

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



**Digestibilidad aparente de la proteína de harina y ensilado de hojas  
de *Manihot esculenta* en alevines de *Colossoma macropomum***

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE BIÓLOGO  
ACUICULTOR**

**TESISTAS**

Apolitano Cosme Pamela Lilibeth

Usquiano Jaramillo Angelo Jair

**ASESOR**

Dr. Guillermo Belisario Saldaña Rojas

**NUEVO CHIMBOTE, OCTUBRE  
2017**

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



**Digestibilidad aparente de la proteína de harina y ensilado de hojas  
de *Manihot esculenta* en alevines de *Colossoma macropomum***

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE BIÓLOGO  
ACUICULTOR**

**SUSTENTADO POR:**

Apolitano Cosme Pamela Lilibeth

Usquiano Jaramillo Angelo Jair

Revisado y Aprobado por el Jurado Evaluador:

---

Dr. Walter Reyes Avalos  
**Presidente**

---

Dr. Guillermo Saldaña Rojas  
**Miembro**

---

Blgo. Acui. Juan Carhuapoma Garay  
**Accesitario**

## **DEDICATORIA**

*A Dios por cada logro en mi vida, porque él es mi fortaleza y guía en mi camino.*

*A mis padres por haberme guiado en cada paso que di, por formarme con valores, por enseñarme a no dejarme vencer ante cualquier adversidad y afrontarlo de manera positiva.*

*A mi abuelita Juanita, por ser una segunda mamá y la mejor abuelita.*

*A mi grandes amigas Jhanyra y Milagros por su amistad a través de todos estos años, por sus consejos, por cada momento compartido, por ser buenas amigas.*

***Pamela. Apolitano Cosme***

*A Dios, por bendecirme cada día de mi vida  
A mis padres por ser ejemplo viviente de superación, coraje y valores, por haberme apoyado incondicionalmente en todo momento, por su paciencia y consejos,, pero más que nada, por enseñarme a ser una hombre que sepa enfrentarse a la vida, siempre con la cabeza en alto y la honestidad por delante.*

*A mi novia Ana Maria Oliden Miranda, que me tuvo paciencia, siempre tuvo palabras de aliento, apoyándome incondicional y acompaño en los momentos más difíciles que me tocaron vivir.*

***Angelo Usquiano Jaramillo***

## **AGRADECIMIENTOS**

A los profesores de la EAP. Biología en Acuicultura, que gracias a sus enseñanzas impartidas en el transcurso de nuestra formación académica profesional, lograron formarnos para así poder afrontar el mundo laboral y brindar medidas de solución a la problemática que se genera día a día en el campo biológico y acuícola.

Expresar nuestro agradecimiento de una forma especial al Dr. Guillermo Saldaña Rojas, por la asesoría, apoyo incondicional y ser nuestro guía en todo momento en el trabajo de investigación y en la ejecución del mismo.

Finalmente, agradecer a nuestros amigos Jhanyra Fiestas Rios, Milagros Ponce Gallardo Carolina Loarte Díaz, Yesenia Luna Paz y Luis Trelles Neyra; por su apoyo en la ejecución de nuestro proyecto de tesis.

## **PRESENTACIÓN**

Con la finalidad de cumplir con el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional del Santa, presentamos el siguiente informe de tesis titulado: Digestibilidad aparente de la proteína de harina y ensilado de hojas de *Manihot esculenta* en alevines de *Colossoma macropomum*; el cual nos es requisito indispensable para optar el título de Biólogo Acuicultor.

De esta manera y pretendiendo cumplir con las exigencias que contempla el Reglamento, espero contar con la aceptación y aprobación del jurado calificador.

**Los Autores**

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN

ABSTRACT

I. INTRODUCCION .....	1
II. MATERIALES Y METODOS.....	4
2.1. Material .....	4
2.1.1. Población .....	4
2.1.2. Muestra .....	4
2.1.3. Unidad de análisis .....	4
2.2. Método .....	4
2.2.1. Tipo de estudio .....	4
2.2.2. Diseño de investigación .....	4
2.2.3. Variables y Operacionalización de variables .....	5
2.2.3.1. Variable independiente .....	5
2.2.3.2. Variable dependiente .....	5
2.3. Procedimiento.....	5
2.3.1. Acondicionamiento de acuarios para alevines de <i>C. macropomum</i> .....	5
2.3.2. Transporte de alevines de <i>C. macropomum</i> .....	5
2.3.3. Preparación de las harinas.....	6
Preparación de harina de hojas de <i>M. esculenta</i> .....	6
Preparación de harina ensilado de hojas de <i>M. esculenta</i> .....	6
□ Activación de la bacteria.....	6
□ Proceso de elaboración del ensilado de harina de hojas de <i>M. esculenta</i> .....	6
2.3.4. Preparación de las dietas.....	7
2.3.5. Costos .....	8
2.3.6. Recolección de heces.....	8
2.3.7. Limpieza y recambio de agua .....	8
2.3.8. Análisis de muestras colectadas .....	8
2.3.9. Evaluación de la digestibilidad aparente.....	9

2.3.10. Calidad del agua.....	9
2.3.11. Análisis estadística de datos .....	9
III. RESULTADOS.....	10
Porcentaje de proteínas de los tratamientos.....	10
Porcentajes de proteína en heces de alevines de <i>C. macropomum</i> .....	10
Porcentajes de óxido de cromo (III) en tratamientos y heces.....	11
Digestibilidad aparente de las proteínas (CDAP) .....	11
Calidad de agua.....	12
IV. DISCUSION .....	13
V. CONCLUSIONES .....	16
VI. RECOMENDACIONES .....	17
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	18
VIII.ANEXOS.....	23

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Especificaciones de los tratamientos.....	4
Tabla 2. Descripción de las dietas .....	7
Tabla 3. Costos para la elaboración de dietas.....	8
Tabla 4. Porcentaje de proteínas en harina y ensilado, de hojas de <i>M. esculenta</i> . .....	10
Tabla 5. Porcentaje de proteínas en heces de alevines de <i>C. macropomum</i> , alimentados con harina y ensilado de hojas de <i>M. esculenta</i> .....	10
Tabla 6. Porcentaje de óxido de cromo (%) en las heces de alevines de <i>C. macropomum</i> alimentados con harina y ensilado de hojas de <i>M. esculenta</i> . .....	11
Tabla 7. Porcentajes del coeficiente de digestibilidad aparente de proteínas (CDAP) en alevines de <i>C. macropomum</i> alimentados con harina y ensilado de hojas de <i>M. esculenta</i> .....	11



## ÍNDICE DE FIGURAS DE ANEXOS

Figura 1. Histogramas de frecuencias y curva normal de datos con la prueba de Kolmogorov-Smirnov para el peso (g) de alevines de <i>C. macropomum</i> .....	26
Figura 2. Histogramas de frecuencias y curva normal de datos con la prueba de Kolmogorov-Smirnov para la talla (g) de alevines de <i>C. macropomum</i> .....	26
Figura 3. Variación de la temperatura del agua (°C) en las unidades experimentales con alevines de <i>C. macropomum</i> alimentados con harina y ensilado de hojas de <i>M. esculenta</i> .....	35
Figura 4. Variación del pH (unidades) en las unidades experimentales con alevines de <i>C. macropomum</i> alimentados con harina y ensilado de hojas de <i>M. esculenta</i> .....	36
Figura 5. Variación del oxígeno disuelto (mg L <sup>-1</sup> ) en las unidades experimentales con alevines de <i>C. macropomum</i> alimentados con harina y ensilado de hojas de <i>M. esculenta</i> .....	38

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Pesos (g) de alevines de <i>C. macropomum</i> de los tratamientos.....	24
Anexo 2. Tallas (cm) de alevines de <i>C. macropomum</i> en los tratamientos. ....	25
Anexo 3. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para pesos (g) y tallas (cm) de alevines de <i>C. macropomum</i> alimentados con harina y ensilado de hojas de <i>M. esculenta</i> . ....	27
Anexo 4. Prueba de T de Student del porcentaje de las proteínas en las heces, óxido de cromo en las heces y la digestibilidad aparente de las proteínas en alevines de <i>C. macropomun</i> alimentados con harina y ensilado de hojas de <i>M. esculenta</i> .....	32
Anexo 5. Temperatura (°C) en las unidades experimentales de alevines de <i>C. macropomun</i> alimentados con harina y ensilado de hojas de <i>M. esculenta</i> .....	34
Anexo 6. Análisis de varianza a datos de temperatura (°C) tomados diario a las unidades experimentales, de alevines de <i>C. macropomun</i> alimentados con dietas a base de harina y ensilado de hojas de <i>M. esculenta</i> .....	35
Anexo 7. pH (unidades) en las unidades experimentales de alevines de <i>C. macropomun</i> alimentados con harina y ensilado de hojas de <i>M. esculenta</i> . ....	36
Anexo 8. Análisis de varianza a datos de pH tomados cada tres días a las unidades experimentales de alevines de <i>C. macropomun</i> alimentados con harina y ensilado de hojas de <i>M. esculenta</i> . ....	37
Anexo 9. Oxígeno disuelto ( $\text{mg L}^{-1}$ ) en las unidades experimentales de alevines de <i>C. macropomun</i> alimentados con harina y ensilado de hojas de <i>M. esculenta</i> .....	37
Anexo 10. Análisis de varianza a datos de oxígeno disuelto (mg/L), tomados cada tres días a las unidades experimentales de alevines de <i>C. macropomun</i> alimentados con harina y ensilado de hojas de <i>M. esculenta</i> . ....	38

## RESUMEN

Se evaluó la digestibilidad aparente de la proteína (DAP) de harina y ensilado de hojas de *Manihot esculenta* en alevines de *Colossoma macropomum* en condiciones de laboratorio. Se utilizaron 180 alevines de  $3.5 \pm 0.5$  g. y  $4.5 \pm 0.5$  cm de longitud total, y empleándose el diseño completamente al azar, distribuidos en dos tratamientos, harina y ensilado de hojas de *M. esculenta*, con tres repeticiones cada uno. El porcentaje de proteína de la harina de hojas de *M. esculenta* fue de 25.9 % y de la harina ensilada fue de 24.9 %. La digestibilidad aparente de la proteína en los peces alimentados con ensilado de hojas de *M. esculenta* fue 79.15 %, significativamente mayor ( $P < 0.05$ ), que los alimentados con harina de hojas de *M. esculenta* obteniéndose 73, 43% de digestibilidad aparente. Se concluye que la harina de ensilado de hojas de *M. esculenta* presenta una mejor digestibilidad aparente de la proteína y que puede ser utilizado como insumo para alimento de alevines de *C. macropomum*.

**Palabras clave:** Digestibilidad, proteínas, *Manihot esculenta*, hojas de yuca, *Colossoma macropomum*, alevines, ensilado.

## SABSTRACT

The apparent protein digestibility (DAP) of *Manihot esculenta* simple and ensiled leaves flour meal was evaluated in *Colossoma macropomum* fry under laboratory conditions. A total of 180 fry of  $3.5 \pm 0.5$  g were used. And  $4.5 \pm 0.5$  cm of total length, a completely randomized design was used, distributed in two treatments, leaves flour of *M. esculenta*, simple and silage with three replicates each. The percentage of protein of the flour of leaves of *M. esculenta*, base input was of 25.9%. The apparent protein digestibility of fish fed silage meal of *M. esculenta* leaves was significantly higher ( $P < 0.05$ ) with 79,15 %, than those fed with single leaf flour of *M. esculenta*, which obtained 73,43%. It was concluded that the ensiled meal of *M. esculenta* leaves has a better apparent digestibility of the protein and that it can be used as feed for feeding of *Colossoma macropomum* fry.

Key words: Digestibility, proteins, *Manihot esculenta*, cassava leaves, *Colossoma macropomum*, gamitana, fry, silage.

## I. INTRODUCCION

A inicios del presente siglo el cultivo de *Colossoma macropomum* conjuntamente con *Piaractus brachypomus*, *Prochilodus nigricans* y *Zungaro zungaro* alcanzaron mayor desarrollo tecnológico entre los peces amazónicos dedicados a la acuicultura (Eufrazio & Palomino, 2004). *C. macropomum* es considerada como la especie emblemática de la acuicultura Amazónica, en la que se ha logrado avances notables en su reproducción y manejo, aunado una alta demanda en el mercado regional por su calidad de su carne (Luna, 1987; Álvarez, 2015; Campos, 2015). Es por ello que FAO (2016) reportan que la acuicultura ha ido en aumento desde el año 2004, como salida al déficit de proteína animal.

La especie en estudio es básicamente omnívora y acepta en su dieta niveles de 23 a 25 % de proteína bruta (Carneiro, 1981; Padilla, 2000; Gutiérrez *et al.*, 2009). Se alimenta a base de frutos frescos y secos, y semillas como también de algas, plantas acuáticas, frescas y en descomposición, zooplancton, insectos terrestres y acuáticos (Padilla, 2000; IIAP, 2006 y Campos, 2015).

Una buena alimentación debe aportar nutrientes a la especie, de no ser así conlleva a la interrupción de su crecimiento, seguido de una disminución del peso corporal del pez (Guillaume *et al.*, 1999; Berge *et al.*, 2002). Por ello es de gran importancia la formulación de dietas que contenga niveles adecuados de nutrientes indispensables para el crecimiento del organismo (Berge *et al.*, 2002; Vásquez, 2005; Tibaldi & Kaushik, 2005).

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 (Balsinde *et al.*, 2003); puede ser producido a partir 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 (Campabadal 1996).

Un factor importante en el valor nutricional de un insumo en la alimentación de los peces, es el coeficiente de digestibilidad, debido a que no basta que el insumo contenga altos porcentajes de proteína, sino que la especie pueda asimilarlo y por consecuencia aproveche los nutrientes de dicho insumo (Au & Bidart, 1992). Por ello conocer la digestibilidad viabiliza la inclusión de gran variedad de productos y subproductos en dietas para peces (Pezzato *et al.*, 2002; Pezzato *et al.*, 2004 y Gutierrez *et al.*, 2011).

Se han realizado investigaciones para determinar digestibilidad aparente de proteína bruta en *C. macropomum* con diversos insumos tales como harina de pijuayo con 86,53%, harina de plátano con 53,91% y harina de yuca con 48,26% (Chu-Koo & Kohler, 2014), como también Gutierrez *et al* (2009) reportaron coeficiente de digestibilidad de PB de maíz amarillo con 75,46 %.

En base a los datos mostrados anteriormente se plantea utilizar un subproducto como las hojas de *Manihot esculenta* como insumo proteico, en dietas para alevines de *C. macropomum*, insumo con porcentajes de proteína bruta entre 22,7 a 25,90 %, además de tener 18 aminoácidos esenciales, que lo convierte en un insumo potencial para dietas de peces (Buitrago *et al.*, 2001 y Ovidio, 2009).

Es probable que los peces asimilaren dicha proteína pero primero es conveniente evaluar su digestibilidad. Por ello formulamos el siguiente problema ¿Cuál es la digestibilidad aparente de la proteína de harina y ensilado de hojas de *M. esculenta* en alevines de *Colossoma macropomum*?

La hipótesis planteada establece que si, en condiciones de laboratorio, se les alimenta con harina y ensilado, de hojas de *M. esculenta*, entonces, se obtiene una mejor digestibilidad aparente de la proteína de la harina de ensilado de hojas de *M. esculenta*.

Como objetivo general se propuso cuantificar la digestibilidad aparente de la proteína de harina y ensilado de hojas de *M. esculenta* en alevines de *C. macropomum* y como objetivos específicos:

- Cuantificar el nivel de proteína de harina y ensilado de hojas de *M. esculenta*.
- Estimar la digestibilidad aparente de la proteína de la harina de hojas de *M. esculenta* en alevines de *C. macropomum*.
- Calcular la digestibilidad aparente de la proteína del ensilado de hojas de *M. esculenta* en alevines de *C. macropomum*.

## II. MATERIALES Y METODOS

### 2.1. Material

#### 2.1.1. Población

La población fue constituida por alevinos de *C. macropomum*, obtenidos del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) en el Departamento de Madre de Dios.

#### 2.1.2. Muestra

La muestra fue 180 alevinos de *C. macropomum* con un peso y talla promedio de  $3.5 \pm 0.5$  g. y  $4.5 \pm 0.5$  cm. Los datos se sometieron a la prueba de Kolmogorov - Smirnov para pesos (g) y tallas (cm) (Anexo 3) a fin de determinar su homogeneidad a través de su normalidad.

#### 2.1.3. Unidad de análisis

Heces de 30 alevinos de *C. macropomum*.

### 2.2. Método

#### 2.2.1. Tipo de estudio

La investigación fue de tipo experimental y básica de acuerdo a su propósito al diseño de investigación empleada

#### 2.2.2. Diseño de investigación

Se empleó el diseño completamente al azar, con dos tratamientos y tres repeticiones cada uno.

Tabla 1. Especificaciones de los tratamientos.

Tratamientos	Especificaciones
TC	Harina de hojas de <i>M. esculenta</i>
TE	Ensilado de hojas de <i>M. esculenta</i>

\*TC: Tratamiento control, TE: tratamiento control



### **2.2.3. Variables y Operacionalización de variables**

#### **2.2.3.1. Variable independiente**

Harina y ensilado de hojas de *M. esculenta*.

#### **2.2.3.2. Variable dependiente**

Digestibilidad aparente de la proteína.

### **2.3. Procedimiento**

#### **2.3.1. Acondicionamiento de acuarios para alevines de *C. macropomum***

Se utilizaron seis acuarios de vidrio de 60x40x50 cm. con 80 L 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 min. 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.

#### **2.3.2. Transporte de alevines de *C. macropomum***

Los alevines de *C. macropomum* fueron colocados en bolsas plásticas de 15 L, con oxígeno; posterior en baldes de 18 L de capacidad para el transporte aéreo, de Madre de Dios a Lima que duró 1 h 40 min, luego vía terrestre Lima a Chimbote que duró 7 h.

Se trasladaron al Laboratorio de Acuicultura Continental, las bolsas conteniendo los peces fueron colocados dentro de los acuarios acondicionados previamente por un periodo de 60 min, posterior los peces se liberaron en los acuarios. Los alevines se seleccionaron de acuerdo a longitud de  $4.5 \pm 0.5$  cm, los alevines se distribuyeron aleatoriamente en cada unidad experimental.

### 2.3.3. Preparación de las harinas

#### **Preparación de harina de hojas de *M. esculenta***

Se obtuvieron 20 kg de hojas de *M. esculenta* de plantaciones del caserío Jimbe, Provincia del Santa, departamento de Ancash, luego de ser obtenidas fueron colocadas en la estufa por 24 h a 60°C, una vez secas se procedió a moler y tamizar obteniendo 2 kg de harina, con un rendimiento del 10 %.

#### **Preparación de harina ensilado de hojas de *M. esculenta***

- **Activación de la bacteria**

El inóculo *Lactobacillus* sp. fue proporcionado por la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Agraria la Molina; y para un litro de bacterias (inoculo) se activó según el método de Faid *et al* (1997) en el cual se utilizó 1 L de inoculo ( $1.5 \times 10^8$  bacterias/ml), 1 L de melaza diluida esterilizada (1L de melaza en 4 L de agua) y papaya mediana verde licuada. Se mezcló y aforó a 20 L de agua, luego el preparado fue envasado en frascos de color ámbar con tapa hermética, y se colocó en estufa a 40°C durante 72 h, hasta que se consiguió un pH de 3,8

- **Proceso de elaboración del ensilado de harina de hojas de *M. esculenta***

La elaboración del ensilado se realizó mediante el método de Fagbenro & Jauncey (1998), sometiendo a cocción 1 kg de harina de hoja de *M. esculenta* a 100°C durante 20 min; después de la cocción se drenó el agua mediante un paño; luego se mezcló y homogenizó añadiendo 5% de melaza y 10% del inoculo de *Lactobacillus* sp. activado, hasta obtener un homogenizado, el cual fueron distribuidos en frascos de vidrio estériles de 250 ml de capacidad con tapa hermética y cubiertos con papel aluminio.

Luego estos frascos fueron incubados a 40°C por 48 h, el pH estuvo alrededor de 4,0. Luego el ensilado semi líquido se extendió en papel aluminio y fue llevado a estufa a 65 °C por 48 horas y por ultimo una vez ensilado se procedió a la molienda, obteniendo 900 g. de harina de ensilado de hojas de *M. esculenta*.

#### 2.3.4. Preparación de las dietas

Para la preparación de las dietas se siguió el procedimiento de Carbonell & Buitrago (2014), la harina y ensilado de hojas de *M. esculenta*, cada uno se mezclaron con aceite y premix (Tabla 2), y se utilizó como marcador inerte el óxido de cromo III adicionado a cada dieta en una concentración del 1%, el alimento elaborado fueron secados a medio ambiente por 48 hrs y almacenados en bolsas de cierre hermético hasta su uso.

Tabla 2. Descripción de las dietas

Insumos	TC	TE
Harina de hojas de <i>M. esculenta</i>	94.5	--
Harina ensilado de hojas de <i>M. esculenta</i>	--	94.5
Aceite	4.0	4.0
Premix	0.5	0.5
Oxido de cromo	1%	1%
Total	100	100

Luego de la preparación de las dietas, se peletizó y seco al medio ambiente; posterior se guardó en tapers herméticos. Y finalmente se suministró el alimento *Add libitum* hasta aparente saciedad, tres veces al día (8:00, 12:00 y 16:00 h.)

### 2.3.5. Costos

Los costos para la elaboración 1 kg de harina y ensilado de hoja de *M. esculenta*, se expresan en la Tabla 3.

Tabla 3. Costos para la elaboración de dietas.

INSUMOS	TC (S/.)	TE (S/.)
Hojas de <i>M. esculenta</i>	0.00	0.00
<i>Lactobacillus</i>	0.20	0.20
Papaya	0.00	0.15
Aceite	0.20	0.20
Melaza	0.00	0.20
Premix	0.20	0.20
Total/Kg.	0.60	0.95

### 2.3.6. Recolección de heces

Al segundo día de iniciado el estudio, mediante el método de Ramos *et al* (2001), se extrajo las heces de cada acuario, sifoneando el agua desde el fondo con una manguera plástica de 0,5 cm de diámetro, las heces se colocaron en papel filtro sobre frascos de vidrio de 250 ml, luego en placas Petri se llevaron a la estufa a 40°C durante 3-4 h para reducir la humedad, luego se refrigeró a 5 °C para reducir la actividad bacteriana. La colecta de heces fue realizada en un recipiente hasta obtener  $2 \pm 0.5$  g. de muestra por repetición

### 2.3.7. Limpieza y recambio de agua

Los recambios diarios de agua fue 20%, debido a la extracción del alimento no consumido y heces, para la obtención de una buena muestra de heces.

### 2.3.8. Análisis de muestras colectadas

El porcentaje de proteínas en los tratamientos se realizó en el laboratorio del área de Aseguramiento de calidad de la empresa PROMASA S.A., se determinó mediante el método de Kjeldahl (determinación de bases volátiles nitrogenadas totales).

El porcentaje de proteínas en heces recolectadas en el experimento, se determinaron en peso seco, para determinar la digestibilidad aparente de proteína de la harina y ensilado de hojas de *M. esculenta*, se analizaron en el laboratorio de COLECBI S.A. certificado por indecopi. Y para determinar la concentración del marcador inerte óxido de cromo ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) en las heces fue mediante espectrofotometría de absorción atómica realizado en la Universidad Nacional de Trujillo.

### 2.3.9. Evaluación de la digestibilidad aparente

Una vez obtenido los resultados de los análisis anteriormente descritos, se aplicó la siguiente fórmula para estimar el Coeficiente de Digestibilidad aparente (CDA) de la proteína de la harina y ensilado de hojas de *M. esculenta*, descrita por Choubert *et al* (1979):

$$\text{CDA (\%)} = 100 \times \left[ 1 - \left( \frac{\% \text{ de } \text{Cr}_2\text{O}_3 \text{ en el alimento}}{\% \text{ de } \text{Cr}_2\text{O}_3 \text{ en heces}} \times \frac{\% \text{ de nutrientes en heces}}{\% \text{ de nutrientes en alimento}} \right) \right]$$

### 2.3.10. Calidad del agua

El registro de los parámetros fisicoquímicos se realizó de manera diaria para temperatura, y cada tres días para pH y oxígeno, 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.

### 2.3.11. Análisis estadística de datos

Los datos de la digestibilidad aparente de la proteína de la harina y ensilado de hojas de *M. esculenta*, fueron sometidos a la prueba de t de Student con un nivel de confianza de 95 %, para determinar la significancia entre sus promedios. El proceso estadístico se realizó utilizando los programas Microsoft Excel y SPSS 21.0.

### III. RESULTADOS

#### Porcentaje de proteínas de los tratamientos

Los porcentajes promedio de proteína inicial en el tratamiento control de harina de hojas de *M. esculenta* fue 25,9 % y tratamiento experimental de harina ensilada de hojas de *M. esculenta* fue 24,9 %, utilizadas como alimento de *C. macropomum*, se observa que no existe diferencia significativa de proteína inicial en los tratamientos (Tabla 4).

Tabla 4. Porcentaje de proteínas en harina y ensilado, de hojas de *M. esculenta*.

Repeticiones	TC	TE
	Harina de hojas de <i>M. esculenta</i>	Ensilado de hojas de <i>M. esculenta</i>
1	25,8	25,2
2	26,2	24,8
3	25,7	24,7
Promedio (%)	25,9 ± 0,26 <sup>(a)</sup>	24,9 ± 0,26 <sup>(a)</sup>

\* Valores de proteínas en peso seco analizado por el laboratorio PROMASA S.A.

Letras iguales en la misma fila indica no hay diferencia significativa (p>0,05).

#### Porcentajes de proteína en heces de alevines de *C. macropomum*

Para las heces de *C. macropomum*, se encontró diferencia significativa (p<0,05) entre los porcentajes de proteínas de harina de hojas de *M. esculenta* 15,1%, con la dieta de harina ensilada de hojas de *M. esculenta* 12,5 % (Tabla 5).

Tabla 5. Porcentaje de proteínas en heces de alevines de *C. macropomum*, alimentados con harina y ensilado de hojas de *M. esculenta*.

Repeticiones	TC	TE
	Harina de hojas de <i>M. esculenta</i>	Ensilado de hojas de <i>M. esculenta</i>
1	15,2	12,5
2	15,3	12,8
3	15,1	12,2
Promedio (%)	15,2 ± 0,1 <sup>(b)</sup>	12,5 ± 0,3 <sup>(a)</sup>

\* Valores de proteínas en peso seco analizado por el laboratorio COLECBI S.A.

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

### Porcentajes de óxido de cromo (III) en tratamientos y heces

El porcentaje promedio de óxido de cromo en las dietas fue de 0,94 % con harina de hojas de *M. esculenta* y 0,96 % con ensilado de hojas de *M. esculenta*; mientras, que en las heces de alevines de *C. macropomum*, es significativamente mayor ( $p < 0,05$ ) en el ensilado de hojas de *M. esculenta* con 2,32 %, mientras que fue menor con la harina de *M. esculenta* con 2,08 % (Tabla 6).

Tabla 6. Porcentaje de óxido de cromo (%) en las heces de alevines de *C. macropomum*, alimentados con harina y ensilado de hojas de *M. esculenta*.

Repeticiones	TC		TE	
	Harina de hojas de <i>M. esculenta</i>	Ensilado de hojas de <i>M. esculenta</i>	Harina de hojas de <i>M. esculenta</i>	Ensilado de hojas de <i>M. esculenta</i>
1	2,08	2,08	2,29	2,29
2	2,03	2,03	2,21	2,21
3	2,12	2,12	2,45	2,45
Promedio (%)	2,08 $\pm$ 0,05 <sup>(b)</sup>		2,32 $\pm$ 0,12 <sup>(a)</sup>	

\* Letras diferentes en la misma fila indica que hay diferencia significativa ( $p < 0,05$ ).

### Digestibilidad aparente de las proteínas (CDAP)

El promedio de CDAP en alevines de *C. macropomum*, fue significativamente mayor ( $p < 0,05$ ) en el ensilado de hojas de *M. esculenta* con 79,15 %, y menor con harina de hojas de *M. esculenta* con 73,43 % (Tabla 7)

Tabla 7. Porcentajes del coeficiente de digestibilidad aparente de proteínas (CDAP) en alevines de *C. macropomum*, alimentados con harina y ensilado, de hojas de *M. esculenta*.

Repeticiones	TC		TE	
	Harina de hojas de <i>M. esculenta</i>	Ensilado de hojas de <i>M. esculenta</i>	Harina de hojas de <i>M. esculenta</i>	Ensilado de hojas de <i>M. esculenta</i>
1	73,48	73,48	78.96	78.96
2	72,65	72,65	77.67	77.67
3	74,15	74,15	80.80	80.80
Promedio (%)	73,43 $\pm$ 0,50 (b)		79,15 $\pm$ 1,54 (a)	

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

## Calidad de agua

Los parámetros físico-químicos del agua durante el experimento se mantuvieron dentro de los rangos óptimos para *C. macropomum*, con lo que respecta a temperatura su variación fue de 28,4 ° C a 28,1 ° C, se muestra en el (Anexo 5 y 6) y (Fig. 4). La variación de pH fue de 7,81 a 7,22 (Anexo 7 y 8) y (Fig. 5), estos dos parámetros no mostraron diferencia significativa. Para oxígeno disuelto en el agua ( $\text{mg L}^{-1}$ ) su variación fue de 4,90  $\text{mg L}^{-1}$  a 4,04  $\text{mg L}^{-1}$  (Anexo 9 y 10) y (Fig. 6), este rango está dentro de lo recomendado, y estadísticamente no hay diferencia significativa en las unidades experimentales.



#### IV. DISCUSION

En el presente estudio la harina de hojas de *M. esculenta* tuvo un 25,9 % de proteína bruta, y para la harina de ensilado de hojas de *M. esculenta* fue 24,9 %, no encontrándose diferencia significativa ( $p>0.05$ ) entre ambas. Los porcentajes reportados en la investigación se deberían a que las hojas de *M. esculenta* poseen desde 14.7 a 40 % de proteína bruta (Correa *et al.*, 2005).

Para el Coeficiente de digestibilidad aparente (CDA) del ensilado de hojas de *M. esculenta* se obtuvo 79,15 %, significativamente mayor al CDA de la harina de dicho vegetal con 73,43 %, el valor de la harina ensilada se encuentran dentro del rango (75 - 95 %) considerándose como un coeficiente de digestibilidad aparente aceptable (NRC, 1993; Rojas, 2004 y Köprücü & Ozdemir, 2005).

Por el hábito omnívoro de la especie permite la asimilación de la proteína de insumos vegetales (Arias & Vasquez, 1998; Mori, 2000), en tal sentido diversos autores estudiaron CDA de insumos de origen vegetal, en relación con caracidos neo tropicales como Abimorad & Carneiro (2004) y Fernández *et al* (2004), quienes reportaron CDA de proteína bruta de harina de maíz entre 84,3 – 93,9 % y para trigo entre 83,1 a 82,4 %. Asimismo, Vásquez & Gutiérrez (2013), al evaluar en *C. macropomum* la proteína bruta de torta de soya encuentran CDA de 92,1%, en soya integral de 84,8%, en torta de girasol de 84,9%, en gluten de maíz de 84,7% y para yuca integral en valores entre 83,7 a 90,6%.

Estos datos reportados son superiores al CDA de 79,15 % obtenidos en la investigación, valores similares encuentran Gutierrez *et al* (2009), al evaluar en *C. macropomum* la PB de maíz amarillo con un CDA de 75,46%. Del mismo modo Carvalho *et al* (2012), encontró valores similares de 73,37 % para este insumo, en tilapia nilotica pez de similares hábitos alimenticios a la especie investigada; demostrando que a pesar de tener estos hábitos alimenticios no asimilan por completo la proteína. Estos resultados muestran que la especie no digiere los vegetales, posiblemente por sus desventajas del insumo, para tal caso IIAP (2015) mencionan que los granos y cascara de semillas, y hojas de frutos tienen un alto contenido de fibra, pasando por el intestino del pez no

siendo aprovechada, por lo que se recomienda que el porcentaje de fibra no sobrepase el 10%, siendo esto uno de los factores al resultado reportado del CDA de 73,43 %.

Morillo *et al* (2013), concluyeron que insumos vegetales como *Erythrina edulis* y *Glycine max* son ricos en proteínas lo que conlleva a buenos resultados en la nutrición de alevines de *C. macropomum*. Como también Preston *et al* (2005) reportaron datos de CDA de 71 % del subproducto de harina ensilada de hojas de yuca en cerdos y rumiantes. Del mismo modo Fernández *et al* (2004), mencionan que los insumos de origen vegetal son mejores por su biodisponibilidad de proteínas y su coeficiente de digestibilidad que varía entre 75,9 y 81,1% para *P. brachypomus* pez emparentado con *C. macropomum*, cercanos al valor de 79,15 % encontrado en el presente estudio para el ensilado de hojas de *M. esculenta*, lo que nos reafirma en calidad nutritiva de este insumo desde el punto de vista de su digestibilidad.

La mayor CDA encontrada para la harina ensilada de hojas de *M. esculenta*, podría deberse a que el ensilado láctico tiene capacidad hidrolizante, porque el *Lactobacillus* libera enzimas proteolíticas que se encargan en la degradación de proteínas, esta acción enzimática de *Lactobacillus* nos permite obtener un coeficiente de digestibilidad aparente de la proteína de 79,15 % (Moraes *et al.*, 2006 y Murray *et al.*, 2008). Del mismo modo, Triana *et al* (2014) corrobora la eficiencia de microorganismos como *Lactobacillus buhneri* para la obtención de ensilados. Por ello Llanes *et al* (2010), señala que los ensilajes de residuos representan alto valor nutricional considerando como fuente alternativa de insumo.

Con referente a los costos realizados no hubo diferencia entre la elaboración de las dietas, obteniendo en harina de hojas de *M. esculenta* S/. 0.60 por kg y para la harina ensilada de hojas de *M. esculenta* S/. 0.95 por Kg.; estos precios en comparación con el insumo mayormente utilizado como es la harina de pescado, con el precio de S/. 4.50 (IFFO, 2017); esta comparación de costos muestra una ventaja favorablemente para el insumo de hojas de *M. esculenta*.

Los parámetros físico-químicos del agua durante el experimento se mantuvieron dentro de los rangos recomendados para las especies tropicales de acuerdo con lo descrito por Baldisserotto (2002). Para *C. macropomum*, la temperatura adecuada oscila entre 25 a 30° C, el rango óptimo de pH está entre 7 y 8 y el oxígeno disuelto entre 3 a 7 mg/L (Eufracio & Palomino, 2004; Poleo *et al.*, 2011); en nuestras unidades experimentales se encontraban dentro del rango y estadísticamente aplicando la prueba de varianza no tuvo diferencia significativa.

Para recomendar un insumo y su posible inclusión en alimentos balanceados para peces, no sólo depende de las características nutricionales, sino también su disponibilidad en la región y su costo. Por ello, (Ng & Wee, 1989) en los países en desarrollo es importante la inclusión de la hoja de yuca como alimento de peces tropicales; ya que los ingredientes convencionales son caros y escasos (Fréon *et al.*, 2014). Es por ello que la harina ensilada de hojas de *M. esculenta*, puede reemplazar a insumos de origen vegetal por la buena digestibilidad de su proteína en dietas para alevines de *C. macropomum*.

## V. CONCLUSIONES

- El nivel de proteína de harina de hojas de *Manihot esculenta* fue de 25,9 % y de la harina de ensilado de hojas de *M. esculenta* fue de 24,9 %; no mostrando diferencias significativas ( $p>0,05$ ).
- La digestibilidad aparente de la proteína de la harina de hojas de *M. esculenta* en alevines de *C. macropomum* fue 73,43 %.
- La digestibilidad aparente de la proteína del ensilado de hojas de *M. esculenta* en alevines de *C. macropomum* fue 79,15 %.

## VI. RECOMENDACIONES

- Determinar la tasa de crecimiento, factor de conversión, en talla y peso de alevines de *Colossoma macropomum*, alimentadas con dietas a base de la harina ensilada de hojas de *M. esculenta*.
- Evaluar la digestibilidad aparente, la tasa de crecimiento y factor de conversión alimenticia de la harina ensilado de hojas de *M. esculenta* en reemplazo de la harina de pescado en dietas para alevines de *C. macropomum*.
- Evaluar económicamente la producción de *C. macropomum* en estanques, utilizando como alimento base la harina ensilado de hojas de *M. esculenta*,

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abimorad, E & J. Carneiro. 2004. Métodos de colecta de fezes e determinacao dos coeficientes de digestibilidade de fracao proteica e da energia de alimentos para o pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmerg, 1987). Revista brasileira de zootecnia. 33:1101-1109.
- Álvarez, C. 2015. La acuicultura en la Amazonia Peruana. XXXVIII Reunión Científica Anual de la Asociación Peruana de Producción Animal. APPA 2015.
- Arias, J & W. Vásquez. 1988. Ampliación del conocimiento biológico de *Colossoma* sp. (Characidae) en ambientes naturales de la cuenca del río Meta. Unillanos-Colciencias. Colombia. 121p.
- Au N. & J. Bidart. 1992. Manual de harina de pescado. Compañía pesquera San Pedro S.A.C.I., Coronel, Chile. 56 pp.
- 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.
- Baldisserotto, B. & L. Gomes. 2005. Espécies nativas para piscicultura no Brasil, Editoria Universidade Federal de Santa Maria.
- Berge, G.E.; H. Sveier & E. Lied. 2002. Effects of feeding Atlantic salmon (*Salmo salar* L) imbalanced levels of lysine and arginine. *Aquacult. Nutr.* 8:239-248.
- Buitrago, J.; J. Gil & B. Ospina. 2001. La yuca en la alimentación avícola. Edit. Elizabeth Meek y Hugo Aldana. Cali, Colombia. 48 pp.
- Campadabal, C. & Cecilia, A 1996. Factores que afectan a la calidad de los alimentos acuícolas. Avances en nutrición acuícola III.
- Campos, L. 2015. El cultivo de gamitana en Latinoamérica. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos. Perú.
- Carbonell, C & C. Buitrago. 2004. Desarrollo y Formulación de Alimentos Alternativos para Peces Utilizando Recursos Locales. Fundacion C.I.E.P.E. Trabajo de Investigación. República Bolivariana De Venezuela.

- Carneiro DJ. 1981. Digestibilidad de proteica en dietas isocalóricas para o tambaquí, *Colossoma macropomum* (Cuvier, Pisces). II Simposio Bras Aquicultura. Brasilia: Encontro Nac. Ranicult./SUDEPE. p 788-800.
- Carvalho, P.L.; R.L. Da Silva; R. Botelho; F.M. Damasceno; M. Rocha & L.E. Pezzato. 2012. Valor nutritivo da raiz e folhas da mandioca para a tilápia do Nilo. *Bol. Inst. Pesca, São Paulo*. 38(1):61-69.
- Choubert, G.; J. De la Noüe & P. Luquet. 1797. Continuous quantitative automatic collector for fish feces. *The progressive fish-culturist*, 41: 64-67.
- Chu-Koo, F & C. Kohle. 2014. Factibilidad del uso de tres insumos vegetales en dietas para gamitana (*Colossoma macropomum*). Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Primera edición libro digital. 184-191p.
- Correa, A.D.; A. Farias & P. Mattos. 2005. Utilização da mandioca e de seus produtos na alimentação humana. In: Souza, L.; A. Farias; P. Mattos & W. Fukuda (Ed). *Processamento e utilização da mandioca*. Cruz das Almas: *Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical*. 223-298pp.
- Eufracio, P.S. & A.R. Palomino. 2004. Manual de cultivo de gamitana. Gerencia de Acuicultura, Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero (FONDEPES). Agencia española de Cooperación Internacional (AECI). Unidad de Gestión del Proyecto PADESPA, Viceministerio de Pesquería, Ministerio de la Producción. Lima, Perú. 106p.
- Faid, A., A. Zouiten, A. Elmarrakchi & A. Achkari. 1997. Biotransformation of fish waste into a stable feed ingredient. En: *Science Direct. Food Chemistry*. 60(1): 13-18.
- Fagbenro, O & K. Jauncey. Growth and protein utilization by juvenile catfish (*Clarias gariepinus*) fed dry diets containing co-dried lactic-acid-fermented fish silage and protein feedstuffs. En: *Science Direct. Bioresource Tech* 51:29.
- FAO, 2016. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Edición Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos.
- Fernandez, K.; R. Lochman, A. Bocanegra. 2004. Apparent digestible energy and nutrient digestibility coefficients of diet ingredients for *Piaractus brachyomus*. *Journal of the world Aquaculture Society*. 35:237-244.
- Freón, P., J. Suerio, F. Iriarte, O. Miro Evar, Y. Landa, J. Mittaine & M. Bouchon. 2014. Harvesting for food versus feed: a review of Peruvian fisheries in a global context. *Revista fish biology*, 24:381-398.

- Guillaume, J.; S. Kaushik; P. Bergo & R. Métailler. 1999. Nutrition et Alimentation des Poissons et Crustacés. INRA/INFREMER. París, Francia. 489p.
- Gutiérrez, F.; J. Zaldívar & G. Contreras. 2009. Efecto de varios niveles de energía digestible y proteína en la dieta sobre el crecimiento de gamitana (*Colossoma macropomum*) cuvier 1818. Revista Investigaciones Veterinarias Perú, 20 (2): 178-186.
- Gutierrez, M., M. Yossa & W. Vasquez. 2011. Digestibilidad aparente de materia seca, proteína y energía de harina de vísceras de pollo, quinua y harina de pescado en tilapia nilotica *Oreochromis niloticus*. Orinoquia. 15(2): 169-179.
- IFFO, 2017. Harina de pescado peruana. The marine ingredients organisation. Ed. 289. 24 pp.
- IIAP, 2006. Cultivando peces amazónicos. Instituto de la Amazonia Peruana. Segunda edición. San Martín. Perú. 200p.
- IIAP, 2015. Piscicultura amazónica con especies nativas. Tratado de cooperación amazónica. Primera edición. Lima. 187p.
- Köproçü, K & Y. Ozdemir. 2005. Apparent digestibility of selected feed ingredients for Nile (*Oreochromis niloticus*). Aquaculture. 250:308-316.
- Llanes, J.; A. Borquez, J. Toledo & J. Lazo de la Vega. 2010. Digestibilidad aparente de los ensilajes de residuos pesqueros en tilapias rojas (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*). Zootecnia tropical. 28(4): 499-505.
- Luna, T. 1987. El efecto del contenido proteico y energético en alimentación artificial, sobre el crecimiento en *Colossoma macropomum*. In: Proceeding of the Latin America Seminar of Aquacultura. 133- 136p.
- Mori, L. 2000. Exigencias proteico energéticas de alevinos de tambaqui *Colossoma macropomum*. Tese de Doutor. Instituto Nacional de Pesquisa da Amazonia. Brasil. 110p.
- Moraes, M.; M. Gomes, C. Dasilva, J. Pimenta, R. Viera & P. Evangelista. Digestibilidade e desempenho de alevines de tilapia de nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentados com dietas contendo diferentes níveis de silagem ácida de pescado. Zootecnia e medicina veterinária. Universidade Jose Do Rosario Vellano. p 1-5.
- Morillo, M., T. Visbal, L. Rial, F. Ovalles, P. Aguirre & A. Medina. 2013. Alimentación de alevinos de *Colossoma macropomum* con dietas a base de *Erythrina edulis* y soya. Interciencia, 38(2): 121 - 127.



- Murray, R.; P. Cerezal, P. Bermudez, R. Bugueño & H. Muñoz. 2008. Utilización de residuos alimentarios para elaborar un ensilado láctico. In: I simposio Iberoamericano de ingeniería de residuos. Castellón, Julio.
- National Research Council. 1993. Nutrient requirements of fish. Washington:NRC. 115 p.
- Ng, W.K. & K.L. Wee. 1989. The nutritive value of cassava leaf meal in pelleted feed for Nile tilapia. *Aquaculture*. 83:45-48.
- Ovidio, A. 2009. Utilización de raíces y parte aérea de mandioca en la alimentación animal. Informe técnico. Bogotá, Colombia. 62pp.
- Padilla, P. 2000. Efecto del contenido proteico y energético de dietas en el crecimiento de alevinos de gamitana (*Colossoma macropomum*). *Folia amazónica*, 10 (1-2):81.
- Pezzato, L., E. Miranda, M. Barros, P. Quintero, W. Furuya & A. Pezzato. 2002. Digestibilidad aparente de ingredientes pela tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*. 31: 595-1604.
- Pezzato L., E. De Miranda, M. Barros, M. Furuya, L. Quintero. 2004. Digestibilidad 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.
- Poleo, G.; J. Aranbarrio; L. Mendoza & O. Romero. 2011. Cultivo de cachama blanca en altas densidades y en dos sistemas cerrado. *Revista Pesquera. Agropecuaria Brasileña*. 46(4):429-437.
- Preston, T., L. Rodríguez, N. Van Lai & L. Ha Chau. 2005. El follaje de la yuca (*Manihot esculenta Cranz*) como fuente de proteína para la producción animal en sistemas agroforestales. Conferencia electrónica de la FAO. Finca Ecológica, UTA Foundation. Vietnam.
- Ramos, R., I. Miranda & C. Molienda. 2001. Consumo y digestibilidad aparente de tres ingredientes marinos locales incorporados en dietas para prácticas para el camaron blanco *Litopenaeus vannamei* (Boonne, 1931) *Estudios Oceanológicos* (20):43-50.
- Rojas, V.E. 2004. Formulación, elaboración y evaluación de dos dietas experimentales para juveniles de *Oplegnathus insignis*, en condiciones de cultivo. Tesis de

Titulo. Departamento de ciencias del mar, Sede Iquique. Universidad Arturo Prat. Iquique, Chile. 64p.

- Rustad, T. 2003. Utilization of Marine By- Products. Department of Biotechnology, Norwegian University of Science and Technology. 29 Trondheim, Norway. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry* (4): 458-463.
- Tibaldi, E. & S. Kaushik. 2005. Amino-acid requirements of mediterranean fish species. *Cah Options Mediterr.* 63:59-65.
- Triana, E.; F. Leal, Y. Campo & H. Lizcano. 2014. Evaluación de ensilaje a partir de dos subproductos agroindustriales (cascara de naranja y plátano de rechazo) para la alimentación del ganado bovino. *Revista de la asociación colombiana de ciencia y tecnología del alimento.* 31(22): 33-45.
- Vásquez, W. 2005. A pirapitinga, reproducción e cultivo. In: Baldisserotto, B.; L. Gomes. Ed. *Especies nativas para piscicultura no Brasil.* Santa Maria. 203-223.
- Vásquez, W.; M. Yossa & M. Gutiérrez. 2013. Digestibilidad aparente de ingredientes de origen vegetal y animal en la cachama. *Pesquera Agropecuaria Brasilia.* 48(8):920-927.

# **VIII. ANEXOS**

Anexo 1. Pesos (g) de alevines de *C. macropomum* de los tratamientos.

N°	Harina de hojas de <i>M. esculenta</i>			Harina ensilado de hojas de <i>M. esculenta</i>		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
1	3,81	3,75	3,68	3,79	3,69	3,56
2	3,62	3,86	3,91	3,83	3,70	3,63
3	3,90	3,82	3,83	3,55	3,42	3,69
4	3,88	3,61	3,47	3,65	3,83	3,70
5	3,92	3,69	3,86	3,72	3,79	3,61
6	3,79	3,93	3,83	3,53	3,75	3,85
7	3,65	3,75	3,73	3,62	3,79	3,80
8	3,71	3,61	3,56	3,65	3,86	3,83
9	3,83	3,51	3,45	3,73	3,84	3,77
10	3,76	3,72	3,59	3,46	3,75	3,87
11	3,82	3,60	3,79	3,55	3,77	3,83
12	3,67	3,67	3,59	3,91	3,83	3,65
13	3,71	3,50	3,66	3,78	3,90	3,85
14	3,76	3,80	3,53	3,60	3,76	3,64
15	3,84	3,91	3,93	3,51	3,58	3,60
16	3,70	3,73	3,72	3,77	3,85	3,83
17	3,58	3,53	3,66	3,88	3,48	3,91
18	3,93	3,94	3,60	3,77	3,76	3,66
19	3,42	3,62	3,50	3,92	3,45	3,93
20	3,64	3,50	3,64	3,61	3,54	3,54
21	3,64	3,56	3,88	3,62	3,57	3,56
22	3,54	3,55	3,68	3,74	3,66	3,51
23	3,61	3,69	3,71	3,74	3,61	3,41
24	3,81	3,53	3,72	3,88	3,55	3,68
25	3,67	3,71	3,79	3,65	3,48	3,53
26	3,55	3,62	3,92	3,74	3,64	3,73
27	3,60	3,59	3,51	3,60	3,50	3,66
28	3,50	3,88	3,73	3,73	3,54	3,63
29	3,84	3,61	3,78	3,71	3,49	3,66
30	3,81	3,72	3,71	3,61	3,80	3,79
MÍN.	3,42	3,50	3,45	3,46	3,42	3,41
MAX.	3,93	3,94	3,93	3,92	3,90	3,93
PROM	3,72	3,68	3,70	3,70	3,67	3,70
D.E.	0,13	0,13	0,14	0,12	0,14	0,13
C.V.	3,55	3,61	3,70	3,29	3,92	3,55

Anexo 2. Tallas (cm) de alevines de *C. macropomum* de los tratamientos.

N°	Harina de hojas de <i>M. esculenta</i>			Harina ensilado de hojas de <i>M. esculenta</i>		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
1	4,61	4,52	4,73	4,59	4,80	4,54
2	4,64	4,45	4,75	4,66	4,66	4,58
3	4,67	4,66	4,71	4,57	4,32	4,49
4	4,73	4,40	4,38	4,56	4,56	4,50
5	4,60	4,59	4,50	4,71	4,59	4,71
6	4,53	4,59	4,53	4,46	4,54	4,52
7	4,71	4,55	4,65	4,58	4,51	4,76
8	4,38	4,49	4,35	4,55	4,75	4,73
9	4,75	4,55	4,53	4,54	4,57	4,56
10	4,64	4,43	4,60	4,59	4,53	4,62
11	4,44	4,49	4,47	4,64	4,47	4,53
12	4,53	4,49	4,57	4,58	4,64	4,46
13	4,50	4,56	4,41	4,46	4,75	4,53
14	4,61	4,56	4,49	4,47	4,72	4,45
15	4,69	4,68	4,60	4,36	4,49	4,67
16	4,43	4,57	4,60	4,63	4,60	4,67
17	4,52	4,61	4,42	4,57	4,49	4,67
18	4,62	4,48	4,56	4,59	4,51	4,62
19	4,65	4,44	4,49	4,69	4,41	4,58
20	4,42	4,64	4,63	4,43	4,58	4,40
21	4,44	4,39	4,69	4,55	4,70	4,61
22	4,60	4,71	4,58	4,54	4,55	4,53
23	4,50	4,64	4,53	4,57	4,57	4,56
24	4,69	4,35	4,34	4,59	4,59	4,43
25	4,53	4,56	4,66	4,38	4,52	4,62
26	4,49	4,66	4,57	4,59	4,57	4,68
27	4,58	4,56	4,61	4,68	4,45	4,39
28	4,41	4,48	4,52	4,51	4,75	4,46
29	4,68	4,45	4,60	4,66	4,43	4,49
30	4,66	4,42	4,67	4,43	4,66	4,72
MÍN.	4,38	4,35	4,34	4,36	4,32	4,39
MÁX.	4,75	4,71	4,75	4,71	4,80	4,76
PROM.	4,58	4,53	4,56	4,56	4,58	4,57
D.E.	0,11	0,09	0,11	0,09	0,11	0,10
C.V.	2,30	2,07	2,38	1,95	2,46	2,23

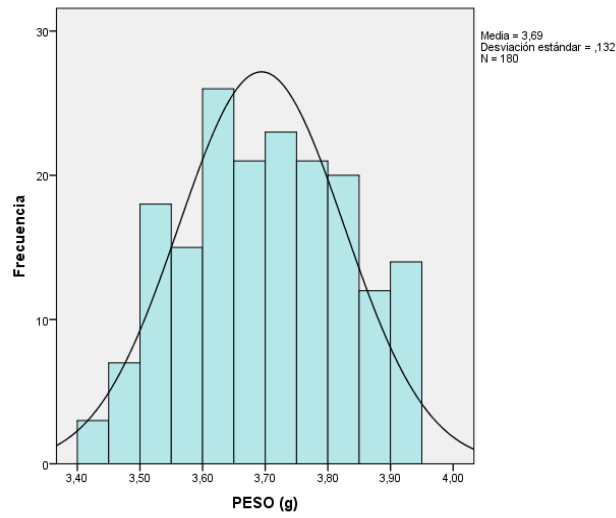


Figura 1. Histogramas de frecuencias y curva normal de datos con la prueba de Kolmogorov-Smirnov para el peso (g) de alevines de *C. macropomum*

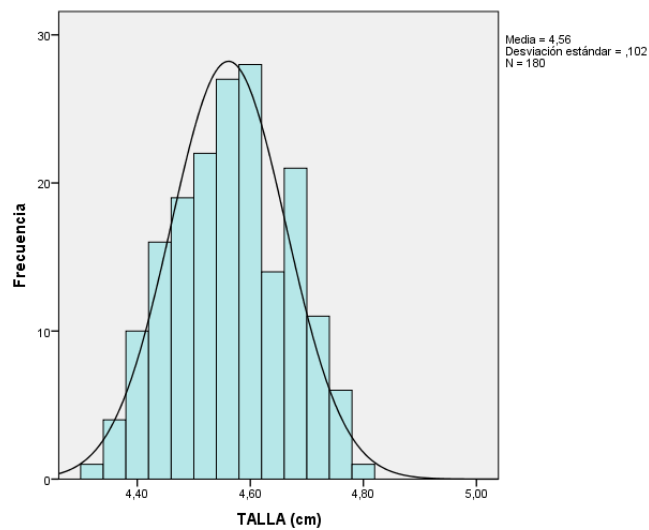


Figura 2. Histogramas de frecuencias y curva normal de datos con la prueba de Kolmogorov-Smirnov para la talla (g) de alevines de *C. macropomum*

Anexo 3. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para pesos (g) y tallas (cm) de alevines de *C. macropomum* alimentados con harina y ensilado de hojas de *M. esculenta*.

**Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra**

		PESO	TALLA
N		180	180
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media	3,6940	4,5614
	Desviación estándar	,13211	,10179
Máximas diferencias extremas	Absoluta	,061	,050
	Positivo	,057	,036
	Negativo	-,061	-,050
Estadístico de prueba		,061	,050
Sig. asintótica (bilateral)		,200 <sup>c,d</sup>	,200 <sup>c,d</sup>

a. La distribución de prueba es normal.

b. Se calcula a partir de datos.

c. Corrección de significación de Lilliefors.

d. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

Anexo 4. Prueba de T de student del porcentaje de las proteínas en las heces, óxido de cromo en las heces y la digestibilidad aparente de las proteínas, en alevines de *C. macropomun* alimentados con harina y ensilado de hojas de *M. esculenta*.

**Estadísticos de grupo**

	TRATAMIENTOS	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Porcentaje de proteína en alimentos	Harina de hojas de <i>M. esculenta</i>	3	25,9000	,26458	,15275
	Ensilado de hojas de <i>M. esculenta</i>	3	24,9000	,26458	,15275
Porcentaje de proteína en heces	Harina de hojas de <i>M. esculenta</i>	3	15,2000	,10000	,05774
	Ensilado de hojas de <i>M. esculenta</i>	3	12,5000	,30000	,17321
Porcentajes de óxido crómico en heces	Harina de hojas de <i>M. esculenta</i>	3	2,0767	,04509	,02603
	Ensilado de hojas de <i>M. esculenta</i>	3	2,3167	,12220	,07055
Coeficiente de digestibilidad	Harina de hojas de <i>M. esculenta</i>	3	73,4300	,49689	,28688
	Ensilado de hojas de <i>M. esculenta</i>	3	79,1467	1,53598	,88680



**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
Porcentaje de proteína en alimentos	Se han asumido varianzas iguales	,000	1,000	4,629	4	,060	1,00000	,21602	,40022	1,59978
	No se han asumido varianzas iguales			4,629	4,000	,060	1,00000	,21602	,40022	1,59978
Porcentaje de proteína en heces	Se han asumido varianzas iguales	1,600	,275	14,789	4	,000	2,70000	,18257	2,19309	3,20691
	No se han asumido varianzas iguales			14,789	2,439	,002	2,70000	,18257	2,03554	3,36446
Porcentaje de óxido crómico en heces	Se han asumido varianzas iguales	2,734	,174	-3,191	4	,033	-,24000	,07520	-,44880	-,03120
	No se han asumido varianzas iguales			-3,191	2,535	,063	-,24000	,07520	-,50621	,02621
Coeficiente de digestibilidad aparente	Se han asumido varianzas iguales	1,850	,245	-6,133	4	,004	-5,71667	,93205	-8,30444	-3,12889
	No se han asumido varianzas iguales			-6,133	2,414	,016	-5,71667	,93205	-9,13481	-2,29853

Anexo 5. Temperatura (°C) en las unidades experimentales, de alevines de *C. macropomun* alimentados con harina y ensilado de hojas de *M. esculenta*.

DÍA	Harina de hojas de <i>M. esculenta</i>			Ensilado de hojas de <i>M. esculenta</i>		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
1	28,4	28,2	28,2	28,2	28,2	28,3
2	28,2	28,4	28,4	28,2	28,3	28,4
3	28,1	28,2	28,1	28,1	28,3	28,3
4	28,3	28,1	28,3	28,2	28,3	28,3
5	28,3	28,1	28,2	28,1	28,2	28,1
6	28,3	28,1	28,4	28,4	28,3	28,3
7	28,1	28,3	28,2	28,1	28,3	28,2
8	28,3	28,1	28,3	28,3	28,1	28,4
9	28,2	28,2	28,4	28,2	28,3	28,2
10	28,3	28,2	28,2	28,4	28,3	28,1
11	28,3	28,2	28,2	28,2	28,3	28,4
12	28,2	28,3	28,3	28,3	28,3	28,3
13	28,3	28,2	28,3	28,2	28,3	28,4
14	28,2	28,1	28,1	28,3	28,3	28,1
15	28,3	28,3	28,2	28,3	28,1	28,2
16	28,2	28,2	28,1	28,4	28,1	28,2
17	28,2	28,2	28,4	28,4	28,1	28,2
18	28,3	28,3	28,4	28,3	28,2	28,1
19	28,2	28,3	28,3	28,3	28,2	28,4
20	28,4	28,2	28,2	28,2	28,3	28,3
21	28,2	28,3	28,4	28,2	28,2	28,1

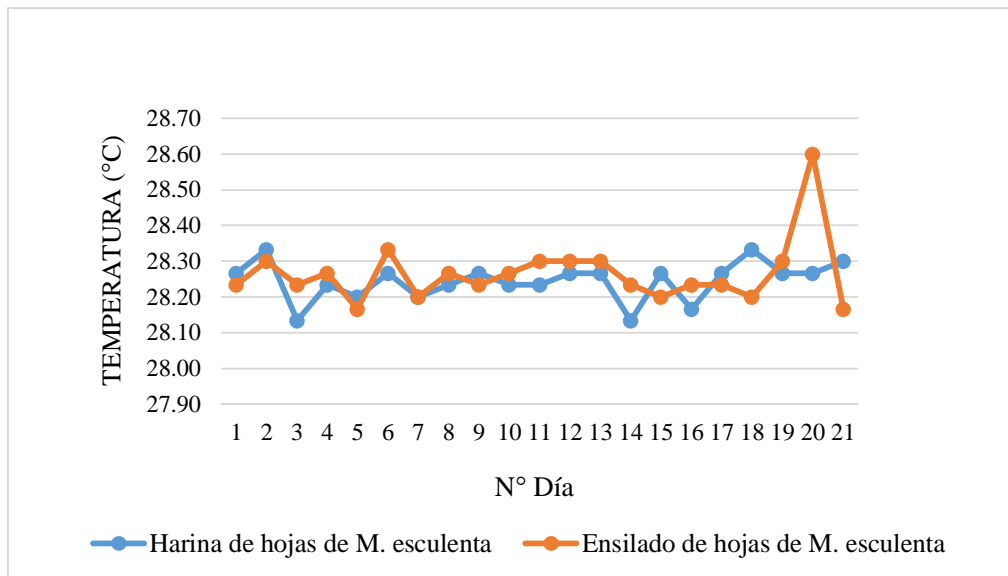


Figura 3. Variación de la temperatura del agua (°C) en las unidades experimentales con alevines de *C. macropomum* alimentados con harina y ensilado de hojas de *M. esculenta*.

Anexo 6. Análisis de varianza a datos de temperatura (°C) tomados diario a las unidades experimentales, de alevines de *C. macropomun* alimentados con dietas a base de harina y ensilado de hojas de *M. esculenta*.

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
T1R1	21	593.3	28.25	0.00662
T1R2	21	592.5	28.21	0.00729
T1R3	21	593.6	28.27	0.01133
T2R1	21	593.3	28.25	0.00962
T2R2	21	594.1	28.29	0.05990
T2R3	21	593.3	28.25	0.01262

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.06452381	5	0.012904762	0.7211	0.6089	2.289851283
Dentro de los grupos	2.147619048	120	0.017896825			
Total	2.212142857	125				

\*Diferencia significativa  $p > 0.05$ .

Anexo 7. pH (unidades) en las unidades experimentales de alevines de *C. macropomun*, alimentados con harina y ensilado de hojas de *M. esculenta*.

DÍA	Harina de hojas de <i>M. esculenta</i>			Ensilado de hojas de <i>M. esculenta</i>		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
3	7,59	7,49	7,47	7,38	7,73	7,46
6	7,75	7,61	7,71	7,53	7,43	7,64
9	7,67	7,64	7,57	7,55	7,43	7,81
12	7,78	7,70	7,56	7,51	7,59	7,79
15	7,67	7,51	7,48	7,56	7,51	7,58
18	7,55	7,59	7,56	7,54	7,66	7,55
21	7,52	7,27	7,45	7,22	7,35	7,56

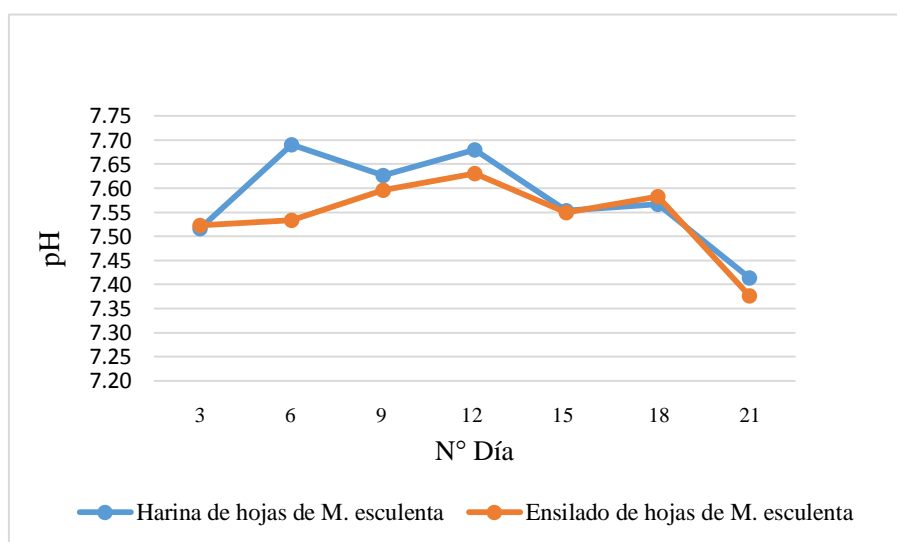


Figura 4. Variación del pH (unidades) en las unidades experimentales con alevines de *C. macropomum* alimentados con harina y ensilado de hojas de *M. esculenta*.

Anexo 8. Análisis de varianza a datos de pH tomados cada tres días a las unidades experimentales de alevines de *C. macropomun* alimentados con harina y ensilado, de hojas de *M. esculenta*.

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
T1R1	7	53.53	7.647	0.00969
T1R2	7	52.81	7.544	0.01986
T1R3	7	52.8	7.543	0.00786
T2R1	7	52.29	7.470	0.01587
T2R2	7	52.7	7.529	0.01888
T2R3	7	53.39	7.627	0.01679

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.15211429	5	0.030422857	2.0522	0.0945	2.477168673
Dentro de los grupos	0.53368571	36	0.014824603			
Total	0.6858	41				

\*Diferencia significativa  $p > 0.05$ .

Anexo 9. Oxígeno disuelto ( $\text{mg L}^{-1}$ ) en las unidades experimentales, de alevines de *C. macropomun*, alimentados con harina y ensilado de hojas de *M. esculenta*.

DÍA	H. de hojas de <i>M. esculenta</i>			Ensilado de hojas de <i>M. esculenta</i>		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
3	4.89	4.82	4.71	4.71	4.73	4.89
6	4.73	4.7	4.82	4.82	4.83	4.73
9	4.85	4.74	4.73	4.7	4.7	4.85
12	4.71	4.8	4.8	4.73	4.8	4.71
15	4.85	4.72	4.72	4.83	4.72	4.72
18	4.7	4.81	4.82	4.7	4.81	4.81
21	4.71	4.7	4.72	4.8	4.83	4.7

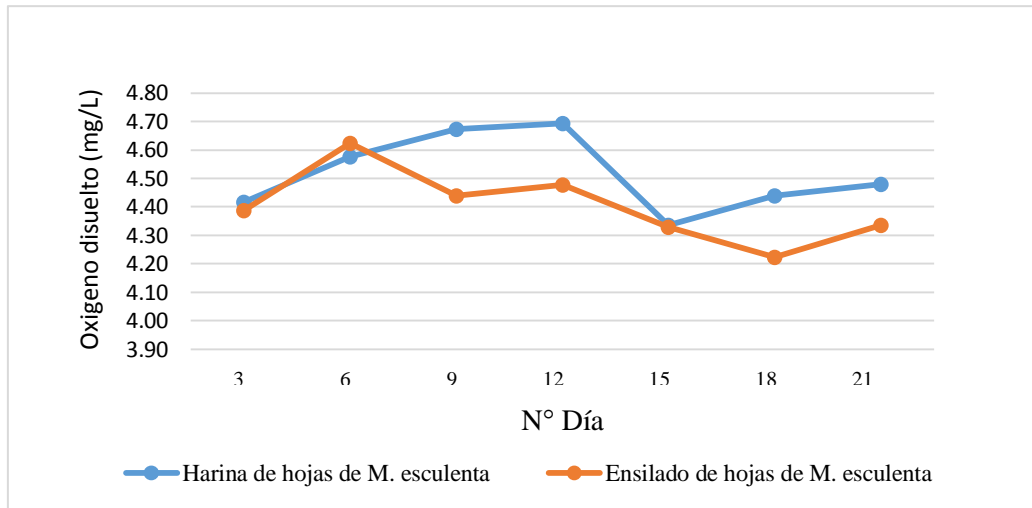


Figura 5. Variación del oxígeno disuelto ( $\text{mg L}^{-1}$ ) en las unidades experimentales con alevines de *C. macropomum* alimentados con harina y ensilado de hojas de *M. esculenta*.

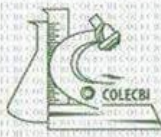
Anexo 10. Análisis de varianza a datos de oxígeno disuelto ( $\text{mg/L}$ ), tomados cada tres días a las unidades experimentales de alevines de *C. macropomun* alimentados con

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
T1R1	7	33.44	4.7771	0.0068
T1R2	7	33.29	4.7557	0.0028
T1R3	7	33.32	4.7600	0.0026
T2R1	7	33.29	4.7557	0.0034
T2R2	7	33.42	4.7743	0.0031
T2R3	7	33.41	4.7729	0.0058

harina y ensilado de hojas de *M. esculenta*.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.003411905	5	0.0007	0.1673	0.9730	2.4772
Dentro de los grupos	0.1468	36	0.0041			
Total	0.150211905	41				

\*Diferencia significativa  $p > 0.05$ .



# CORPORACION DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

## “COLECBI” S.A.C

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

Pág. 1 de 1

### INFORME DE ENSAYO N° 2639-16

#### SOLICITADO POR

APOLITANO COSME PAMELA.

#### DIRECCION

USQUIANO JARAMILLO ANGELO.  
Bollvar Alto Pasaje Hipolito Unanue Mz. G Lote 31 Chimbote.

#### PRODUCTO DECLARADO

HECES DE PECES.

#### CANTIDAD DE MUESTRA

06 muestras x 20g c/u.

#### PRESENTACION DE LA MUESTRA

En bolsa de polietileno transparente.

#### FECHA DE RECEPCION

2016-08-15

#### FECHA DE INICIO DEL ENSAYO

2016-08-15

#### FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO

2016-08-16

#### CONDICION DE LA MUESTRA

En buen estado.

#### ENSAYOS REALIZADOS EN

Laboratorio Físico Químico.

#### CODIGO COLECBI

SS 001414-16

### RESULTADOS

MUESTRA	ENSAYOS
	Proteínas (%) Factor 6,25
T1R1	15,2
T1R2	13,3
T1R3	15,1
T2R1	12,5
T2R2	12,8
T2R3	12,2

#### 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, Agosto 16 del 2016.

DVV/jms

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

LC-MP-HRIE  
Rev. 04  
Fecha 2016-11-20

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

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 - I Etapa - Nuevo Chimbote - - Telefax: 043-310752  
Nextel: 839\*2893 - RPM # 902995 - Apartado 127  
e-mail: [colecbi@speedy.com.pe](mailto:colecbi@speedy.com.pe) / [medioambiente\\_colecbi@speedy.com.pe](mailto:medioambiente_colecbi@speedy.com.pe)  
Web: [www.colecbi.com](http://www.colecbi.com)