos por absorción atómica en ppm y luego convertidos a gramos. Los resultados se muestran en la tabla 5.

### 3.3. COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD APARENTE

**Tabla 6.** Coeficiente de digestibilidad aparente (CDA) en juveniles de *O. niloticus* "tilapia nilotica".

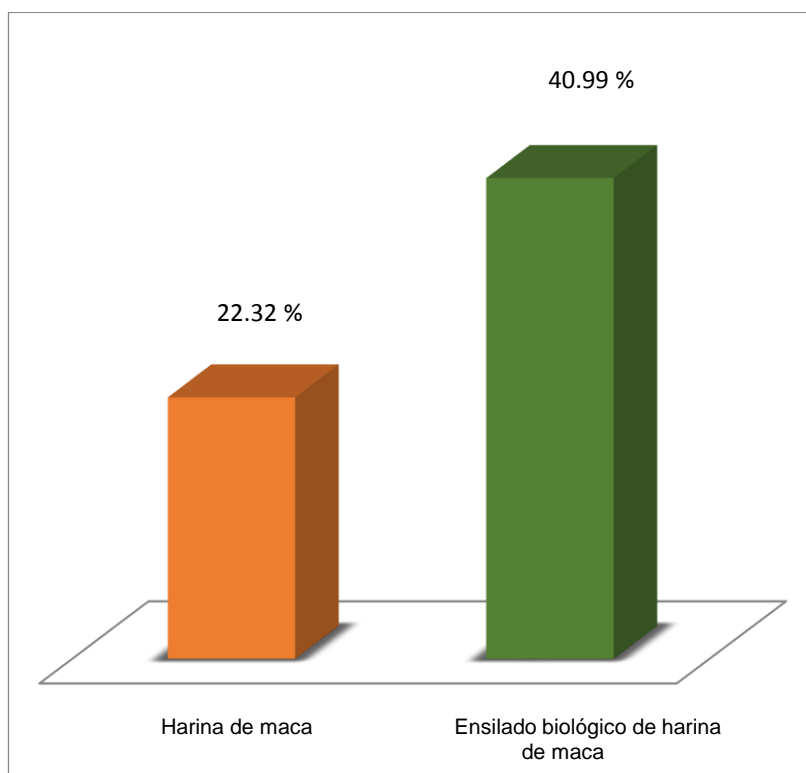
PARÁMETROS	DIETAS					
	HARINA DE MACA			ENSILADO B. H. MACA		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
CDA TOTAL (%)	20	25	24	42	41	43
PROMEDIO	22,32 <sup>a</sup>			40,99 <sup>b</sup>		

Las letras diferentes muestran diferencias significativas entre los valores

Los coeficientes de digestibilidad aparente (CDA) encontrados en cada una de las repeticiones y los valores promedios tanto del tratamiento experimental como el tratamiento control muestran diferencias significativas entre harina de maca ensilada (te) y harina de maca (tc) como se observa en la tabla 6.

### 3.4. DIGESTIBILIDAD APARENTE

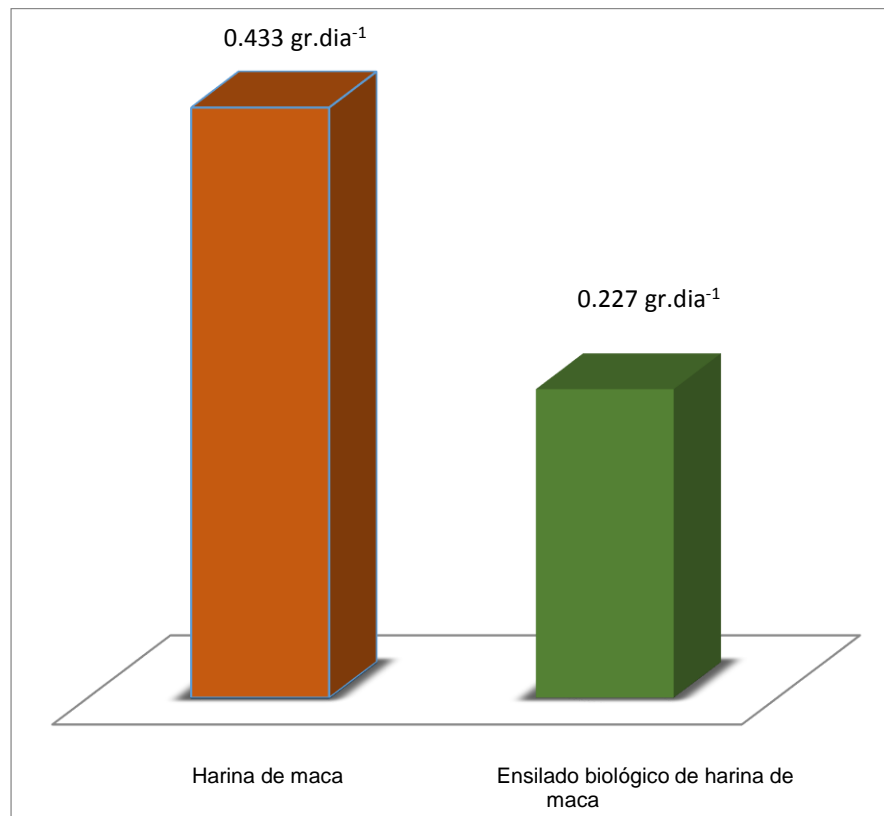
En la Fig. 1 se compara el coeficiente de digestibilidad aparente de las dietas suministradas en base a harina de maca (control) y del ensilado biológico de harina de maca (tratamiento), pudiéndose observar diferencia significativa entre ellos. El mayor CDA fue el de la harina de maca ensilada (40.99%) en relación al CDA de la dieta control a base de la harina de maca sin ensilar (22.32%).



**Fig. 1** Coeficiente de digestibilidad aparente de la proteína de harina de maca y ensilado de la misma en juveniles de *O. niloticus*

### 3.5. PRODUCCION DE HECES DIARIAS

En la fig. 2, se observa que existe diferencia significativa ( $0.05 > p$ ) en la producción diaria de heces entre los juveniles de *O. niloticus* alimentados con harina de maca sin ensilar (control) y los alimentados con harina de maca ensilada, mostrando menor producción de heces resultado de una mejor asimilación en el tratamiento experimental.



**Fig. 2 Producción de heces diarias en *O. niloticus* alimentadas respectivamente con harina de maca y ensilado de harina de maca.**



### **3.6. PARAMETROS AMBIENTALES EN LAS UNIDADES EXPERIMENTALES**

Durante todo el experimento la calidad del agua permaneció estable. No se presentó mortalidad en ninguna de las unidades experimentales durante el estudio.

La máxima temperatura en el agua de los acuarios fue de 27,8 °C y la mínima de 26,7 °C. Del mismo modo, los valores máximos y mínimos, de oxígeno disuelto y pH, fueron de 5,71 y 4,24 mg l<sup>-1</sup>, y 7,52 y 7,11 unid., respectivamente (Anexo 7, 8 y 9).

#### IV. DISCUSION

Al inicio del estudio no se observó diferencia significativa al realizar el análisis de proteína inicial de la harina de maca y del ensilado de harina de maca (tabla 03), sin embargo al suministrar el alimento preparado de las dos dietas se notó diferencias significativas al realizar el análisis de proteínas en heces (tabla 04), notándose mayor asimilación en los peces alimentados con ensilado de harina de maca produciendo menor cantidad de heces (fig. 2) y como resultado el coeficiente de digestibilidad aparente CDA fue 40.99% para la harina ensilada y un 22.32 % en la harina de maca sin ensilar. Robles (2003) reportó que la inclusión 10% y 15 % de harina de maca en la dieta de alevines de trucha arco iris con respecto a su dieta control mejoró la conversión alimenticia debido a la calidad de la proteína y además a la alta digestibilidad de la harina de maca precocida. Asimismo Dabrowski (1999) precisa que el incremento de la conversión alimenticia se da por la alta aceptabilidad de este insumo impidiendo la pérdida de alimento no consumido. Lo reportado por estos autores, se pudo constatar en el presente trabajo de investigación, por la aceptación de ambos tratamientos sin embargo al ensilar la harina de maca mejoró la aceptabilidad del alimento en los peces como se puede observar en nuestros resultados (tabla 06).

Lee *et al.*, (2004) trabajó con tres niveles de harina de maca (5, 10 y 15%) en alevines de trucha, obteniendo como mejores resultados en los alevines alimentados con un 15% de harina de maca, mostrando que crecieron más, pero las dietas de 5 y 10% fueron altamente digestibles con respecto a la dieta control la cual no contenía harina de maca. De la misma manera al evaluar ambos tratamientos (tabla 06) podemos sustentar que la harina de maca sin ensilar también es aceptada en la alimentación de los peces por presentar un coeficiente de digestibilidad de 22.32 %, sin embargo para tener mejores resultados es necesario ensilar el alimento porque gracias a ello mejorará la digestibilidad por causar el rompimiento de las cadenas de proteínas convirtiéndolos en aminoácidos, haciendo que estos sean más asimilables por el organismo y como consecuencia eliminando menor cantidad de proteína en las heces como se observó en los resultados (fig. 2).

No se han encontrado estudios que se asemejen al presente trabajo de investigación en juveniles *O. niloticus* o en otras especies. Sin embargo las pocas referencias descritas en este informe demuestran que el uso de cierto porcentaje (5, 10, 15%) de la harina de maca en la preparación de las dietas da buenos resultados. Así como el conocimiento de la digestibilidad ayuda a seleccionar los ingredientes, fuentes de proteína de buena calidad, realizar formulaciones más precisas, sin exceso de nutrientes es por ello que investigar los requerimientos nutricionales de manera precisa ayudaría a seleccionar alimentos comerciales de alto valor nutricional, disminuir el desperdicio de proteínas minimizar la contaminación del agua y reducir el costo del alimento (Cruz, *et al.*, 2006).

Por lo tanto la información generada en el presente informe puede servir como referencia para trabajos posteriores relacionados en el aspecto nutricional de esta especie, por ser *Lepidium meyenii walp* “maca” un vegetal que contiene aminoácidos esenciales para la formulación de dietas de forma porcentual o total en el alimento para diferentes especies de peces.

## V. CONCLUSIONES

- El ensilado biológico de la harina de *Lepidium meyenii walp* presentó un valor de proteína inicial de 10.68 %. similar ( $p>0.05$ ) al de la harina de maca sin ensilar que fue de 10.88 %
- Se encontró diferencias significativas ( $p<0.05$ ) en el coeficiente de digestibilidad aparente CDA para juveniles de *O. niloticus*, alimentados con harina de maca (22.32%) y del ensilado biológico de harina de maca (40.98%).
- Se observó diferencias significativas en la producción de heces de los dos tratamientos, el ensilado biológico de harina de maca generó menor cantidad de heces (0.227 gr/día) que la harina de maca (0.44 gr/día).
- El ensilaje mejora la digestibilidad aparente de la proteína de la harina de maca.

## VI. RECOMENDACIONES

- Evaluar el ensilado de la harina de *Lepidium meyenii walp* como dieta en el crecimiento de alevines, juveniles y adultos de *O. niloticus*.
- Determinar coeficiente de digestibilidad de *Lepedium. meyenii walp* en alevines de *O. niloticus*.
- Realizar análisis nutricional del ensilado biológico de harina de maca en sus componente: vitaminas, carbohidratos, fibra, humedad y ceniza para que puedan ser incorporados como referencia en una dieta para *O. niloticus*.
- Emplear dietas usando *Lepidium meyenii walp* como sustituto de la harina de pescado.
- Estimar otras funciones aparte de la nutritiva que cumple *L. meyenii* en peces.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Allan, G., Parkinson, Booth, S., Stone, M., A., Rowland, S., Frances, J. & Warner- Smith. 2000. Replacement of fish meal in diets for Australian silver perch, *Bidyanus bidyanus*. Digestibility of alternative ingredients. *Aquaculture* 186: 293-310.

Balsinde M., Fraga, LL. & Galindo, J. 2003. Inclusión de ensilado de pescado como alternativa en la elaboración de alimento extruido para el camarón de cultivo (*Litopenaeus chmitti*). Centro de Investigaciones Pesqueras (Cuba). CIVA, 303-309.

Berenz, V. 1996. Ensilado de residuos de pescado. XI Curso internacional de procesamiento de productos pesqueros. Instituto Tecnológico Pesquero de Perú. Callao, Perú.

Campadabal, C. & Cecilia, A. 1996. Factores que afectan a la calidad de los alimentos acuícolas. Avances en nutrición acuícola III.

Castaño, C. M. P. 2008. Maca (*Lepidium meyenii Chacón*): Composición química y propiedades farmacológicas. Fundación Instituto Sudamericano de Plantas Medicinales (FISPLAME). Bogotá, Colombia. Disponible en [http://www.fitoterapia.net/revista/pdf/8\\_1\\_Maca.pdf](http://www.fitoterapia.net/revista/pdf/8_1_Maca.pdf).

Chura, C. 2001 Utilización de la Maca *Lepidium peruvianun chacon*, en la madurez gonadal de *Oncorhynchus myskis* "trucha arco iris". Puno- Perú

Cruz, L., Marie, M. Nieto, M. Tapia, A. Peña, D. Villarreal & C. Guajardo, 2006. Importancia de la digestibilidad en alimentos para Camarones. Universidad Autónoma de Nuevo León Facultad de Ciencias Biológicas, Programa Maricultura Curso RAPCO.

Dabrowski, K. 1999 "The effects of maca meal on growth and sex differentiation of juvenile rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*" Ohio - USA. 4 - 26

Galecio, F, Vergara, V & Robles, S. 2006. Efecto de la inclusión de dos niveles de harina de maca (*Lepidium peruvianum* G. Chacón) en el alimento de inicio de alevines de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). Anales Científicos, Universidad Nacional Agraria la Molina.68 (3). Disponible en: <http://www.lamolina.edu.pe/Investigacion/web/anales/2007/3.pdf>

Hardy, R. W. 1999. Collaborative opportunities between fish nutrition and other disciplines in aquaculture: an overview. *Aquaculture* 177: 217-230.

Hepher, B. 1993. Nutrición de Peces Comerciales en Estanques. Edit. Limusa S.A. México.

Hettich A. 2004. Evaluación de la digestibilidad de dietas en trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*): Sustitución parcial de harina de pescado por tres niveles de harina de lupino blanco (*Lupinus albus*).Universidad Católica de Temuco. 58p.

Hisano H., Garcia F., Barrios, M & Pezzato, L. 2008. Composicao nutricional e digestibilidade aparente da levadura integra, levadura autolisada e da parede celular pela tilapia do nilo. *Ciencia Animal Brasileira*, vol 9, (1) 43 - 49

Köprücü, K.; T. Pinar & Tuna, G., 2004. Apparent Digestibility Coefficients of protein in selected feedstuffs for juvenile nile tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758). *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 7, (12): 2173-2176.

Lee k., Dabrowski K., Gomez C., Guz L. y Vilchez C. 2004 suplementation of maca (*Lepidium meyenii*) tuber meal in diets improves growth rate and susurvival of rainbow trout *Orcorhynchus myskiss* alevins and juveniles.

Aquaculture Research volume 35, Issue 3, Date: February 2004 pages: 215 -223.

Lorico – Querijero, B & Chiu Y. 1989 digestibility studies in *Oreochromis niloticus* using Chromic oxide indicator. Asian fisheries science (2): 117 – 191. Asian Fisheries Society, Manila, Philippines.

Maynard L. & J. Loosli. 1969. Animal Nutrition. 6th Edition, McGraw-Hill, New York. 1969.

Moraes, M., De Sousa, M., Pimenta, C., Da Silva, A., Evangelista J & Vieira, P. 2006. Digestibility and performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed diets with different levels of acid silage. Ciênc. agrotec., Lavras, 30, (6): 1196-1204, nov./dez.

Palacios, M., Dabrowski. K., Aliado, M., Lee, K. & Kohler. C. 2006. Effect of Diets Formulated with Native Peruvian Plants on Growth and Feeding Efficiency of Red Pacu (*Piaractus brachypomus*) Juveniles. Journal of the World Aquaculture Society. 37, Issue 3. 246–255 Pag.

Pezzato, L., Carvalho de Miranda, E., Barros, M., Quintero, L., Furaya & Pezzato A. 2002. Digestibilidade aparente de ingredientes pela Tilapia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). R. Bras. Zootec. 31. (4): 1595-1604.

Ramos R., Miranda I. & Molina C. 2001. Consumo y digestibilidad aparente de tres ingredientes marinos locales incorporados en dietas prácticas para el camarón blanco *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) Estud. Oceanol. (20): 43 – 50. Antofagasta, Chile.

Robles, S. 2003. Evaluación de dos niveles de inclusión de Harina de Maca *Lepidium peruvianum G. Chacon* en alimento de inicio de trucha Arco Iris *Oncorhynchus mykiss*. Tesis-Facultad de Pesquería-Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú

Rustad, T. 2003. Utilization of Marine By- Products. Department of Biotechnology, Norwegian University of Science and Technology.



Trondheim, Norway. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry* (4): 458-463.

Salcines, F. 2009. Cadena Agroalimentaria de la quinua y la Maca Peruana y su Comercialización en el Mercado Español. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. España. Disponible en [http://oa.upm.es/3085/1/FERNANDO\\_SALCINES\\_MINAYA.pdf](http://oa.upm.es/3085/1/FERNANDO_SALCINES_MINAYA.pdf)

Toledo-Pérez, S. J. & García-Capote. 2000. Nutrición y alimentación de tilapia cultivada en América Latina y el Caribe. Centro de Preparación Acuícola Mamposton, Ministerio de la Industria Pesquera, San José de las Lajas. La Habana, Cuba.

Vergara C. 2009. Reporte de Inteligencia de Mercados de la Maca, Gerencia Regional de Agricultura, Región la Libertad.

# **ANEXOS**

### Anexo 1. Estadísticos descriptivos de talla y peso iniciales.

	N	Media	Desviación típica
Talla	30	9,4467	0,15698
Peso	30	13,5967	0,43030

### Anexo 2. Prueba de normalidad de talla y peso.

		Talla	Peso
N		30	30
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media	9,4467	13,5967
	Desviación típica	0,15698	0,43030
Diferencias más extremas	Absoluta	0,150	0,176
	Positiva	0,150	0,176
	Negativa	-0,102	-0,092
Z de Kolmogorov-Smirnov		0,823	0,965
Sig. asintót. (bilateral)		0,508	0,309

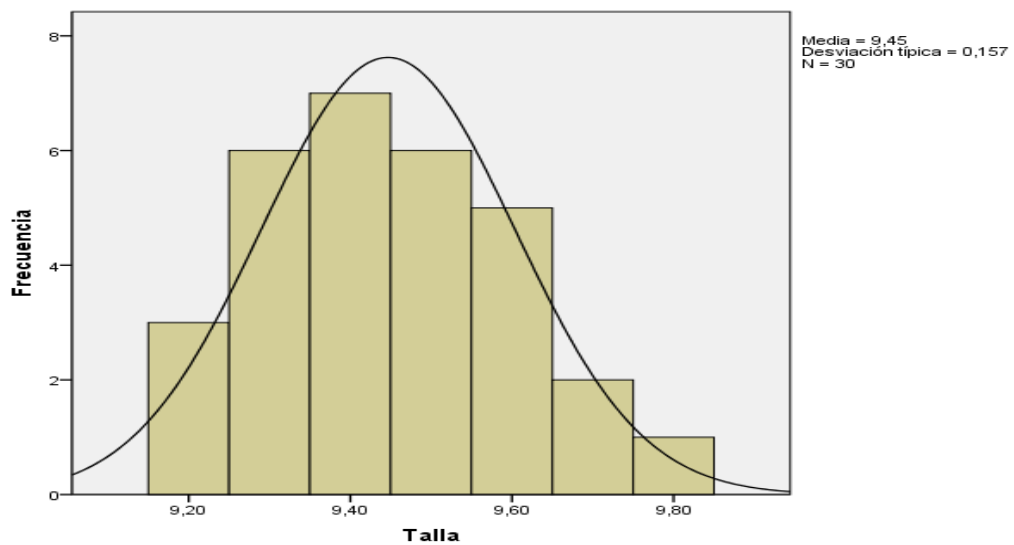
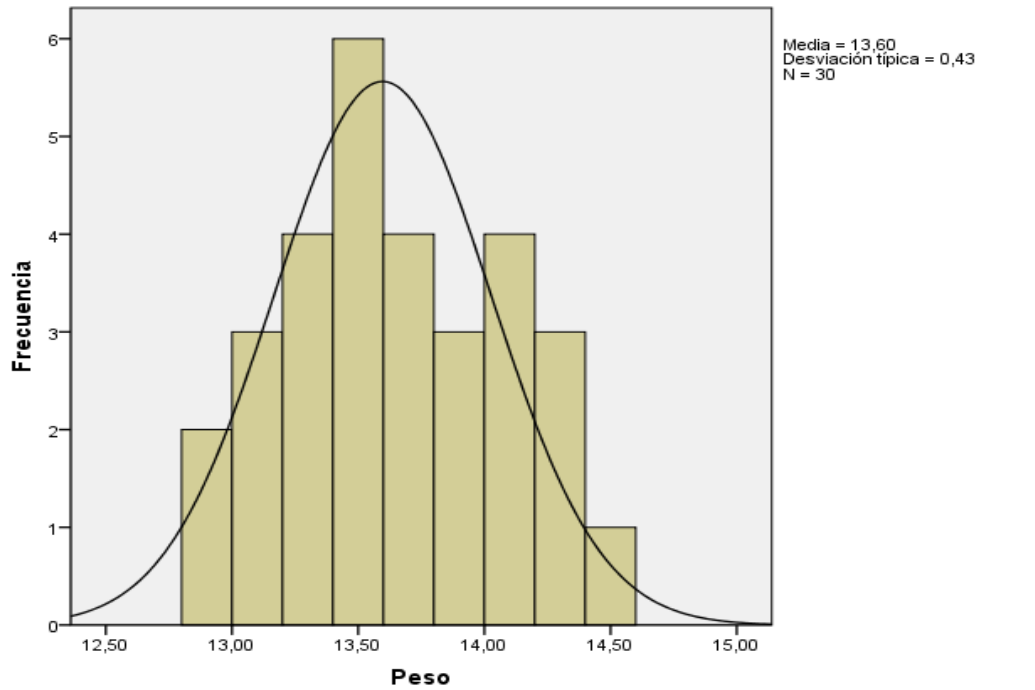
a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Como puede verse, la significación estadística del estadístico de Kolmogorov-Smirnov es de 0,508 para la talla y de 0,309 para el peso. Dado que la probabilidad del estadístico de contraste es elevada, muy por encima de 0,05, podemos aceptar que ambas muestras se distribuyen normalmente

**Anexo 3.** Histogramas de frecuencias y curva normal del peso (g) y talla (cm) de los organismos de *Oreochromis niloticus*

Prueba de Kolmogrov-Smirnov



**Anexo 4.** Estadísticos descriptivos de CDA y producción de heces en los tratamientos

**Estadísticos de grupo**

Tratamientos		N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Coeficiente de digestibilidad %	Harina de maca	3	22,3200	3,49432	2,01745
	Harina de maca ensilada	3	40,9867	0,38837	0,22423
Producción de heces	Harina de maca	3	0,4333	0,01528	0,00882
	Harina de maca ensilada	3	0,2267	0,00577	0,00333

**Anexo 5. Prueba para determinar diferencias entre los tratamientos - prueba de t de Student de muestras independientes**

**Prueba de muestras independientes**

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	T	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
Coeficiente de digestibilidad %	Se han asumido varianzas iguales	11,729	0,027	-9,196	4	0,001	-18,66667	2,02987	-24,30249	-13,03084
	No se han asumido varianzas iguales			-9,196	2,049	0,011	-18,66667	2,02987	-27,20181	-10,13153
Producción de heces	Se han asumido varianzas iguales	2,571	0,184	21,920	4	0,000	0,20667	0,00943	0,18049	0,23284
	No se han asumido varianzas iguales			21,920	2,560	0,001	0,20667	0,00943	0,17352	0,23981

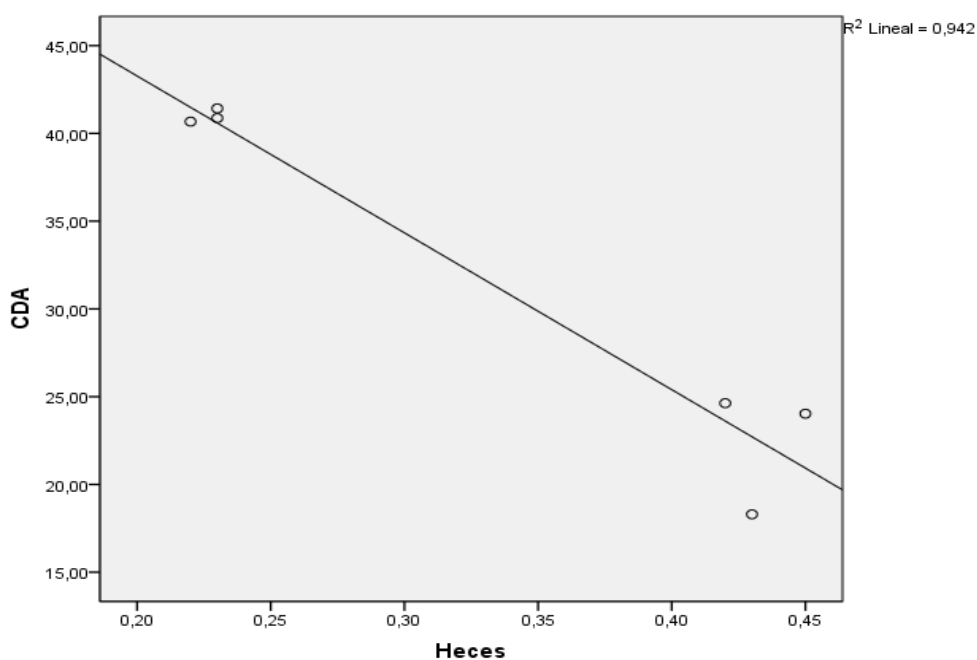
## Anexo 6. Prueba de correlación bivariable para CDA y la producción de heces

### Correlaciones

		Coefficiente de digestibilidad %	Producción de heces
Coefficiente de digestibilidad %	Correlación de Pearson	1	-0,971**
	Sig. (bilateral)		0,001
	N	6	6
Producción de heces	Correlación de Pearson	-0,971**	1
	Sig. (bilateral)	0,001	
	N	6	6

\*\* . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Hemos obtenido un valor del coeficiente de Pearson distinto de 0 ( $r = -0,971$ ), por lo que podemos afirmar que existe correlación entre las variables "Coeficiente de digestibilidad aparente y producción de heces, siendo la correlación negativa y muy fuerte, se trata de una correlación negativa: al aumentar una variable, la otra tiene tendencia a disminuir.



**Anexo 7.** Temperatura del agua y promedio (°C), en los acuarios utilizados para en el experimento con *O. niloticus*.

DÍA	DIETAS					
	HARINA MACA			ENSILADO H. MACA		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
0	27,2	27,2	27,2	27,2	27,2	27,2
1	26,9	27,1	27,2	27,0	27,2	27,2
2	27,0	27,0	27,1	27,0	27,0	27,2
3	26,8	26,8	26,8	26,8	26,8	26,8
4	26,7	26,7	26,7	26,7	26,7	26,7
5	26,9	26,9	26,9	26,9	26,9	26,9
6	27,0	27,2	27,2	27,0	26,9	27,0
7	27,4	27,4	27,4	27,4	27,4	27,4
8	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0
9	27,2	27,3	27,2	27,2	27,2	27,2
10	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0
11	27,1	27,1	27,1	27,1	27,1	27,1
12	26,7	26,7	26,7	26,7	26,7	26,7
13	26,7	26,7	26,7	26,7	26,7	26,7
14	27,2	27,3	27,2	27,2	27,2	27,2
15	26,7	26,7	26,7	26,7	26,7	26,7
16	27,2	27,2	27,2	27,1	27,2	27,2
17	27,3	27,3	27,3	27,3	27,3	27,3
18	27,4	27,5	27,4	27,4	27,4	27,4
19	27,8	27,7	27,8	27,6	27,6	27,8
20	26,9	27,1	26,9	27,0	26,9	26,9
21	27,1	27,1	27,1	27,1	27,1	27,1
<b>PROMEDIO</b>	<b>27,1</b>	<b>27,1</b>	<b>27,1</b>	<b>27,1</b>	<b>27,1</b>	<b>27,1</b>



**Anexo 8.** Oxígeno disuelto del agua y promedio (mg l<sup>-1</sup>), en los acuarios utilizados para en el experimento con *O. niloticus*.

N°	DIETAS					
	HARINA MACA			ENSILADO H. MACA		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
0	5,32	5,29	5,42	5,14	5,31	5,36
3	5,24	4,65	4,72	4,61	4,89	4,74
6	5,01	5,26	4,79	4,86	4,91	5,11
9	5,31	5,42	5,71	4,68	5,32	5,24
12	5,18	5,37	5,11	4,26	4,78	4,97
15	4,83	4,91	4,72	4,89	4,52	4,73
18	4,24	4,73	4,81	4,73	4,83	4,36
21	4,78	4,58	4,46	4,59	4,56	4,71
<b>PROMEDIO</b>	<b>4,99</b>	<b>5,03</b>	<b>4,97</b>	<b>4,72</b>	<b>4,89</b>	<b>4,90</b>

**Anexo 9.** pH del agua y promedio (unid.), en los acuarios utilizados para en el experimento con *O. niloticus*.

N°	DIETAS					
	HARINA MACA			ENSILADO H.MACA		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
0	7,15	7,17	7,11	7,16	7,13	7,18
3	7,28	7,21	7,19	7,29	7,28	7,37
6	7,42	7,46	7,32	7,38	7,41	7,34
9	7,38	7,26	7,41	7,31	7,25	7,46
12	7,51	7,42	7,29	7,37	7,43	7,52
15	7,48	7,19	7,36	7,28	7,41	7,39
18	7,31	7,24	7,17	7,32	7,33	7,26
21	7,44	7,49	7,36	7,24	7,36	7,42
<b>PROMEDIO</b>	<b>7,37</b>	<b>7,31</b>	<b>7,28</b>	<b>7,29</b>	<b>7,33</b>	<b>7,37</b>

## Instalación



**Peso**



**Talla**



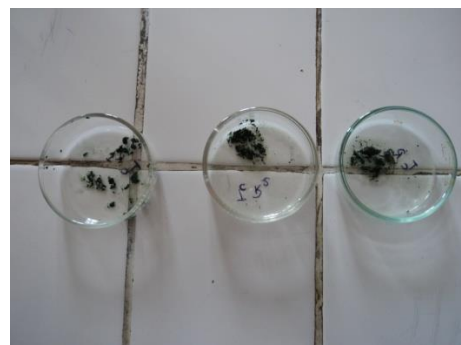
**Dietas**



**Alimentación**



**Heces húmedas**



**Heces secas**



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS  
CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

**“COLECBI” S.A.C.**

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

Pág. 1 de 1

**INFORME DE ENSAYO N° 2290-14**

SOLICITADO POR	: ISABEL CRISTINA PURIZACA QUISPE.
DIRECCION	: Urb. Garatea 424 Nuevo Chimbote.
PRODUCTO DECLARADO	: ABAJO INDICADOS.
CANTIDAD DE MUESTRA	: 02 muestra x 50g c/u
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA	: Frascos con tapa.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2014-07-22
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	: 2014-07-22
FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO	: 2014-07-23
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: En buen estado.
ENSAYOS REALIZADOS EN	: Laboratorio Físico Químico.
CODIGO COLECBI	: SS 001044-14

**RESULTADOS**

MUESTRA	ENSAYOS
	Proteínas (%) Factor 6,25
Harina de Maca	10,88
Ensilado de Maca	10,67

**METODOLOGIA EMPLEADA**

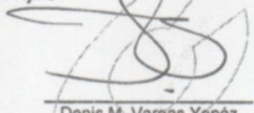
Proteínas : UNE-EN ISO 5983-2 Parte 2 Dic. 2006.

**NOTA :**

- Muestra recepcionada en Laboratorios COLECBI S.A.C.
- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra ensayada.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Fecha de Emisión : Nuevo Chimbote, Julio 23 del 2014.

DVY/jms

  
Denis M. Vargás Yepéz  
Jefe de Laboratorio  
Físico Químico  
COLECBI S.A.C.

LC-MP-HRIE  
Rev. 03  
Fecha 2012-07-27

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME  
SIN LA AUTORIZACION ESCRITA DE COLECBI S.A.C.



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION



## LASACI

### REPORTE DE ANÁLISIS

**SOLICITANTE** : ISABEL PURISACA QUISPE

**MUESTRA** : HECES SECAS DE PESCADO

**PROCEDENCIA** : LABORATORIO DE NUTRICION DE LA UNS

**FECHA DE INGRESO** : 27 DE DICIEMBRE DEL 2014

MUESTRAS	PROTEÍNAS (%) <sup>(a)</sup>		
	R1	R2	R3
HARINA DE MACA	8.0	8.2	8.1
ENSILADO DE MACA	5.3	5.4	5.3

MUESTRAS	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (gr) <sup>(b)</sup>		
	R1	R2	R3
HARINA DE MACA	0.9	1.0	0.98
ENSILADO DE MACA	0.84	0.85	0.84

<sup>(a)</sup> Método volumétrico - Kjeldahl

<sup>(b)</sup> Método de absorción atómica

TRUJILLO 08 DE ENERO DEL 2015



ING. NOÉ COSTILLA SANCHEZ  
DIRECTOR

AGUAS – SUELOS – ALIMENTOS – MINERALES – ACEITE – CARBON - CAL

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA

TEL. 949959632 – RPM: \*0056432 – RPC: 949119298