



Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible

# **UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL**

**Ingeniería en Zootecnia**

**Trabajo de Tesis**

**Comportamiento productivo de pollos de  
engorde alimentado con harina de  
fermentación anaeróbica en estado sólido de  
desecho de pescado (FAES-Pescado)**

**Autores**

**Br Alejandro Rafael Vanegas Quiñónez**

**Br Nelson Ariel Aguirre Calero**

**Asesores**

**Ing. Bryan Mendieta Araica PhD**

**Ing. Nadir Reyes PhD**

**Ing. Lester Rocha Molina PhD**

Presentado a la consideración del honorable comité  
evaluador como requisito final para optar al grado de  
Ingeniero en Zootecnia

**Managua- Nicaragua**

**Marzo 2023**

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable comité evaluador designado por la decanatura de la Facultad de Ciencia Animal como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero en Zootecnia

Miembros del Comité Evaluador

MsC. Rosario Rodriguez  
Presidente

Ing. Mercedes González  
Secretario

Lugar y fecha: Managua, Nicaragua, Lunes 06 de Marzo del 2023

## DEDICATORIA

A **Dios** por darme vida, fuerza, salud la sabiduría y fortaleza en aquellos momentos difíciles y permitirme culminar mi carrera. Me permitió lograr este sueño, siempre me brindo su amor y me guio el día a día que pasaba.

A mi madre **Ileana Marcela Quiñónez Merlo** por todo el amor, tiempo y experiencias, por creer en mí, por formarme en una persona de bien y por darme esperanzas y fuerzas en todo momento.

A mi hermana **Erika Marcela Quiñónez** y padre **Ermogenes Rafael Vanegas Santamaria**, por estar en todo momento a lo largo de esta etapa, en lo económico, moral y siempre impulsarme a seguir a delante y luchar por mis sueños.

Br. Alejandro Rafael Vanegas Quiñónez

A **Dios** por darme vida, fuerza, salud y por darme la sabiduría y fortaleza en aquellos momentos más difíciles y permitirme culminar mi carrera. Gracias por permitirme lograr este sueño, por saber que siempre me brindo su amor y me guio el día a día que pasaba, gracias por haberme puesto en esta carrera tan linda como lo es Ingeniería en zootecnia y por permitirme adquirir todos estos conocimientos para poderlos emplear en mi futuro y ser una persona de bien.

A mi padre **Nelson Aguirre Icabalceta**, por estar en todo momento a lo largo de esta etapa, en lo económico, moral y siempre impulsarme a seguir a delante y luchar por mis sueños, por esa motivación, esfuerzo y sacrificio a lo largo de todos estos años para que pudiera formarme como profesional.

A mi madre **Claudia Elena Calero Sovalbarro** por todo el amor y tiempo que me dedico, sus experiencias, por creer en mí, por formarme en una persona de bien y por darme esperanzas y fuerzas en todo momento.

A mis abuelos **Raúl Aguirre** y **Olga Icabalceta** por ser mis segundos padres en mi educación. A mi hermana **Olga Elena Aguirre Calero**, por ser una gran compañía en toda mi vida.

Br. Nelson Ariel Aguirre Calero

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por brindarme vida, salud, sabiduría y formarme como una persona de bien.

Agradecimientos a la Universidad Nacional Agraria (UNA) facultad de Ciencia Animal (FACA) por haberme permitido formar parte de ella.

Gracias a mis padres y hermana por ser los pilares que han hecho posible culminar esta ingeniería.

A los asesores **Ing. Bryan Mendieta Araica PhD, Ing. Nadir Reyes PhD, Ing. Lester Rocha Molina PhD**, quienes nos dirigieron en toda nuestra carrera y de forma más específica en este trabajo de culminación.

A todos los docentes de la facultad de ciencia animal en especial a la **Lic. Rosario Rodríguez** que durante toda la carrera brindándonos su apoyo y conocimiento.

A **Marcío Enrique Quiñónez y Nadeska Massiel Gadea Quiñónez** quienes velaron y guiaron incondicionalmente mientras daba un gran pasó en el camino personal y profesional.

A **Enya Poleth Briceño Moncada** quien me acompañó durante toda la carrera y me motivo a ser mejor profesional y mejor persona.

A mi colega Nelson Ariel Aguirre Calero quien trabajó arduamente para llevar a cabo la realización de nuestro trabajo experimental y de igual manera a todo el equipo de apoyo quienes estuvieron de forma incondicional en nuestro ensayo experimental.

A mis compañeros Juan Carlos Zamora Vallejo y Vilma Mercedes López Martínez quienes me acompañaron y ayudaron a encontrar el mejor camino para obtener de manera exitosa el título de ingeniero.

Br. Alejandro Rafael Vanegas Quiñónez

Agradezco a Dios por brindarme vida, salud y sabiduría y formar una persona de bien. Agradecimientos a la Universidad Nacional Agraria (UNA) por haber tenido el honor de ser egresado de esta prestigiosa institución. Agradezco a la Facultad de Ciencia Animal (FACA) por haberme permitido formar parte de ella, a todos los docentes que brindaron su esfuerzo en las aulas de clases, en compartir sus conocimientos para formarme como profesional

Gracias a mis padres por ser los pilares que han hecho posible que cumpla mis sueños, gracias por creer en mí persona y mis expectativas, gracias a mi padre Nelson Aguirre Icabcaceta por brindarme todo tu apoyo y estar a mi lado en todo momento, A mi madre Claudia Elena Calero Sovalbarro por motivarme a alcanzar mis anhelos y forjarme como una persona de bien.

A mi colega Alejandro Rafael Vanegas Quiñones quien trabajó arduamente para llevar a cabo la realización de mi trabajo experimental, al equipo de apoyo del area avicola y al Dr. Bryan Mendieta por todo el apoyo incondicional

Br. Nelson Ariel Aguirre Calero

## INDICE DE CONTENIDO

<b>SECCIÓN</b>	<b>PAGINA</b>
<b>DEDICATORIA</b>	<b>I</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>II</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURA</b>	<b>VI</b>
<b>ÍNDICE DE CUADRO</b>	<b>VII</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXO</b>	<b>VIII</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>IX</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>X</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II. OBJETIVOS</b>	<b>3</b>
2.1. Objetivo General	3
2.2. Objetivos Específicos	3
<b>III. MARCO DE REFERENCIA</b>	<b>4</b>
3.1. Generalidades de la crianza de pollos y su alimentación	4
3.2. Requerimiento nutricional del pollo	5
3.3. Harina de desecho de pescado.	6
3.3.1. Aportes de la harina de desecho pescado	7
3.3.2. Ensilado de pescado	7
3.4. FAES-pescado	8
3.4.1. Estudios y resultados sobre FAES-Pescado	8
<b>IV. MATERIALES Y METODOS</b>	<b>9</b>
4.1. Ubicación y caracterización del área experimental	9
4.2. Diseño metodológico	9
4.2.1. Manejo del galpón	9
4.2.2. Preparación y manejo de la cama	10
4.2.3. Recepción de los pollos	10
4.2.4. Procedimiento y preparación del alimento.	11
4.3. Diseño experimental y descripción de tratamientos	11
4.3.1. Modelo y análisis estadístico	11
4.4. Variables evaluadas	12
4.4.1. Índices productivos:	12
4.4.2. Variables evaluadas post-mortem	14
4.4.2.1. Morfometría del tracto gastrointestinal (MTGI):	14
4.4.3. Análisis de costos parciales	14
4.4.3.1. Relación Beneficio/Costo:	14
<b>V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>16</b>
5.1. Comportamiento de peso vivo	16
5.2. Consumo acumulado de alimento	17
5.3. Conversión alimenticia	19
5.4. Ganancia media diaria	20

5.5.	Rendimiento a la canal	22
5.6.	Morfometría del tracto gastrointestinal (MTGI)	23
5.7.	Análisis de costos parciales	25
<b>VI.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>27</b>
<b>VII.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>28</b>
<b>VIII.</b>	<b>LITERATURA CITADA</b>	<b>29</b>
<b>IX.</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>33</b>

---

## ÍNDICE DE FIGURA

<b>CUADRO</b>	<b>PÁGINA</b>
Figura 1. Grafica de comportamiento de peso vivo obtenido en los pollos Cobb® 500.	16
Figura 2. Consumo de alimento acumulado de los pollos Cobb® 500.	18
Figura 3. Conversión alimenticia obtenida de los pollos Cobb® 500.	20
Figura 4. Ganancia media diaria de los pollos Cobb® 500.	21
Figura 5. Rendimiento a la canal de los pollos Cobb® 500.	22

## ÍNDICE DE CUADRO

<b>CUADRO</b>	<b>PÁGINA</b>
Cuadro 1. Requerimiento nutricional de los pollos Cobb® 500	6
Cuadro 2. Descripción de los tratamientos estudiados	11
Cuadro 3 Morfometría del tracto gastrointestinal y otros órganos de pollo Cobb® 500	23
Cuadro 4 Morfometría de los órganos anexos al TGI del pollo Cobb® 500	24
Cuadro 5. Valores de costos parciales	25

## ÍNDICE DE ANEXO

<b>ANEXO</b>	<b>PÁGINA</b>
Anexo 1 Galera	34
Anexo 2 Animales	35
Anexo 3 FAES-Pescado	36
Anexo 4 Mezclado de alimento	36
Anexo 5 Sacrificio	37
Anexo 6 Pesaje y medición de TGI de los pollos	37

## RESUMEN

Este estudio se realizó en la finca Santa Rosa de la Universidad Nacional Agraria (UNA) con la finalidad de evaluar la productividad de los pollos Cobb<sup>®</sup> 500 utilizando harina de Fermentación Anaeróbica en Estado Sólido (FAES-Pescado) en sustitución de 4% y 8% de concentrado comercial. Para dicho estudio se utilizaron 180 pollos no sexados con un peso inicial promedio de 46 gramos, los cuales fueron distribuidos mediante un Diseño Completamente al Azar (DCA), en 3 tratamientos. Los tratamientos evaluados fueron: T1 4% de sustitución de FAES-Pescado por concentrado comercial, T2 8% de sustitución de FAES-Pescado por concentrado comercial, T3 concentrado comercial. Las variables evaluadas fueron: ganancia media diaria (GMD), índice de conversión alimenticia (ICA), peso promedio semanal (PPS), peso de la canal (PC), índice de mortalidad (IM), índice de eficiencia (IE). Para el análisis se utilizó un DCA con pruebas de separación de medias por el método de Tuckey mediante el software R. Se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) para PPS a partir de la 4 semana donde T1 superó a T2 y T3, se encontraron diferencias significativas para GMD donde T1 (58.12g) superó a T2 (57.44g) y T3 (55.25g), ICA donde T1 (1.74), fue superior a T2(1.85) y T3(2.08), en cuanto a la rentabilidad y utilidad se encontró que T2 fue más rentable, presentó mayor utilidad y un menor costo de producción de kg/pollo en comparación a los demás tratamientos, así mismo no se encontraron diferencia significativas para PC e IM. En conclusión, podemos afirmar que los pollos sometidos a T1 fueron más productivos en comparación a los demás tratamientos, así mismo, T2 presento mejores resultados en los análisis económicos.

**Palabras clave:** Conversión alimenticia, morfometría, consumo de alimento, tracto gastrointestinal, ganancia de peso

## ABSTRACT

The present research was made in Santa Rosa's farm of the Universidad Nacional Agraria (UNA) with the objective to identify the productivity of the chickens Cobb® 500 using FAES-Pescado in the place of 4% and 8% of commercial concentrate. For this study 180 non-sexed chickens were used with an initial weight of 46 gr, which was distributed by means of random design (DCA), in three treatments. The treatments evaluated were T1 4% in replacement of FAES-Pescado by commercial concentrate, T2 8% in replacement of FAES-Pescado by commercial concentrate, T3 commercial concentrate. The samples were: Average daily profit (ADP), feed conversion ratio (FCR), weekly average weight was used a random design (DCA) with a mean separation test by the Tuckey's method using the R software. Significant differences were found ( $P < 0.05$ ) for pps from the fourth week where T1 overcomes a T2 and T3, significant differences were found for GMD where T1 (58.12g) overcome a T2(56.49g) and T3 (55.25g). ICA where T1(1.74) do better than T2(1.85) and T3(2.08) in terms of efficiency index were found T2 was more profitable. Presented a greater utility and lower cost of production of kg/chicken in comparison to the other treatments. Likewise, no significant differences were found for Pc and IM. In conclusion, we can affirm that the subjected chickens to T1 were more productive compared to the other treatments, and also, T2 present better results in the economic analyzes.

**Keywords:** Chicken for fattening, feed conversion, morphometry, food consumption, gastrointestinal tract, weight gain.

# I. INTRODUCCIÓN

La avicultura en Nicaragua juega un papel muy importante en los ámbitos económico y social, debido a que muchas familias se dedican a esta actividad satisfaciendo así sus necesidades tanto alimenticias como económicas, esto da como resultado que un buen número de la población consume carne y otros derivados de aves (Silva, 2017).

Los avicultores se interesan en buscar nuevas alternativas nutritivas, para que los períodos de producción se realicen en menor tiempo y el producto a obtener sea de mayor calidad, dentro de estas alternativas tenemos los aditivos sintéticos como son vitaminas, enzimas, probióticos, prebióticos, aminoácidos y los Antibióticos Promotores de Crecimiento, entre otros (Herrera 2016).

La harina de pescado es una fuente balanceada de nutrientes. Uno de sus principales aportes es su contenido de vitamina B12, debido a esto algunas dietas fueron formuladas sin necesidad de incluir esta vitamina en forma sintética. El único inconveniente con el uso de esta fuente de proteína es el costo que conlleva su adición en dietas (Cheeke 1977 citado por Valarezo y Iscoa 2015).

En todo el mundo elaboran harina de pescado a partir de diferentes tipos de materias primas, esto influye sobre la composición del producto final, algunas están basadas en subproductos y vísceras y presentan típicamente un bajo contenido en proteína y grasa y un alto contenido en cenizas. Otras están basadas en subproductos de otras industrias de pescado y en consecuencia son muy variables en su composición (Sandbol 1993).

Nuestro país tiene unas costas y espacios marítimos muy extensos a lo largo del Océano Pacífico y el mar Caribe, esto brinda una gran oportunidad de aprovechamiento al sector acuícola y pesquero, en nuestro país se encuentran una serie de empresas que se dedican al procesamiento de pescados. Durante el procesamiento, se generan altas cantidades de desperdicios que actualmente representan un costo adicional para estas empresas.

Al año 2007 existían 17 plantas procesadoras, de las cuales 9 están ubicadas en la zona del pacífico, estas procesan el pescado extrayéndole la carne principalmente y desechando los residuos tales como: cabezas, aletas, piel, escamas, espinas y huesos, residuos que generan

no solo generan costos por su manejo sino también contaminación ambiental y paisajísticas ya que es un recurso no aprovechado (Navarro y Mena 2010).

Debido a los altos costos de producción de harina de pescado y buscando alternativas viables para disminuir los desechos producidos por las industrias pesqueras que predominan en el mercado acuícola, encontramos como solución la fermentación anaeróbica de desperdicio de pescado, la cual permitirá aprovechar los residuos pesqueros y mitigar los costos de alimentación en la industria avícola, así mismo disminuirá la contaminación y degradación del medio debido a que convertirá todo ese desperdicio en una fuente de alto valor nutricional que podrá ser utilizado para la alimentación animal

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo General**

Evaluar el efecto de la sustitución de FAES-pescado por el concentrado de pollos de engorde de la línea Cobb® 500 sobre su comportamiento productivo.

### **2.2. Objetivos Específicos**

1. Determinar los efectos de dos niveles de sustitución (4%, 8%) de FAES-pescado por concentrado comercial sobre los índices productivos en los pollos (comportamiento de peso, consumo de alimento acumulado, ganancia media diaria, conversión alimenticia, rendimiento a la canal).
2. Valorar el efecto de la sustitución de FAES-pescado sobre la morfometría del tracto gastrointestinal, órganos accesorios (esófago, buche, proventrículo, molleja, intestinos, ciego, bazo, corazón, pulmones, vesícula, hígado, riñones).
3. Analizar los costos de producción de cada tratamiento y su utilidad, mediante análisis de costos parciales.

### **III. MARCO DE REFERENCIA**

#### **3.1. Generalidades de la crianza de pollos y su alimentación**

En Nicaragua la avicultura es un rubro de gran interés y es que este, así como otros representan la producción y la generación de mejoras económicas para los avicultores quienes realizan continuas inversiones en la optimización de sus granjas. Este rubro se ha alcanzado el 4 % de la producción de carne de pollo siendo así el aporte al 2.5% del Producto Interno Bruto (PIB) de la economía nacional, en la actualidad se calcula un consumo Per cápita anual de 100 huevos y 47 libras de carne de pollo que posiciona a ésta dentro de los rubros de origen animal más explotados (Anapa, 2017 citado por Chávez y Espinoza 2017).

Uno de los mayores rubros del costo de la producción de pollos broiler es el alimento balanceado, correspondiendo al 70-75% de la inversión total aproximadamente. Debido al alto requerimiento nutricional del ave para realizar estos alimentos concentrados se utilizan diferentes tipos de harinas proteicas de buena calidad y digestibilidad destacándose de entre las más usadas: harina de soya y harina de pescado, sin embargo, la producción de soya no es suficiente para la demanda total de la alimentación animal y la harina de pecado tiene un precio elevado, por lo cual se busca alternativas de reemplazo (Luzón 2018).

Los pollos destinados a la producción de carne deben tener una alimentación libre y constante desde que salen del huevo hasta que son sacrificados. Entre mayor sea el consumo de alimento mayor será el crecimiento de los pollos, eso dependiendo de los índices productivos que estos tengan, por lo tanto, el cuidar estos valores son importantes para mantener la rentabilidad de la granja (Rivera 1998, citado por Jirón *et al.*, 2000 y Corrales *et al* 2004).

El uso de la harina de pescado en la actualidad juega un papel fundamental en la nutrición animal, al ser una de las materias primas preferidas por su alto contenido de nutrientes (Santana 2004), sin embargo, el alto costo de esta restringe su uso en fases iniciales del ciclo de producción, donde el consumo de alimento es menor, pero el porcentaje de proteína debe ser mayor en comparación a las demás fases. Debido al elevado requerimiento de proteína en la etapa inicial el costo del alimentó en la etapa de inicio se eleva considerablemente. (Maigualema y Moreno 2002 citado por Valarezo y Iscoa 2015).

Ríos *et al* (2011) evaluaron si la harina de pescado podía sustituir otras harinas con base proteica en dietas para pollos de engorde, obteniendo como resultado que al utilizar harina de pescado para lograr un 19.10% de proteína bruta mejora los parámetros en los índices productivos de los pollos.

Se comparó la harina de visera de pollo con la harina de desperdicio de tilapia en pollos de la línea Cobb, los resultados fueron presentados exponían que la adición de harina de tilapia hasta los 7 días genera mayor peso vivo en 32 días y un mayor consumo de alimento a los 28 días, así mismo determinaron que ambas harinas no causan diferencias significativas en la conversión alimenticia ni en la mortalidad (Martini y Morales 2017).

### **3.2. Requerimiento nutricional del pollo**

El requerimiento nutricional del pollo es la cantidad de nutrientes que el organismo del animal necesita para realizar todas sus funciones vitales, debido a que este organismo va sufriendo cambios anatómicos y fisiológicos internos y externos a lo largo del tiempo por a su edad, actividad, sexo y/o producción el requerimiento nutricional se debe de irse adaptando a estos cambios.

Las dietas para pollos de engorde están formuladas con el fin de proveer los nutrientes necesarios para mantener un adecuado nivel de salud y de producción. Los componentes nutricionales básicos requeridos por las aves son agua, proteína, energía, aminoácidos macro y micro-minerales, así como vitaminas hidrosolubles y liposolubles. Estos componentes deben estar en armonía para asegurar un correcto desarrollo del esqueleto y formación del tejido muscular.

Debido a la alta demanda de requerimientos del pollo, se necesita producir un alimento concentrado que permita satisfacer con las necesidades de mantenimiento y producción de dichos animales, para esto se utilizan distintos tipos de harina, entre ellas la harina de pescado ya que contiene un alto valor nutricional que aporta no solo una gran cantidad de proteínas altamente digeribles sino también grasas, vitaminas hidrosolubles y liposolubles, macro y micro-minerales esenciales para satisfacer la demanda alimenticia requerida de los pollos.

Cuadro 1. Requerimiento nutricional de los pollos Cobb® 500

		Inicio	Crecimiento	Finalizador 1	Finalizador 2
Cantidad de alimento		180g	700 g	1350g	
Alimento/ave		0.40 lb	1.40 lb	3 lb	
Periodo de alimentación días		0-8	9-18	19-28	>29
Tipo de alimento		Migaja	Migaja/pellet	Pellet	Pellet
Proteína cruda	%	21-22	19-20	18-19	17-18
Energía	MJ/kg	12,45	12,66	12,97	13,18
metabolizable	Kcal/kg	2.975	3.025	3.100	3.150
(EMAn)	Kcal/lb	1.349	1.372	1.406	1.429
Lisina digestible	%	1,22	1,12	1,02	0,97
Metionina digestible	%	0,46	0,45	0,42	0,40
Met + Cis digestible	%	0,91	0,85	0,80	0,76
Triptófano	%	0,20	0,18	0,18	0,17
digestible					
Treonina digestible	%	0,83	0,73	0,66	0,63
Arginina digestible	%	1,28	1,18	1,07	1,02
Valina digestible	%	0,89	0,85	0,76	0,73
Isoleucina digestible	%	0,77	0,72	0,67	0,64
Calcio	%	0,90	0,84	0,76	0,73
Fósforo disponible	%	0,45	0,42	0,38	0,38
Sodio	%	0,16-0,23	0,16-0,23	0,16-0,23	0,16-0,23
Cloro	%	0,16-0,30	0,16-0,30	0,16-0,30	0,16-0,30
Potasio	%	0,60-0,95	0,60-0,95	0,60-0,95	0,60-0,95
Ácido linoleico	%	1,00	1,00	1,00	1,00

Fuente: Cobb 500 suplemento informativo sobre rendimiento y nutrición de pollo de engorde.

Puede considerarse que la alimentación de pollos de engorde es más especializada y la que debe ser más cuidadosamente balanceada en sus aspectos nutricionales (Vaca, 1991 citado por Plazaola, Téllez y Morales 2007).

### 3.3. Harina de desecho de pescado.

La harina de pescado es el residuo obtenido de las partes de pescado que no son comercializadas como materia primaria entre estas cabeza, cuero, vísceras, aletas, huesos y agallas, de la misma forma algunos pescados que por sus características no pueden preservarse con conservantes añadido (Navarro y Mena 2010).

La harina de pescado es una fuente en proteínas de alta calidad, grasas con alta concentración de omega-3, DHA y EPA.

### **3.3.1. Aportes de la harina de desecho pescado**

**Proteína:** Su porcentaje varía entre 30% y 88% según el tipo de pescado y parte del pescado que se use, es alta en aminoácidos esenciales altamente digeribles como metionina, cisteína, lisina, treonina y triptófano.

**Grasas:** Las grasas son altas en omega-3 mejorando el equilibrio de los ácidos grasos en el alimento restaurando la relación de las formas de omega 6: omega 3 en 5:1, que es considerada óptima.

**Energía:** El contenido de energía es mayor al de otras proteínas con un 70 y 80% del producto en forma de proteína y grasa digerible.

**Minerales:** posee altas cantidades de fosforo, también tiene una amplia gama de elementos vestigiales.

**Vitaminas:** Se presentan en niveles relativamente altos como complejo de vitamina B12, así como A y D (Agudelo, Alonso, Cuevas, y Núñez, 2007).

Con la inclusión parcial de sustitutos proteicos y energéticos se obtienen en ocasiones mejores pesos que con la dieta basal de maíz y harina de soya.

En dietas para pollos de engorde se puede sustituir la harina de soya por harina de desechos de tilapia como fuente proteica hasta en un 50% (Ponce 2000). En el caso de la harina de vísceras de pollo también se han realizado trabajos con resultados positivos donde muestra que tiene proteína de alta calidad y grasa, al mismo tiempo permite un mejor aprovechamiento con relación al costo beneficio (Yauri 2013, citado por Matini y Morales 2017).

### **3.3.2. Ensilado de pescado**

Según el Instituto Tecnológico Pesquero del Perú el ensilado de pescado es la utilización de la proteólisis del pescado, llevados a una fermentación con ácidos fuertes y bacterias lácticas bajo ambiente controlado con el objetivo de obtener un producto de buena calidad y una composición química que asegure la buena alimentación y nutrición del animal. (JICA, 2003).

#### **3.3.2.1. Método de producción del ensilaje de pescado.**

Se recorta todos los residuos de pescado, se muele hasta obtener una pasta, se procede a cocción para destruir la mayoría de bacterias patógenas existentes en los residuos de pescado. Luego de esto se deja reposar a temperatura ambiente, se agrega yogurt y melaza y se procede a realizar una mezcla homogénea. El producto se puede incubar en un medio controlado con el objetivo de mantener constantemente el PH y se pueda realizar una fermentación láctica. (JICA 2003).

### **3.4. FAES-pescado**

En la actualidad los costos de producción de kilogramos de leche o de carne se han visto afectados debido al alto costo de alimentación. FAES-pescado es una harina con bajo costo de producción lo que permitirá a las macro y micros- empresas no solo bajar el precio de producción del alimento y aumentar la rentabilidad, sino también, disminuir en gran manera la contaminación por los residuos pesqueros.

FAES- pescado es una fermentación anaeróbica en estado sólido a base de desperdicios de pescado (visera, piel, cabeza, escamas, huesos y restos de fileteado) mezclado con un aditivo energético (melaza), probióticos (lactobacillus de producción nacional) y semolina.

#### **3.4.1. Estudios y resultados sobre FAES-Pescado**

Gadea y Galán (2021) incluyeron 21% de FAES-pescado en bloques multinutricionales como suplemento para cobayos en desarrollo observando que los animales obtuvieron un mayor desarrollo en el intestino grueso y delgado así mismo obteniendo que al se obtienen una mayor utilidad.

## **IV. MATERIALES Y METODOS**

### **4.1. Ubicación y caracterización del área experimental**

El estudio se llevó a cabo en la unidad avícola de la finca Santa Rosa de la Facultad de Ciencia Animal, Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. Con las coordenadas a 12° 08' 33" latitud norte y 86° 10' 31" longitud oeste. Con temperatura media anual de 34°C, precipitación anual oscila de 1000 mm y 2000 mm y humedad relativa del 76%, con una marcada época seca de noviembre a mayo. Con una elevación de 56 msnm (INETER 2020).

### **4.2. Diseño metodológico**

La presente investigación lleva un enfoque cuantitativo de tipo experimental con un Diseño experimental Completamente al Azar (D.C.A). El trabajo de campo se realizó entre el 8 de febrero y el 22 de marzo del año 2021 con una duración de 42 días.

La población del ensayo estuvo constituida por 180 pollos de la línea Cobb® 500 divididos en 3 tratamientos, cada tratamiento constó de 6 repeticiones de 10 pollos cada repetición en un sistema estabulado.

#### **4.2.1. Manejo del galpón**

Se realizaron las prácticas de limpieza y desinfección con jabón líquido, cloro y creolina en la unidad de producción avícola previo a la llegada de los pollos, se colocaron las cortinas esto con la finalidad de mantener una temperatura y ambiente más controlado, posterior a esto se encaburaron piso y paredes tanto internas como externas, así mismo, se activaron los pediluvios.

##### **4.2.1.1. Preparación y manejo de galpones**

El debido manejo del galpón lo iniciamos 15 días antes de la llegada de los pollos, se procedió al lavado a presión con hidro-bomba y desinfectado de techo, paredes, mallas y piso de 2 galpones, el lavado y desinfectado se realizó con jabón líquido y detergente, posterior a eso se desinfecto con creolina y cloro con el objetivo de eliminar microorganismos e inhibir el riesgo de la salud de los animales, los bebederos y comederos se lavaron con jabón y agua

clorada, se almacenaron en los galpones protegidos de polvo y otros contaminantes hasta la llegada de los pollos.

Cada galpón se dividió con malla de ojo pequeño en 9 espacios los cuales tenía aproximadamente 2.5m<sup>2</sup> dentro de este se colocó un comedero y un bebedero colgantes.

Luego de la semana 2 se realizó al respectivo manejo de las cortinas para evitar un exceso de temperatura dentro del galpón, estas eran levantadas a las 6:00 am y luego se cerraban a las 6:00 pm para evitar las altas temperaturas en la noche.

Los pediluvios eran lavados diarios para evitar que cualquier agente extraño entrara a la galera, posterior al lavado eran llenados con agua y desinfectante como cloro y creolina.

#### **4.2.2. Preparación y manejo de la cama**

Para la preparación de la cama se utilizó cascarilla de arroz, el cual fue desinfectado con productos a base de cloro y creolina posterior se colocó una capa homogénea de 7 cm en cada división, luego de aplicar la cama se procedió a realizar una inspección de la misma para evitar que hubiese algún material extraño que pudiera perjudicar el bienestar de los pollos.

Con los pollos ya instalados en cada división la cama se inspeccionaba diario y se mezclaba 2 veces al día, la cama que presentaba humedad era retirada esto con la finalidad de mantener la sanidad de los pollos.

#### **4.2.3. Recepción de los pollos**

Se realizó un redondel de 2.5 metros de diámetro, con una cama de 7 cm de grosor previamente inspeccionada y mezclada con cal, se colocó una cruceta con 8 bujillas amarillas de 100 watts a una altura de 1 metro y un hidrómetro colgando del ella con el objetivo de tener una temperatura constante de 39°C.

La cruceta se activó 8 horas antes de la llegada de los pollos para tener una temperatura óptima. Con la llegada de los pollos se procedió a pesar cada uno de los pollos, para conocer su peso inicial. Se les suministró agua con electrowell en dosis de un gramo por litro para su hidratación y desestrés.

#### 4.2.4. Procedimiento y preparación del alimento.

El alimento el cual fue suministrado en dicho estudio está basado en una sustitución concentrado comercial (CC) por el porcentaje de estudio de FAES- pescado.

Para realizar una mezcla homogénea se realizó un mezclado a mano que consistió en colocar los ingredientes a mezclar dentro de un recipiente plástico el cual tenía una altura de un metro y un diámetro de 1.5 metros.

Se realizó una pre-mezcla de 5 libras de concentrado comercial con las libras de FAES- pescado para elaborar el T1 fueron 4 libras y 8 libras para elaborar T2 de FAES y se mezclaron durante 5 minutos. Posterior a este proceso se fueron incluyendo 10 libras más de concentrado comercial cada 5 minutos de mezclado hasta obtener las 100 libras.

#### 4.3. Diseño experimental y descripción de tratamientos

El esquema del Análisis de la varianza que se utilizó en la presente investigación fue con mediciones repetidas en el tiempo. Se verificaron los supuestos de Homocedasticidad y normalidad. Se realizó pruebas de comparaciones múltiples usando la Prueba Honesta de Tukey. Todos los análisis de los resultados fueron realizados con el software estadístico R y los tratamientos se presentan de con el siguiente modelo:

Cuadro 2. Descripción de los tratamientos estudiados

Tratamientos	Descripción
T1	96% CC + 4% FAES-PESCADO
T2	92% CC + 8% FAES-PESCADO
T3	CC

CC: Concentrado comercial, FAES-PESCADO (fermentación anaeróbica de desecho de pescado)

Fuente: Propia.

##### 4.3.1. Modelo y análisis estadístico

En este caso el modelo aditivo lineal que explico el comportamiento de las variables en estudio es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

**Dónde:**

**Y<sub>ij</sub>:** representa la j-ésima repetición en el i-ésimo tratamiento evaluado

**T<sub>i</sub>:** representa el efecto del i-ésimo

tratamiento

**j:** número de repeticiones utilizadas

**μ:** es la media general y representa el estimador de la media de la población

**ε<sub>ij</sub>:** es el error residual aleatorio o estimador del efecto aleatorio de variación generado en el experimento.

#### **4.4. Variables evaluadas**

Las variables se evaluaron en dependencia de su metodología y de la naturaleza de la misma para realizar el análisis con datos únicos se evaluaron una única vez en el estudio tal caso del peso inicial y peso final. Para las variables en las cual sus repeticiones inciden continuamente en los resultados se evaluaron diario y semanal como fue peso semanal y consumo diario de alimento.

##### **4.4.1. Índices productivos:**

Los indicadores productivos son los resultados obtenidos de la producción realizada por el animal, este resultado permite analizar la situación productiva así mismo la utilidad que se obtiene en un sistema de producción. Los índices productivos analizados en este estudio fueron:

###### **4.4.1.1. Peso inicial**

Esta variable da inicio al experimento, fue la etapa en el cual se pesaron el 100% de los pollos para determinar un peso promedio; usando una báscula digital con capacidad de 7.5 Kg sobre la cual los pollos eran colocados.

#### 4.4.1.2. **Peso final**

Al concluir la etapa experimental los pollos fueron pesados con el objetivo de determinar el comportamiento productivo del animal.

#### 4.4.1.3. **Ganancia media diaria**

Aplicando esta variable a la etapa experimental logramos determinar la velocidad promedio de crecimiento que tuvieron los pollos de cada tratamiento a los 42 días, la cual fue obtenida utilizando la siguiente formula:

$$\text{GMD: } \frac{\text{Peso vivo final (g)} - \text{Peso vivo inicial (g)}}{\text{Número de días alimentados}}$$

#### 4.4.1.4. **Consumo de alimento acumulado por semana (CAA):**

Es la cantidad de alimento que consumirá el animal y se determinará midiendo el alimento consumido de la semana en kg menos el alimento rechazado de la semana en kg.

#### 4.4.1.5. **Conversión alimenticia (CA):**

La variable fue utilizada con la finalidad de medir la capacidad que poseían los animales para aumentar su masa corporal en relación con la cantidad de alimento que consumían. Se evaluó con la siguiente formula:

$$\text{CA= } \frac{\text{Consumo de alimento promedio (g)}}{\text{Peso promedio de las aves (g)}}$$

#### 4.4.1.6. **Rendimiento a la canal (RC):**

En búsqueda de evaluar esta variable se pesó en báscula digital con capacidad de 7.5 Kg los pollos vivos con 12 horas de ayuno e inmediatamente se procedió a desangrarlo, desplumarlo, eviscerarlo y pesaje de la carne limpia. Para determinar esta variable se utilizó la fórmula:

$$\text{RC= } \frac{\text{Peso del canal del pollo X 100}}{\text{Peso de pollo vivo}}$$

#### 4.4.2. **Variables evaluadas post-mortem**

Los pollos fueron colocados de forma vertical con la parte craneal hacia abajo en contenedores plásticos con un diámetro de 15.5 cm y 29 cm de profundidad a una altura de 1.5 metros quedando completamente inmovilizados esto con el objetivo de lograr un desangrado completo y la obtención de una canal más limpia y sin fracturas. Esta variable se evaluó con el objetivo de determinar si FAES- pescado incurría en la morfometría del ave

##### 4.4.2.1. **Morfometría del tracto gastrointestinal (MTGI):**

El corte se realizó en la conexión de la vena yugular con la arteria carótida. Se procedió a realizar un corte longitudinal en la región ventral desde el cuello hasta la cloaca evitando dañar el sistema gastrointestinal y glándulas anexas. Posteriormente se realizó a pesar y medir los órganos de TGI.

##### 4.4.2.2. **Morfometría de órganos no pertenecientes al TGI**

Posteriormente a la extracción del TGI se procedió a la extracción de órganos del sistema circulatorio (corazón), órganos del sistema respiratorio (pulmones) y órganos urinarios (riñones), posteriormente se pesaron para determinar la influencia de cada tratamiento sobre los órganos.

#### 4.4.3. **Análisis de costos parciales**

Es la acción en la que se toman solamente en consideración los costos asociados a la decisión de los insumos a usar o no en el tratamiento, estos son costos que permiten diferenciar un tratamiento del otro y del resto del costo no se ve afectado por esta decisión (Reyes 2002)

##### 4.4.3.1. **Relación Beneficio/Costo:**

Se recolectaron los datos de las salidas económicas que fueron las dietas aplicadas a los pollos y las entradas económicas las cuales estaban constituida por la venta de la canal de los pollos. y se utilizó la fórmula:

$$\text{RBC} = \text{Entradas} - \text{Salidas}$$

#### 4.4.3.2. Costo de producción por kg de carne:

La presente variable se evaluó con el objetivo de determinar el costo de producción de cada kilogramo de carne de pollo, para esto se recolectaron los datos del presupuesto parcial y se utilizó la fórmula:

$$\text{CPC} = \frac{\text{Peso total de la canal}}{\text{Costos parciales}}$$

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1. Comportamiento de peso vivo

La ganancia de peso vivo es la respuesta de los animales ante el consumo de una ración, este comportamiento refleja directamente la cantidad de nutrientes que tuvo disponible durante un periodo de tiempo determinado, mientras mayor sea la cantidad de nutrientes disponibles, que pueda digerir y absorber, mayor será la magnitud del peso que demuestre. (Parrales y Castillo, 2017)

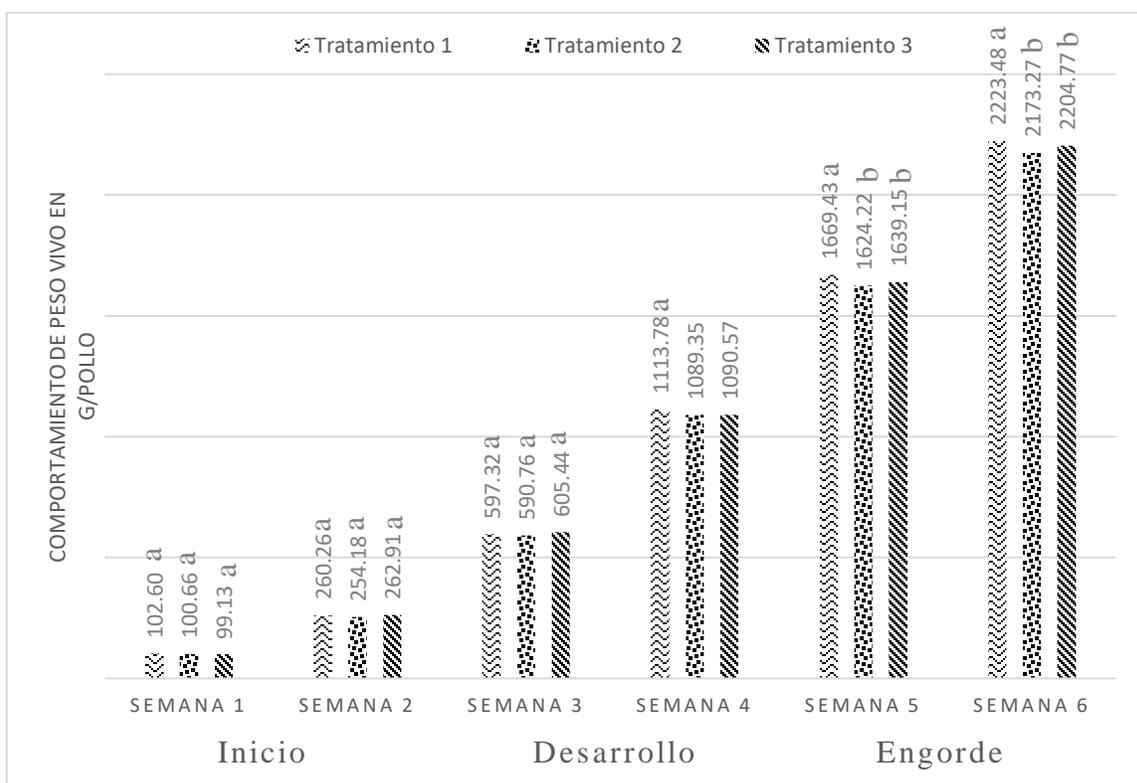


Figura 1. Grafica de comportamiento de peso vivo obtenido en los pollos Cobb® 500.

En la figura 1 se refleja el comportamiento del peso vivo de los pollos por cada tratamiento, obtenido en las 6 semanas de duración del ensayo divididas en 3 etapas (inicio con duración de las primeras 2 semanas, desarrollo la cual fue la semana 3 y la 4 y etapa de engorde que corresponde a la semana 5 y 6).

Al realizar el análisis estadístico en el software R se encontró que no hay diferencia significativa para ninguno de los tratamientos en la etapa de inicio ( $P=0.0000$ ,  $0.4828$ ,

0.0114) ni en la etapa de desarrollo ( $P=0.0000$ , 0.8377, 0.0505) pero si se presentaron diferencias significativas en la etapa de engorde ( $P=0.0000$ , 0.8444, 0.1273).

La absorción de nutrientes es la base del desarrollo tanto interno como externo del animal, debido a este proceso el pollo puede aprovechar los nutrientes que se le suministran en la ración, el suministro de nutrientes que se le aportan al pollo se van modificando según su edad debido a los requerimientos de este.

Durante las primeras 3 semana no se encontró diferencia significativa en los pesos, pero al inicio de la semana 4 los pesos de los pollos comienzan a tener una diferencia significativa presentándose 2 grupos el grupo “a” constituido por T1 y el grupo “b” constituido por T2 y T3.

Al llegar a la semana 6 el grupo “a” presento pesos superiores (T1 con 2223.48 g), en comparación al grupo “b” (T2 con 2173.27g) (T3 con 2204.77g). Atribuyéndole dicha diferencia a que posiblemente la sustitución de 4% de FAES-pescado proporciona los nutrientes necesarios para satisfacer los requerimientos de mantención y producción de los pollos

Valarezo e Iscoa (2015) Evaluaron la sustitución de harina de pescado por harina de soya en pollos de la línea Arbor Acres Plus® hasta los 31 días encontrando diferencia significativa ( $P\leq 0.05$ ) en el factor alimento, inclinándose a favor de la harina de pescado y presentando pesos de 1923.8g superiores a los encontrados en este estudio, debido posiblemente a la diferencia en las líneas de los pollos.

Aguilar y Ramírez (2016), A las 7 semanas con pollos Cobb 500 bajo sistema estabulado obtuvieron pesos finales de 2795.51g, los cuales son superiores a los obtenidos en este ensayo esto debido a que el tiempo en el que se le suministraron su dieta fue superior por lo tanto permitió al animal obtener un mejor peso.

## **5.2. Consumo acumulado de alimento**

El alimento concentrado está compuesto de diferentes nutrientes necesarios para que el animal realice sus funciones vitales. La palatabilidad, composición del alimento y absorción en el organismo del animal son los principales factores para que este sea aprovechado, por lo

tanto, la cantidad de alimento que el pollo consumo será el factor determinante para realizar cualquier función.

En la figura 2, se puede observar el consumo de alimento acumulado obtenido en pollos Cobb® 500 a los cuales se le suministraron los distintos tratamientos; El análisis en software R encontró diferencias en el consumo acumulado de alimento en gramo a partir de la primera semana.

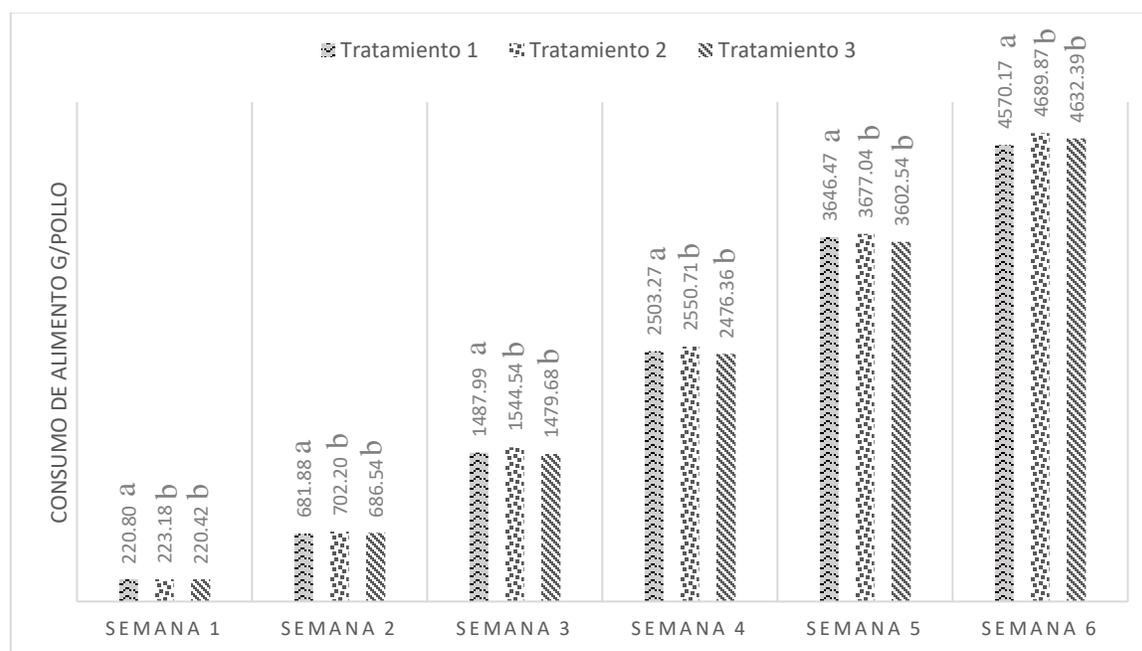


Figura 2. Consumo de alimento acumulado de los pollos Cobb® 500.

El aprovechamiento de los nutrientes que aporta un alimento para satisfacer el requerimiento del animal está ligado directamente a la composición nutricional digestibilidad y consumo del alimento del pollo, por lo tanto, la cantidad de alimento que el animal ingiera y absorba será determinante para el aumento de su masa corporal.

Al comparar las medias por la prueba de Tuckey para la variable consumo de alimento a los 42 días en el software estadístico R, se encontraron 2 grupos. El grupo “a” constituido por T1 y el grupo “b” constituido por T2 y T3, donde el grupo “a” presento un inferior consumo de alimento acumulado (4570.14 g) en comparación al grupo “b” (4689.87 g) (4632.39 g) esto se le atribuye a que posiblemente en grupo “a” era menos palatable para el animal.

Los resultados alcanzados en este acápite demuestran que el consumo de alimento en los tratamientos estudiados fue inferior a los valores de referencia estándar reportados para línea de pollos utilizados, siendo el valor de referencia de consumo de alimento acumulado de 4999 g (Cobb 2018) y los valores obtenidos fueron de 4570.17 en T1, 4689.87g en T2, 4632.39 g en T3. Esto debido a que los pollos de este estudio estaban sometido a estrés calórico por las altas temperaturas durante el día, lo que provocó un mayor consumo de agua y menor consumo de alimento.

Iscoa y Valero (2015) al realizar un estudio en el cual utilizaron harina de pescado como principal fuente proteica, en pollos mixto obtuvieron resultados inferiores (2193.5) en el consumo de alimento a los 27 días afirmado que posiblemente obtuvo esos resultados debido a un cambio en la dieta de los pollos parrilleros.

Lúquez y Hleap (2020) evaluaron harina de viseras de pescado en 3 niveles de inclusión y un tratamiento control, en el cual encontró que el tratamiento control que ellos utilizaron presento un mejor consumo de alimento, y el tratamiento con 10% de inclusión presento el menor consumo de alimento, resultados contrarios a los obtenidos en este estudio, donde T2 no presento diferencias significativas en comparación al tratamiento control posiblemente esto se deba a la palatabilidad de FAES-pescado.

### **5.3. Conversión alimenticia**

La conversión alimenticia no es más que la relación entre el consumo de alimento del animal y la ganancia obtenida en peso, a menor valor de conversión alimenticia mayor rentabilidad, es uno de los factores más importante para la producción de pollos y está ligada directamente a la genética.

El utilizar pollos Cobb® 500 permitió tener una uniformidad en su conversión debido al valor genético que posee, no obviando, el hecho de que la calidad del alimento, el manejo y la sanidad animal son quienes permiten expresar ese valor.

Al evaluar con las pruebas de separación de medias la conversión alimenticia de los pollos alimentados con los tratamientos encontramos 2 grupos, el grupo “a” constituido por T1(1.74) y el grupo “b” constituido por T2 (1.85) y T3 (2.08), donde el grupo “a” presento

diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) al compararse con el grupo “b”, esto debido a la superioridad en el desarrollo anatómico del intestino grueso que se obtuvo con T1 que permitió absorber con mayor eficacia las grasas.

El suplemento informativo sobre rendimiento y nutrición de pollos de engorde Cobb 500 (2018) reporta una conversión alimenticia a los 42 días de 1.59 en machos y 1.64 en hembras con galeras que presenten condiciones completas, resultados superiores a los obtenidos en este estudio posiblemente a que nosotros no aportábamos ni las condiciones climáticas ni el debido sexaje de pollos.

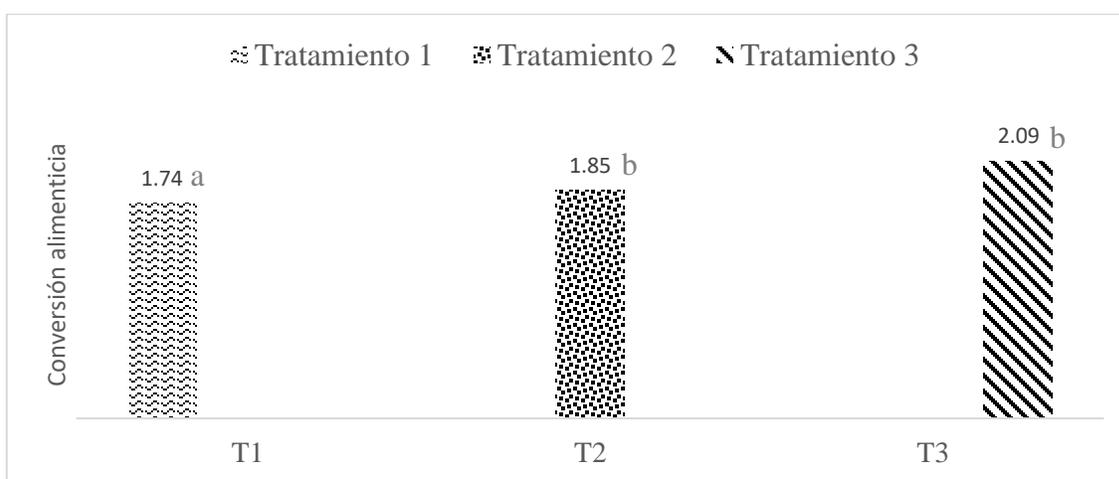


Figura 3. Conversión alimenticia obtenida de los pollos Cobb® 500.

Gómez et al., (2014) incluyeron 10% y 20% de ensilaje de biológico de visera de tilapia roja de encontrando resultados similares al de FAES-Pescado, lo que demuestra que de usar desperdicio de pescado en harina es más eficiente debido a que se utiliza solo 8% para obtener los mismos resultados. Lo cual permite al productor disminuir su costo de producción por consiguiente obtendrá pollos más rentables, así mismo aportará beneficios ambientales y paisajísticos al utilizar todos esos desechos de pescados.

#### 5.4. Ganancia media diaria

La ganancia media diaria está ligada directamente al consumo del alimento y a la conversión alimenticia del animal, entre mayor sea el consumo de alimento y mejor valor genético posea el animal permitirá obtener resultados más satisfactorios.

El cuidado y la atención que se les deben brindar a los pollos para lograr un peso idóneo debe ser el factor fundamental para prevalecer en la industria avícola, por lo tanto, el medir la ganancia media diaria es esencial para mantener un registro que permita conocer el consumo que se está logrando, así mismo, observar los factores que obligan al animal a evitar su crecimiento y ganancia de peso.

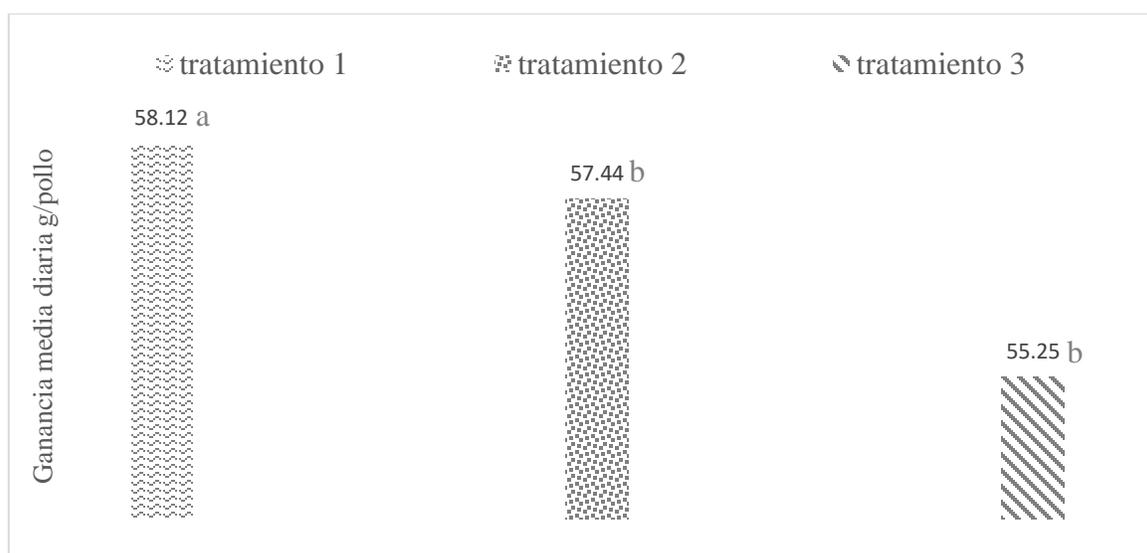


Figura 4. Ganancia media diaria de los pollos Cobb® 500.

En la figura 3 se muestran que al realizar la prueba de separación de medias en el software R encontramos diferencias significativas en  $p < 0.05$  entre 2 grupos, el grupo “a” formado por T1 con una ganancia de gramos diarios de 58.12 gr y el grupo “b” formado por T2 con 57.44 gr y T3 con 55.25 gr, obteniendo una ganancia media diaria del peso superior en el grupo “a”, esto se debe posiblemente a que T1 presentó una mejor conversión alimenticia, por ende, los nutrientes eran aprovechados con mayor facilidad.

De la misma forma la cantidad regulada de nutrientes y minerales que FAES-Pescado aporta ayuda a que el animal presente un mejor desarrollo ya que no solo estimula naturalmente el consumo, sino que cubre exactamente los requerimientos del animal.

Zambrano (2019) evaluó el uso de harina de pescado combinadas con otras harinas proteicas en 3 distintos niveles, en el cual evaluó parámetros productivos de los pollos, concluyendo con una ganancia media diaria de 0.54g/pollo al incluir 5% de harina de pescado en la ración.

valor inferior encontrado en este estudio, FAES- Pescado con un 4% de sustitución dio como resultado 58.12g/pollo, este resultado fue obtenido posiblemente a que un 4% de sustitución de FAES-Pescado por concentrado comercial aporta una mejor digestibilidad y aprovechamiento de los nutrientes en comparación a la harinas de pescado combinadas.

## 5.5. Rendimiento a la canal

EL rendimiento a la canal es uno de los factores más importantes en cuanto a la rentabilidad económica de un proyecto avícola, entre mayor sea el rendimiento a la canal mejor será la producción de carne, este rendimiento es proporcional al valor genético y al consumo de alimento, por lo tanto, la calidad del alimento es un factor crucial para obtener mejores resultados.

Los resultados obtenidos en este estudio fueron T1 de 74.08%, T2 de 73.72%, T3 de 74.83%, descubriendo un porcentaje superior en T3, no obstante, al evaluar los datos recolectados en el software R y someterlos a las pruebas de separación de medias usando el método de Tuckey encontramos que no hay diferencias significativas en ninguno de los tratamientos.

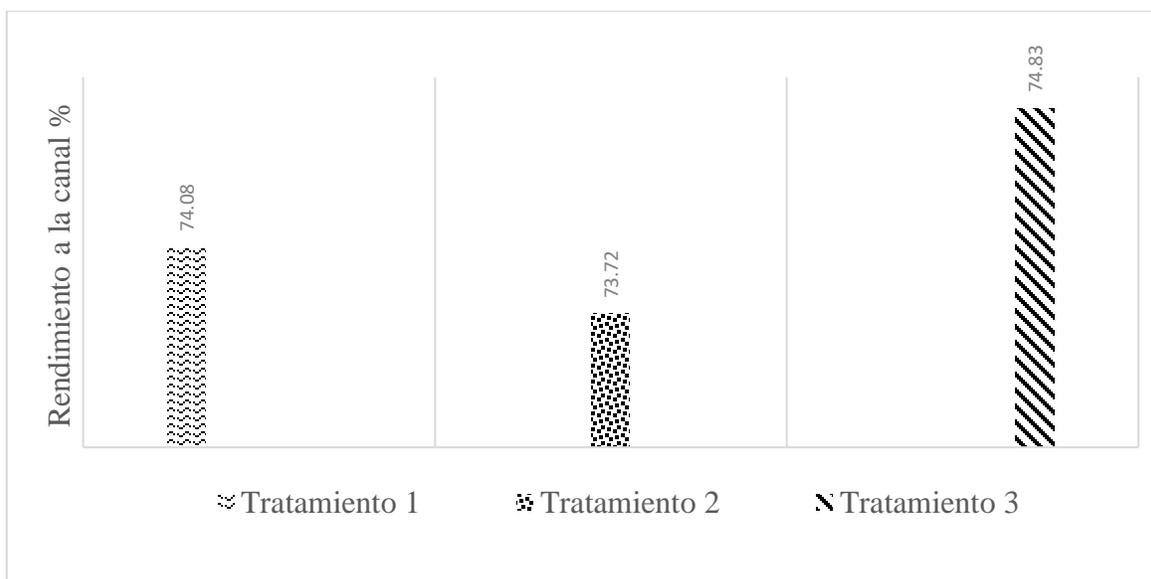


Figura 5. Rendimiento a la canal de los pollos Cobb® 500.

Al no obtener diferencias significativas en ningún tratamiento demostramos que la calidad del alimento es similar a la del balanceado por lo tanto al momento de expresarse en genética el ambiente es fundamental. Sunsin (2019) reporto valores de 70.6% para pollos Cobb

estabulados y en las mismas condiciones, estos resultados fueron inferiores a los obtenidos en este estudio posiblemente al manejo con el cual realizaron el experimento.

Aguilar y Ramírez (2016), reportan un rendimiento de la canal de los pollos Cobb® 500 a los 49 días con valores del 73.68 %, dichos resultados se obtuvieron en las mismas condiciones y son inferiores a los utilizados en este estudio esto posiblemente a que ellos dieron mayor tiempo para que se desarrollaran por lo tanto tuvieron mayor peso. Aunque entre los tratamientos evaluados no encontramos diferencias significativas podemos expresar que posiblemente el factor manejo zootécnico de los animales es determinante para obtener mejores rendimientos a la canal.

## 5.6. Morfometría del tracto gastrointestinal (MTGI)

Al evaluar los efectos de cada tratamiento sobre la morfometría del tracto gastrointestinal y órganos accesorios del pollo (cuadro 3) para el peso relativo de los órganos como el buche, proventrículo, molleja, intestino grueso y delgado, ciego, no se encontraron diferencias significativas en ninguno de los tratamientos.

Cuadro 3 Morfometría del tracto gastrointestinal y otros órganos de pollo Cobb® 500

Órgano	UDM		Significancia	Valor			
				T1	T2	T3	
Esófago	Longitud	cm	Largo	ns	7.91	8.28	8.85
Buche	Peso	g	Vacío	ns	8.26	7.33	6.64
Proventrículo	Peso	g	Vacío	ns	8.16	8.07	7.58
Molleja	Longitud	cm	Ancho	ns	2.66	2.65	2.64
			Altura	ns	4.92	5.03	4.88
	Peso	g	Vacío	ns	2.92	2.91	2.7
Intestino delgado	Longitud	cm	Largo	ns	169	160	165
	Peso	g	Vacío	ns	40.6	40.5	39.8
Intestino grueso	Longitud	cm	Largo	*	9.2	8.13	8.48
Ciego	Peso	g	Vacío	ns	1.6	1.07	1.34
	Peso	g	Vacío	ns	6.23	6.65	5.96

UDM: Unidad de medida; T1: Tratamiento 1; T2: Tratamiento 2; T3: Tratamiento 3; ns: diferencia no significativa; \*: Diferencia significativa; g: gramos; cm: Centímetro

Evaluando los efectos de cada tratamiento sobre la longitud de los diferentes órganos se encontró que en la prueba de separación de medias que en la longitud del esófago, molleja e intestino delgado no se encontraron diferencias significativas para ninguno de los

tratamientos, pero si se encontró diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en la longitud del intestino grueso.

En los pollos alimentados con T1 se produjo un aumento en la longitud del intestino grueso en comparación a los demás tratamientos, esto se les atribuye posiblemente a que la mezcla de T1 aporta más grasas las cuales fueron absorbidas de ultima instancias en el intestino grueso.

Al analizar el peso relativo de los órganos anexos al tracto gastrointestinal del pollo no se encontraron diferencias significativas para los tratamientos evaluados.

cuadro 4 Morfometría de los órganos anexos al TGI del pollo Cobb® 500

Órgano	UDM		Significancia	Valor			
				T1	T2	T3	
Corazón	Peso	g	Vacío	ns	9.28	10.27	9.07
Hígado	Peso	g	Vacío	ns	39.7	40.7	41.1
Vesícula	Peso	g	Llena	ns	2.96	3.32	3.03
Bazo	Peso	g	Vacío	ns	1	1	1
Pulmones	Peso	g	Vacío	ns	11.9	12.7	13.5
Riñones	Peso	g	Vacío	ns	14	14.1	13.2

UDM: Unidad de medida; T1: Tratamiento 1; T2: Tratamiento 2; T3: Tratamiento 3; ns: diferencia no significativa; \*: Diferencia significativa; g: gramos; cm: Centímetro

Reyes et al., (2014). Estudiaron la morfometría de pollos Cobb 500 con CC + 0.05% de PCL-Glucano y CC + 0.10% DE PCL-Glucano encontrando que, en el peso relativo del intestino grueso, no se observaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos estudiados. Sin embargo, encontraron diferencias significativas en la longitud del intestino delgado atribuyéndole este resultado probablemente por un aumento de la longitud de las vellosidades, lo que conlleva a una mejor absorción de nutrientes resultados completamente contradictorios a los encontrados en este estudio, posiblemente por el tipo de alimento que se estudió.

## 5.7. Análisis de costos parciales

Para tratar de determinar cuál de los tratamientos es más rentable se realizó un análisis de costos parciales esto con la finalidad de obtener resultados que muestre únicamente la utilidad de cada uno de los tratamientos.

En función de identificar y comprobar cuál tratamiento posee mejor utilidad y menor costo de producción se realizó un análisis de costos parciales donde se tomaron en cuenta datos de kg de carne de pollo, se valoró el costo total del alimento, el valor total de la venta de carne y peso total de la canal. presentando que el resultado con mayor utilidad fue el del T2(C\$2467.8), seguido del T1(C\$2206.01) y T3 (C\$1924.78).

Cuadro 5. Valores de costos parciales

Concepto	Etapa	UDM	Tratamiento		
			T1	T2	T3
Consumo Total	Inicio	kg	68.88	63.65	96.79
Costo alimento CC	Inicio	C\$/kg	20.47	20.47	20.47
Costo de consumo	Inicio	C\$	1409.97	1302.92	1981.29
Consumo Total	Desarrollo	kg	112.86	108.07	116.25
Costo alimento CC	Desarrollo	C\$/kg	20.26	20.26	20.26
Costo de consumo	Desarrollo	C\$	2286.54	2189.50	2355.23
Consumo Total	Finalizador	kg	44.34	49.99	53.08
Costo alimento CC	Finalizador	C\$/kg	19.83	19.83	19.83
Costo de consumo	Finalizador	C\$	879.26	991.30	1052.58
Consumo Total FAES		kg	9.42	19.28	0
Costo alimento FAES		C\$/kg	13.2	13.2	13.2
Costo de consumo FAES		C\$	124.34	254.50	0
Costo total del alimento		C\$	4700.12	4738.21	5389.09
Peso total en canal		kg	92.33	96.34	97.78
Valor de la canal		kg	74.80	74.80	74.80
Costo de producción Kg/pollo		C\$	50.9	49.18	55.11
Total de valor en venta		C\$	6906.13	7206.01	7313.87
Utilidad		C\$	2206.01	2467.8	1924.78

UDM: Unidad de medida; T1: Tratamiento 1; T2: Tratamiento 2; T3: Tratamiento 3; kg: kilogramo; C\$: Córdobas.

De la misma forma el T2 presentó un menor costo de producción por kilogramo de carne (C\$49.18) en comparación a T1(C\$50.9) y T3(C\$55.11) esto debido a que el costo de kilogramo de la FAES-pescado es inferior al costo de kilogramo de concentrado comercial, por consiguiente, aunque el T1 tiene los mejores indicadores biológicos, por un tema de menor costo de alimentación, el T2 es el que genera mejores beneficios.

## **VI. CONCLUSIONES**

- Para las variables productivas de peso final en la última semana, consumo de alimento acumulado, ganancia media diaria y conversión alimenticia se obtuvieron mejores resultados con los pollos alimentados con T1 en comparación a los demás tratamientos.
- Se observaron cambios en la morfometría del TGI a nivel del intestino grueso en los pollos alimentados con T1, atribuyéndole este resultado posiblemente a una mayor síntesis de líquidos y grasas. Este tema debe ser mejor analizado y discutido a mayor profundidad.
- El análisis de costos de producción mostró que las dietas donde se utilizó 8% de sustitución de FAES-pescado por concentrado comercial presentan una mayor utilidad que los demás tratamientos debido a que producir un kilo de FAES- pescado es más rentable económicamente de producir 1 kilo de concentrado comercial.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Realizar una formula adaptada a los requerimientos exactos del pollo utilizando 2 niveles de inclusión de FAES-pescado 4% y 8% para analizar su respuesta en índices productivos.
- Incluir 5% y 10% de FAES-Pescado para analizar la respuesta productiva y morfológica del pollo.
- Analizar las características organolépticas de la canal con cada uno de los distintos niveles de inclusión.

## VIII. LITERATURA CITADA

- Aguilar, J. y Ramírez, G.G. (2016). “*Evaluación productiva de pollos de engorde, línea Cobb 500, bajo dos sistemas de manejo, en la finca santa Rosa-departamento de Managua*”. (Tesis de grado). Universidad Nacional Agraria.
- Agudelo, E.; Alonso, J. C.; Cuevas, D. C. & Núñez, F. “*Como conservar y utilizar los desperdicios del pescado: El ensilado biológico como alternativa*”. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. 2007. 32 páginas. Recuperado de <https://sinchi.org.co/files/publicaciones/publicaciones/pdf/ensilado%20para%20web.pdf>
- Balsell, A. M y Morales, J. R. (2017). “*Comparación de dietas con harina de tilapia o harina de vísceras de aves, en pollos Cobb® durante los primeros siete días de edad*”. (Tesis de grado Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras). Repositorio DOCPLAYER/ <https://docplayer.es/86846208-Comparacion-de-dietas-con-harina-de-tilapia-o-harina-de-visceras-de-aves-en-pollos-cobb-durante-los-primeros-siete-dias-de-edad.html>
- Barragan, G, I (2012). “*Utilización de Diferentes Niveles de Aceite de Pescado (1.0, 1.5, 2.0, 2.5%) en la Alimentación de Pollos Parrilleros, hasta los 35 Días de Edad*”. (Tesis de grado universidad politécnica de Chimborazo). Repositorio institucional universidad técnica de chimborzo. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1714>
- Céspedes, R. (2008). “*Efecto de la incorporación de hidrolizado de pescado en dietas de pre-inicio en pollos broiler macho. Indicadores productivos y de canal*”. (Tesis de grado universidad de Chile). Repositorio institucional universidad de Chile. <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/130962/Efectos-de-la-incorporaci%C3%B3n-de-hidrolizados-de-pescado-en-dietas-de-pre-inicio-en-pollos-Broiler-machos.-Indicadores-productivos-y-de-canal.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chávez, E. A. y Espinoza, A, L. (2017). “*Evaluación productiva de la utilización de microorganismos de montaña como probióticos en la dieta de pollos de engorde y su relación con variables ambientales en la Finca Santa Rosa*”. (Tesis de grado Universidad Nacional Agraria). Repositorio institucional de la Universidad Nacional Agraria. <https://repositorio.una.edu.ni/3700/1/tnl02ch512.pdf>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2020. Disponibilidad de piensos y nutrición de aves de corral en países en desarrollo. Principales ingredientes utilizados en las formulaciones de alimento para aves de corral. Ed. V. Ravindran. Palmerston North, Nueva Zelandia. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i3531s.pdf>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2020. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Recuperado de <http://www.fao.org/3/ca9229es/ca9229es.pdf>

- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2020. Perspectivas Resumen de mercado 7 p. Recuperado de <http://www.fao.org/3/cb0606es/cb0606es.pdf>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2018. Producción y utilización del ensilado de pescado, Recuperado de [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/rebyc-2015/documents/Espanol.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/rebyc-2015/documents/Espanol.pdf)
- Figuroa, V. y Sánchez, M. (1994). “*Tratamiento y utilización de residuos de origen animal, pesquero y alimenticio en la alimentación animal*”. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-w4132s.pdf>
- Gadea, m. y Galan, C. (2021). “*Inclusión de harina FAES-pescado en bloques multinutricionales como suplemento en la alimentación de cobayos en crecimiento (Cavia porcellus)*”. (Tesis de grado Universidad Nacional Agraria). <https://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/4345>
- Gómez, F.F. (2018). “*Efecto de la inclusión en dieta de ensilado químico y biológico de pescado sobre el crecimiento de pollos cobb*”. (Tesis de grado Universidad nacional de moquegua) Repositorio institucional de la universidad técnica de Moquegua. <https://docplayer.es/195790733-Universidad-nacional-de-moquegua.html>
- Gómez, G. M., Ortiz, M. Crispulo, & López, F. J. (2014). “*Evaluación del ensilaje de vísceras de tilapia roja (oreochromis spp) en alimentación de pollos de engorde*”. Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial, 12(1), 106-114. Recuperado de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=s1692-35612014000100013&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s1692-35612014000100013&lng=en&tlng=es).
- Herrera, B.R. (2016). “*Utilización de tres niveles de harina de jengibre (Zingiber officinale) como promotor de crecimiento en dietas para pollos de engorde*”. (Tesis de grado Universidad técnica de Ambato). Repositorio institucional de la Universidad técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/28994/1/Tesis%20149%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-CD%20611.pdf>
- Herrera M.F. (2006). “*Evaluación de los efectos del extracto de raíz de jengibre (Zingiber officinale roscoe) en la crianza de pollos broiler*.”. (Tesis de grado Escuela Politécnica del Ejército. Santo Domingo de los Colorados. Repositorio institucional de la universidad técnica de Ambato. <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/28994/1/Tesis%20149%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-CD%20611.pdf>
- INETER, 2010. Instituto Nicaragüense de estudios Territoriales. Estación Meteorológica del Aeropuerto Internacional Augusto Cesar Sandino, Managua, NI. Recuperado de <https://webserver2.ineter.gob.ni/boletin/2010/anual/boletin-anual2010.pdf>

- Lazo, J.P. (2016). “Evaluación de la conversión alimenticia en pollos broiler mediante la inclusión de harinas de origen animal como proteína base”. (Tesis de grado Universidad politécnica salesiana). Repositorio institucional de la Universidad politécnica salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12165/1/UPS-CT006107.pdf>
- Lopez, F., Gomez, G., Ortiz, M., & Perea, C. (2014). Evaluación del ensilaje de vísceras de tilapia roja (*oreochromis spp*) en alimentación de pollos de engorde. *Bioteología En El Sector Agropecuario Y Agroindustrial*, 12(1), 106-114. <https://revistas.unicauca.edu.co/index.php/bioteologia/article/view/316>
- Lúquez-Pérez, L. del R., & Hleap-Zapata, J. I. (2020). "Viabilidad del uso de harina de residuos pesqueros de la Ciénaga de Zapatosa en la alimentación de pollos de engorde. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 23(2). <https://doi.org/10.31910/rudca.v23.n2.2020.1202>
- Luzón, S, M. (2018). “Uso de harina de sangre de camal para fórmulas balanceadas de pollos de engorde en la granja santa inés”. (Tesis de grado Unidad académica de ciencias agropecuarias). Repositorio institucional UTMACH. [http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12422/1/DE00008\\_TRABAJODE\\_TITULACION.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12422/1/DE00008_TRABAJODE_TITULACION.pdf)
- Martínez, A y Morales, J. (2017). “Comparación de dietas con harina de tilapia o harina de vísceras de aves, en pollos Cobb® durante los primeros siete días de edad”. (Tesis de grado Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras). Repositorio institucional zamorano. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6112/1/CPA-2017-067.pdf>
- Medina, L. (2016). “Uso de jengibre más orégano como promotor de crecimiento y su efecto en el control sanitario en la producción de pollos broilers”. (Tesis de grado Escuela superior politécnica de Chimborazo). Repositorio institucional de la Escuela superior politécnica de Chimborazo <https://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4477/1/20T00666.pdf>
- Morales, C, J, Plazaola, J, R y Téllez, J, M. (2007). “Evaluación de dos tipos de dieta (comercial y casera) en la producción de pollos de engorde de 0 a 6 semanas, en periodo comprendido de octubre noviembre 2006 en la granja bolainez ubicada en ciudad del viejo departamento de Chinandega”. Repositorio institucional universidad autónoma de Nicaragua- León <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/987/1/205098.pdf>
- Navarro, B. y Mena, A. (2010). “Estudio de factibilidad del establecimiento de una planta procesadora de harina de pescado en Nagarote”. (Tesis de maestría universidad centroamericana). Repositorio institucional de la universidad centroamericana. <http://repositorio.uca.edu.ni/880/1/UCANI3259.pdf>

- Parrales, R. y Castillo, S. (2017).” *Evaluación de la efectividad de microorganismos de montaña y agua de mar en la producción de pollos de engorde, Finca Santa Rosa*”. (Tesis de grado Universidad Nacional Agraria). Repositorio institucional de la Universidad Nacional Agraria. <https://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/3603>
- Silva, L, M. (2017). “*Estudio de prefactibilidad para el establecimiento de una granja avícola de pollos de engorde municipio El Crucero, Departamento de Managua*”. (Tesis de grado Universidad Nacional Agraria). Repositorio institucional de la Universidad Nacional Agraria. <https://repositorio.una.edu.ni/3601/1/tnl01s586.pdf>
- Reyes Hernández, M. (2002). Análisis económico de experimentos agrícolas con presupuestos parciales: re-enseñando el uso de este enfoque. *La Calera*, 2(2), 40–48. Recuperado a partir de <https://lacalera.una.edu.ni/index.php/CALERA/article/view/28>
- Sunin, S.E. (2019). “*Análisis del comportamiento productivo de pollos de engorde RR y Cobb® 500 bajo dos sistemas de manejo estabulado y pastoreo*”. (Tesis de grado Universidad Nacional Agraria). Repositorio institucional de la Universidad Nacional Agraria. <https://repositorio.una.edu.ni/3876/1/tnl02s958.pdf>
- Suqui, X. S. (2013). “*Evaluación de los efectos productivos al implementar un coccidiostato natural Zingiber officinale (jengibre) en la producción de pollos broilers*”. (Tesis de grado Escuela superior politécnica de Chimborazo). Repositorio institucional de la Escuela superior politécnica de Chimborazo. <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/4477/1/20T00666.pdf>
- Valarezo, A, A. Iscoa, D, F. (2015). “*Efecto de la sustitución de harina de soya por harina de pescado en la dieta fase uno para pollos de la línea Arbor Acres Plus®*”. (Tesis de grado Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras). Repositorio institucional zamorano. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/4644/1/CPA-2015-090.pdf>
- Vera, J, M. (2018). “*Evaluación del efecto antimicrobiano de los aceites esenciales de jengibre (Zingiber officinale) y cúrcuma (cúrcuma longa) frente a la bacteria Staphylococcus aureus ATCC:12600*”. (Tesis de grado Universidad politécnica salesiana). Repositorio institucional de la Universidad politécnica salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15045/1/UPS-CT007429.pdf>
- Zambrana, J, R. (2019) “*Elaboracion de harina de cascara de plátano (musa paradisiaca) para utilizarlo en el engorde de pollos broiler en combinación de 2 fuentes de proteína (torta de soya- harina de pescado)*”. (Tesis de grado universidad laica Eloy Alfaro de Manabí). Repositorio institucional universidad laica Eloy Alfaro de Manabí. <https://repositorio.ulead.edu.ec/bitstream/123456789/2299/1/ULEAM-AGRO-0053.pdf>

## **IX. ANEXOS**

## Anexo 1 Galera

A) Parte externa de la galera



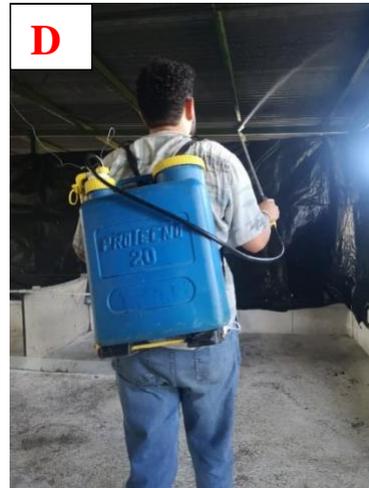
B) Parte interna de la galera



C) Instalación de campana criadora



D) Desinfección de galera



## Anexo 2 Animales

A) Pollos en campana criadora



C) Pollos en su división de experimento



B) Pesaje de pollos



### **Anexo 3 FAES-Pescado**

#### **A) FAES-Pescado**



### **Anexo 4 Mezclado de alimento**

#### **A) Proceso de mezclado del alimento**



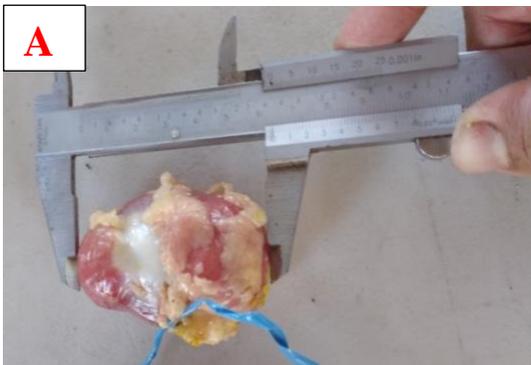
## Anexo 5 Sacrificio

A) Colgado de aves previo a corte de cuello



## Anexo 6 Pesaje y medición de TGI de los pollos

A) Pesaje de molleja



B) Longitud del intestino delgado

