

**Universidad de San Carlos de Guatemala**  
**Centro de Estudios del Mar y Acuicultura**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**



**Evaluación del ensilado químico de residuos de tilapia  
en dietas de engorde de pollos**

**Presentado por**

**T. A. José Ramon González Marcucci**

**Para otorgarle el título de**

**Licenciado en Acuicultura**

**Guatemala, noviembre de 2018**

**Universidad de San Carlos de Guatemala  
Centro de Estudios del Mar y Acuicultura**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**Evaluación del ensilado químico de residuos de tilapia  
en dietas de engorde de pollos**



**Presentado por**

**T. A. José Ramon González Marcucci**

**Para otorgarle el título de**

**Licenciado en Acuicultura**

**Asesor: M. Sc. Luis Francisco Franco Cabrera**

**Guatemala, noviembre de 2018**

El Director del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura -CEMA-, después de conocer el dictamen favorable del M.Sc. Luis Francisco Franco Cabrera, Coordinador Académico, sobre el trabajo de graduación del estudiante universitario **José Ramon González Marcucci**, titulado “Evaluación del ensilado químico de residuos de tilapia en dietas de engorde de pollos”, da por este medio su aprobación a dicho trabajo. IMPRIMASE.

**“ID Y ENSEÑAD A TODOS”**



M.Sc. Héctor Leonel Carrillo Ovalle



Guatemala, mayo 2018



El Coordinador Académico del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA-, después de conocer el dictamen del asesor M.Sc. Luis Francisco Franco Cabrera, al trabajo de graduación del estudiante universitario **José Ramon González Marcucci**, titulado “Evaluación del ensilado químico de residuos de tilapia en dietas de engorde de pollos”, da por este medio da su aprobación a dicho trabajo.

“ID Y ENSEÑADA A TODOS”

M.Sc. Luis Francisco Franco Cabrera



Guatemala, mayo 2018

**Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC-  
Centro de Estudios del Mar y Acuicultura -CEMA-**

**CONSEJO DIRECTIVO**

|   |  |
|---|--|
| Presidente  | Dra. Juana Lorena Boix Moran   |
| Secretaria  | M. Sc. Irene Franco Arenales   |
| Representante Docentes  | Dr. Pedro Julio García Chacón<br>M. Sc. Erick Roderico Villagran Colon |
| Representante del Colegio de Médicos<br>Veterinarios, Zootecnistas y Acuicultores | Licda. Liliana Maricruz Maldonado Noriega                              |
| Representantes Estudiantiles  | T.A. Alejandra Raquel Contreras Perdomo<br>T.A. Karol Rubí Rivas Díaz  |

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres, Ángel José Ramón González Coronado y Olimpia Marcucci García de González, por su apoyo, confianza y motivación para alcanzar mis metas.

A mi asesor, Lic. Luis Francisco Franco Cabrera, por guiarme en este proceso y compartir sus conocimientos.

Al Dr. Milton Chán Santisteban, por su ayuda en la elaboración de este documento.

Al Centro de Estudios del Mar y Acuicultura (CEMA), por brindarme sus conocimientos y oportunidad de superarme.

A la Universidad de San Carlos de Guatemala, por abrirme sus puertas y permitir desarrollarme en el ámbito profesional.

## **DEDICATORIA**

**A mis padres:** Ángel José Ramón González Coronado y Olimpia Marcucci García de González, por su amor incondicional, entrega, dedicación, sabios consejos que he recibido conforme toda mi vida y por ser mi ejemplo a seguir.

**A mis hermanos:** José Rodrigo González Marcucci y María Jimena González Marcucci, por su apoyo incondicional.

**A mi novia:** Rocío Chán Escobar, por su apoyo, amistad, amor, paciencia y comprensión.

## RESUMEN

En Guatemala, durante el procesamiento de la tilapia para consumo humano se generan residuos, los cuales se pueden transformar en productos con valor agregado, reduciendo así la contaminación que genera dichas actividades. Esto es posible a través del proceso de la elaboración de ensilados, el cual puede realizarse en condiciones artesanales, presentando una baja inversión para ello, permitiendo su adición en la dieta de animales domésticos con el propósito de reducir costos de producción.

La investigación se llevó a cabo en el departamento de Escuintla, con el enfoque principal de adicionar ensilado de pescado para la alimentación en pollos de engorde, realizándose en un cultivo artesanal o de traspatio. El propósito de este experimento fue comparar el rendimiento productivo de las dietas versus un alimento comercial, donde se determinó la sobrevivencia de los organismos sometidos a estas dietas con un alto porcentaje de ensilado químico de residuos de tilapia y así también se analizaron los costos de producción.

Se utilizó como tratamiento control un alimento comercial y tres dietas, constituidas, una por la mezcla del 50% alimento comercial con 50% ensilado de pescado, la segunda compuesta por 50% maíz y 50% ensilado de pescado y la tercera fue una dieta exclusiva de maíz. Los sujetos sometidos a la prueba fueron pollos de la línea COBB 500, los cuales se obtuvieron de un día de nacidos, por lo que se llevó a cabo el proceso de engorde hasta llegar al día 32 dando inicio con la investigación. Los datos se evaluaron a través de un análisis de varianza ANOVA para determinar la existencia de diferencias significativas entre las dietas, también se determinó la tasa marginal de retorno para establecer la rentabilidad de las dietas.

El tratamiento control fue el que presentó el mayor crecimiento y mayor tasa marginal de retorno con un 90.64%, el tratamiento de 50% alimento comercial con 50% ensilado de pescado presentó el segundo mejor resultado en crecimiento, pero una tasa marginal de retorno baja con un 14.22%, los demás tratamientos presentaron un crecimiento bajo y nula rentabilidad.

Ninguno de los tratamientos sufrió de muertes debido a la alta inclusión de ensilado en las dietas. Esto indicó que la adición de ensilado de residuos de tilapia es una opción viable en los cultivos de traspatio de pollo de engorde y brinda alternativas para obtener subproductos de

alto valor nutricional de los residuos generados durante el procesamiento de productos hidrobiológicos.

## **ABSTRACT**

In Guatemala, during the processing of tilapia for consumption, waste is generated, which can be transformed into products with added value, thus reducing the pollution generated by these activities. This through the process of making silage which can be done under artisanal conditions and presenting a low investment for its realization, allowing its addition in the diet of domestic animals with the purpose of reducing production costs.

The research was carried out in the department of Escuintla, with the main focus of adding silage of fish for feeding in broiler chickens, carried out in an artisanal or backyard culture. The purpose of this experiment was to compare the productive performance of the diets versus a commercial feed, where the survival of the organisms subjected to these diets was determined with a high percentage of chemical silage of tilapia residues and thus the production costs were analyzed.

A control treatment was used consisting of commercial feed and three diets which were a mixture of 50% commercial feed-50% silage of fish, 50% corn-50% silage of fish and an exclusive corn diet. Chickens of the COBB 500 line were used, being bought one day old and the fattening process was carried out until day 32 where the data were taken to be evaluated through an ANOVA analysis of variance, determining the existence of significant differences between the diets as well as the marginal rate of return to establish the profitability of the diets.

The control treatment which consisted of commercial feed was the one with the highest growth and the highest marginal rate of return with 90.64%, the treatment of 50% commercial feed-50% silage of fish showed a decent growth but a marginal rate of return low with 14.22%, the other treatments showed low growth and no profitability.

None of the treatments suffered from deaths due to the high inclusion of silage in the diets. This indicates that the addition of silage from tilapia residues is a viable option in backyard broiler chicken farms and provides alternatives to obtain by-products of high nutritional value from the waste generated during the processing of hydrobiological products.

# INDICE DE CONTENIDO

|  |    |
|--|----|
| <b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....                                       | 1  |
| <b>2. ANTECEDENTES</b> .....                                       | 3  |
| <b>3. MARCO TEÓRICO</b> .....                                      | 5  |
| 3.1. Acuicultura.....  | 5  |
| 3.1.1. Cultivo de tilapia .....                                    | 5  |
| 3.1.2. Impacto de la acuicultura sobre el medio ambiente .....     | 5  |
| 3.1.3. Caracterización del procesamiento de tilapia .....          | 6  |
| 3.2. Ensilado.....   | 6  |
| 3.2.1. Ensilado químico .....                                      | 6  |
| 3.2.2. Ensilado de pescado.....                                    | 7  |
| 3.3. Crianza de pollos de traspatio .....                          | 7  |
| 3.3.1. Alimentación .....  | 8  |
| 3.3.2. Instalaciones .....   | 8  |
| 3.3.3. Enfermedades frecuentes.....                                | 9  |
| <b>4. OBJETIVOS</b> .....  | 10 |
| 4.1. Objetivo general.....   | 10 |
| 4.2. Objetivos específicos .....                                   | 10 |
| <b>5. HIPÓTESIS</b> .....  | 11 |
| <b>6. METODOLOGÍA</b> .....  | 12 |
| 6.1. Ubicación geográfica .....                                    | 12 |
| 6.2. Materiales.....   | 12 |
| 6.3. Elaboración del ensilado químico de residuos de tilapia ..... | 13 |
| 6.4. Descripción de los tratamientos .....                         | 13 |
| 6.4.1. Alimento comercial (control).....                           | 13 |
| 6.4.2. Alimento de maíz.....                                       | 14 |
| 6.4.3. Ensilado químico de residuos de tilapia .....               | 14 |
| 6.5. Definición de variables .....                                 | 14 |
| 6.5.1. Variables independientes.....                               | 14 |
| 6.5.1.1. Dietas .....  | 14 |

|   |           |
|---|-----------|
| 6.5.2. Variables dependientes.....  | 15        |
| 6.6. Diseño experimental .....  | 16        |
| 6.6.1. Descripción de los tratamientos .....  | 16        |
| 6.7. Modelo estadístico.....  | 17        |
| 6.8. Tamaño y forma de las unidades experimentales.....                                   | 17        |
| 6.9. Variable respuesta .....   | 17        |
| 6.10. Manejo del experimento .....  | 18        |
| 6.11. Croquis de campo.....   | 19        |
| 6.12. Muestreo.....   | 19        |
| 6.13. Análisis de la información.....   | 19        |
| <b>7. RESULTADOS Y DISCUSION .....</b>  | <b>20</b> |
| 7.1. Ensilado químico de residuos de tilapia.....   | 20        |
| 7.2. Consumo de alimento bajo los diferentes tratamientos en el período experimental..... | 21        |
| 7.3. Crecimiento.....   | 23        |
| 7.4. Factor de conversión alimenticia (FCA).....  | 25        |
| 7.5. Mortalidad.....  | 26        |
| 7.6. Costos.....  | 26        |
| <b>8. CONCLUSIONES .....</b>  | <b>28</b> |
| <b>9. RECOMENDACIONES .....</b>   | <b>29</b> |
| <b>10. BIBLIOGRAFÍA .....</b>   | <b>30</b> |
| <b>11. ANEXO.....</b>   | <b>33</b> |

## INDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Flujo grama químico del ensilado (Bello, et. al., 1992).....                            | 7  |
| Figura 2. Ubicación del experimento .....   | 12 |
| Figura 3. Preparación de los desechos de tilapia para realizar el ensilado.....                   | 13 |
| Figura 4. Distribución de jaulas experimentales .....   | 19 |
| Figura 5. Variación en el pH del ensilado químico durante 20 días.....                            | 20 |
| Figura 6. Pasta de ensilado de pescado terminado .....  | 21 |
| Figura 7. Pasta de ensilado de pescado terminado .....  | 23 |
| Figura 8. Variación en el peso de los organismos con cada dieta por 32 días .....                 | 25 |
| Figura 9. Factor de conversión alimenticia de las distintas dietas al finalizar el experimento .. | 26 |

## INDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. Contenido nutricional de las mezclas realizadas .....                | 14 |
| Tabla 2. Variables dependientes de la investigación .....                     | 15 |
| Tabla 3. Consumo semanal de alimento por tratamiento .....                    | 22 |
| Tabla 4. Crecimiento diario de los distintos tratamientos .....               | 24 |
| Tabla 5. Descripción de costos de producción y tasa marginal de retorno ..... | 26 |

## 1. INTRODUCCIÓN

La acuicultura fue introducida en Guatemala en el año 1954 con el Programa Rural en colaboración con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura a través de la asistencia del Dr. Shu Yen Lin. La piscicultura se basa principalmente en el cultivo de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) y se ha convertido en una actividad muy importante para la producción nacional de alimentos para consumo humano. Desde el 2001 ha ocurrido un crecimiento desordenado que no ha permitido tener un número actualizado de las unidades productivas o del volumen producido (Food and Agriculture Organization [FAO], 2005).

En Guatemala se procesan grandes cantidades de producto acuícola para consumo humano las cuales producen un porcentaje alto de desechos. Actualmente el rendimiento del filete de tilapia representa de un 32-34% de la biomasa total, el resto que representa entre un 66-68% corresponde a material residual compuesto principalmente de vísceras, cabezas, huesos y piel los cuales pueden ser reutilizados para la elaboración de subproductos (Reyna, 2015).

Los residuos obtenidos del procesamiento de tilapia causan problemas ambientales y sanitarios, principalmente en países en donde no se tiene un procedimiento adecuado para su descarte. Debido a esto se han realizado diversos esfuerzos para aprovechar a los desechos obtenidos en el procesamiento de la tilapia, FAO y diversas entidades han demostrado que mezclar ensilados a base de los residuos de la pesca o acuicultura presentan resultados positivos en la inclusión en las dietas de animales domésticos (Reyna, 2015).

En el presente trabajo de investigación se realizó una comparación de rendimiento productivo y económico en el uso de ensilado químico de residuos de tilapia en dietas para engorde de pollos. Se planteó obtener una mayor rentabilidad y reducción de desechos en los proyectos acuícolas al igual que una alternativa de insumos alimenticios en la crianza de pollos de traspatio.

El ensilado químico de residuos de tilapia dio como resultado un producto semilíquido el cual se realizó a través de los insumos obtenidos del procesamiento de tilapia de una finca ubicada en

Petén. Debido al proceso de acidificación, se ha determinado que por poseer un pH bajo con valores cercanos a cuatro este no presentara descomposición a temperatura ambiente por un tiempo prolongado. Esto permite su fácil almacenaje para diversos usos para las personas y puede brindar alternativas alimenticias para animales domésticos generando ingresos adicionales a sus actividades productivas (Bello, 1993).

Con el uso del ensilado químico de desechos de tilapia se planea brindar a acuicultores de escasos recursos y a personas que realicen la crianza de pollos de traspatio alternativas de insumos para alimentación de sus pollos. Con el uso de estos insumos alternativos se puede disminuir la dependencia de alimentos comerciales de alto costo y reducir el impacto hacia el medio ambiente que generan los desechos producidos a través del descarte de vísceras y esqueletos obtenidos durante el procesamiento de la tilapia.

## 2. ANTECEDENTES

El ensilado de pescado a nivel mundial ha sido tema de estudio para la alimentación de diversos animales domésticos y como una alternativa a la harina de pescado en la elaboración de alimentos.

Por ejemplo, en Venezuela se realizó un estudio comparativo del ensilado de pescado utilizando métodos biológicos y químicos en donde se determinó que en ambos métodos reducen el pH lo suficiente para prevenir la descomposición de los mismos por un largo periodo de tiempo (Toledo, 2006).

En Guatemala se realizó un experimento utilizando ensilado biológico a base de vinaza para la alimentación de pollos de la variedad Hubbard con una inclusión de ensilado de 50%, 30% y 20%. El ensilado consistía de los desechos de tiburones obtenidos de la pesca en el litoral Pacífico de Guatemala. El experimento tuvo una duración de 42 días y los organismos con una inclusión del 50% fueron los que presentaron un mayor crecimiento y menor conversión alimenticia en comparación al alimento comercial y las otras dietas evaluadas (Galeano, 2004).

En México, como alternativa a la harina de pescado, se realizó un ensilado biológico utilizando desechos del atún de aleta amarilla y tilapia para la alimentación de especies acuícolas. Luego de realizar análisis bromatológicos se determinó que el ensilado cuenta con el contenido proteico y lipídico adecuado para la alimentación animal y las condiciones microbiológicas no presentan ningún riesgo para la salud (Spanopoulos, 2010).

En Guatemala se realizó una comparación nutricional entre el ensilado químico y biológico utilizando residuos del procesamiento de tilapia en donde se demostró que bajo condiciones adecuadas las dos metodologías producen un ensilado con una concentración amoniacal aceptable para su uso como alimento para animales, tampoco se encontraron diferencias significativas en las concentraciones proteicas, sin embargo si existe diferencia significativa en el resto de las variables bromatológicas (Reyna, 2015).

En Perú se llevó a cabo un ensayo donde se evaluó la producción del "vómito negro" en pollos, que es una intoxicación de los mismos al consumir harina de pescado elaboradas en condiciones inadecuadas, manifestándose ulceraciones en las mollejas que pueden producir hasta la muerte de las aves. Se comprobó que el ensilado es completamente inocuo a la producción de vómito negro (Areche, & Berenz, 1990).

En Venezuela se realizó una prueba con pollos de carne, utilizaron ensilados químicos en niveles de 6% de inclusión en las dietas, y concluyen que no se ve afectada la conversión alimenticia (Guevara, y Bello, 1989).

### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1. Acuicultura

La acuicultura es la cría de organismos acuáticos, comprendidos peces, crustáceos, moluscos y plantas. La cría supone la intervención humana para incrementar la producción. La acuicultura varía según el lugar donde se practique. La mayor parte de la acuicultura se lleva a cabo en el mundo en desarrollo, para la producción de especies de peces de agua dulce de poco consumo en la cadena alimentaria como la tilapia o la carpa (FAO, 2003).

##### 3.1.1. Cultivo de tilapia

El cultivo de la tilapia del Nilo puede rastrearse en los antiguos tiempos egipcios como lo indican los bajo-relieves de una tumba egipcia que data de más de 4000 años atrás y que muestra peces en estanques ornamentales. En 1978, la tilapia del Nilo se introdujo a China, actualmente el principal productor mundial. Es la segunda especie mayor cultivada de agua dulce. Por sus rangos amplios de tolerancia es la especie más famosa y utilizada en acuicultura a nivel mundial (FAO, 2010).

##### 3.1.2. Impacto de la acuicultura sobre el medio ambiente

La acuicultura impacta en el medio ambiente a través de tres procesos: el uso de recursos, el proceso de transformación y la generación del producto final. Para producir el alimento de las especies cultivadas se está generando una alta presión sobre los bancos de peces (harina de pescado es la principal fuente de proteína actual del alimento balanceado). La producción intensiva que generan las prácticas acuícolas va degradando el medio ambiente; por la utilización del agua que recibe grandes cantidades de desechos y por los desechos producidos a través del procesamiento de tilapia (Buschmann, 2001).

De igual manera la demanda creciente de harina de pescado ha cuestionado la sostenibilidad de la pesca al igual que las prácticas acuícolas a nivel mundial. De igual manera la utilización de la harina de pescado en la formulación de alimentos para aves, ganadería, cultivos de camarones o langostinos y peces ha sido cuestionada por las autoridades sanitarias de muchos países importadores, juzgándola como fuente probable de agentes causales de diversas patologías,

enfermedades o de estar contaminada por dioxinas, micotoxinas u otros agentes patógenos (Grau, Marval, Zerpa, 2007).

### 3.1.3. Caracterización del procesamiento de tilapia

La tilapia reporta en planta de proceso un rendimiento del 32-34% de carne comestible y, el resto, entre un 66% a 68%, de material residual recuperable, como cabezas, vísceras, huesos y piel que pudieran ser aprovechables. Al no contar con un programa de reaprovechamiento y manejo adecuado de los desperdicios en las plantas de proceso de tilapia, se genera una cantidad significativa de subproductos que representa un problema sanitario y que conforma otro rubro de costos para su gestión (Reyna, 2015).

## 3.2. Ensilado

Es un proceso de conservación de alimentos con elevado contenido en humedad (65-70%), se debe realizar bajo condiciones específicas las cuales son ausencia de aire, luz y de humedad exterior. El ensilado ocurre mediante la acidificación utilizando una sustancia química o biológica la cual impide la continuidad de la actividad microbiana indeseable. El objetivo principal de producir ensilajes es preservar al máximo posible el valor nutricional del alimento original (Rodríguez, & Díaz, 2005; Roza, 2005).

### 3.2.1. Ensilado químico

El ensilado químico es elaborado por la adición de ácidos minerales y/o orgánicos al pescado. Se ha empleado el ácido fórmico, sulfúrico, clorhídrico, propiónico o combinados, como mezclas de acético, fórmico y fosfórico; fórmico y sulfúrico o propiónico y sulfúrico. La materia prima se tritura, se le agrega el o los ácidos y se mezclan completamente, para que las enzimas presentes en el mismo puedan digerirlo en las condiciones favorables que el medio ácido provee (Figura 1). Se prefiere la utilización de ácido fórmico ya que asegura la conservación sin descenso excesivo en el pH lo que a su vez evita la etapa de neutralización del producto antes de su empleo en la alimentación animal (Tatterson, & Windsor, 1974; Windsor, & Barlow, 1984; Córdova, & Bello, 1986; Barral, et. al., 1989).

### 3.2.2. Ensilado de pescado

El ensilado de pescado se define como un producto semilíquido, obtenido a partir de la totalidad del pescado entero o partes del mismo. Este estado se alcanza por efecto de las enzimas proteolíticas contenidas en el mismo pescado. Estas enzimas presentan su mayor actividad cuando la acidez se reduce a valores cercanos a 4, por efecto de la producción o la adición de ácidos; a este nivel de pH se impide la descomposición del producto. El ensilado es un producto estable a temperatura ambiente por mucho tiempo y se utiliza principalmente en alimentación de aves y cerdos (Bello, 1993).

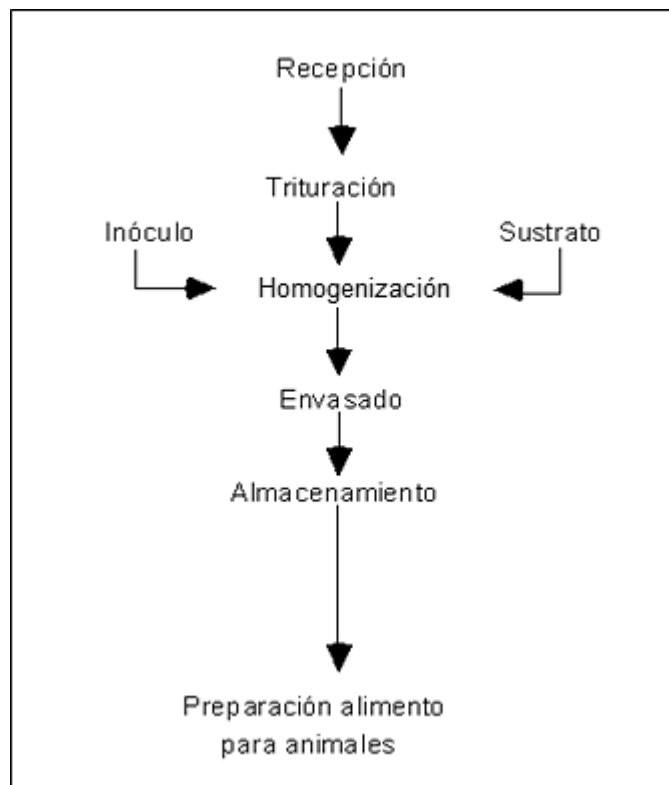


Figura 1. Flujo grama químico del ensilado (Bello, et. al., 1992)

### 3.3. Crianza de pollos de traspatio

La avicultura de traspatio es una actividad de gran importancia en las comunidades rurales del país caracterizada por la baja inversión requerida y por la facilidad para efectuarla. Las especies más utilizadas son las gallinas (*Gallus gallus*, Linnaeus, 1758), dado que se adaptan a las condiciones adversas para su crianza. Esta actividad fortalece el bienestar de las familias

campesinas, ya que proporciona productos de alto valor nutritivo como carne y huevo; asimismo, puede producir excedentes para la venta, generando así, ingresos en la economía familiar. Las ventajas que presenta la cría de aves en traspatio son que por su corto ciclo de vida tienen gran capacidad para producir huevo y carne en poco tiempo, se requiere poco espacio para criarlas y se puede aprovechar los materiales de la zona para construir las instalaciones (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [SAGARPA], s. f.).

### 3.3.1. Alimentación

La alimentación de las aves de corral depende del uso que se les pretende dar. En la alimentación se incluyen granos como el maíz y el sorgo, pastas de soya, suplementos vitamínicos, promotores de crecimiento, minerales, intenso uso de medicinas como vacunas, antibióticos, desparasitantes, etc. Para aumentar un kilogramo de peso, un pollo de engorda consume de 1.9 a 2.1 kilogramos de alimento balanceado. Normalmente la alimentación de las aves de traspatio consiste de granos de maíz, trigo o sorgo, sobrantes de comida como la tortilla y el pan, desperdicios de frutas y verduras, algunos forrajes o hierbas, insectos, lombrices y algunos gusanos. Pero en todo caso la dieta de las gallinas debe incluir fuentes adecuadas de energía y proteína que son vitales para su desarrollo normal. En la avicultura industrial más del 75% de los costos de producción están representados por alimentos y medicinas.

Para que las aves se mantengan sanas y productivas necesitan abundante agua limpia y fresca durante todo el día. Se debe calcular que 10 gallinas consumirán aproximadamente entre dos y tres litros diarios de agua. En el verano es de suponer que debido al calor el consumo del agua aumente considerablemente. Además, el agua puede ser un cómodo vehículo para la provisión de vacunas, nutrientes y medicamentos, cuando sean necesarios (Programa Especial para la Seguridad Alimentaria [PESA], 2007).

### 3.3.2. Instalaciones

Las aves de corral son alojadas para su producción en instalaciones que pueden ser de muchas dimensiones, dependiendo del número de aves a explotar y los fines de la misma. En las explotaciones industriales tecnificadas. Bajo condiciones de traspatio, el tamaño del gallinero

estará en función de la cantidad de aves que se pueden criar y de la disponibilidad de terreno de la vivienda. Un gallinero con una superficie de 7 m<sup>2</sup> es suficiente para criar 20 gallinas. En climas cálidos, las paredes pueden ser construidas con malla de alambre o cañas huecas y cortinas; pero en regiones frías es mejor utilizar madera, adobe, ladrillo o algún otro material que ofrezca mayor protección a las aves. El techo puede ser de teja, paja, palma, madera, láminas de cartón, asbesto u otros materiales que no causen ruido. Los cimientos deben ser construidos con piedra y barro y los postes pueden ser troncos de madera, aislados con plástico o alquitrán en las bases.

El equipamiento del gallinero es relativamente sencillo. De manera comercial se venden comederos y bebederos de plástico, que son muy económicos, durables y fáciles de limpiar. De otra forma, se pueden hacer los comederos con madera, bambú o latas y los bebederos con botellas de plástico. Para que las gallinas duerman se deben instalar perchas con listones de madera de 8 cm, colocados a 40 cm entre sí. Los nidos se construyen con adobes o madera y deben tener una dimensión de 40 cm de largo por 40 cm de alto y 40 cm de ancho. Generalmente se sugiere un nido por cada 5 gallinas (PESA, 2007).

### 3.3.3. Enfermedades frecuentes

Las enfermedades más frecuentes que se presentan en las aves son: enfermedad crónica respiratoria, coriza y cólera aviar, causadas por bacterias; enfermedad de Newcastle, viruela aviar, bronquitis infecciosa y enfermedad de Marek (causada por virus) y las causadas por parásitos como Coccidiosis, Teniasis; piojos y ácaros. La presencia de estas enfermedades es muy variable y depende de la zona donde se críen las aves. Su control se basa en programas higiénicos y de vacunación, incluyen la eliminación de los animales enfermos (SAGARPA, s. f.).

## **4. OBJETIVOS**

### 4.1 Objetivo general

Utilizar un alto porcentaje de inclusión de ensilado químico de desechos de tilapia en la alimentación de pollos de engorde.

### 4.2 Objetivos específicos

- Evaluar el comportamiento productivo de pollo de engorde alimentado con ensilado químico de desechos de tilapia en diferentes combinaciones y comparado a un alimento comercial.
- Evaluar la sobrevivencia de los animales sometidos a las diferentes dietas.
- Determinar el impacto económico de las dietas.

## **5. HIPÓTESIS**

No existe diferencia estadística significativa en la ganancia de peso en pollos cuando se incluye ensilado químico de residuos de tilapia en relación con el alimento comercial balanceado durante la etapa de levante con una duración de 32 días.

## 6. METODOLOGÍA

### 6.1 Ubicación geográfica

La investigación se realizó en las instalaciones de la Granja Conchita Km 60.5 carretera a Taxisco, Escuintla. Se encuentra en las afueras del pueblo de Escuintla cabecera, a una altitud de 332 m.s.n.m. delimitada por las coordenadas cartográficas latitud  $14^{\circ}16'55.96''\text{N}$ , longitud  $90^{\circ}46'13.00''\text{W}$  (Figura 2).

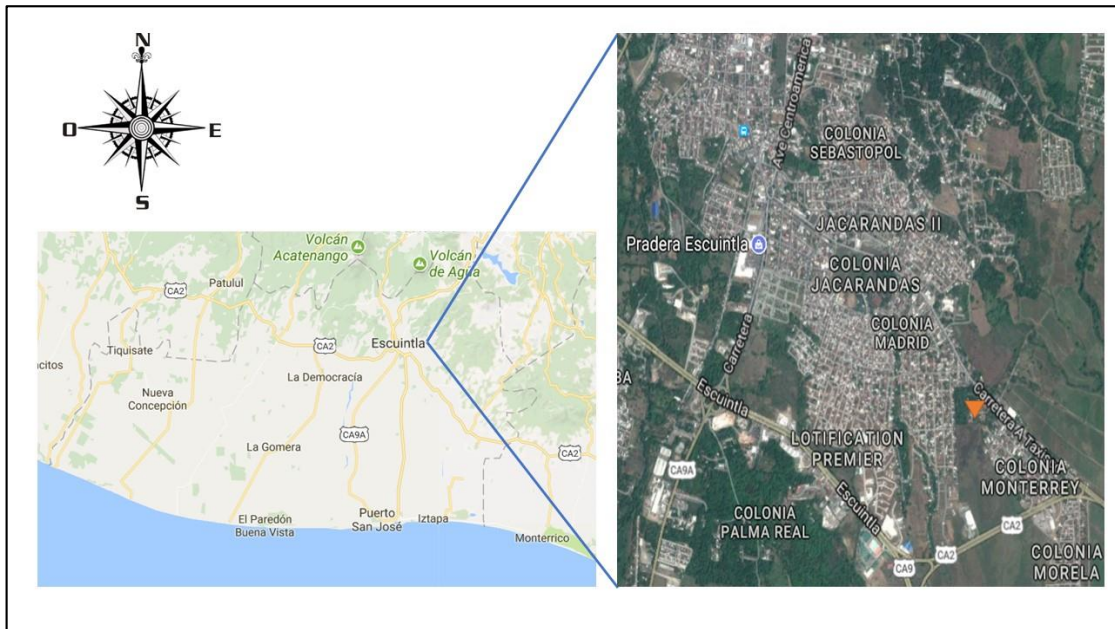


Figura 2. Ubicación del experimento

### 6.2. Materiales

- 120 pollos de un día de nacidos de la línea Cobb 500
- 12 jaulas
- 12 comederos
- 12 bebederos
- 1 balanza
- 202.97 kg de alimento comercial
- 61.03 kg de ensilado
- 52.02 kg de maíz

- Vacuna Newcastle y Gumboro
- Libreta de apuntes
- Calculadora
- Cámara fotográfica

### 6.3. Elaboración del ensilado químico de residuos de tilapia

Para la elaboración del ensilado se utilizaron 150 libras de residuos de tilapia, obtenidos de una granja acuícola. El producto fue cortado en cuadros pequeños de 10 cm para poder ser introducidos a un molino manual y tritarlo (Figura 3). Luego de finalizar el proceso de trituración se adicionó de ácido fórmico en una relación de 20mL/Kg.



*Figura 3. Preparación de los desechos de tilapia para realizar el ensilado*

### 6.4. Descripción de los tratamientos

#### 6.4.1. Alimento comercial (control)

Se utilizó el alimento iniciador comercial para pollo de engorde el cual cuenta con una proteína cruda (P.C.) de 20 %, extracto etéreo (E.E.) de 6 % y una fibra cruda (F.C.) de 4.5 % la cual

cubre los requerimientos nutricionales para la etapa final del pollo donde se busca evitar la excesiva acumulación de grasa, buen rendimiento de carne y una adecuada pigmentación.

#### 6.4.2. Alimento de maíz

El alimento de maíz molido se compró en una presentación de 100 libras, posee un contenido nutricional de 9.12% de P.C., 4.74 % de E.E., 3.97% de F.C., 1.78 % de cenizas y 80.33 % extracto libre de nitrógeno (Corado, 1999).

#### 6.4.3. Ensilado químico de residuos de tilapia

El resultado del análisis bromatológico del ensilado indica que posee 35.06 % de P.C., 45.83 % de E.E., 0.00 % de F.C., 10.32 % de cenizas, 9.82 % de extracto libre de nitrógeno, 5.12 % de calcio y 3.78 % de fosforo (Anexo 1).

### 6.5. Definición de variables

#### 6.5.1. Variables independientes

##### 6.5.1.1. Dietas

Para la alimentación de los pollos se utilizaron las siguientes dietas: a) mezclas de alimento balanceado y ensilado de residuos de tilapia, b) mezcla de maíz con ensilado de residuos de tilapia ambas una proporción 1:1 (a y b), una dieta exclusiva de c) maíz y otra de d) alimento balanceado (Tabla 1).

Tabla 1. *Contenido nutricional de las mezclas realizadas*

| Mezclas         | Ensilado/Concentrado | Ensilado/Maíz |
|-----------------|----------------------|---------------|
| Proteína cruda  | 27.53 %              | 22.1 %        |
| Extracto etéreo | 25.42 %              | 25.29 %       |
| Fibra cruda     | 2.25 %               | 1.99 %        |

Las dietas se suministraron durante un periodo de 24 días que dura la etapa de engorde de pollos. Estos fueron suministrados a saciedad, el alimento fue pesado para llevar un registro del consumo diario.

### 6.5.2. Variables dependientes

La tabla 2 muestra las variables que fueron medidas durante el transcurso de la investigación.

Tabla 2. *Variables dependientes de la investigación*

| Variable                         | Unidad de medida |
|----------------------------------|------------------|
| Peso                             | Gramos           |
| Tasa de crecimiento diario       | Gramos/Día       |
| Factor de conversión alimenticia | Adimensional     |
| Mortalidad                       | Porcentaje       |
| Costos                           | Quetzales        |

Las variables fueron medidas una vez por semana en un periodo de 32 días de experimentación en los tratamientos y el control, de los cuales se utilizaron 8 días para adaptación y 24 días para el levante de la parvada mediante el muestreo total de los organismos de cada unidad experimental.

a) Peso: Se tomaron las medidas de peso (g) utilizando una balanza digital marca Nordika modelo 5055.

b) Tasa de crecimiento diario (TCD): Para calcular la TDC de los organismos muestreados se procedió a medir la diferencia entre los pesos promedio al inicio y al final respecto al tiempo de muestreo de cada uno, utilizando la siguiente fórmula:

Dónde:

Po= Peso inicial (promedio)

Pf= Peso final (promedio)

$$TCD = \frac{Pf - Po}{Tf - To}$$

Tf= Tiempo final

To= Tiempo inicial

c) Factor de conversión alimenticia (FCA): De los datos obtenidos de peso y la cantidad de alimento suministrado se determinó el FCA de los organismos utilizando la siguiente fórmula:

Dónde:

Bf= Biomasa final

Bo= Biomasa inicial

$$FCA = \frac{Bf - Bo}{AS}$$

AS= Alimento suministrado por tratamiento

- d) Mortalidad: Para determinar la fracción de individuos que no murieron y permanecieron con vida hasta el final de la experimentación se utilizó la siguiente fórmula:

$$Mortalidad = \frac{Aves\ iniciales - Aves\ finales}{Aves\ iniciales} \times 100\%$$

- e) Costos: Se realizó una comparación entre las diversas dietas y se determinó el valor de cada insumo de los alimentos utilizados y luego su valor final utilizando como comparador el precio de mercado del alimento comercial.

Para calcular el costo de las dietas se tomó en cuenta el precio de los insumos utilizados y se incluyó el precio de la mano de obra, para lo que se determinó el precio del jornal basados en el acuerdo gubernativo 288-2016.

- f) Tasa marginal de retorno (MRR): Se realizó un análisis marginal para comparar las tasas marginales de rendimiento. Esta herramienta es útil en la evaluación de la adopción de nuevas tecnologías y en la contemplación de nuevas ofertas de productos/servicios.

$$MRR = \frac{Beneficio\ esperado - Costos}{Costos}$$

## 6.6. Diseño experimental

### 6.6.1. Descripción de los tratamientos

Se evaluaron 4 tratamientos:

- Tratamiento 1. control (alimento comercial)
- Tratamiento 2. 50% ensilado químico de desechos de tilapia, 50% alimento comercial

- Tratamiento 3. 50% ensilado químico de deshechos de tilapia, 50% maíz
- Tratamiento 4. 100% maíz extrusado

### 6.7. Modelo estadístico

Para la distribución de los tratamientos se utilizó un modelo completamente al azar, cuyo modelo estadístico es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

$i = 1, 2, 3, \dots, t$  = número de tratamientos

$j = 1, 2, 3, \dots, r$  = número de bloques

Dónde:

$Y_{ij}$  = Unidad experimental que recibe el tratamiento  $i$  y está en el bloque  $j$

$\mu$  = el verdadero efecto medio

$\beta_j$  = el verdadero efecto del  $j$ -ésimo bloque

$\tau_i$  = el verdadero efecto del  $i$ -ésimo tratamiento

$\varepsilon_{ij}$  = error experimental

Se emplearon cuatro tratamientos con tres repeticiones, dando un total de 12 unidades experimentales, siendo cada unidad experimental de 10 pollos (Argueta, 2013; Paz, 2010).

### 6.8. Tamaño y forma de las unidades experimentales

Cada unidad experimental se realizó en una jaula de 1.5 m x 1 m x 0.9 m con una densidad de 10 pollos por jaula. En total se emplearon 12 jaulas con un total de 120 pollos para el experimento.

### 6.9. Variable respuesta

Crecimiento

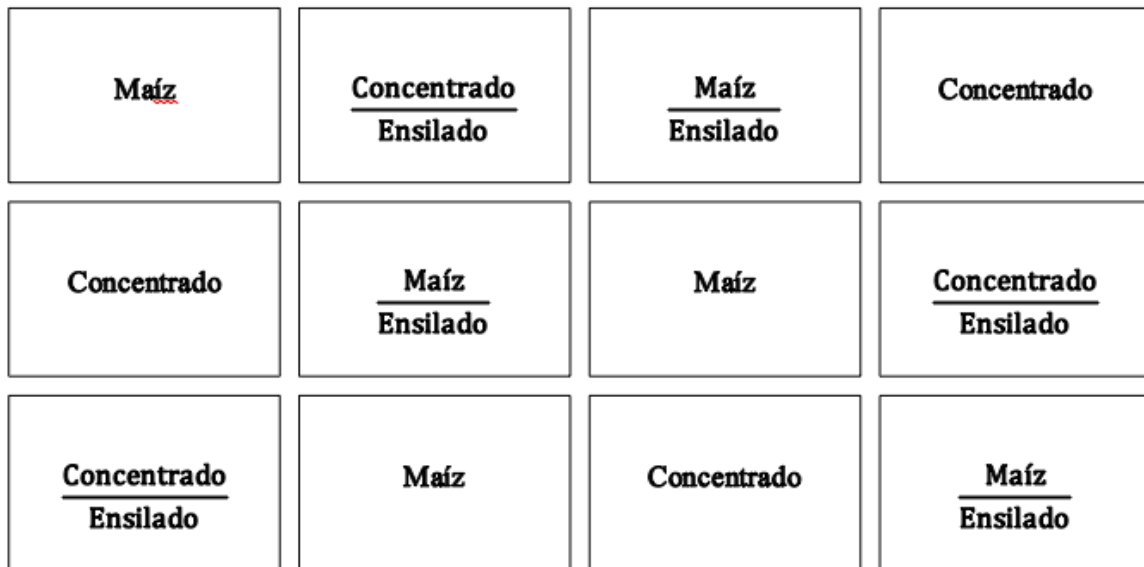
Mortalidad

Rendimiento económico

#### 6.10. Manejo del experimento

Para el experimento se utilizó la variedad de pollo de engorde COB500. Los pollos se compraron de un día de nacidos con un peso promedio de 45 gramos para iniciar la etapa de levante. Se colocaron 10 pollos por cada jaula en un orden aleatorio. Se realizó un período de adaptación y levante de pollos durante los primeros 8 días de nacidos donde se alimentó a toda la población con alimento balanceado “Iniciador”. Al cumplir los 8 días de nacidos se vacunaron contra las enfermedades Gumboro y New Castle utilizando la vacuna Duovet Gumboro Cepa Lukert  $10^6$  U.F.P./mL, la aplicación de la vacuna fue vía ocular y dicho proceso de vacunación se volvió a realizar al día 16 del experimento según las indicaciones del medicamento. Posteriormente, se inició el período experimental donde se procedió con el cambio de dietas en los diferentes tratamientos. Los pollos fueron alimentados “*Ad libitum*” en todos los tratamientos y se les mantuvo bebederos llenos todo el día. Para el monitoreo y registro de crecimiento, consumo y mortalidad, se realizó muestreos semanales donde se evaluó las variables mencionadas y la estimación de los costos de producción hasta llegar al día 32, se tomó los datos obtenidos en las dietas, finalizando así la experimentación en la etapa de “Levante”.

### 6.11. Croquis de campo



*Figura 4.* Distribución de jaulas experimentales

### 6.12. Muestreo

Se muestreo el 100% de la población, semanalmente.

### 6.13. Análisis de la información

Para analizar las variables mencionadas anteriormente se realizó un ANOVA y al detectar diferencias entre tratamientos se procedió a realizar una comparación múltiple de medias Tukey.

## 7. RESULTADOS Y DISCUSION

### 7.1. Ensilado químico de residuos de tilapia

El comportamiento del pH del ensilado químico utilizado para la elaboración de las mezclas presento un valor de cuatro en el primer día luego de su elaboración, luego hasta el día 20 presento un valor constante de cinco (Figura 5). El resultado fue una pasta color marrón con una consistencia semilíquida, no presento ningún olor desagradable o problemas de plagas de insectos u hongos y se mantuvo en dichas condiciones durante su tiempo de uso (Figura 6). Debido a los valores bajos de pH se inhibe el desarrollo de bacterias del deterioro y bacterias patógenas, lo cual le confiere al producto una conservación prolongada en el tiempo, siendo un producto final microbiológicamente seguro a temperatura ambiente (Díaz, 2004).

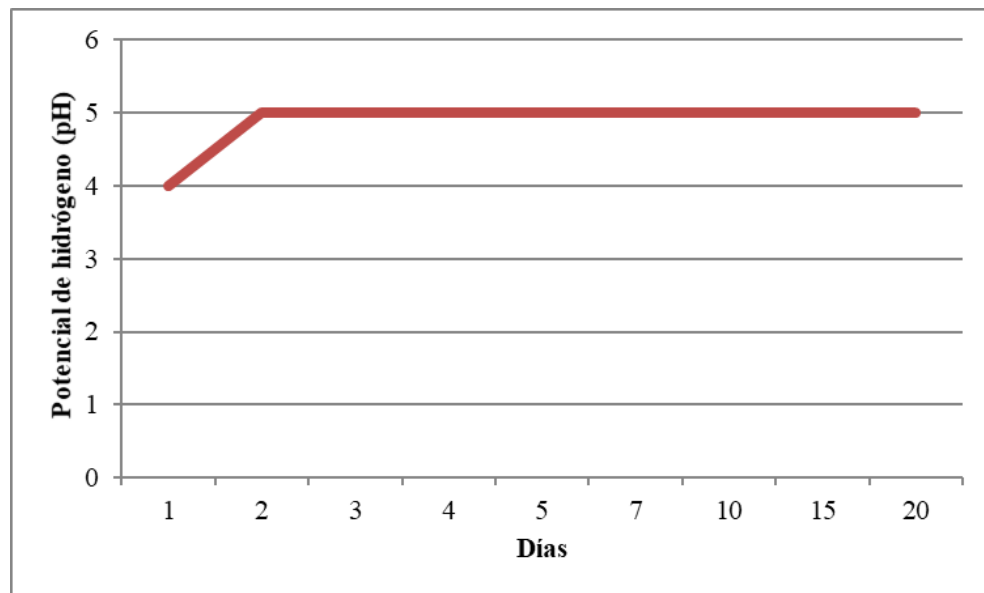


Figura 5. Variación en el pH del ensilado químico durante 20 días



*Figura 6. Pasta de ensilado de pescado terminado*

#### 7.2. Consumo de alimento bajo los diferentes tratamientos en el período experimental

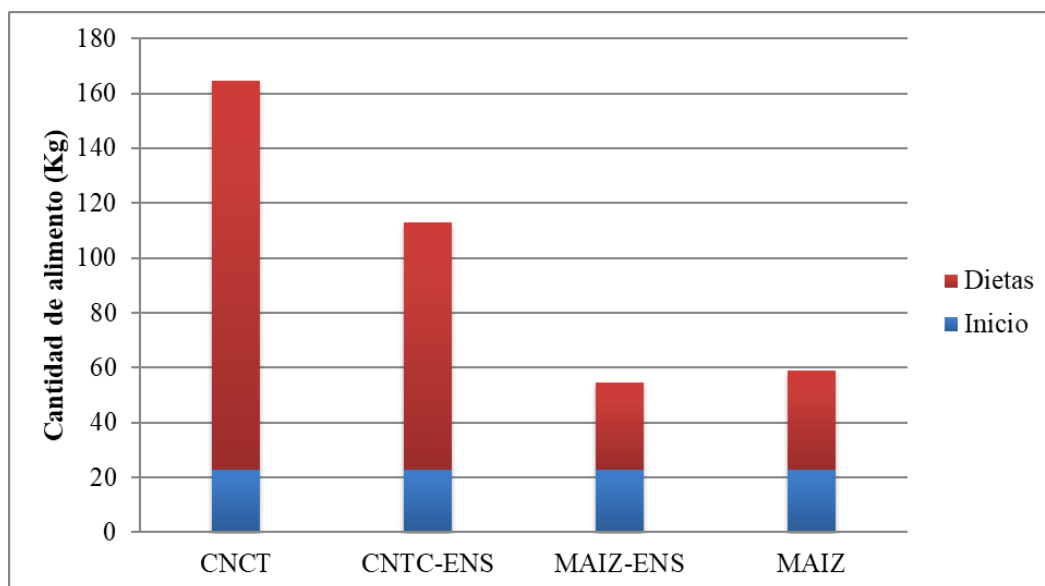
El análisis de varianza indica que si existe diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos, las dietas de los tratamientos 3 y 4 no presentaron diferencia significativa entre ellas (Figura 7).

Durante la etapa de inicio del día uno al día siete se puede observar como el consumo de alimento se mantuvo constante, con un consumo promedio de 22.73 Kg. Luego de comenzar la etapa de levante e introducir las distintas dietas se pudo observar un crecimiento disparejo al igual que variaciones significativas en el consumo de alimento. Debido a lo anteriormente expuesto se observa que la inclusión de ensilado en la dieta influyo negativamente en el consumo de alimento, ya que el consumo de los tratamientos 2 y 3 donde se incluyó el ensilado se redujo en comparación al tratamiento 1, mientras que el tratamiento 4 presento un leve consumo igual ya que por sí solo no cuenta con el perfil nutricional necesario para brindar una adecuada alimentación en pollos. Se observó que al incorporar un alto porcentaje de ensilado químico en las dietas, se aumentó la incorporación de grasas pero disminuyo el consumo de alimento, esto fue debido al incremento en la energía que permitió abastecer sus necesidades energéticas con menos ingesta de alimento (Pérez, Gutiérrez, y Guaracán, 1974). En otras investigaciones en

donde se realizó una inclusión en un rango de 2.5-15% no se encontraron diferencias significativas en el consumo ( $P < 0.05$ ) (Guevara, Bello, & Montilla, 1999). Se realizó una evaluación de ensilado de vísceras de Tilapia roja (*Oreochromis spp.*) en la alimentación de pollos de engorde en la etapa de inicio y los porcentajes empleados no afectaron negativamente la palatabilidad del alimento (Gómez, Ortiz, Perea, & López, 2014). Se reportó también que al incluir entre el 10% y el 20% sin afectar el rendimiento de las aves. En dicha investigación se utilizó ensilado de sardina el cual presenta una mejor calidad y contenido de aminoácidos que la proteína de la soya (Al-Marzooqi, Al-Farsi, Kadim, Mahgoub, & Goddard, 2010). La reducción en los consumos se puede asociar al alto porcentaje de inclusión de ensilado (50%) el cual supera los valores establecidos en las investigaciones anteriores los cuales no afectaron de manera negativa el rendimiento de las aves, de igual manera se asocia esta reducción de consumo con una negativa palatabilidad del alimento la cual se vio modificada por el porcentaje de inclusión empleado en los tratamientos 2 y 3 (Tabla 3). El consumo de los organismos con la dieta del tratamiento 1 (CNTC) presentó un consumo total de 141.86 kg de alimento, tratamiento 2 (CNT-ENS) consumieron 90.37 kg, tratamiento 3 (MAIZ-ENS) 31.84 kg y el tratamiento 4 (MAIZ) 36.1 kg (Figura 7).

Tabla 3. *Consumo semanal de alimento por tratamiento*

| Muestreo | CNTC (Kg) | CNT-ENS (Kg) | MAIZ-ENS (Kg) | MAIZ (Kg) |
|----------|-----------|--------------|---------------|-----------|
| Semana 1 | 2.94      | 3.25         | 3.52          | 3.6       |
| Semana 2 | 11.35     | 9.93         | 5.33          | 5.87      |
| Semana 3 | 41.21     | 24.9         | 10.12         | 9.89      |
| Semana 4 | 86.36     | 52.29        | 12.87         | 16.74     |



*Figura 7. Pasta de ensilado de pescado terminado*

### 7.3. Crecimiento

Mediante el análisis de varianza se observó que los tratamientos evaluados si presentan diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) a excepción de las dietas de tratamiento 3 y el tratamiento 4. Las ganancias de peso de los tratamientos 2 y 3 disminuyeron lo cual se ha observado en investigaciones similares donde al incluir un 10% de ensilado químico en las dietas se obtuvo mejor ganancia de peso pero disminuyo al ir incrementando el porcentaje de inclusión. Al aumentar la incorporación de ensilaje en la dieta de pollos, aumenta la incorporación de grasa lo cual afectó negativamente el crecimiento (Kjos, Herstad, Overland, & Skrede, 2000). De igual manera se observó un comportamiento similar donde las dietas con mayor porcentaje de inclusión de ensilaje mostraron menor ganancia de peso. El ensilado de pescado a pesar de ser una materia prima con alto contenido de ácidos grasos y un adecuado perfil de aminoácidos para la utilización por el animal y menos gasto de energía no se ve reflejado en la ganancia de peso de los pollos de engorde, presentando mejores rendimientos productivos en las dietas de menor inclusión (Gómez, Ortiz, Perea, & López, 2014). De igual manera los pollos que presentaron mayor peso final y mayor ganancia de peso diario fueron aquellos que consumieron 10% y 20% de inclusión de ensilado de pescado, mientras. Que los animales que consumieron 30% de inclusión obtuvieron menores ganancias de peso diario (Al-Marzooqi, Al-Farsi, Kadim, Mahgoub, & Goddard, 2010). A pesar de no obtener la mayor ganancia de peso con las dietas de ensilado, estas cuentan con un

alto contenido de ácidos grasos, además con un adecuado perfil de aminoácidos (Bello, 2001). Las mejoras en la ganancia de peso en las dietas que tiene ensilado de pescado se deben a su pre-digestión proteica, ya que los aminoácidos se hacen más absorbibles (Bello, 2001; Ottati, Gutiérrez, & Bello, 2002). El ácido aspártico, glicina, alanina, leucina y lisina, son los aminoácidos que se encuentran en concentraciones más altas en el ensilaje. Es importante resaltar que la lisina es el segundo aminoácido limitante en la dieta para aves (Campos, Salguero, Albino, Rostagno, 2001; Lesson, 2000). Todos los tratamientos iniciaron con un peso promedio de 45 g y finalizaron con un peso promedio el tratamiento 1 (CNCT) 1573 g, tratamiento 2 (CNT-ENS) 702.87 g, tratamiento 3 (MAIZ-ENS) 174.37 g y el tratamiento 4 (MAIZ) 145.33 g (Figura 8). A pesar que el tratamiento 1 presento una mayor ganancia de peso, cabe resaltar que el tratamiento 2 se encuentra en un rango aceptable de crecimiento para los 32 días de duración del ciclo, mientras que las dietas de los tratamientos 3 y 4 son estadísticamente iguales pero se encuentran por debajo de los rendimientos esperados para un cultivo comercial, siendo estos viables para cultivos extensivos de traspatio. Los crecimientos diarios obtenidos por los tratamientos 1 y 2 se encuentran en un rango óptimo, presentando el tratamiento 2 un crecimiento bajo pero aceptable mientras que los tratamientos 3 y 4 se encuentran con un crecimiento por debajo de lo deseado, presentando enanismo y un retraso en el crecimiento debido al déficit de nutrientes en sus dietas (Tabla 4).

Tabla 4. *Crecimiento diario de los distintos tratamientos*

| Muestreo | CNCT (g) | CNCT-ENS (g) | MAIZ-ENS (g) | MAIZ (g) |
|----------|----------|--------------|--------------|----------|
| Semana 1 | 8.09     | 8.3          | 7.87         | 8.15     |
| Semana 2 | 29.71    | 17.66        | 1.36         | 1.07     |
| Semana 3 | 83.05    | 29.7         | 3.91         | 2.02     |
| Semana 4 | 97.43    | 38.32        | 5.32         | 3.12     |

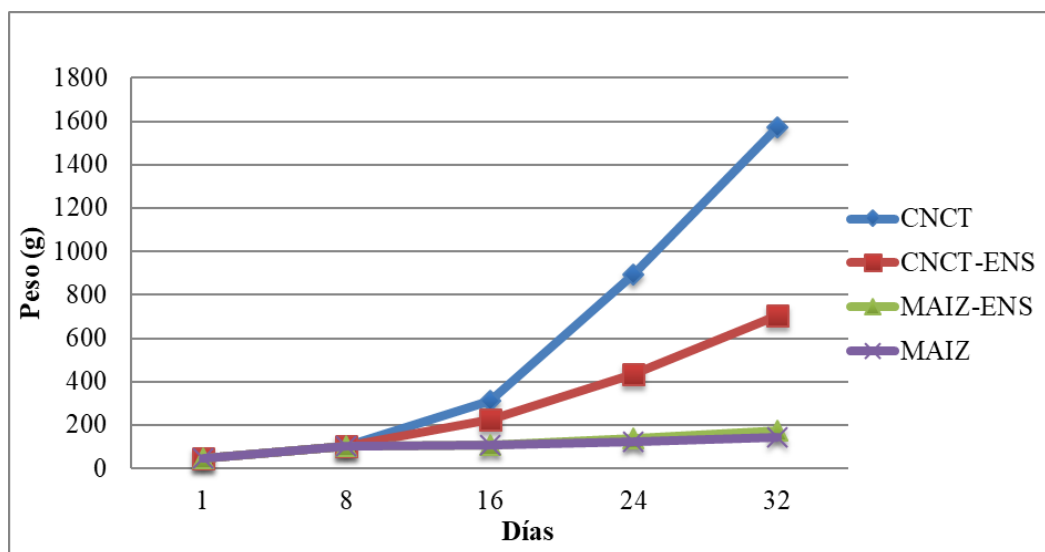


Figura 8. Variación en el peso de los organismos con cada dieta por 32 días

#### 7.4. Factor de conversión alimenticia (FCA)

El análisis de varianza permite observar que los tratamientos si presentan diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos evaluados a excepción de las dietas de los tratamientos 3 y 4.

Al finalizar el experimento los organismos alimentados con alimento balanceado presentaron un FCA de 1.83, los organismos alimentados con la mezcla de concentrado balanceado y ensilado 2.48, los organismos alimentados con la mezcla de maíz y ensilado 3.43 y los organismos alimentados con maíz 3.84 (Figura 9). Se puede evidenciar que los datos se encuentran a valores cercanos a los obtenidos en otros estudios (Guevara, Bello, y Montilla, 1999), se puede inferir que la inclusión de ensilaje químico de desechos de tilapia en la alimentación de pollos no afecta negativamente la conversión alimenticia del animal, a excepción de las dietas del tratamiento 3 el cual a pesar de tener un valor inferior al tratamiento 4 este no presento diferencias significativas.

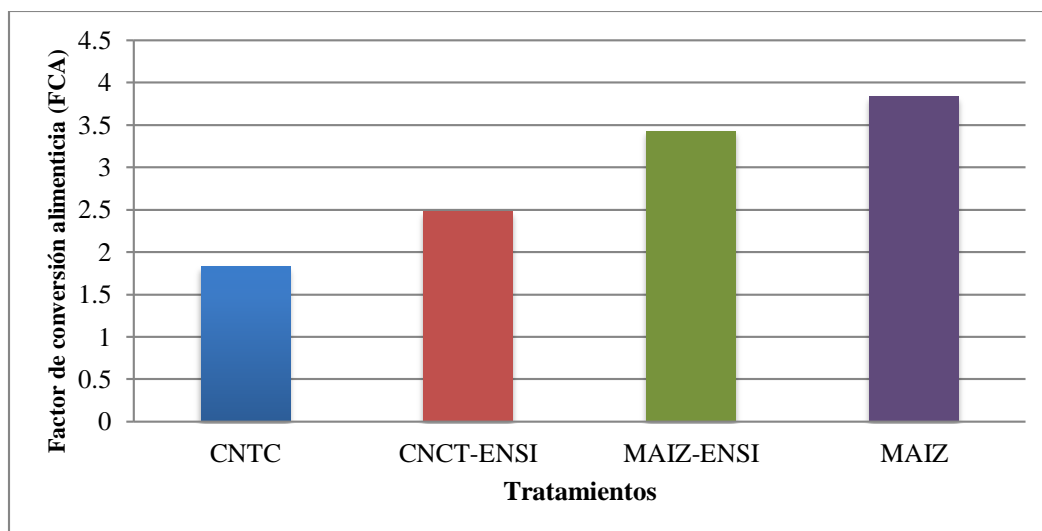


Figura 9. Factor de conversión alimenticia de las distintas dietas al finalizar el experimento

#### 7.5. Mortalidad

Durante el transcurso del experimento ninguno de los tratamientos presentó mortalidad, llegando todos los organismos vivos hasta la finalización del experimento.

#### 7.6. Costos

Los costos por libra de pollo para el 2017 según investigaciones la Dirección del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación es de Q11/lb (MAGA, 2017).

Tabla 5. Descripción de costos de producción y tasa marginal de retorno

| Dieta    | Costo/Lb | Tasa Marginal de Retorno |
|----------|----------|--------------------------|
| CNCT     | Q5.77    | 90.64%                   |
| CNCT-ENS | Q9.63    | 14.22%                   |
| MAIZ-ENS | Q11.83   | -0.07%                   |
| MAIZ     | Q11.18   | -1.61%                   |

El análisis de la tasa marginal de retorno (MRR) indicó que solamente el tratamiento control (CNCT) fue económicamente factible con un margen aceptable de ganancia de 90.64%, lo cual para muchos proyectos se encuentra en un rango aceptable. La MRR para CNCT-ENS obtuvo valor de 14.22% que se considera por debajo de lo deseado (50%) para la realización de

proyectos, sin embargo todavía se perciben ganancias, ya que el resultado indica que al invertir Q1.00 se obtiene como ganancia Q0.14. Para los tratamientos MAIZ-ENS y MAIZ el valor de la TMR fueron cifras negativas ya que los costos de producción superaron los valores de las ganancias esperadas, por lo cual estas dietas no son rentables de realizar (Tabla 3).

## 8. CONCLUSIONES

- La investigación determinó diferencias significativas entre tratamientos evaluados ( $P < 0.05$ ) para las variables crecimiento y factor de conversión alimenticia, no así en la variable mortalidad ( $P > 0.05$ ), se rechaza la hipótesis nula.
- Los tratamientos con ensilado y el tratamiento exclusivo de maíz presentaron un pobre crecimiento en comparación al tratamiento control, por lo que se determina que para una producción comercial intensiva las dietas exclusivas de alimento comercial siguen siendo la mejor opción. Sin embargo, la dieta de ensilado/concentrado en 32 días del cultivo presentó organismos con un peso promedio de 700 gramos, lo cual se encuentra por encima de las dietas que consistieron de maíz y maíz/ensilado, haciendo de esta una alternativa para cultivos semi intensivos y de traspatio.
- A pesar de la alta inclusión de ensilado en las dietas (50%) todos los pollos sobrevivieron hasta el día 32 del ciclo experimental, determinando que esta no presenta ningún efecto negativo sobre la salud de los organismos.
- Los pollos sometidos a la dieta de concentrado/ensilado presentaron una tasa marginal de retorno baja en comparación al tratamiento control de alimento comercial, sin embargo, este tratamiento es rentable y aceptable para la generación de ingresos alternativos para personas que realizan cultivos de pollo de traspatio.

## **9. RECOMENDACIONES**

- Incluir el ensilado de pescado en dietas balanceadas para pollo de engorde con niveles razonables de inclusión.
- Realizar una prueba con ensilado de pescado en una proporción menor para evitar tener efectos negativos en la palatabilidad del alimento.
- Realizar una prueba donde la inclusión del ensilado se realice durante todo el ciclo productivo para determinar el impacto que este puede presentar en el cultivo de pollo de engorde en todas sus etapas.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

1. Al-Marzooqi, W., Al-Farsi, M., Kadim, I., Mahgoub, O., & Goddard, J. (2010). The effect of feeding different levels of sardine fish silage on broiler performance, meat quality and sensory characteristics under closed and open-sided housing systems. *Asian-Aust. Sci.*, 23 (12), 1614-1625.
2. Areche, N., y Berenz, Z. (1990). Inocuidad del ensilado de pescado en la producción de vómito negro. *Bol. Inst. Tec. Pes.*, 3 (1), 36-42.
3. Argueta, A. (2013). *Uso de harina de coqueta roja (Eiseniafoetida) como suplemento proteico en las dietas para pollo de engorde*. Licenciado Zootecnista. Universidad de San Carlos de Guatemala [USAC].
4. Barral, A. O., Castañón, C. A., Bergamaschi, N. J., & Roth, R. R. (1989). Ensilados ácidos de pescado. *La Industria Cárnica*, vol (9.), 43-47.
5. Bello, R. A. (1993). *Experiencias con ensilado de pescado en Venezuela* [en línea]. Recuperado junio 15, 2017, de <http://www.fao.org/AG/%20aga/agap/frg/APH134/%20cap1.htm>
6. Buschmann, A. (2001). *Impacto ambiental de la acuicultura: El estado de la investigación en Chile y el Mundo*. Chile: Orsorno.
7. Campos, A., Salguero, S., Albino, L., y Rostagno, H. (2001). *Aminoácidos en la nutrición de pollos de engorde: Proteína ideal*. Brasil. Universidad Federal de Departamento de Zootecnia.
8. Córdova, E., & Bello, R. A. (1986). Procesamiento y evaluación de ensilado de pescado a partir de la fauna de acompañamiento del camarón. *Archivos Lat. Nutrición*, 36 (3), 522-535.
9. Díaz, H. L. (2004). *Efecto de la suplementación con ensilaje de residuos de una planta procesadora de tilapia (Oreochromis niloticus) sobre el consumo voluntario y la digestibilidad de nutriente de heno de gramíneas y leguminosas tropicales*. Tesis Maestro en Ciencias. Universidad de Puerto Rico, y Recinto Universitario de Mayagüez.
10. Food and Agriculture Organization [FAO]. (2003). *Acuicultura: Principales conceptos y definiciones*. Roma: Autor.
11. FAO. (2005). *Acuicultura*. Roma: Autor.



12. FAO. (2010). *Oreochromis niloticus (Linnaeus, 1758)* [en línea]. Recuperado julio 19, 2016, de [http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oreochromis\\_niloticus/es](http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oreochromis_niloticus/es)
13. FAO. (2015). *Visión general del sector acuícola nacional: Guatemala*. Guatemala: Autor.
14. Galeano, O. (2004). *Utilización de la vinaza como sustrato en el ensilaje biológico de pescado*. Tesis Ingeniería Agroindustrial. Guatemala: USAC.
15. Guevara, Y., & Bello, R. (1989). *Evaluación del ensilado de pescado elaborado por vía microbiológica como suplemento proteico en dieta de pollos de engorde*. Roma: FAO / Informe de Pesca #441.
16. Guevara, Y., Bello, A., & Montilla, J. (1999). *Experiencias con ensilado biológico de pescado en Venezuela*. Venezuela: Facultad de Agronomía.
17. Gomez, G., Ortiz, M., Perea, C., & López, F. (2014). Evaluación del ensilaje de vísceras de tilapia roja (*Oreochromis spp*) en alimentación de pollos de engorde. *Rev. Bio. Agro.*, 12 (1), 1692-3561.
18. Grau, C., Marval, H., & Zerpa, A. (2007). *Utilización de la harina de pescado en la formulación de alimentos para crecimiento y engorde animal*. Bolivia: Centro de Investigaciones Agrícolas de los Estados Sucre y Nueva Esparta.
19. Kjos, N., Herstad, O., Overland, M., & Skrede, A. (2000). *Effects of dietary fish silage and fish fat on growth performance and meat quality of broiler chicks*. Noruega: Department of Animal Science, & Agricultural University of Norway.
20. Lesson, S. (2000). *Nutrición aviar comercial*. Bogota, Colombia: Editorial Le Print Club Express.
21. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación [MAGA]. (2017). *Comportamiento de precios: Principales productos agropecuarios*. Guatemala: Autor.
22. Ottati, M., Gutiérrez, M., & Bello, R. (2002). *Estudio sobre la elaboración de ensilado microbiano a partir de pescado proveniente de especies subutilizadas*. México: Archivos Latinoamericanos de Nutrición.
23. Paz, S. de. (2010). *Evaluación del efecto en el rendimiento en peso de pollos de engorde de la línea Cobb al suministrar alimento balanceado comercial y hoja del árbol de Caulote (Guazumaulmifolia) en el parcelamiento El Jabalí, municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla*. Tesis Médico Veterinario. Guatemala: USAC.



24. Pérez, J., Gutiérrez, L., & Guaracán, P. (1974). Niveles de grasa cruda en dietas para pollos de engorde. *Agronomía Tropical*, 24 (3), 193-300.
25. Programa Especial para la Seguridad Alimentaria [PESA]. (2007). *Producción y manejo de aves de traspatio*. Mexico: Autor.
26. Reyna, L. (2015). *Comparación de la calidad del ensilaje químico y biológico proveniente de subproductos de tilapia Oreochromis Niloticus*. Tesis Licenciatura en Acuicultura. Guatemala: USAC.
27. Rodríguez, A., & Díaz, H. (2005). *Fermentación anaeróbica de residuos de pescadería y su utilización en dietas para pequeños rumiantes* [en línea]. Recuperado junio 15, 2017, de <http://www.uprm.edu/agricultura/inpe/gga-hsi/ano1vol1-05.pdf>
28. Roza, B. de la. (2005). *Analysis of silages fermentation characteristics using transfectance measurements by Near Infrared Spectroscopy*. United Kingdom: Proceedings of the 14th International Silage Conference, & Belfast.
29. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [SAGARPA]. (s. f.). *Producción avícola a pequeña escala*. México: Xochimilco.
30. Spanopoulos, M. (2010). *Producción de ensilados biológicos a partir de desechos de pescado, del ahumado de atún aleta amarilla (Thunnus albacares) y del fileteado de tilapia (Oreochromis sp.) para la alimentación de especies acuícolas*. México: Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa.
31. Tatterson, I. N., & Windsor, M. L. (1973). *Fish silage*. Italia: Torry Advisory Note, & Torry Research Station.
32. Toledo, J. (2006). *Estudio comparativo de los residuos de pescado ensilados por vías bioquímica y biológica*. Cuba: Centro de Preparación Acuicultura Mampostón.
33. Windsor M., & Barlow, S. (1984). *Introducción a los subproductos de pesquería*. España: Acribia.



## **11. ANEXO**

Dichos resultados fueron comunicados en parte a muestra para los/as señores/as: 24 bulgares, 19 búlgaros, 19 búlgaras, 19 búlgaras y 1 búlgara de este informe, para su conocimiento y comunicación al régimen 34188303.

JOYAT DE INTELIGENCIA RESERVADA EN ESTE MOMENTO

**Capoatoula**  
**L. J. José V. Rodríguez**



**Jefe Laboratorio de Bromatología**  
**Lic. Mirela Yujel Rodríguez**

| Red. | Descripción de la muestra | BYSE | °/o   | W.S.T. | °/o   | E.T. | °/o   | F.C.  | °/o  | PROTEIN | °/o  | Cenizas | °/o | E.L.V. | °/o | Cenizas | °/o | F.V.D. | °/o | F.N.D. | °/o | Lípidos | °/o | betasain | °/o | Dic. | BH  | °/o | LMD | °/o | Kcal/g | E.B. |
|------|---------------------------|------|-------|--------|-------|------|-------|-------|------|---------|------|---------|-----|--------|-----|---------|-----|--------|-----|--------|-----|---------|-----|----------|-----|------|-----|-----|-----|-----|--------|------|
| 260  | ENSILADO RECIBIDO         | BYSE | 50.50 | 10.11  | 42.89 | 0.00 | 32.08 | 10.35 | 8.85 | 2.15    | 2.18 | ---     | --- | ---    | --- | ---     | --- | ---    | --- | ---    | --- | ---     | --- | ---      | --- | ---  | --- | --- | --- | --- | ---    |      |
|      |                           | BYSE | ---   | ---    | ---   | ---  | ---   | ---   | ---  | ---     | ---  | ---     | --- | ---    | --- | ---     | --- | ---    | --- | ---    | --- | ---     | --- | ---      | --- | ---  | --- | --- | --- | --- | ---    |      |
|      |                           | BYSE | ---   | ---    | ---   | ---  | ---   | ---   | ---  | ---     | ---  | ---     | --- | ---    | --- | ---     | --- | ---    | --- | ---    | --- | ---     | --- | ---      | --- | ---  | --- | --- | --- | --- | ---    |      |
|      |                           | BYSE | ---   | ---    | ---   | ---  | ---   | ---   | ---  | ---     | ---  | ---     | --- | ---    | --- | ---     | --- | ---    | --- | ---    | --- | ---     | --- | ---      | --- | ---  | --- | --- | --- | --- | ---    |      |
|      |                           | BYSE | ---   | ---    | ---   | ---  | ---   | ---   | ---  | ---     | ---  | ---     | --- | ---    | --- | ---     | --- | ---    | --- | ---    | --- | ---     | --- | ---      | --- | ---  | --- | --- | --- | --- | ---    |      |
|      |                           | BYSE | ---   | ---    | ---   | ---  | ---   | ---   | ---  | ---     | ---  | ---     | --- | ---    | --- | ---     | --- | ---    | --- | ---    | --- | ---     | --- | ---      | --- | ---  | --- | --- | --- | --- | ---    |      |
|      |                           | BYSE | ---   | ---    | ---   | ---  | ---   | ---   | ---  | ---     | ---  | ---     | --- | ---    | --- | ---     | --- | ---    | --- | ---    | --- | ---     | --- | ---      | --- | ---  | --- | --- | --- | --- | ---    |      |
|      |                           | BYSE | ---   | ---    | ---   | ---  | ---   | ---   | ---  | ---     | ---  | ---     | --- | ---    | --- | ---     | --- | ---    | --- | ---    | --- | ---     | --- | ---      | --- | ---  | --- | --- | --- | --- | ---    |      |
|      |                           | BYSE | ---   | ---    | ---   | ---  | ---   | ---   | ---  | ---     | ---  | ---     | --- | ---    | --- | ---     | --- | ---    | --- | ---    | --- | ---     | --- | ---      | --- | ---  | --- | --- | --- | --- | ---    |      |
|      |                           | BYSE | ---   | ---    | ---   | ---  | ---   | ---   | ---  | ---     | ---  | ---     | --- | ---    | --- | ---     | --- | ---    | --- | ---    | --- | ---     | --- | ---      | --- | ---  | --- | --- | --- | --- | ---    |      |

**INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS  
 FORMULARIO BROMATO 1**



Requiere de: **Unidad de Alimentación Animal**  
**Escuela de Zootecnia**  
**Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia**

**JOSE RAMÓN GONZÁLEZ**

**Dirección**

**CINDY GONZÁLEZ**

**TEL: 343-2411, P. 34188303, Teléfono: 34188303, Ext. 1018**  
**Ciudad de Cienfuegos**  
**Edificio No. 3, Nivel Ciudad Universitaria zona 15**



Anexo 1. Resultados del análisis bromatológico del ensilado químico