

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA**  
**VETERINARIA Y ZOOTECNIA**



**Ensilado biológico de cabeza de *Penaeus vannamei* fermentado  
con bacterias nativas en la producción de pollos de engorde,  
Tumbes 2022**

**TESIS**

**Para optar el Título profesional de Médico Veterinario y  
Zootecnista**

**Bach. Zapata Guerra, Jaime Armando.**

**Tumbes, 2023**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA**  
**VETERINARIA Y ZOOTECNIA**



**Ensilado biológico de cabeza de *Penaeus vannamei* fermentado  
con bacterias nativas en la producción de pollos de engorde,  
Tumbes 2022**

**Tesis aprobada en forma y estilo por:**

Dr. Javier Querevalú Ortiz (presidente):

Dr. Carlos Zamora (secretario):

Mg. Omar Enrique Jibaja Cruz (vocal):

**Tumbes, 2023**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA**  
**VETERINARIA Y ZOOTECNIA**



**Ensilado biológico de cabeza de *Penaeus vannamei* fermentado  
con bacterias nativas en la producción de pollos de engorde,  
Tumbes 2022**

Los suscritos declaramos que la tesis es original en su contenido y forma.

Br. Jaime Armando Zapata Guerra

AUTOR

Dr. Héctor Alfredo Sánchez Suárez

ASESOR

Ing. Gloria Maria Ochoa Mogollón

Co ASESOR

**Tumbes, 2023**

## DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, Jaime Armando Zapata Guerra declaro que los resultados reportados en esta tesis, son producto de mi trabajo con el apoyo permitido de terceros en cuanto a su concepción y análisis. Asimismo, declaro que hasta donde tengo conocimiento no contiene material previamente publicado o escrito por otra persona excepto donde se reconoce como tal, a través de citas y con propósitos exclusivos de ilustración o comparación. En este sentido, afirmo que cualquier información presentada sin citar a un tercero es de mi propia autoría. Declaro, finalmente, que la redacción de esta tesis es producto de mi propio trabajo con la dirección y apoyo de asesores y jurado calificador, en cuanto a la concepción y al estilo de la presentación o a la expresión escrita.



**Bach. Jaime Armando Zapata Guerra**

**DNI N° 40608533**

# ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
EX FUNDO FISCAL LA CRUZ-CAMPUS UNIVERSITARIO  
SECRETARIA ACADÉMICA



"AÑO DE LA UNIDAD. LA PAZ Y EL DESARROLLO"

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

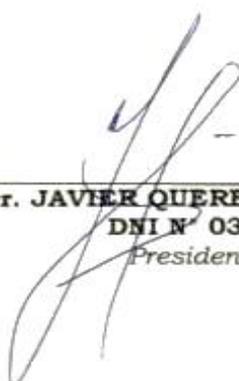
En Tumbes, a los diecisiete días del mes de abril del dos mil veintitrés, siendo las 11:05 horas, se reunieron vía virtual a través del Google Meet según el enlace <https://meet.google.com/hgg-gpiq-vcd>, el Jurado Calificador de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Tumbes, ratificado por **Resolución N° 123-2022/UNTUMBES-VRACAD-FCA-D**, el Dr. JAVIER QUEREVALU ORTIZ (Presidente), Dr. CARLOS ZAMORA GUTIERREZ (Secretario) y Mg. OMAR ENRIQUE JIBAJA CRUZ (Vocal), reconociendo en la misma resolución además, al Dr. HÉCTOR ALFREDO SÁNCHEZ SUÁREZ como asesor y a la Ing. GLORIA MARÍA OCHOA MOGOLLÓN como co-asesora, se procedió a evaluar, calificar y deliberar la sustentación de la tesis, titulada: "**Ensilado biológico de cabeza de *Penaeus vannamei*, fermentado con bacterias nativas, en la producción de pollos de engorde Tumbes 2022**", para optar el Título Profesional de Médico Veterinario y Zootecnista, presentado por el **Br. ZAPATA GUERRA JAIME ARMANDO**. Concluida la sustentación y absueltas las preguntas, por parte del sustentante y después de la deliberación, el jurado según el artículo N° 65 del Reglamento de Tesis para Pregrado y Posgrado de la Universidad Nacional de Tumbes, declara aprobar al **Br. ZAPATA GUERRA JAIME ARMANDO** con calificativo de BUENO.

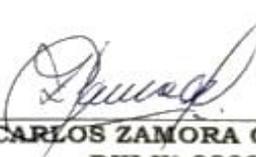
Se hace conocer al sustentante, que deberá levantar las observaciones finales hechas al informe final de tesis, que el jurado le indica.

En consecuencia, queda APTO para continuar con los trámites correspondientes a la obtención del título profesional de Médico Veterinario y Zootecnista, de conformidad con lo estipulado en la Ley Universitaria N° 30220, el Estatuto, Reglamento General, Reglamento General de Grados y Títulos y Reglamento de Tesis para Pregrado y Posgrado de la Universidad Nacional de Tumbes.

Siendo las 12 horas y veinticinco minutos del mismo día, se dio por concluida la ceremonia académica, en forma virtual, procediendo a firmar el acta en presencia del público asistente.

Tumbes, 17 de abril del 2023

  
Dr. JAVIER QUEREVALU ORTIZ  
DNI N° 03584037  
Presidente

  
Dr. CARLOS ZAMORA GUTIERREZ  
DNI N° 00327938  
Secretario

  
Mg. OMAR ENRIQUE JIBAJA CRUZ  
DNI N° 42607171  
Vocal

# Ensilado biológico de cabeza de *Penaeus vannamei* fermentado con bacterias nativas en la producción de pollos de engorde Tumbes 2022

## INFORME DE ORIGINALIDAD



## FUENTES PRIMARIAS

1	<b>Submitted to Universidad Nacional de Tumbes</b> Trabajo del estudiante	5%
2	<b><a href="http://www.revistas.unitru.edu.pe">www.revistas.unitru.edu.pe</a></b> Fuente de Internet	1%
3	<b><a href="http://repositorio.uncp.edu.pe">repositorio.uncp.edu.pe</a></b> Fuente de Internet	1%
4	<b><a href="http://actualidadavipecuaria.com">actualidadavipecuaria.com</a></b> Fuente de Internet	1%
5	<b><a href="http://repositorio.untumbes.edu.pe">repositorio.untumbes.edu.pe</a></b> Fuente de Internet	1%
6	<b><a href="http://www.frontiersin.org">www.frontiersin.org</a></b> Fuente de Internet	1%
7	<b><a href="http://www.scielo.org.pe">www.scielo.org.pe</a></b> Fuente de Internet	1%
8	<b><a href="http://pdfs.semanticscholar.org">pdfs.semanticscholar.org</a></b> Fuente de Internet	1%

9	<a href="http://www.mdpi.com">www.mdpi.com</a> Fuente de Internet	 Hector Sanchez Suarez Ohttps://orcid.org/0000-0003-2395-5056	1 %
10	<a href="http://mdpi-res.com">mdpi-res.com</a> Fuente de Internet		1 %
11	<a href="http://ojs.inidep.edu.ar">ojs.inidep.edu.ar</a> Fuente de Internet		<1 %
12	<a href="http://www.lrrd.org">www.lrrd.org</a> Fuente de Internet		<1 %
13	<a href="http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe">revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe</a> Fuente de Internet		<1 %
14	<a href="http://med.se-todo.com">med.se-todo.com</a> Fuente de Internet		<1 %
15	Submitted to King's College Trabajo del estudiante		<1 %
16	Alba C. Mayta-Apaza, Israel García-Cano, Konrad Dabrowski, Rafael Jiménez-Flores. "Bacterial Diversity Analysis and Evaluation Proteins Hydrolysis during the Acid Whey and Fish Waste Fermentation", Microorganisms, 2021 Publicación	 Hector Sanchez Suarez Ohttps://orcid.org/0000-0003-2395-5056	<1 %
17	<a href="http://www.scielo.cl">www.scielo.cl</a> Fuente de Internet		<1 %
18	<a href="http://unach.edu.pe">unach.edu.pe</a> Fuente de Internet		<1 %

19	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	 Hector Sanchez Suarez Ohttps:// orcid.org/ 0000-0003-2395-5056	<1 %
20	scielo.sld.cu Fuente de Internet		<1 %
21	www.intechopen.com Fuente de Internet		<1 %
22	api.intechopen.com Fuente de Internet		<1 %
23	hdl.handle.net Fuente de Internet		<1 %
24	pt.scribd.com Fuente de Internet		<1 %
25	www.e-campo.com Fuente de Internet		<1 %
26	repositorio.unan.edu.ni Fuente de Internet		<1 %
27	www.wjgnet.com Fuente de Internet		<1 %
28	www.nutritime.com.br Fuente de Internet		<1 %
29	Submitted to tec Trabajo del estudiante		<1 %
30	A Shabani, V Jazi, A Ashayerizadeh, R Barekatin. "Inclusion of fish waste silage in		<1 %

broiler diets affects gut microflora, cecal short-chain fatty acids, digestive enzyme activity, nutrient digestibility, and excreta gas emission", Poultry Science, 2019

Publicación

---

31	repositorio.ikiam.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
32	www.icar-ciwa.org.in Fuente de Internet	<1 %
33	prp.hec.gov.pk Fuente de Internet	<1 %
34	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
35	www.vet-uy.com Fuente de Internet	<1 %
36	produccioncientificaluz.org Fuente de Internet	<1 %
37	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
38	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1 %
39	Submitted to Universidad Nacional de Frontera Trabajo del estudiante	<1 %

---

  
Hector Sanchez Suarez

<https://orcid.org/0000-0003-2395-5056>

40	<a href="https://dspace.espoch.edu.ec">dspace.espoch.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
41	<a href="https://repositorio.unsch.edu.pe">repositorio.unsch.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
42	<a href="https://www.dspace.uce.edu.ec">www.dspace.uce.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
43	<a href="https://dspace.ucuenca.edu.ec">dspace.ucuenca.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
44	<a href="https://repositorio.unjbg.edu.pe">repositorio.unjbg.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
45	<a href="https://repositorio.unsaac.edu.pe">repositorio.unsaac.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
46	<a href="https://www.fao.org">www.fao.org</a> Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 15 words

Excluir bibliografía

Activo



Hector Sanchez Suarez

[Ohttps:// orcid.org/0000-0003-2395-5056](https://orcid.org/0000-0003-2395-5056)

## DEDICATORIA

Dedicado a mis padres: Alfonso y Julia porque son la fuente de inspiración  
en mi desarrollo humano y profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por el favor de aún mantenerme con vida y poder alcanzar mis metas con éxito.

A mi esposa Alexandra, por su comprensión y apoyo en todos estos años de formación.

A mis profesores de la facultad, por compartir sus conocimientos y experiencias en mi entrenamineto académico profesional.

A mi asesor el Dr. Héctor Alfredo Sánchez Suárez, por su ayuda brindada y a mi co-sesora. Ing. Gloria Maria Ochoa Mogollón por su gran apoyo incondicional.

## ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	20
II.	ESTADO DEL ARTE.....	23
	2.1. La avicultura, líneas de pollos .....	23
	2.2. Manejo de los pollitos .....	23
	2.3. Nutrición y alimentación .....	24
	2.3. Del residuo usado.....	26
	2.4. Del ensilado .....	26
	2.4.1. Del ensilado biológico .....	27
	2.4. Definición de términos básicos.....	28
	2.5. Antecedentes .....	29
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	33
	3.1. Lugar de ejecución .....	33
	3.2. Fecha de inicio y finalización.....	33
	3.3. Materiales, equipos, herramientas e insumos .....	34
	Tipo de muestreo .....	34
	Materiales.....	34
	Equipos .....	35
	Herramientas.....	35
	Insumos.....	35
	3.4. Procedimiento metodológico .....	36
	Acondicionamiento del galpón.....	36

Crianza de los pollos por semanas .....	36
E. Análisis bromatológico del ensilado biológico .....	38
F. Preparación de las dietas .....	38
3.5. Tratamientos en estudio .....	39
3.7. Variables experimentales .....	40
3.7.4. Merito económico .....	41
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	44
V. CONCLUSIONES .....	54
VI. RECOMENDACIONES .....	55
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	56
VIII. ANEXOS .....	60

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición proximal del EB en base seca, inicial y final durante tiempo de almacenamiento.....	38
Tabla 2. Dietas de para las etapas de crecimiento y acabado utilizando EB.....	39
Tabla 3. Factor y niveles en estudio.....	39
Tabla 4. Esquema del Análisis de varianza.....	40
Tabla 5. Pesos iniciales (kg), finales (kg) e incremento de pesos (kg) y promedio de los tratamiento .....	44
Tabla 6. Análisis de varianza de los incrementos de peso (g), según los tratamientos.....	45
Tabla 7. Prueba de Tukey (5%) para incremento de peso (g.) promedio de los tratamientos.....	46
Tabla 8. Análisis de varianza del ICA, según los tratamientos.....	47
Tabla 9. Prueba de Tukey (5 %) para índice de conversión alimenticia (I.C.A.) totales.....	48
Tabla 10. Digestibilidad Aparente .....	49
Tabla 11. Mérito económico, según los tratamientos.....	50
Tabla 12. Rendimiento de carcasa, según los tratamientos.....	51

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Incremento de peso (kg.) total de los tratamientos.....	44
Figura 2. Incremento de peso (g) promedio de los tratamientos.....	45
Figura 3. Índice de Conversión Alimenticia Total.....	46
Figura 4. Índice de Conversión Alimenticia (I.C.A.) totales.....	47
Figura 5. Digestibilidad aparente (%) de los tratamientos.....	48
Figura 6. Mérito económico (%) de los tratamientos.....	49
Figura 7. Rendimiento de carcasa (%) de los tratamientos.....	50
Figura 8. Rendimiento de vísceras metabólicas.....	51
Figura 9. Rendimiento de órganos no comestibles.....	52

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: PREPARACIÓN DEL ENSILADO.....	60
Anexo 2: PREPARACIÓN DE ALIMENTOS .....	61
Anexo 3: TOMA DE DATOS.....	62
Anexo 4: MUESTRAS PARA CORTE HISTOLÓGICO .....	63
Anexo 5: METODOLOGÍA UTILIZADA PARA EL CORTE HISTOLÓGICO .....	64
Anexo 6: RESULTADOS DEL CORTE HISTOLÓGICO .....	65

## RESUMEN

La alimentación animal es el factor limitante en el proceso productivo, ya que alcanza el 80% de los gastos en producción de pollos de engorde. El uso de residuos orgánicos del procesamiento de langostino, generan problemas ambientales. Sin embargo, puede ser utilizado y procesado como ensilado biológico (EB), con la dosis más adecuada para alimentar pollos de engorde, constituyéndose en alternativa apropiada en la mejora de la avicultura. El objetivo de este trabajo de investigación es conocer la mejor dosis del EB de residuos del procesamiento primario de langostino, fermentado con bacterias nativas, para ser agregado en la alimentación de pollos en su etapa de crecimiento y acabado; se probaron dosis de 10%, 15% y 20% de ensilado de EB, agregadas a dietas base destinadas a pollos en sus dos etapas finales. Se evaluó el incremento de peso, índice de conversión alimenticia, digestibilidad aparente, mérito económico, rendimiento de carcasa y tamaño de las vellosidades intestinales; demostrándose que la mayoría de los parámetros evaluados mejoran con la incorporación del EB en cualquier dosis en comparación al testigo. Por lo que podemos deducir que la incorporación de EB en la dieta de pollos son una alternativa para bajar costos de producción en mejoras productivas de pollos de engorde.

**Palabras clave:** Ensilado biológico, bacterias nativas, pollos de engorde, hidrobiológicos, Salud intestinal.

## **ABSTRACT**

Animal feed is the limiting factor in the production process, since it reaches 80% of the expenses in broiler chicken production. The use of organic waste from shrimp processing generates environmental problems which can be used processed as biological silage (EB), with the most suitable dosage for feeding broilers, which is an appropriate alternative in the improvement of poultry farming. The objective of this research work is to know the best EB dose of shrimp processing residues, fermented with native bacteria, to be added to chicken feed in their growing and finishing stage, doses of 10%, 15% and 20% of EB silage were tested, added to a basic diet for chickens in their two final stages. Evaluating weight gain, feed conversion ratio, apparent digestibility, economic merit, carcass yield and size of intestinal villi, demonstrating that in most of the evaluated parameters they improve with the incorporation of EB at any dose compared to the control. Therefore, we can deduce that the incorporation of EB in the diet of chickens is an alternative to lower production costs in productive improvements of broiler chickens.

**Keywords:** Biological silage, native bacteria, broilers, hydrobiological, gut health.

## I. INTRODUCCIÓN

La avicultura es una actividad productiva pecuaria muy fluida, es una de las principales fuentes de proteína para la población mundial, y por ende para nuestra país y región. El pollo de engorde, tiene un importante desarrollo, de crecimiento exponencial, está muy difundido en nuestro país, es rentable, de buena aceptación en el mercado, con material genético (líneas comerciales) fácil de comprar y alimentos concentrados disponibles, tiene buena conversión alimenticia. Debido al problema sanitario mundial la producción decreció. En el Perú, la crianza de aves de corral se constituye en la actividad más importante. La población pasó de 22 071 433 personas en 1990 a 31 444 298 en 2017, es decir, tuvo un crecimiento de 42,5%, lo que exigió que la disponibilidad de carne de pollo de producción nacional aumente en 318,2%, al igual del aumento de la avicultura industrializada, siendo nuestro país el principal consumidor de la Región, se consume el 53% del total de carnes (1).

El desarrollo de esta actividad se ve limitada a los costos que genera la alimentación y resulta determinante para su rentabilidad, representan entre el 70 a 80% de los costos totales de inversión; la escasez de insumos adecuados en cada lugar de producción aumentan aún más los costos de crianza. Al no haber insumos alternativos a los tradicionales utilizados, se han propuesto alternativas complementarias en alimentación de aves; de las cuales aún falta comprobar su eficiencia, es por eso que una alternativa que genere insumos alternativos de bajo costo son los productos y subproductos de las actividades locales. La creciente actividad industrial en el procesamiento de langostino para exportación, 2009-2018, con una tasa promedio anual de crecimiento del 8.2 %, pasando de 2.42 t a 4.96 t. (2), genera grandes cantidades de residuos, se estima que para el 2014 habrá 5 800 hectáreas con una producción aproximada de 44000 TM, y por lo tanto generará grandes volúmenes de residuos sólidos y orgánicos altamente perecibles.

Por lo general, el rendimiento de los subproductos cuando se tiene el camarón en forma de cola con cáscara, oscila entre 35% y 45% sobre el peso total del camarón (3).

Como se conoce, la alimentación es un factor decisivo en la crianza avícola representa hasta el 80% de los costos de inversión, en especial los insumos proteicos: proteína y energía, siendo la harina de pescado y la torta de soya las principales fuentes de proteína animal y vegetal, respectivamente (4). El desarrollo de esta actividad mayormente está basado en el uso de alterativas nutritivas entre ellos los promotores de crecimiento, etc., contaminantes y costos que aumentan los costos de producción y el precio de la carne de pollo en el mercado (5).

La tecnología de tratamiento para adecuar residuos y proponerlos como alimento disponible con su dosificación adecuada, permiten estudiar como un insumo alternativo, los residuos del procesamiento de langostino, actividad que genera muchos desperdicios y problemas para la disposición final de estos residuos. Se han realizado procesos de conservación de alimentos, de fácil proceso y repetición que pueden conservar y mejorar la materia prima utilizada, como es el ensilado, que cuando se emplean microorganismos para el proceso se conoce como ensilado biológico (EB), que predispone a la materia prima a una pre digestión y aporta diferentes beneficios tanto nutritivos como funcionales. El EB pueden utilizar microorganismos benéficos que mejoren las características nutritivas y aumentan la digestibilidad del alimento conservado de bajo costo (6), es obtenido mediante la fermentación controlada de desechos orgánicos y de fácil replicación (7), la fermentación es propia del metabolismo de bacterias ácido lácticas (BAL) sobre carbohidratos; el cual es estable, nutritivo y antimicrobiano contra bacterias patógenas y de putrefacción (8). El proceso fisicoquímico produce ácidos orgánicos, mayormente ácido láctico, responsable de la hidrólisis y conservación de la materia prima (9), el ensilado biológico utilizado como alimento es obtenido de residuos de pescado y usado en la alimentación animal (10), las bacterias utilizadas son de naturaleza fermentativas debido al metabolismo de carbohidratos (8).

El uso del EB permite obtener buenos resultados, mejorando parámetros productivos y eficientes; existen variados estudios en los cuales se experimentó con ensilado para cerdos en gestación, se ha utilizado el ensilado biológico de residuos de pescado en la alimentación de pollos, cuyes y cerdos. Es un producto de fácil elaboración y bajo costo, que aprovecha los residuos de desechos de la industria pesquera (11), residuos que existen en nuestra región. Sin embargo, los procesos de conservación y transformación de esta materia prima son ineficientes y riesgosos, no existe un método técnico para el uso adecuado de los residuos de langostino (*Penaeus vannamei*) en la alimentación de pollos, cuyo proceso pueda ser mejorado con el uso de bacterias nativas. Siendo el ensilado biológico una alternativa que pueda disminuir el riesgo ambiental que se genera en su disposición final actual con valor agregado en la producción animal, forman parte en la alimentación de pollos a nivel regional. Es por este motivo que en el presente estudio de investigación, se planteó determinar ¿cuál será la mejor dosis de uso del ensilado biológico (EB), utilizando para su elaboración, como materia prima los residuos del procesamiento primario de langostino fermentado con bacterias nativas extraídas de las gallinas, aplicándolo como complemento en la dieta de pollos de engorde en la fase de crecimiento y acabado?.

## II. ESTADO DEL ARTE

**2.1. La avicultura, líneas de pollos:** Las principales líneas comerciales de los pollos de engorde son Cobb y Ross: Ross 308 los animales son de buen rendimiento de peso, conversión alimenticia, uniformidad y rendimiento de carne (12), menor velocidad de crecimiento que la Cobb, es rustica en el manejo y de fácil adaptación a cambios climáticos, son de plumaje de color (13). Actualmente en el Perú, representa el 27.40 % a nivel nacional (14). Las producciones avícolas cada vez son más intensivas y eficientes, con ciclos más cortos, avances en el mejoramiento genético, que mejoran los indicadores productivo y eficiencia, conversión alimenticia. Son una fuente de proteína animal, con importante aporte en la seguridad alimentaria y nutrición humana, nutritivo y costo relativamente bajo de productos (FAO et al., 2018). El consumo per cápita de pollo en el Perú en el 2019, lo ubicó como el mayor consumidor de Latinoamérica (51,5 kg) por encima de Argentina (2do. puesto – 46,6 kg) y Brasil (3er. puesto – 46.2 kg) (15). La avicultura industrializada tiene actividades en pollos de engorde o parrilleros para el consumo humano e industrial, el Perú es el principal consumidor de la Región, se consume el 53% del total de carnes (1).

### 2.2. Manejo de los pollitos

#### Instalaciones y equipos

Un adecuado alojamiento es importante que para que los animales expresen su potencial productivo, con instalaciones en buenas condiciones, los galpones deben proteger a las aves de los cambios del medio ambiente, deben ser durables, cómodos, económicos, de fácil manejo y mantenimiento. El manejo debe ser apropiado desde la recepción de pollitos, agua temperada, manejo de campana, distribución adecuada de bebederos y comederos y así tener una adecuada distribución de alimento y microclima en la cría y recría. El buen manejo permite la densidad adecuada para así aumentar el espacio calculando por m<sup>2</sup>, del espacio

en invierno y en verano, considerar para nuestra región una densidad de 7 a 8 pollos por m<sup>2</sup> (16).

### **2.3. Nutrición y alimentación**

Dentro de los factores de producción, la alimentación es determinante para el proceso de crianza por ser el responsable del mayor gasto; involucra alimentos que contengan los nutrientes adecuados y que sean de bajo costo, el valor nutritivo de los alimentos está relacionado con las necesidades de los animales y por ende interviene en las variables que los caracterizan. Los alimentos tienen diferentes valores nutritivos que se estudian mediante el análisis bromatológico y se comparan con las necesidades nutritivas de los animales, para lo cual a través de fórmulas o tablas elaboradas empíricamente según la especie y producción se puede hacer dietas adecuadas para los animales (17). Los nutrientes deben satisfacer las necesidades de los animales según sus necesidades, edad y estados fisiológicos; se dividen en mantenimiento, destinadas a cubrir sus necesidades mínimas para continuar viviendo, sin ningún tipo de producción, una vez cubierto este requerimiento continúan los de producción y reproducción como carne, leche, crías, trabajo, etc. (18). El programa de alimentación, debe suministrar una dieta de buena calidad nutricional en pre inicio, inicio (de alta calidad nutritiva) y el crecimiento y acabado que genera alto costo de inversión. Por lo tanto, en la ración de crecimiento y acabado o finalización, el alimento debe asegurar la rentabilidad por el volumen utilizado (19).

**Los alimentos**, se dividen en energéticos de uso rápido por el organismo, contienen carbohidratos y de reserva como los lípidos o grasas, los cuales proporcionan calor y energía a las aves. Este nutriente proviene principalmente de cereales, grasas animales y vegetales, así como subproductos de molinería. Generalmente para pollos se utilizan en la dietas granos diferentes, grasas animal y vegetal con alto contenido energético (18). Los alimentos pueden ser de origen animal o vegetal o subproductos derivados de ellas, deben de cumplir con los requerimientos, con contenido nutricional adecuado para cubrir las funciones de mantenimiento y producción de carne y huevo, deben proporcionar proteínas, vitaminas y minerales, así como también pigmentos que son necesarios para dar

color a la piel y yema de huevo o adicionarlos como aditivos (16).

**Necesidades nutritivas:** por su velocidad de crecimiento son muy exigentes en la cantidad y calidad de nutrientes determinados por una buena alimentación para obtener animales de gran tamaño y peso en el menor tiempo. Los principales nutrientes son proteína, energía y el agua, sin descuidar las vitaminas, macro y micro minerales. La inclusión de estos ingredientes en las dietas se obtiene mediante la combinación adecuada de insumos, formulaciones realizadas según la disponibilidad en el mercado, facilidad para su adquisición y de la capacidad de almacenaje” (17, 18). La energía contribuya a la formación de distintos tajitos, es utilizada para cubrir el mantenimiento y actividades de las aves, la proteína forman la mayor parte de tejidos, son degradados hasta aminoácidos los cuales son absorbidos y luego ensamblados para formar las proteínas corporales que se usa para la formación de musculo, plumas, nervios y piel. Es importante la adecuada dosificación de macrominerales que se utilizan en pequeñas cantidades, pero indispensables para expresar su potencial. Los macro minerales son: calcio, fósforo, sodio, potasio y cloro, los minerales traza y vitaminas son primordiales para el buen funcionamiento del metabolismo (19).

### **Nociones básicas de formulación**

Cada animal tiene diferentes requerimientos, lo cual confiere un carácter específico tanto genético como inmunológico, según la especie, edad, estado fisiológico o tipo de producción (18). Para una correcta formulación de los nutrientes se debe tener en cuenta los requerimientos del animal (según las tablas recomendads de cada línea), así también tener conocimiento del verdadero valor nutricional de los insumos que se están utilizando para la elaboración del alimento balanceado. Un alimento está compuesto por una macro fórmula y una micro fórmula, constituida por alimentos energéticos y proteicos, los cereales proporción de 50-60% y de lo de menor costo, las tortas de oleaginosas entre 25-40%, las harinas animales entre 0-10%, las grasas 1-6% y los minerales 2-3% (20). Conocer el requerimiento de los pollos broiler, permite formular una dieta adecuada para cubrir sus necesidades de mantenimiento, crecimiento, reproducción y producción (19).

### **2.3. Del residuo usado**

El camarón *Penaeus sp.* es un crustáceo, decápodos nadadores que habitan en agua dulce y en mayor diversidad en el medio marino, crece mediante la muda de su exoesqueleto (21). El procesamiento productivo proviene de cultivo y captura, se procesa mediante el descabezado y es comercializado en forma de cola en las plantas de procesamiento, teniendo como principal sub producto la cabeza de camarón. Es de alto valor nutricional, el contenido de proteína es similar al de la caseína, y no se han detectado efectos tóxicos con posterioridad a su utilización (22). Los residuos del langostino son utilizados para elaborar esponjas, plásticos, cosméticos e hidrolizado proteico para emplearlo en la alimentación animal. Los residuos del camarón de cabeza seca y del exoesqueleto reporta 58,2% y 40,6% de proteína bruta; de extracto etéreo 8,9% y 2,6%; ceniza 22,6% y 30,0%. En la caracterización de la harina de cabeza de camarón se tiene de humedad 3,94%; proteína 50,265% y ceniza 19,58% según (22, 23).

### **De la quitina**

Es uno de los componentes principales de las paredes celulares de los hongos y del exoesqueleto de los artrópodos (insectos, arácnidos, crustáceos) y algunos otros animales (21).

### **2.4. Del ensilado**

El ensilado, considerado como un método de conservación, mayormente utilizado en forrajes u otros alimentos, tiene un alto contenido en humedad, con buena palatabilidad, sin productos tóxicos para los animales, se mantiene el valor nutritivo de la materia prima sin reducir sensiblemente su contenido en agua (9). Durante la producción del ensilado, se producen cambios bioquímicos en el forraje: primero, por acción de enzimas producidas por los insumos utilizados, anaerobia o intracelular; y, segundo, por la actividad enzimática de las bacterias fermentativas. El proceso de ensilado tiene como objetivo, producir una fermentación láctica, reduciendo el pH y estabilizando el producto final de la materia prima utilizada, se recomienda para su eficiencia potenciar las condiciones de anaerobiosis y favorecer las fermentaciones lácticas (24). El proceso de ensilaje permite procesar a la mayoría de los desechos de origen animal y usarlos en la alimentación animal

de forma inocua (25).

La preparación del ensilado es una técnica de fácil repetición, el problema para los pequeños agricultores, es el conocimiento de las proporciones de los componentes a utilizar para el proceso y conocer las características de los alimentos disponibles, los cuales pueden que no sean fermentables, que el sustrato no sea el adecuado o ambas a la vez; se recomienda utilizar como sustrato la melaza para asegurar una buena preservación (26).

La materia prima con poca fermentación deben requerir ciertas cantidades de sustrato (carbohidratos solubles) utilizadas en el ensilaje de desechos de mataderos avícolas y animales mayores, del proceso de incubación, de pescados enteros, vísceras de pescados, restos de pesca, cabezas de camarones y desechos de cangrejos (27). Los hidratos de carbono solubles utilizados es la clave para un buen ensilado y su calidad (25).

El proceso de esilaje, debe asegurar una eficaz acidificación, para asegurar la palatabilidad del ensilado para los animales, no dar lugar a sustancias tóxicas, tener un coste adecuado y ser de fácil manejo y distribución. Cuando los periodos de almacenamiento son largo se pueden utilizara conservantes los cuales son acidificantes, bacteriostáticos y estimulantes de la fermentación láctica (27).

#### **2.4.1. Del ensilado biológico**

Metodología de la preparación del ensilado biológico: El proceso empieza con la pre cocción 110 °C y molienda (eliminación de microorganismos indeseables), incorporación del inóculo, en fermentación anaeróbica (microorganismos productores de ácido láctico), se incluyen como sustrato diferentes fuentes alternativas de carbohidrato (de 10% a 15%) y se obtiene por hidrólisis el ácido láctico que conserva y mejora la digestibilidad del ensilado. Se produce una degradación por hidrolisis donde interviene bacterias, oxígeno y enzimas. La preparación mayormente está dada por: 3% a 5% de inóculo (bacterias lácticas), 10% a 25% de sustrato, de 75% a 87% residuo cocido molido sustrato. La melaza, 14% de su composición es glucosa libre y 35% de sacarosa (28).

El ensilado biológico, es considerado como una fuente proteica de origen animal para consumo animal, es estable y microbiológicamente controlado, es una tecnología de procesamiento simple, utilización de residuos y especies sub-utilizadas, utiliza insumos disponibles, fácil preservación, proceso ambiental que no contamina el medio ambiente (29).

Para mejorar el proceso de ensilado se han agregado aditivos químicos o biológicos, de tal forma que se busca mejorar la eficiencia del ensilado, mejorando el método de fermentación y sus productos (30).

Económicamente el procesamiento y uso de ensilados biológico de residuos de pescado en general, es de bajo costo, por utilizar subproducto y residuos de las plantas pesqueras (25).

#### **2.4. Definición de términos básicos**

**Ensilado biológico:** Proceso de conservación mediante la fermentación que evita el deterioro de productos orgánicos, evitan la presencia de microorganismos saprofitas, por la presencia del ácido láctico donde el pH < 4,5; el ensilado biológico utiliza bacterias para su procesamiento y como sustrato, azúcares de fácil degradación como la fructosa, galactosa, glucosa y lactosa, pero no así maltosa y sacarosa; también produce glucosa, ácido pirúvico y ácido láctico (28)

**Requerimiento nutritivo:** “Se define como las necesidades en cantidad y calidad de sustancias nutritivas que necesita el animal en 24 horas para cubrir sus necesidades fisiológicas, productivas y de rendimiento”.

**Valor nutritivo del alimento:** “Está referido a la concentración y predominio en cantidad y calidad de los principales nutrientes en los diferentes insumos y dietas que se les proporciona a los diferentes tipos de animales”.

**Etapas de engorde o acabado:** “Etapa final del proceso de crianza para carne, Los animales comen mucho en este período. Por consiguiente, hay que procurar suministrarles las cantidades necesarias de alimento. Lo mismo cabe decir respecto al material de cama que ha de reponerse.”

**Dietas** “Es el alimento que se proporciona a un animal para cubrir sus requerimientos nutritivos, en 24 horas considerando la mezcla adecuada de insumos, en cantidades y proporciones adecuadas, teniendo en cuenta el factor que limita el uso de un insumo utilizado y al menor costo posible” (31).

## 2.5. Antecedentes

Garcia *et. al.* (32), menciona la viabilidad del ensilado como forma de conservación, en: Biological silage of shrimp waste fermented with lactic acid bacteria: Use as a biofertilizer in pasture crops and as feed for backyard pigs, se probó adicionando a una dieta base para cerdos, diariamente a niveles de 0%, 5%, 10% y 15% de EB. Presentaron valores adecuados como alimento para cerdos de acuerdo al contenido de proteína, grasa y ceniza.

Harrabi *et. al.* (33). Menciona que el EB tiene buenos valores nutritivos y puede ser utilizado para dieta de animales: “Biological Silages from Tunisian Shrimp and Octopus By-Products”, los resultados mostraron que el ensilado biológico afectó significativamente ( $p < 0.05$ ) los contenidos de humedad, proteínas y cenizas de cabeza de camarón (CSHS) y ensilajes de vísceras de pulpo (COVS). CSHS y COVS, se agregó 15% (p/p) de sacarosa al material, los cuales fueron inoculados con 10 % (v/w) de *Lactobacillus plantarum* a concentración. Los ensilados biológicos se mantuvieron estables y sus valores finales de pH fueron  $4,31 \pm 0,01$  y  $3,71$  y adecuada carga bacteriana. Por lo tanto, el ensilado biológico puede ser utilizado como un procedimiento de conservación de subproductos de camarón y pulpo.

Guimarães *et. al.* (34), proporcionan información sobre la inocuidad del EB y alto valor nutricional y biológico en el reporte: Biotechnological aspects of biological silage of Tambaqui residues. Se evalúa la producción derivada de la reutilización de residuos del procesamiento del Tambaqui. Los tratamientos diferían en las cantidades de inóculo (cultivos puros de la bacteria *Lactobacillus plantarum* ATCC 8014), a saber, 2,5%; 5,0%; 7,5% (v/p), rendimiento y características físicas y químicas del ensilaje en todos los tratamientos tuvo resultados positivos y de alta

calidad de proteínas, lípidos y ceniza, nutrientes, que pueden ser empleados en la alimentación animal.

Kuley *et. al.* (35), mencionan que en el EB puede utilizarse como materia prima, diferentes residuos y como fermentadores, bacterias ácido lácticas como las que están presentes en forma natural en el tracto digestivo de animales según el trabajo: The role of selected lactic acid bacteria on organic acid accumulation during wet and spray-dried fish-based silages. Contributions to the winning combination of microbial food safety and environmental sustainability. El objetivo del estudio fue determinar la valoración de los ensilajes a base de pescado, se realizaron en materias primas a base de pescado húmedo y seco. Se utilizaron bacterias ácido láctico (BAL) seleccionadas de *Enterococcus gallinarum*, *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acidilactici* y *Streptococcus spp.*; la investigación señaló la buena capacidad de varias cepas de bacterias ácido láctico seleccionadas para producir cantidades significativas de ácidos orgánicos, especialmente ácido láctico, acético y propiónico, durante la fermentación de ensilajes a base de pescado y su idoneidad para ser utilizados en la alimentación animal.

Peñarubia *et. al.* (36), concluye que el EB tiene acción fisiológica antibacteriana principalmente, en Fish waste management: Turning waste into healthy feed with antimicrobial properties, mencionan que la conservación de la materia prima (residuos de pescado) por ácido en ensilaje, es una alternativa sencilla y económica. Consiste en subproductos de pescado o enteros de pescado no apto para el consumo humano, en ensilado por actividad antibacteriana por degradación del ADN e inactivará los genes que potencialmente codifican la resistencia a los antibióticos.

Mbokane *et. al.* (37), mencionan que el ensilado de residuos de pescado y residuos de pollo pueden ser utilizados en las dietas para animales en producción. The effect of fishmeal replacement with acid-fermented chicken silage on growth, digestive enzyme activity and histology of the intestine and liver of juvenile Mozambique tilapia (*Oreochromis mossambicus*), Se formularon cinco dietas a base de ensilaje reemplazando la harina de pescado al 0% (control), 25%, 50%, 75% y 100%. La

mejor tasa de conversión alimenticia se encontró en 75% ( $2,55 \pm 0,27$ ) y 100% ( $2,41 \pm 0,32$ ) en comparación con 25% ( $3,13 \pm 0,38$ ). Este estudio confirmó que la fermentación ácida del ensilado con residuos podría servir como una fuente de proteína alternativa y más económica, así como una dieta completa para *O. mossambicus*.

El valor nutricional y los valores de Energía Metabolizable, de cuatro comidas mixtas que contenían ensilaje de pez tienen un adecuado contenido nutricional que se pueden utilizar en dietas para pollos de engorde según (27).

Lezcano *et. al.* y Calderon-Quispe *et. al.* (7,11), consideran que son una alternativa para la alimentación animal, “Los ensilajes de pescado constituían un alimento apropiado para cerdos, gallinas, patos, rumiantes y camellos. Otros investigadores han empleado con éxito el ensilaje de pescado en acuicultura. También se ha señalado que ensilajes hechos con desechos de mataderos de aves, desechos de baterías de incubación y vísceras de rumiantes podían usarse con éxito en la alimentación de cerdos, aves, visones y peces (pez gato - *Clarias gariepinus*; carpa común - *Cyprinus carpio*) al comparar los resultados con alimentos usados como control”.

Shanbani *et. al.* 2018 y 2019 (38, 39), utilizaron el EB de pescado para pollo en sus trabajos, “Evaluation of Increasing Concentrations of Fish Waste Silage in Diets on Growth Performance, Gastrointestinal Microbial Population, and Intestinal Morphology of Broiler Chickens y la inclusion of Fish Waste Silage in Broiler Diets Affects Gut Microflora, Cecal Short-Chain Fatty Acids, Digestive Enzyme Activity, Nutrient Digestibility, and Excreta Gas Emission”, al “investigar el efecto de concentraciones crecientes de ensilaje de desperdicio, pez (FWS), el cual mejoró el rendimiento del crecimiento y la salud intestinal de los pollos de engorde, y puede considerarse como una fuente de proteína alternativa adecuada para la harina de soja en los pollos de engorde, mejora la calidad de la carne del pollo de engorde, aceptación sensorial y redujo significativamente la concentración de colesterol sérico en las aves”.

Tanuja *et. al.* (40), en el artículo “Effect of Dietary Supplementation of Acid Ensiled Fish Waste on the Growth, Carcass Quality and Serum Biochemistry in ‘Vanraja’ Chicken”, estudiaron el uso de la inclusión en la dieta de aves, el ensilaje ácido sobre el desempeño del crecimiento de aves. Se observaron aumentos significativos de peso, índice de conversión de alimento reducido y costo de alimento/kg de aumento de peso en aves.

Rodriguez *et. al.* (23), utilizó un producto tentativo semejante al ensilado de camarón, en “Uso del ensilado de pescado a partir de la fauna de acompañamiento del camarón”. Prueba su comportamiento en pollos de engorde, evaluó las proteínas de un ensilado de pescado, en pollos de engorde en edad de crecimiento con el fin de evaluar dos niveles de inclusión del ensilado de pescado (2.5% y 5%), respectivamente en dietas para aves; los resultados del bioensayo evidenciaron que la mejor respuesta biológica había sido la de los pollos alimentados con la dieta de ensilado de pescado a un nivel de inclusión de 5%, la carne de los pollos alimentados con las dietas experimentales son perfectamente aceptables por los consumidores”.

Boitai *et. al.* (41) por el contrario este autor menciona no haber encontrado efecto significativo utilizando el ensilado químico (ácido) de pescado para pollos: “Effect of dietary incorporation of fish silage on growth performance, serum biochemical parameters and carcass characteristics of broiler chicken”. Según el estudio, se prepararon dos dietas de prueba incorporando ensilaje de pescado tratado con ácido al 5% y al 10 %, *ad libium*, la incorporación en la dieta de ensilaje de pescado tratado con ácido hasta un 10 % no influyó en la ganancia de peso corporal ni en el consumo de alimento de los pollos de engorde. La tasa de conversión alimenticia mejoró significativamente, aumento el peso relativo de otros parámetros de la canal.

Según trabajos en Alimentación Animal “el ensilado biológico de pescado aparece como la grande solución para el aprovechamiento de los residuos de la industria y posiblemente también a nivel familiar y artesanal (FAO/SUDEPE), hasta hoy el proceso no ha sido desarrollado comercialmente” (42).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1. Lugar de ejecución

Se realizó en uno de los galpones de aves en el Centro Pecuario, Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Tumbes:

#### Ubicación política

Distrito : Corrales  
Provincia : Tumbes  
Departamento : Tumbes

#### Coordenadas geográficas

Latitud : 3° 35' 21.1'' Sur  
Longitud : 80° 30' 04.6'' Oeste  
Altitud : 5 m.s.n.m

#### Coordenadas UTM

Norte : 9602990  
Este : 555074  
Zona : 17 M

### 3.2. Fecha de inicio y finalización

La fecha de inicio del presente trabajo de investigación fue el 27 de noviembre de 2022 y su culminación en marzo de 2023 para la fase de campo.

### **3.3. Materiales, equipos, herramientas e insumos**

#### **Tipo de muestreo**

No probabilístico, con pollos sanos.

Se escogieron 40 pollos de pesos vivo semejante entre sí, de 21 días de edad, los cuales se pesaron y se ordenaron en forma consecutiva de mayor a menor, se formaron 4 grupos correspondiente del 1 al 10, del 11 al 20, del 21 al 30 y del 31 al 40; para formar los tratamientos se escogió un animal de cada grupo aleatoriamente, obteniendo 10 animales con peso promedio semejantes. Los datos se tomaron individualmente para cada unidad experimental considerando el tratamiento al que pertenecen y su repetición.

#### **Instrumentos utilizados**

Se emplearon registros de:

- Pesos por tratamiento y repetición desde el peso inicial y semanal hasta el final del experimento, se trabajó con incremento de pesos.
- Consumo de alimento por tratamiento, considerando las repeticiones, esta toma se hizo diariamente, donde se registró la cantidad de alimento proporcionado y el alimento sobrante.
- Digestibilidad por tratamiento basados en consumo de alimento, expresado en materia seca y eliminación de excretas correspondientes expresado en materia seca.
- Rendimiento de carcasa total y rendimiento de principales órganos
- El registro de valoración económica estuvo determinado por la rentabilidad teniendo en cuenta el índice de conversión alimenticia, comparando el consumo de alimento y el incremento de peso valorizados en dólares.
- Comparación de vellosidades intestinales.

#### **Materiales**

Se utilizaron los siguientes:

Material biológico

40 Pollos bb, cepas de Bacteria Ácido Láctica

## Material de escritorio

Borrador, CD regrabable, cuaderno tamaño oficio de 90 hojas, lápiz, libreta de campo, papel bond A4 de 80 g., rótulos, tajador

Otros materiales: Aguarrás, brocha, cable mellizo, enchufe, escoba, hoja de lija N° 120, listones de 1" x 1" x 4.0 m, pajilla de arroz, papel periódico, pilas alcalinas AA, pintura esmalte, anticorrosivo color gris brillante, rafia, sacos, sócate, manta arpillera, malla de plástico, cuchara de palo.

## Equipos

Balanza analítica, balanza de reloj, balanza electrónica, bebederos bb, cámara digital, comederos canaleta, comederos tolva, computadora equipada marca LG, focos de 100 W, mochila fumigadora, jaulas metálicas, tanques de plástico, coladores, ollas, cocina industrial.

## Herramientas

Agujetas, arco sierra, carretilla, clavos de ½", clavos de 1", cuchilla navaja, desarmador doble, hoja de gillette, hoja de sierra, malla metálica de 0,9 m x 30,0 m, martillo, palanas, wincha metálica de 5,0 m

## Insumos

Agua, alimento balanceado inicio (20 % proteína), antibióticos, azúcar rubia, cal, cascarilla de arroz, coccidiostato, complejo B, conchuela, alimento de crecimiento, torta de soya, maíz, sal mineral, harina de soya, lejía, melaza, sal común, cabeza de langostino, vacuna contra new castle, lactobacilos (yogurt).

### **3.4. Procedimiento metodológico**

#### **Acciones previas a la crianza**

##### **- Preparación del galpón, llegada pollo BB y actividades de crianza**

Se realizaron desinfección y fumigación del galpón, jaulas de crianza, equipos e instrumentos a utilizar en la crianza. El proyecto se inició a la segunda semana de vida (se observó el lote de pollitos, descartando los que no estén activos). Se revisó la temperatura constantemente, manejo de cortinas. Manejo y limpieza de jaulas, comederos y bebederos, bandejas que suministran el alimento, revisión de pollitos, se realizó pesajes una vez por semana y anotó en el registro. Se preparó el ambiente y los armazones metálicos, instalaron las jaulas metálicas, creando un microclima con las mantas arpilleras, se verificó el consumo de alimento, se realizó manejo, limpieza dentro y fuera del galpón (16).

#### **Acondicionamiento del galpón**

Se procedió a su limpieza general los días 7 y 8 antes de la instalación, se desinfectaron paredes y piso (amonio cuaternario) y se colocó manta arpillera en el perímetro del corral para evitar corrientes de aire directa, la densidad utilizada según referencia bibliografías **espacio - individuos (10 pollos adultos/m<sup>2</sup>)**, y como se utilizó **(1) pollos por unidad experimental**, se construyó un corral para 10 jaulas para cuarenta **(40) pollos**. Dentro de este corral se establecieron 7 jaulas para la fase experimental. Las medidas del corral fueron de 3,0 m de largo por 3,0 m de ancho. Cada jaula tenía 0,5 m<sup>2</sup> de área. (1,0 m de largo x 0,5 m de ancho, 3 jaulas) también de 0,8 de largo x 0,6 de ancho (3 jaulas) y de 1,0 m de largo por 1,0m de ancho (una jaula).

#### **Crianza de los pollos por semanas**

Se tomó en cuenta las actividades realizadas durante la fase experimental que corresponde desde la tercera semana.

Tercera semana: Se realizó la toma de peso inicial, distribución de los pollos en los tratamientos y el control de alimento y excretas; se pesaron los 40 pollos con los cuales se realizó el presente trabajo de investigación, acción que se hizo al azar de un total de 1200 pollos (hembras y machos) adquiridos por el C.P.P. de la F.C.A. Teniendo en cuenta la selección de sexos se colocó 5 pollos por cada jaula (0,5 m<sup>2</sup>), con un comedero tolva y un bebedero BB automático, empleándose así un total de 7 comederos tolva y 7 bebederos BB para los 40 pollos. Se realizó el lavado y desinfección diaria de bebederos y comederos. Se verificó el consumo de alimento, se utilizó una dieta base al 18%.

Cuarta y Quinta semana: iniciada la quinta semana se procedió a realizar el pesado de los pollos (uno por uno, por unidad experimental), se continuó realizando el manejo al corral, comederos y bebederos; se verificó el consumo de alimento y se inventarió. No se presentaron muertes, se realizó el manejo de cortinas por horas durante todo el día y a partir de las 17:00 horas se subían para evitar las corrientes de aire frío directo por las noches.

Sexta semana: iniciada la sexta semana se procedió a realizar el pesado de los pollos (uno por uno, por unidad experimental), se continuó realizando el manejo al corral, se le echó más cascarilla de arroz para mantener seca la cama absorbente de todo el corral, se lavaron bebederos a diario y se verificó el consumo de alimento, inventariándose siempre el consumo. No se presentaron muertes, se continuó con el manejo de cortinas.

Sétima semana: iniciada la séptima semana se procedió a realizar el pesado de los pollos (uno por uno, por unidad experimental), se continuó realizando el manejo al corral, se verificó el consumo de alimento, inventariándose siempre el consumo, se continuó con el manejo de cortinas. Concluida la séptima semana, se volvió a tomar datos de los pesos de los pollos (uno por uno, por unidad experimental) en vivo y sacrificados como parte de la finalización de la fase experimental.

#### **D. -Procedimiento metodológico del ensilado**

La metodología empleada para la preparación del ensilado biológico de residuos de *Penaeus vannamei*. fue la misma empleada por (32) .

- Acopio y recolección de la materia prima. Preparación del ensilado biológico,

preparación de solución madre yogurt (utilizando la cepa nativa), elaboración del ensilado, cocción, molienda, mezclado, incubación y presentación del ensilado, caracterización química del ensilado.

La cepa nativa utilizada en la fermentación del ensilado biológico de los residuos de langostino, fueron obtenidos del cepario de proyectos de investigación de la FCA, que cuenta con bacterias evaluadas bioquímicamente y caracterizadas genéticamente.

### **E. Análisis bromatológico del ensilado biológico**

Para dicho análisis se envió una muestra y se realizó el respectivo análisis en el laboratorio de Control de Calidad de la Facultad de Pesquería de la Universidad Nacional de Piura.

Tabla 1. Composición proximal del EB en base seca, inicial y final durante su tiempo de almacenamiento.

Composición		T1	
		Inicial	Final
Proteína	(%)	22,55	24,64
Grasa	(%)	2,50	1,12
Cenizas	(%)	15,00	16,93

Fuente: (29)

### **F. Preparación de las dietas**

Para la preparación de las cuatro dietas, con una dieta base al 18% de proteína a los cuales se les adicionó diferentes niveles del ensilado biológico de los residuos del procesamiento de langostino, según tratamiento. Teniendo los siguientes contenidos proteicos de forma teórica, se utilizó el método del tanteo y corregido por el cuadrado de Pearson compuesto, descrito (20). La dieta base fue con insumos comerciales del medio, para ser utilizadas en las etapas de crecimiento y acabado respectivamente, teniendo en consideración los insumos que tiene y la valoración bromatológica. Cabe mencionar que esta dieta se utilizó como base para

agregar el ensilado biológico según tratamiento correspondiente, dichas dietas se ajustaron al valor real del requerimiento del estudio después de obtener los resultados de los análisis bromatológicos de las materias en estudio. La dieta comercial testigo (aproximada con 18% proteína), para las etapas de crecimiento y acabado utilizando ensilado biológico de residuos de *Penaeus vannamei* 0%.

Tabla 2. Dietas de para las etapas de crecimiento y acabado utilizando EB

<b>Ingredientes</b>	<b>Cantidad (%) T0</b>	<b>Cantidad (%) T1 (10% EB)</b>	<b>Cantidad (%) T2 (15% EB)</b>	<b>Cantidad (%) T3 (20% EB)</b>
Alimento Base (18% proteína)	100.00	90.91	86.96	83.33
EB de langostino	0.00	9.09	13.04	16.67
Contenido de Proteína%	18.00	18.18	18.26	18.33
Costo \$ (Dólares)	0.574	0.54	0.527	0.513
TOTAL kg	100.00	100.00	100.00	16.67

EB: Ensilado biológico de residuos del procesamiento de langostino; Alimento base ( maíz, Torta de soya, Afrecho de trigo, Aditivos, sal común sal mineral)

### 3.5. Tratamientos en estudio

En el presente trabajo de investigación se emplearon cuatro dietas, una de ellas correspondió a la dieta testigo (dieta base con 18% de proteína y las otras tres correspondieron a las dietas en experimentación con 10%, 15% y 20% de ensilado biológico de residuos del procesamiento de langostino) en la etapa de crecimiento como para la etapa de acabado.

Tabla 3. Factor y niveles en estudio.

<b>Factor</b>	<b>Niveles</b>	<b>Clave</b>
<b>Dietas Fase experimental</b>	Dieta Base ( <b>18 %</b> proteína)	<b>T<sub>0</sub></b>
	Dieta Base ( <b>18 %</b> proteína) + 10% de EB	<b>T<sub>1</sub></b>
	Dieta Base ( <b>18 %</b> proteína) + 15% de EB	<b>T<sub>2</sub></b>
	Dieta Base ( <b>18 %</b> proteína) + 20% de EB	<b>T<sub>3</sub></b>

EB: Ensilado Biológico de residuos del procesamiento de langostino

En el presente trabajo de investigación se empleó el diseño completamente aleatorizado (DCA), para los cuatro tratamientos y sus repeticiones. Para validar los datos obtenidos se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y una prueba de rango Tukey al 5 % de error. Los resultados se expresaron en histogramas y tablas, utilizando para ello el programa Minitab (uso de prueba).

El modelo lineal aditivo es el siguiente:  $Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$

Dónde:

$Y_{ij}$  = Valor observado del i-ésimo tratamiento.

$\mu$  = Efecto de la media general

$T_i$  = Efecto de la i-ésimo tratamiento.

$e_{ij}$  = Efecto del error experimental.

Tabla 4. Esquema del Análisis de varianza.

<b>Fuentes de Variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F<sub>0</sub></b>	<b>F<sub>5%</sub></b>
<b>Tratamientos</b>	3				
<b>Error</b>	36				
<b>Total</b>	39				

### **3.7. Variables experimentales**

#### **3.7.1. Incremento de peso en la etapa de crecimiento y acabado**

Para la determinación del incremento de peso total en la etapa de crecimiento y acabado, se procedió a restar los pesos obtenidos al final de la etapa de acabado con los pesos obtenidos al inicio de la etapa de crecimiento, por tratamiento y por repetición. También se tomaron los pesos semanales. Los datos fueron expresados en kilogramos.

#### **3.7.2. Consumo de alimento en la etapa de crecimiento y acabado**

El consumo de alimento en la etapa de crecimiento y acabado, se determinó mediante la sumatoria de los datos reportados de los consumos diarios del mismo,

evaluándose por tratamientos y repeticiones. Los datos fueron expresados en forma individual, semanal y total en kilogramos.

### 3.7.3. Índice de conversión alimenticia (I.C.A.) en la etapa de crecimiento y acabado

El I.C.A. en la etapa de crecimiento y acabado, se determinó dividiendo el consumo de alimento total en la fase experimental entre el incremento de peso en este mismo periodo de tiempo (crecimiento y acabado), se expresa con valor numérico como índice ICA, se realizó esta evaluación en forma semanal y total.

Para el cálculo de esta variable se utilizó la siguiente fórmula:

$$ICA = \frac{CA}{GP} \dots\dots\dots(1)$$

Dónde: CA = Conversión alimenticia

AC = Alimento consumido

GP = Ganancia de peso

### 3.7.4. Merito económico

Es la relación económica de rentabilidad por costo de inversión en la alimentación. Se determina mediante entre costos del consumo de alimento valorizado en dólares frente al ingreso proporcionado por la cantidad de producto obtenido valorizado para este caso también en dólares.

$$ME = \frac{(VWF) - (VWCA)}{VWCA} \times 100 \dots\dots\dots(2)$$

Dónde: ME = Mérito económico (%)

VWF = Ingreso por el incremento obtenido a venta del pollo (\$/.)

VWCA = gasto de alimentación (\$/.)

### 3.7.5. Rendimiento de carcasa

El rendimiento (%) de carcasa está representado por la relación porcentual existente entre el peso de la carcasa y el peso vivo antes del sacrificio; algunas veces puede o no incluirse las vísceras comestibles (molleja, hígado, riñones) ni las intestinales.

### 3.7.6. Digestibilidad aparente

Es la parte del alimento ingerida que no aparece en las heces. También podemos definirla como la materia seca del alimento o a cualquiera de sus componentes que se retiene en el organismo. Se expresa en porcentaje y obtiene al dividir la diferencia de la materia seca del alimento menos la materia seca de las excretas entre la materia seca del alimento multiplicado por 100.

$$DA = \frac{(WA) - (WE)}{WA} \times 100 \dots\dots\dots(3)$$

WA

Dónde: DA = Digestibilidad aparente (%)

WA = Peso del alimento en MS.

WE = Peso de excretas en MS.

### 3.7.7. Longitud de vellosidades intestinales

Relaciona la superficie de absorción teniendo en cuenta el tamaño de vellosidad intestinal con la absorción del alimento, indica indirectamente la eficiencia de la absorción de los nutrientes. Se utilizo el método denominada hematoxilina y eosina. La hematoxilina tiñe de violeta azulado intenso los ribosomas, la cromatina (material genético) dentro del núcleo y otras estructuras. La eosina tiñe de rosa anaranjado o rosado el citoplasma, sirve para obtener información importante sobre las características, la forma y la estructura celular de una muestra de tejido. Llamada también tinción H y E (anexo 5), la longitud de las vellosidades intestinales está relacionada con la salud intestinal y la absorción de nutrientes pueden mejorar la conversión alimenticia de dichas aves. Sin embargo, a pesar de no haber una metodología de respaldo para medir las estructuras antes mencionadas, por no

tener un lugar exacto de muestreo reproducible, es válido medir la longitud de cada tercio de intestino como un parámetro a evaluar.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Incremento de peso (kg) total por tratamiento

En la tabla 5, se muestran los pesos iniciales promedio de los tratamientos, los cuales son semejantes, pero difieren estadísticamente con los pesos finales promedios e incrementos de pesos promedios, apreciándose semejanza estadística entre los tratamientos que contienen ensilado, resultando de mayor a menor valor el T3, seguido del T2 y finalmente el T1 y todos éstos diferentes al T0. Según la figura 1, se muestran los incrementos totales durante la fase experimental observándose una marcada diferencia de los tratamientos que contienen diferentes niveles del EB, comparados con el tratamiento testigo sin EB. Los resultados de la fase experimental, muestran que el valor más alto corresponde al tratamiento T3 con 2973,57 g. seguido del T2 con 2 600,71 g. y el T1 con 2 432,14 g, siendo mayores al tratamiento T0 con 2 202,50 g.; valores que muestran que sí existe variación positiva cuando se usa el ensilado biológico en la alimentación de pollos, semejante a las conclusiones de trabajos experimentales utilizando ensilado de trucha para otras especies de monogástricos (11, 43), ensilado de pescado para pollos con diferentes microorganismos fermentadores (38, 39).

Tabla 5. Pesos iniciales (kg), finales (kg) e incremento de pesos (kg) promedio de los tratamientos.

Tto.	Peso Inicial	Peso final	Incremento de Peso
T1	1.48	3.01 A	1.53 A
T2	1.51	3.15 A	1.64 A
T3	1.59	3.41 A	1.83 A
T0	1.38	2.71 B	1.33 B

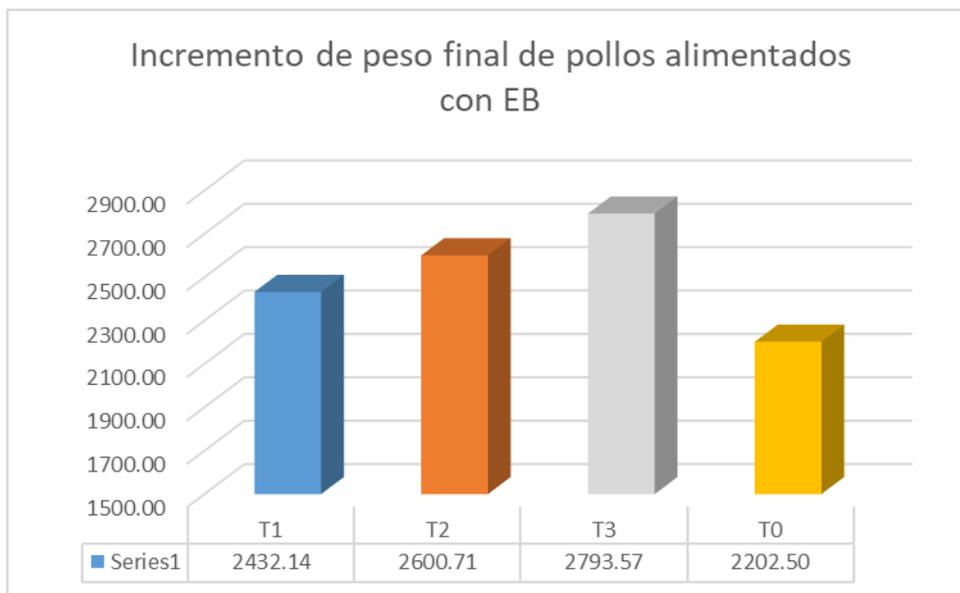


Figura 1. Incremento de peso (kg.) total de los tratamientos.

En el ANOVA mostrado en la tabla 7. se observa los valores del incremento de peso, expresados como promedio, demostrándose que existe significancia estadística entre los tratamientos con F al 5%, donde el mejor corresponde al T3 = 86.05, T2 = 82.48, T1 = 79.27 y T0 = 64.37; incrementos ligeramente superiores a 61.5 hasta los 42 días utilizando 12% de EB de pescado (38).

Tabla 6. Análisis de varianza de los incrementos de peso (g), según los tratamientos

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	F <sub>o</sub>	F <sub>5%</sub>
<b>Tratamientos</b>	3	8984	2994.8	16.02	0.000
<b>Error</b>	128	23923	186.9		
<b>Total</b>	131	32907			

En la tabla 7 y figura 2, se presenta las pruebas de comparación estadística entre los tratamientos Tukey, donde se observa que no existe diferencia estadística entre los incrementos diario de peso promedio de los tratamientos utilizando el EB (T3, T2 y T1), pero si hay diferencia estadística de éstos tratamientos en comparación con el tratamiento testigo (T0); valores que demuestran que el uso de ensilado mejora los incrementos diario y acumulado de peso de los animales monogástricos (cerdos y pollos) alimentados con EB (11,38,39,43).

TABLA 7. Prueba de Tukey (5%) para incremento de peso (g) promedio de los tratamientos.

CLAVE	TRATAMIENTO	PROMEDIO	TUKEY (0.05)
T <sub>0</sub>	Dieta Base (18 % proteína)	64.37	<b>B</b>
T <sub>1</sub>	Dieta Base (18 % proteína) + 10% de EB	79.27	<b>A</b>
T <sub>2</sub>	Dieta Base (18 % proteína) + 15% de EB	82.48	<b>A</b>
T <sub>3</sub>	Dieta Base (18 % proteína) + 20% de EB	86.05	<b>A</b>

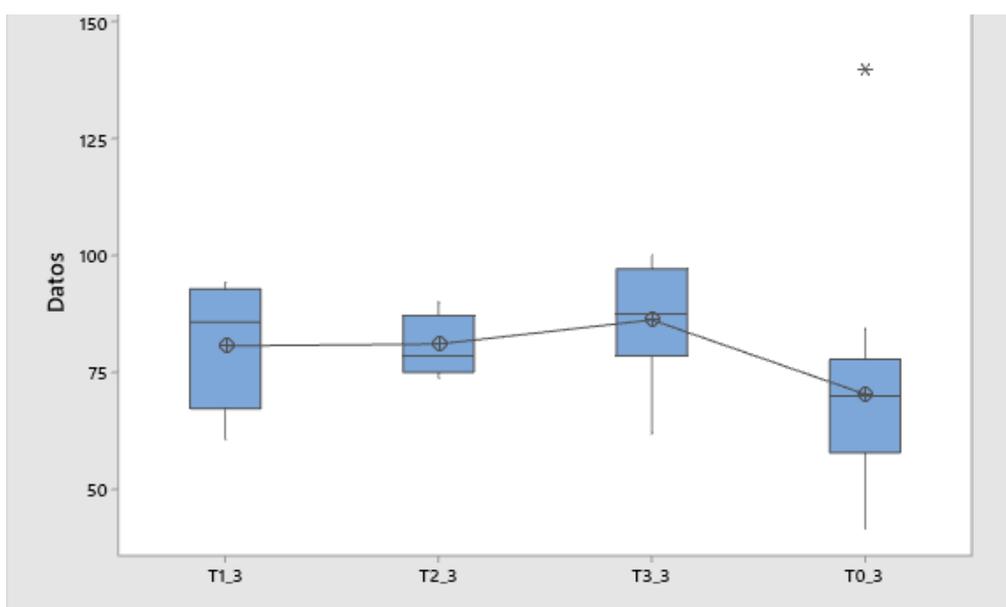


Figura 2. Incremento de peso (g) promedio de los tratamientos.

#### 4.2. ÍNDICE DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA (I.C.A.)

Se realizó el análisis de varianza (tabla 9 y figuras 3 y 4), correspondiente a los ICAs totales de los tratamientos, donde se puede apreciar que el menor ICA obtenido, es considerado como el más eficiente; siendo el T3 = 1.39 el mejor, seguido del T2 = 1.45, el T1 = 1.58 y el T0 = 1.75, observándose diferencias estadísticas entre los tratamientos. Los ICAs obtenidos utilizando EB son mejores a los reportados al utilizar 5% y 10% de ensilado químico de pescado, los cuales fueron de 1.78 y 1.73 (41), de 1.87 a 1.81 utilizando 60 y 120 g. de ensilado biológico de residuos de Sardina (39) y de 1.74 a 1.78 obtenidos utilizando entre 30 y 120 gr de ensilado biológico de desecho de Sardina y otros microorganismos

fermentadores (38) y de 2 a 1.73 utilizando 10% y 30% de ensilado de pescado (19).

Tabla 8. Análisis de varianza del ICA, según los tratamientos

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	F <sub>0</sub>	F <sub>5%</sub>
Tratamientos	3	2.216	0.73882	11.78	0.000
Error	112	7.025	0.06273		
Total	115	9.242			

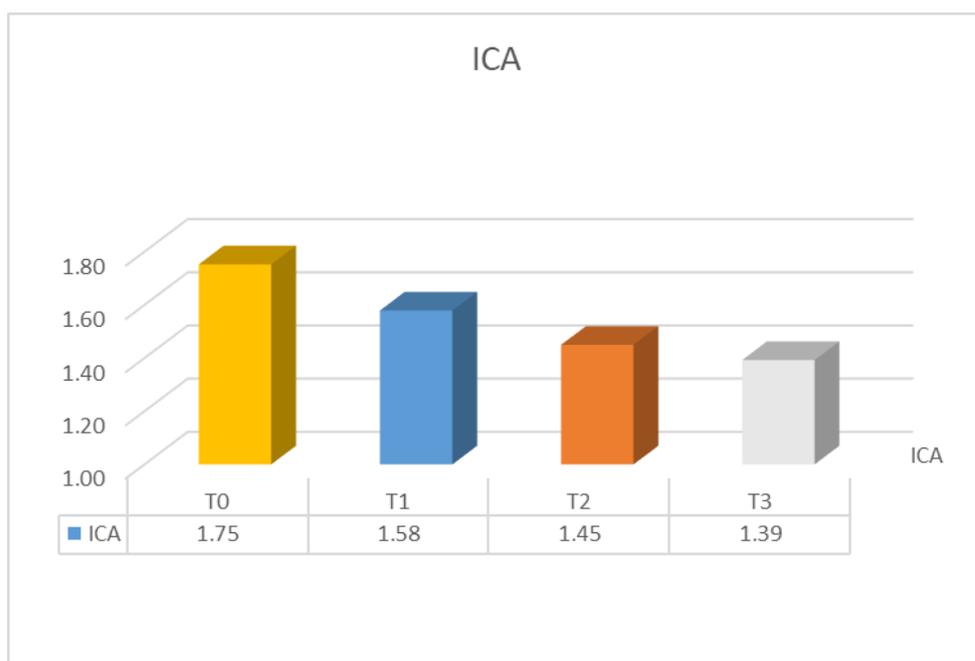
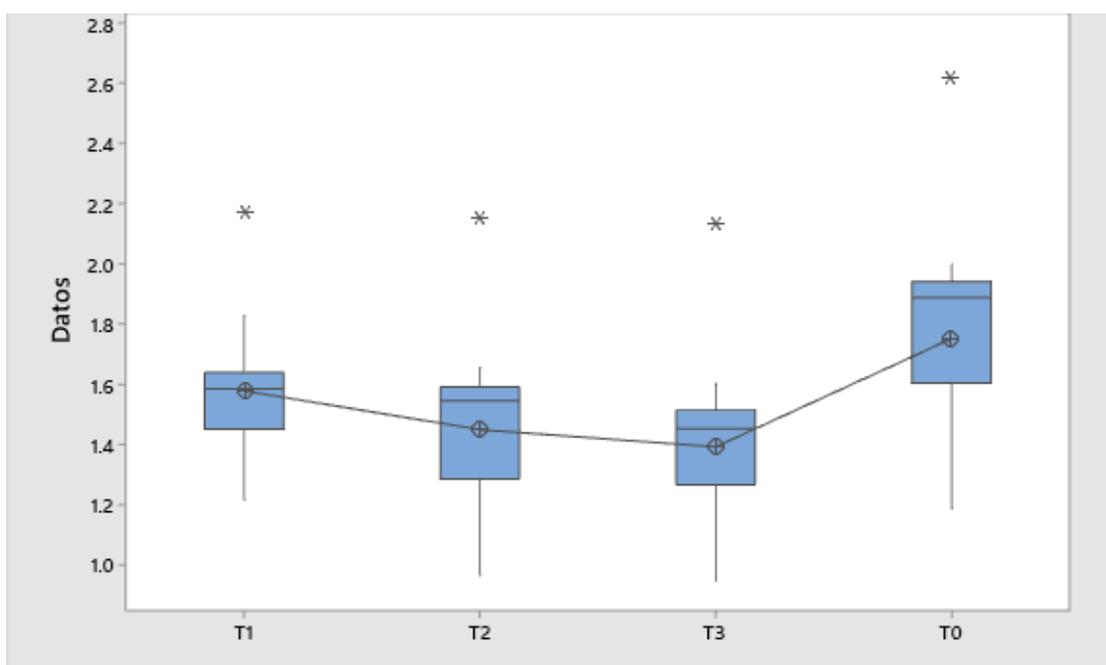


Figura 3. Índice de Conversión Alimenticia Total.

Al observar la prueba de comparación Tukey (0.05%), de los tratamientos para el ICA, en la tabla 9. y figura 4 se puede apreciar que, si hay diferencia significativa entre cada uno de los tratamientos, donde el mejor corresponde al T3 y es estadísticamente semejante al T2 y diferente a todos los demás (T1 y T0); también podemos apreciar que estadísticamente semejante son el T2 con el T1 y existe una marcada diferencia del tratamiento testigo (T0) con el resto de tratamientos (T3, T2 y T1), semejantes al uso de ensilado biológico para pollos varanja y pollos parrilleros (40,41).

**Tabla 9.** Prueba de Tukey (5 %) para índice de conversión alimenticia (I.C.A.) totales.

CLAVE	TRATAMIENTO	PROMEDIO	TUKEY (0.05)
T <sub>0</sub>	Dieta Base (18 % proteína)	1.75	<b>A</b>
T <sub>1</sub>	Dieta Base (18 % proteína) + 10% de EB	1.58	<b>B</b>
T <sub>2</sub>	Dieta Base (18 % proteína) + 15% de EB	1.45	<b>BC</b>
T <sub>3</sub>	Dieta Base (18 % proteína) + 20% de EB	1.39	<b>C</b>



**Figura 4.** Índice de Conversión Alimenticia (I.C.A.) totales.

#### 4. Digestibilidad aparente

La digestibilidad aparente del alimento permite comparar la cantidad de materia seca del alimento consumido que no se excreta, medido en cada uno de los tratamientos. Indirectamente indica que a mayor retención, mejor digestibilidad del alimento. En la tabla 10 y figura 5, se muestra la diferencia del consumo de alimento en materia seca menos el contenido de materia seca excretada expresado en porcentaje, donde el T2 = 76.52% tiene mejor digestibilidad o retención segundo del T3 = 75.41 y T1 = 75.34 y por último el T0 = 73.91%.

**Tabla 10. Digestibilidad Aparente**

TTOs	Excretas (kg)	MS %	contenido		MS %	contenido		Retencion de alimento (kg)	Digestibilidad Aparente %
			en MS kg	Alimento (kg)		en MS kg			
T1	1.35	25.5	0.34	1.5	92.75	1.39	1.05	75.34	
T2	1.35	24	0.32	1.5	91.74	1.38	1.05	76.52	
T3	1.52	22	0.33	1.5	90.83	1.36	1.03	75.41	
T0	1.43	26	0.37	1.5	95.00	1.43	1.05	73.91	

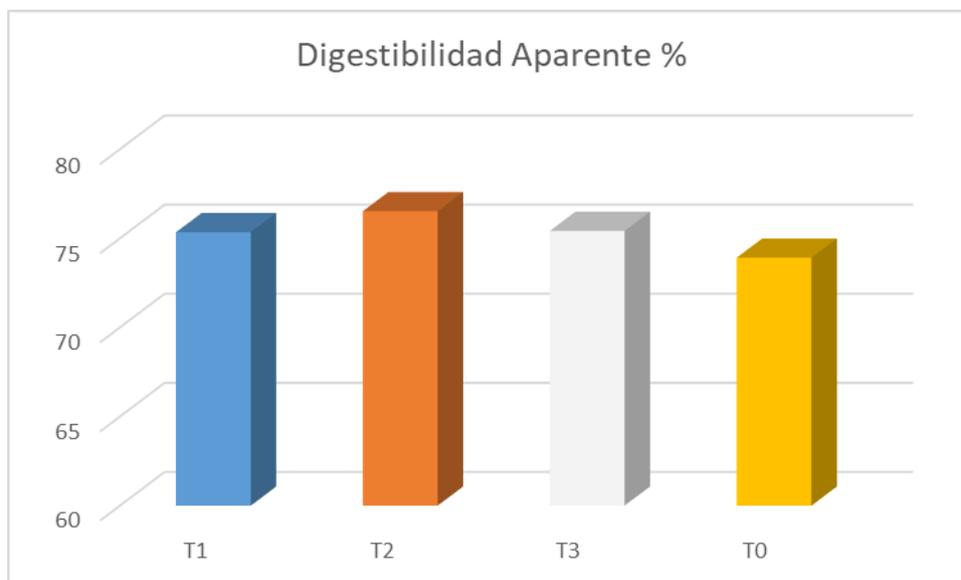


Figura 5. Digestibilidad aparente (%) de los tratamientos

## 5. Mérito Económico

En la tabla 11, podemos observar los valores del mérito económico en porcentaje de los tratamientos, los cuales se realizaron teniendo como referencia el índice de conversión alimenticia final obtenido en el experimento. La valoración económica se realizó en función a los precios actuales en dólares, donde el precio del pollo \$ 1.57 kg. Para el alimento, se referencia también por el consumo del ICA, teniendo en consideración el costo de la dieta base utilizada en todos los tratamientos (costo del alimento \$ 0.57 kg) y sus respectivas modificaciones en los tratamientos según la cantidad de ensilado adicionado (costo ensilado \$ 0.2 kg). En este caso se presentaron méritos económicos positivos en todos los tratamientos, que van desde 91.76% para el T1, 118% para el T2 y 137% para el T3, valores superiores a 60% y 90 % en el uso de 10% al 30% del ensilado de trucha reportados por (19).

Tabla 11. Mérito económico, según los tratamientos

	Incremento de peso (kg)	precio \$	valoración \$	Consumo de alimento (kg)	precio \$	Valoración \$	Diferencia de peso \$	ME %
T0	1	1.57	1.57	1.75	0.57	1.00	0.57	57.39
T1	1	1.57	1.57	1.58	0.52	0.82	0.75	91.76
T2	1	1.57	1.57	1.45	0.50	0.72	0.85	118.45
T3	1	1.57	1.57	1.39	0.48	0.66	0.91	137.79

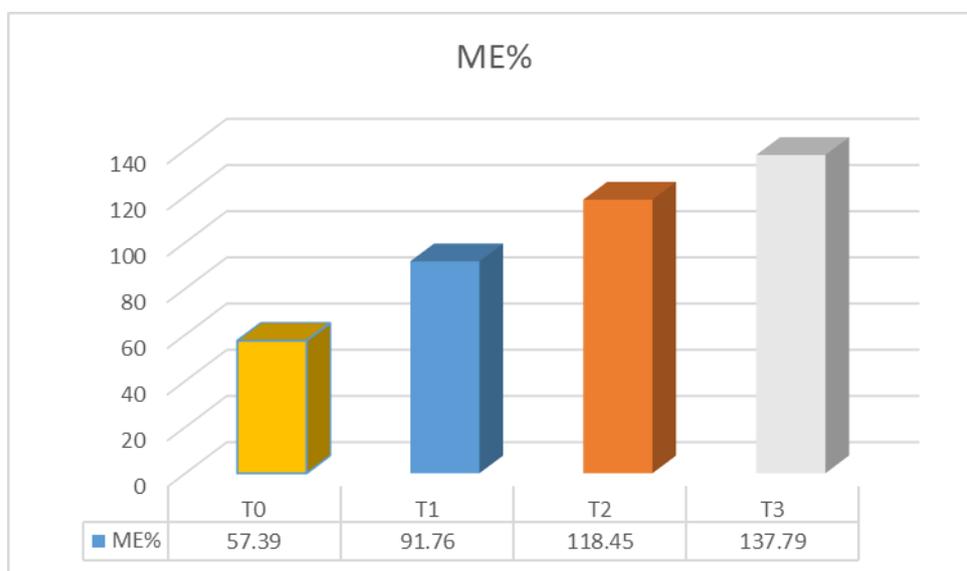


Figura 6. Mérito económico (%) de los tratamientos.

### Rendimiento de carcasa y órganos

La carcasa permite valorar la parte aprovechable de animal para el consumidor expresado en porcentaje algunas veces sin considerar hígado, corazón ni molleja, aunque no se mostró una diferencia estadística entre los tratamientos según tabla 12 y figura 7. Sí podemos observar diferencia porcentual entre los tratamientos siendo el mayor el obtenido por el T3 de 75.78% frente al T0 con 75.11% (diferencia de 0.67), rendimiento superior a los reportados por (41) quien utilizando 10 a 15% de ensilado químico de pescado llegó a obtener 74.9% y 73.96%; pero, inferior rendimiento de hígado y corazón (figura 8), donde se muestra el rendimiento obtenido por los órganos relacionadas con el metabolismo (corazón, bazo, molleja e hígado), donde el hígado y molleja es de mayor tamaño en los tratamientos T3 de 1.8% - 1.2% y T2 de 2.0% - 1.1% comparada con el T0 de 1.4% - 1.1% y menores a los reportados por (30) usando 10% de ensilado químico de pescado (2.48% y

2.29% respectivamente). Se obtuvo el mismo rendimiento que el obtenido con 10 % de ensilado de pescado (0.5%) reportado por (41) y son semejantes en tamaño de hígado y bazo (1.8%y 0.07%), no habiendo encontrado diferencia en los tratamientos utilizando ensilado de pescado del 6% al 12% (38). Se observa que hubo mayor rendimiento de los órganos relacionados con el metabolismo en los tratamientos con EB, 3.6% del T3 y 3.7% del T2 frente al 2.1% del T0, relacionados con el mayor uso del alimento para hacerlo digestible semejante a lo reportado (37). También se midieron el rendimiento de los órganos o partes no metabólicas (patas, cabeza e intestinos) como se aprecia en la figura 9, donde se determinó mayor tendencia positiva en los tratamiento T0 y T2 con mayores rendimientos.

Tabla 12. Rendimiento de carcasa, según los tratamientos

TTOS	Rendimiento %	Molleja %	Higado %	Bazo %	Corzan %	Cabeza %	Patas %	Intestino %	Organos	
									metabolicos %	comestibles %
T3	75.8	1.2	1.8	0.1	0.5	2.5	4.5	6.7	3.6	13.6
T2	75.8	1.1	2.0	0.1	0.5	2.2	4.7	6.2	3.7	13.7
T1	76.0	1.0	1.5	0.1	0.5	2.4	4.8	6.6	3.1	13.3
T0	75.1	1.1	1.4	0.1	0.5	2.6	5.2	7.4	2.1	13.9

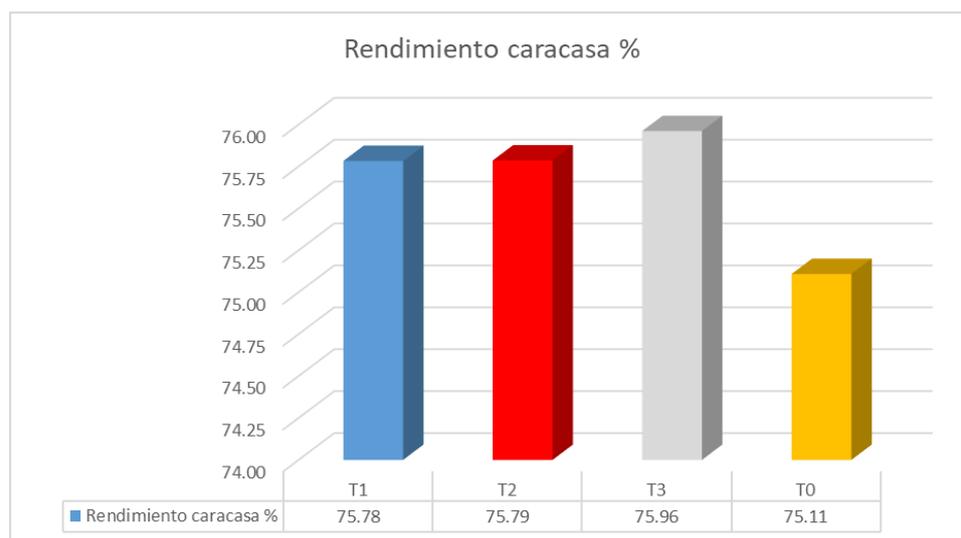


Figura 7. Rendimiento de carcasa (%) de los tratamientos.

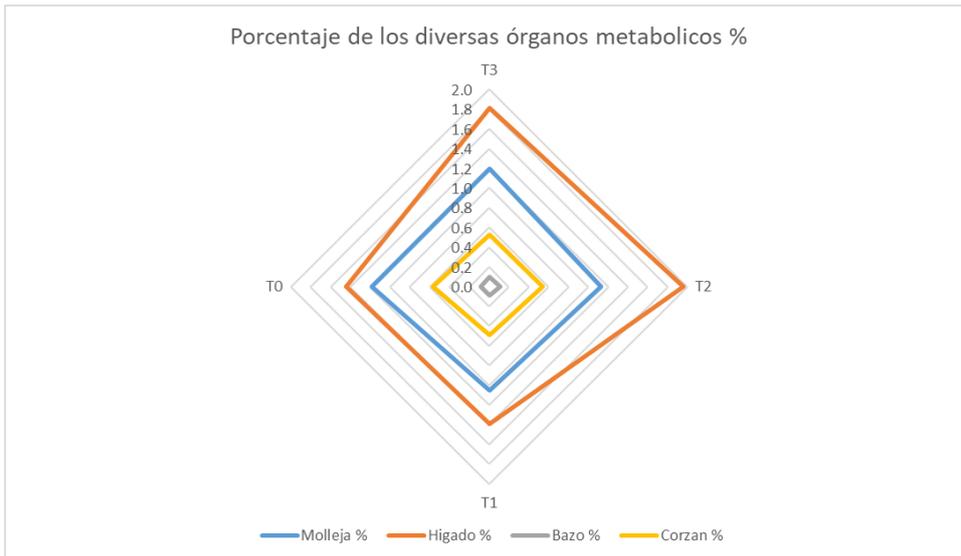


Figura 8. Rendimiento de vísceras metabólicas

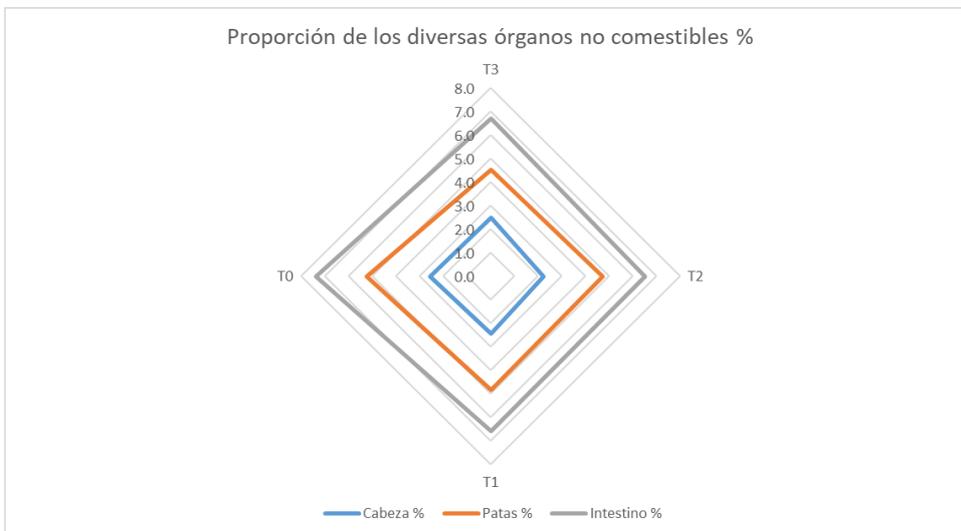


Figura 9. Rendimiento de órganos no comestibles

#### De las vellosidades intestinales

En la figura del anexo 6, podemos observar el tamaño y ancho de las vellosidades intestinales cuya comparación permite suponer una mejor absorción de los alimentos y mejor salud intestinal. La variable histomorfométrica vinculada a la altura promedio de las vellosidades intestinales indica que estas estructuras crecen en longitud progresivamente entre tratamientos, siendo visible en promedio  $T3 > T2 >> T0 >> T1$ . La variable histomorfométrica vinculada al ancho promedio de las vellosidades intestinales indica que estas estructuras crecen en amplitud

progresivamente entre tratamientos, siendo visible en promedio  $T3 > T2$ ,  $T2 > T1$ ,  $T1 \approx T0$ . En el anexo 6, se observa que el tamaño de la vellosidad intestinal de los tratamientos T3 2261  $\mu\text{m}$  341  $\mu\text{m}$  y T2 2181  $\mu\text{m}$  205  $\mu\text{m}$  fueron las de mayor longitud, teniendo una respuesta lineal sobre T0 2005  $\mu\text{m}$  219  $\mu\text{m}$  y T1 1938  $\mu\text{m}$  232  $\mu\text{m}$ , basados en la salud de su flora intestinal sejantes a 935  $\mu\text{m}$  y 990  $\mu\text{m}$  en el yeyuno reportado por (38). Se busca de alimentos que no sólo sean viables nutritivamente sino que también aporten algún beneficio fisiológico (44). Se considera que el tamaño y ancho de las vellosidades intestinales indican indirectamente la eficiencia del funcionamiento de estas estructuras, asumiéndose una mejor absorción de nutrientes y uso adecuado del alimento, al aumentar el área de absorción lugar donde se alojan bacterias benéficas que estimulan el crecimiento de las vellosidades intestinales que a la vez disminuye la carga bacteriana patógena (45), es un indicador de la salud del animal. Esto se traduce en el aprovechamiento eficiente del alimento el cual afecta el crecimiento y producción.

## V. CONCLUSIONES

1. El EB puede utilizarse como un insumo para la alimentación de pollos de engorde en nuestra región, debido a su alto contenido proteico, a su fácil obtención y a su bajo costo.
2. Estadísticamente, existe diferencias entre las dietas con EB y la dieta testigo en el experimento, en incremento de peso, índice de conversión alimenticia y mérito económico.
3. Matemáticamente, las dietas con EB tienen mejores resultados que la dieta testigo en rendimiento de carcasa del experimento.
4. El tratamiento tres (**20% de EB**), es la que mejores resultados económicos reporta tanto en la etapa de crecimiento como en la etapa de acabado.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Tener presente el factor limitante del EB al ser utilizado como parte de la dieta en la alimentación animal.
2. Realizar estudios relacionados a los diferentes productos que se puede usar como materia prima para producir el EB.
3. Considerar las proporciones del estudio para los insumos utilizados en la elaboración del EB
4. Realizar el mismo trabajo de investigación en otra época del año para poder comparar los resultados de los parámetros productivos con los obtenidos en el presente trabajo de investigación.
5. Utilizar el EB como una alternativa de insumo proteico, utilizando diferentes dosis para tratar de disminuir los costos de alimentación

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Valentina L, Valdivia B, Antonio Cortez Torrez J. Producción de carne de pollo en Perú. Rev Estud AGRO-VET [Internet]. 2020 Jul 29 [cited 2023 Feb 23];4(1):494 – 498–494 – 498. Available from: <https://agrovvet.umsa.bo/index.php/AGV/article/view/27>
2. Montesinos M, Ramos D, Klauer B, Chong J. Agenda de innovación del sector pesca y acuicultura. 2021 [cited 2023 Mar 1]; Available from: <https://repositorio.pnipa.gob.pe/handle/20.500.12864/280>
3. Castillo WEG, Suárez HA sánchez, Mogollón GMO. Evaluation of fish residues and shrimp head silages fermented with *Lactobacillus fermentus* isolated from pig. Rev Investig Vet del Peru. 2019;30(4):1456–69.
4. Leinonen I, Williams AG, Wiseman J, Guy J, Kyriazakis I. Predicting the environmental impacts of chicken systems in the United Kingdom through a life cycle assessment: Broiler production systems. Poult Sci. 2012;91(1):8–25.
5. Kalia VC, Shim WY, Patel SKS, Gong C, Lee JK. Recent developments in antimicrobial growth promoters in chicken health: Opportunities and challenges. Sci Total Environ. 2022 Aug 15;834:155300.
6. Iglesias JEL, Pérez JT %J revista A. Evaluación de los desechos frescos de pescado y ensilados como única fuente de proteína animal en la alimentación de híbrido de Clarias (*Clarias gariepinus* x *C. macrocephalus*). 2016;(25).
7. Lezcano P, Vazquez A, Bolaños A, Piloto JL, Martínez M, Rodríguez Y %J CJ of AS. Ensilado de alimentos alternativos, de origen cubano, una alternativa técnica, económica y ambiental para la producción de carne de cerdo. 2015;49(1):65–9.
8. Terrones España S, Reyes Avalos W. Efecto de dietas con ensilado biológico de residuos de molusco en el crecimiento del camarón *Cryphiops caementarius* y tilapia *Oreochromis niloticus* en co-cultivo intensivo. 2018;9(2):167–76.
9. Castillo García WE, Sánchez Suárez HA, Ochoa Mogollón GM %J R de IV del P. Evaluación del ensilado de residuos de pescado y de cabeza de langostino fermentado con *Lactobacillus fermentus* aislado de cerdo. 2019;30(4):1456–69.
10. Emilio Hernández-García J, Sebastián-Frizzo L, Carlos Rodríguez-Fernández J, Valdez-Paneca G, Virginia-Zbrun M, Calero-Herrera I. Evaluación in vitro del potencial probiótico de *Lactobacillus acidophilus* SS80 y *Streptococcus thermophilus* SS77. Rev Salud Anim [Internet]. 2019;41(1):1–13. Available from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fsr&AN=136781144>

&site=eds-live

11. Calderón-Quispe V, Churacutipa-Mamani M, Salas A, Barriga-Sánchez M, Aranibar MJ. Inclusión de Ensilado de Residuos de Trucha en el Alimento de Cerdos y su Efecto en el Rendimiento Productivo y Sabor de la Carne / Effect of the Inclusion of Silage of Trout Residues in Pigs Feed and its Effect on the Productive Performance and The Taste of Meat. *Rev Investig Vet del Perú* [Internet]. 2017;28(2):265-265–74. Available from: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1609-91172017000200005&lng=en&tlng=en](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172017000200005&lng=en&tlng=en)
12. Ross. Manual de manejo de pollos de engorde Ross [Internet]. Aviagen. 2018 [cited 2023 Feb 15]. 148 p. Available from: [www.aviagen.com](http://www.aviagen.com).
13. Andrade-Yucailla V, Toalombo P. Evaluación de parámetros productivos de pollos Broilers Coob 500 y Ross 308 en la Amazonia de Ecuador. *redalyc.org* [Internet]. 2017 [cited 2023 Feb 23];18(2):1–8. Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/636/63651262008.pdf>
14. MIDAGRI. Situación de la crianza y producción de Aves [Internet]. MIDAGRI. 2000 [cited 2022 Jul 15]. p. 1. Available from: <https://www.midagri.gob.pe/portal/40-sector-agrario/situacion-de-las-actividades-de-crianza-y-produccion/297-aves?start=6>
15. Avicultura A. Manejo de las variables en producción y su incidencia en el performance del pollo - Actualidad Avipecuaria [Internet]. Actualidad Avicultura. 2021 [cited 2023 Feb 16]. p. 1. Available from: <https://actualidadavipecuaria.com/manejo-de-las-variables-en-produccion-y-su-incidencia-en-el-performance-del-pollo/>
16. FAO. Revision del desarrollo avícola [Internet]. 2013 [cited 2022 Jul 15]. Available from: [www.fao.org/publications](http://www.fao.org/publications)
17. Leeson S. Programas de alimentación para ponedoras y broilers. XII curso de especialización FEDNA. 1996.
18. INATEC INT. Nutrición animal. 2016. 140 p.
19. Vela Porras DA. Efecto del ensilaje biológico de desechos de trucha (*Oncorhynchus mykiss*); sobre el comportamiento productivo en pollos broiler en etapa de crecimiento y acabado en la granja agropecuaria de yauris (G.A.Y). Universidad Nacional del Centro; 2015.
20. Rostagno HS, Teixeira L, Donzele J, Gomes P, Oliveira R. Tablas brasileñas para aves y cerdos: composición de alimentos y requerimientos nutricionales. 2011;
21. Hickman CP. Principios Integrales de Zoología by Cleveland P. Hickman - PDF Drive [Internet]. Interamericana MG-H, editor. 2011 [cited 2022 Jul 15]. 980 p. Available from: <https://www.pdfdrive.com/principios-integrales-de-zoologia-d156876301.html>
22. Shao J, Wang L, Shao X, Liu M. Dietary Different Replacement Levels of Fishmeal by Fish Silage Could Influence Growth of *Litopenaeus vannamei* by Regulating mTOR at Transcriptional Level. 2020;11(359). Available from:

<https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fphys.2020.00359>

23. Rodriguez T, Montilla JJ, Bello RA. [Fish silage prepared from fish species of shrimp by-catch. II. Biological test in broilers]. Arch Latinoam Nutr [Internet]. 1990;40(4):548–59. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2136515>
24. Özyurt G, Ozogul Y, Kuley Boga E, Özkütük AS, Durmuş M, Uçar Y, et al. The Effects of Fermentation Process with Acid and Lactic Acid Bacteria Strains on the Biogenic Amine Formation of Wet and Spray-Dried Fish Silages of Discards. J Aquat Food Prod Technol [Internet]. 2019;28(3):314–28. Available from: <https://doi.org/10.1080/10498850.2019.1578314>
25. Lezcano P, Vazquez A, Bolaños A, U. Ensilado de alimentos alternativos, de origen cubano, una alternativa técnica, económica y ambiental para la producción de carne de cerdo. scielo.sld.cu [Internet]. 2015 [cited 2020 Sep 15];49(1):1–5. Available from: <http://scielo.sld.cu/pdf/cjas/v49n1/cjas11115.pdf>
26. Fernández Herrero A, Fernández Compás A, Salomone A, Vittone M. Use of commercial inoculant for the production of fish silage. Preliminary study . Rev Electron Vet [Internet]. 2017;18(9). Available from: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85040373101&partnerID=40&md5=8aa0a5907e2cef75790ac541e3d24b9c>
27. Cunha GTG, Ludke MCM, Ludke J V., Rabello CBV, Barros JS, Santos JS. Metabolizabilidade da energia de farinhas mistas contendo silagem de peixes para frangos de corte. Arq Bras Med Vet e Zootec. 2017 Jun 1;69(3):704–10.
28. Sosa Espinoza CF. Elaboración de ensilado biológico a partir de residuos de paiche (Arapaima gigas). 2017;
29. García WEC, Suárez HAS, Mogollón GMO. Evaluation of fish residues and shrimp head silages fermented with *Lactobacillus fermentus* isolated from pig. Rev Investig Vet del Peru. 2019 Dec 1;30(4):1456–69.
30. Gaviria YS, Figueroa OA, Zapata JE, Gaviria YS, Figueroa OA, Zapata JE. Efecto de la inclusión de ensilado químico de vísceras de tilapia roja (*Oreochromis spp.*) en dietas para pollos de engorde sobre los parámetros productivos y sanguíneos. Inf tecnológica [Internet]. 2021 Jun [cited 2022 Jul 10];32(3):79–88. Available from: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-07642021000300079&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642021000300079&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
31. INTA. Nutrición animal aplicada. 2014.
32. García PP, Ortiz JQ, Mogollón GO, Suárez HS. Biological silage of shrimp waste fermented with lactic acid bacteria: Use as a biofertilizer in pasture crops and as feed for backyard pigs. Sci Agropecu. 2020 Dec;11(4):459–71.
33. Harrabi H, Leroi F, Mihoubi NB, Chevalier F, Kechaou N. Biological Silages from Tunisian Shrimp and Octopus By-Products. J Aquat Food Prod Technol. 2017 Mar 16;26(3):279–95.
34. Guimarães CC, Maciel IV, Silva AF, Lopes AF, Ramón Carpio KC, Inhamuns

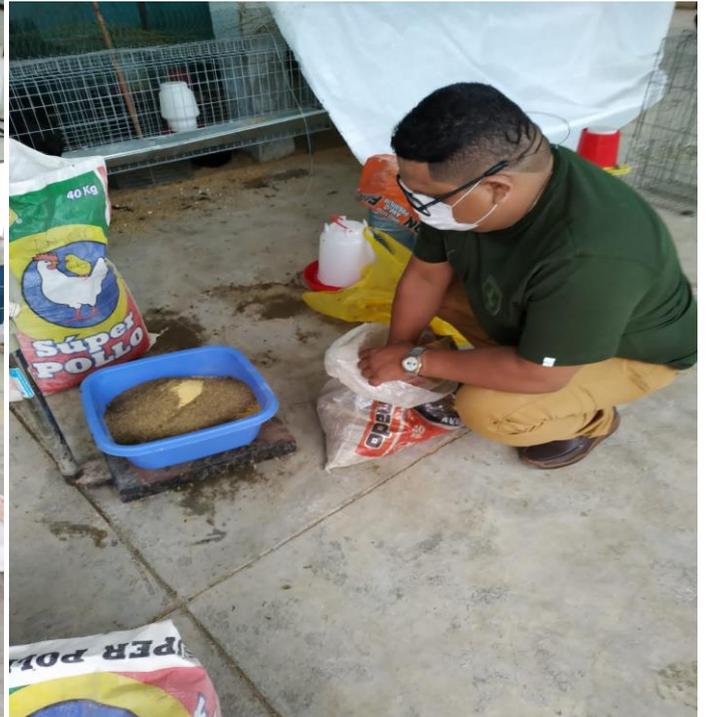
- da Silva AJ. Biotechnological aspects of biological silage of Tambaqui residues. *Rev em Agronegocio e Meio Ambient*. 2021 Jan 31;14(1).
35. Kuley E, Özyurt G, Özogul I, Boga M, Akyol I, Rocha JM, et al. The role of selected lactic acid bacteria on organic acid accumulation during wet and spray-dried fish-based silages. Contributions to the winning combination of microbial food safety and environmental sustainability. *Microorganisms*. 2020 Feb 1;8(2).
  36. Peñarubia OR, Toppe J, James D. Fish waste management: Turning waste into healthy feed with antimicrobial properties. *Asian Fish Sci*. 2020;33(S1):11–5.
  37. Mbokane EM, Mbokane LM, Fouche CH. The effect of fishmeal replacement with acid-fermented chicken silage on growth, digestive enzyme activity and histology of the intestine and liver of juvenile Mozambique tilapia (*Oreochromis mossambicus*). *Aquac Int*. 2022 Oct 1;30(5):2491–512.
  38. Shabani A, Boldaji F, Dastar B, Ghoorchi T, Zerehdaran S, Ashayerizadeh A. Evaluation of increasing concentrations of fish waste silage in diets on growth performance, gastrointestinal microbial population, and intestinal morphology of broiler chickens. *Anim Feed Sci Technol*. 2021 May 1;275:114874.
  39. Shabani A, Boldaji F, Dastar B, Ghoorchi T, Zerehdaran S. Preparation of fish waste silage and its effect on the growth performance and meat quality of broiler chickens. *J Sci Food Agric*. 2018 Aug 30;98(11):4097–103.
  40. Tanuja S, Kumar A, Nayak SK, Sarkar A. Effect of dietary supplementation of acid ensiled fish waste on the growth, carcass quality and serum biochemistry in “vanraja” chicken. *Indian Vet J*. 2016 Oct 1;93(10):45–7.
  41. Boitai SS, Babu LK, Pati PK, Pradhan CR, Tanuja S, Kumar A, et al. Effect of dietary incorporation of fish silage on growth performance, serum biochemical parameters and carcass characteristics of broiler chicken. *Indian J Anim Res*. 2018 Jul 1;52(7):1005–9.
  42. Olivares JM, Rodriguez-Morales A, Diels J, Povey M, Jacobs A, Zhao Z, et al. Long-term outcomes in patients with schizophrenia treated with risperidone long-acting injection or oral antipsychotics in Spain: results from the electronic Schizophrenia Treatment Adherence Registry (e-STAR). *Eur Psychiatry* [Internet]. 2009;24(5):287–96. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19195847>
  43. Barriga-Sánchez M, Churacutipa M, Salas A %J EA. Elaboración de ensilado biológico a partir de residuo crudo de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792)) en Puno, Perú. 2019;18(1):37–44.
  44. Ashayerizadeh A, Dastar B, Shargh MS, Mahoonak ARS, Zerehdaran S. Effects of feeding fermented rapeseed meal on growth performance, gastrointestinal microflora population, blood metabolites, meat quality, and lipid metabolism in broiler chickens. *Livest Sci*. 2018 Oct 1;216:183–90.
  45. Chiang G, Lu WQ, Piao XS, Hu JK, Gong LM, Thacker PA. Effects of feeding solid-state fermented rapeseed meal on performance, nutrient digestibility, intestinal ecology and intestinal morphology of broiler chickens.

## VIII. ANEXOS

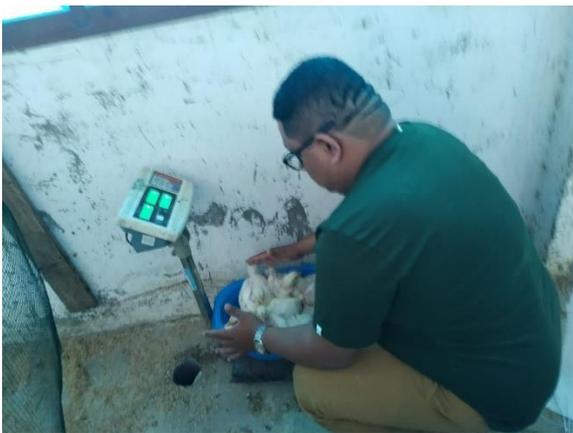
### Anexo 1: PREPARACIÓN DEL ENSILADO



## Anexo 2: PREPARACIÓN DE ALIMENTOS



### Anexo 3: TOMA DE DATOS



#### Anexo 4: MUESTRAS PARA CORTE HISTOLÓGICO



## Anexo 5: METODOLOGÍA UTILIZADA PARA EL CORTE HISTOLÓGICO

### DESHIDRATACIÓN, DIAFANIZACIÓN, INCLUSIÓN EN HISTOSEC Y CORTE

#### (Resumen)

**Elección del fijador:** El fijador que debe emplearse en todo caso depende de la clase de estudio a realizar. Se usó en este caso Formaldehído al 4%, tiempo mínimo de fijación 72 horas.

#### Deshidratación.

Los especímenes retirados del fijador acuoso y después de lavados por 12 horas, están embebidas en agua que impide sean penetradas por el histosec. Para que esta penetración ocurra es necesario, en primer lugar, eliminar el agua de los tejidos o deshidratarlos. La deshidratación se obtiene sumergiendo los especímenes en líquidos anhidros, ávidos de agua. Para evitar las alteraciones provocadas por una deshidratación brusca, se aconseja proceder escalonadamente utilizando alcohol etílico de graduación creciente:

- |                    |         |
|--------------------|---------|
| a) Alcohol de 70%  | 2 hora  |
| b) Alcohol de 80%  | 2 hora  |
| c) Alcohol de 96%  | 2 hora  |
| d) Alcohol de 96%  | 2 hora  |
| e) Alcohol de 96%  | 2 horas |
| f) Etanol absoluto | 2 hora  |
| g) Etanol absoluto | 2 hora  |
| h) Etanol absoluto | 2 horas |

La renovación de los alcoholes y el tiempo de duración de los baños deben ser exactos. Es fundamental obtener una deshidratación completa.

#### Impregnación por un solvente del histosec (aclaración o diafanización)

Los especímenes perfectamente deshidratados se sumergen en el xilol.

Al agregarse al xilol no debe aparecer ninguna turbiedad (Los especímenes se tornan traslúcidos). Si se pone blanco lechoso significa que la deshidratación no ha sido bien lograda.

- |              |         |
|--------------|---------|
| i) Xilol I   | 2 hora  |
| j) Xilol II  | 2 hora  |
| k) Xilol III | 2 horas |

#### Penetración del Histosec

Se sumergen los especímenes en Histosec a 56°C de punto de fusión exacto, mantenida líquida en la estufa.

- |                             |         |
|-----------------------------|---------|
| l) Primer baño de histosec  | 2 hora  |
| m) Segundo baño de histosec | 2 hora  |
| n) Tercer baño de histosec  | 2 horas |

### **Inclusión definitiva o formación del bloque**

En moldes de metal se vierte el histosec fundido del mismo punto de fusión de la que ha servido para la penetración, calentándola previamente a 60-65°C. Se colocan los especímenes orientándolos apropiadamente.

A los 30 minutos, el histosec se habrá solidificado completamente. Recortar los bloques en forma de pirámide cuadrangular truncada y luego realizar los cortes.

### **Corte del espécimen**

Hay que llevar a cabo una serie de procesos sobre el bloque de histosec antes de hacer el primer corte útil al espécimen

- 1) Proceso de desbastado, es decir, la eliminación del espesor de histosec que hay entre la superficie del bloque y el espécimen
- 2) Orientación de la cuchilla respecto a la superficie de corte.
- 3) Obtener las secciones unidas por las caras paralelas a la cuchilla.
- 4) Aprovechando la hidrofobicidad del histosec las secciones se colocan en agua calentada a 45°C en un termostato y el calor las hará extenderse sin llegar a su punto de fusión.
- 5) La superficie del portaobjetos donde se colocaran las secciones cortadas ha de estar previamente tratada para que el espécimen quede adherido durante el procesamiento ulterior. Para ello los cubre objetos se recubren previamente con glicerina albúmina de Jelly y se dejan secar.
- 6) Una vez que el agua se ha evaporado y habiendo quedado extendida la sección en el portaobjetos, se procede a un secado exhaustivo en una estufa a 40°C durante 12 horas como mínimo. Una vez secos, los portaobjetos con las secciones quedan listos para el procesamiento de coloración.

### **COLORACIÓN**

#### **MÉTODO DE LA HEMATOXILINA DE HARRIS Y EOSINA Y**

**Fijación:** Formaldehído calidad reactivo al 4 %.

**Técnica:** Histosec, secciones de 6 micrometros

Los reactivos se preparan como sigue:

#### **Hematoxilina de Harris**

Hematoxilina en polvo	5.0 g.
Alcohol absoluto	25.0 cc.
Sulfato de aluminio y potasio	100.0 g.
Agua destilada	1,000.0 cc.

Óxido de mercurio rojo	2.5 g.
Ácido acético glacial	5.0 ml.

**Solución Alcohólica de Eosina Y al 0.25 %**

Eosina Y	0.25 g.
Alcohol etílico de 80 %	100.0 ml.
Ácido acético glacial puro	0.5 ml.

**Diferenciador**

Ácido clorhídrico reactivo al 37%	0.5 ml.
Alcohol etílico de 80%	100.0 ml.

**Virador**

Amoniaco puro reactivo	0.5 ml.
Agua destilada	100.0 ml.

**Técnica**

1. Desparafinar en xilol I, 5 minutos.
2. Desparafinar en xilol II, 5 minutos.
3. Hidratar en alcohol etílico del 96%, 5 minutos.
4. Continuar hidratación en alcohol de 96%, 5 minutos.
5. Continuar la hidratación en agua destilada, 5 minutos.
6. Colorear con Hematoxilina de Harris, 2 minutos.
7. Se enjuaga con agua de llave, 5 minutos
8. Controlar al microscopio.
9. Se diferencia rápidamente con solución diferenciadora, breves segundos.
10. Se enjuaga con agua de llave, brevemente.
11. Viraje breve, 10 segundos.
12. Se enjuaga con agua de llave, 5 minutos
13. Se colorea con Eosina, 5 minutos.
14. Se diferencia en alcohol etílico al 80%, breves segundos.
15. Se deshidrata cuidadosamente en 3 baños de alcohol etílico de 96%, 5 minutos c/u.
16. Se continúa la deshidratación en 4 baños de etanol absoluto, 5 minutos c/u.
17. Diafanizar en 3 baños de xilol, 5 minutos c/u.
18. Montaje en bálsamo del Canadá.

**Resultados:**

Núcleos de color azul oscuro o violeta, el citoplasma presenta distintos tonos de rojo.

## Anexo 6: RESULTADOS DEL CORTE HISTOLÓGICO



### LABORATORIO DE ENSAYO

Informe de ensayo N° 019-2023

Página 1 de 2

#### 1. DATOS DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA

Solicitante	: Dr. Héctor Sánchez Suarez
Domicilio legal	: Tumbes.
Tipo de muestra	: Intestino de pollo conservada en formaldehído al 10%.
Cantidad de muestra para el ensayo	: 07 muestras.
Identificación de la muestra	: T-0, T-1, T-2, T-3, T-4, T-5 y T-6.
Forma de presentación	: Muestra colectada en frasco plástico estéril y transportada en cadena de frío.
Fecha de recepción	: 20/01/2023
Fecha de inicio del ensayo	: 14/02/2023
Fecha de término del ensayo	: 13/03/2023
Fecha de entrega del informe de ensayo	: 14/03/2023
Ensayo realizado en	: Área de Histología.
Código de registro	: EBTL0032, EBTL0033, EBTL0034, EBTL0035, EBTL0036, EBTL0037 y EBTL0038.
Validez del documento	: Este documento es válido solo para las muestras descritas.
Referencia	: Cotización N° 067-2023-EcobiotechLab.

#### 2. TIPO DE ANÁLISIS REQUERIDO

Análisis histológico con coloración H/E (Hematoxilina de Harris - Eosina Y).

Diagnóstico histológico: Enteritis necrótica de la mucosa del intestino delgado.

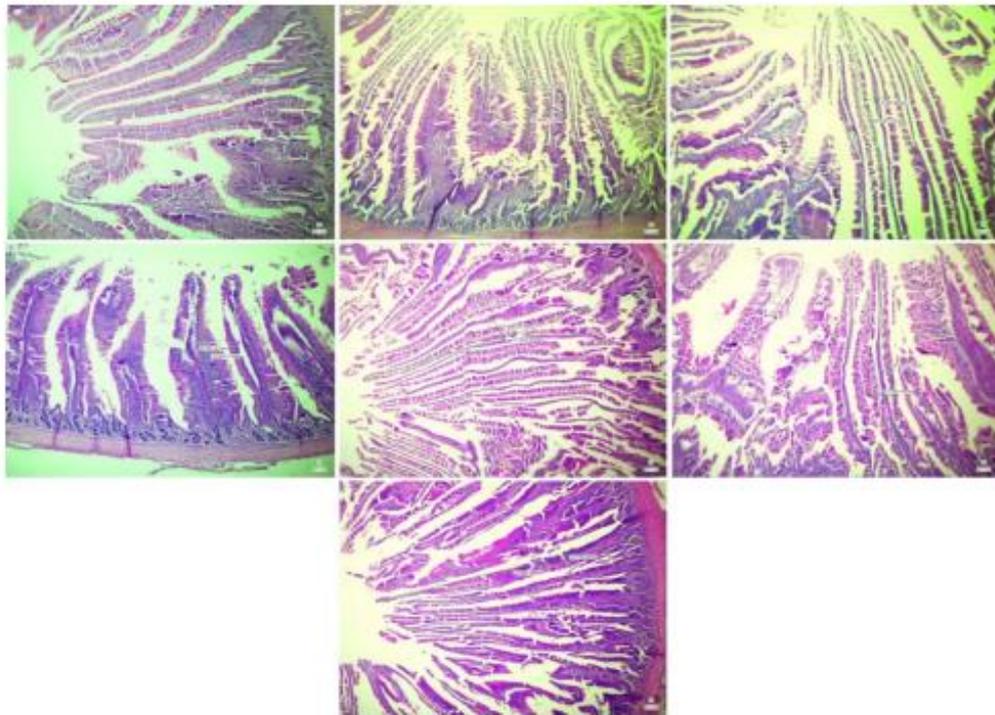
Muestra	Tamaño de microvellosidades	
	Largo (um)	Ancho (um)
T - 0	2019.5 ± 106.9	199 ± 32.3
T - 1	1993.9 ± 77.8	195.7 ± 31.8
T - 2	2635.3 ± 75.2	192.6 ± 5.2
T - 3	1607.7 ± 11.8	341.3 ± 85.9

Los resultados mencionados en este documento corresponden a muestras proporcionadas por el cliente o por un tercero a nombre del cliente. Ecobiotech Lab S.A.C., se responsabiliza exclusivamente de los análisis, el resultado se refiere únicamente a la muestra recibida en el laboratorio.

Este informe no es válido sin la firma y sello original de la gerencia general de Ecobiotechnology Laboratorio S.A.C.

Ecobiotech Lab S.A.C. Dirección: Av. Plura N° 500 2do piso Int. 13 - Tumbes / Urb. San Judas Tadeo Mz. Ch Lt. 2 - Trujillo - La Libertad (Entre Av. Colbel y Antenor Orrego, al costado del Hostal Coliseo). Celular 992714119 / 976729233. Correo electrónico: ventas@ecobiotechlab.com

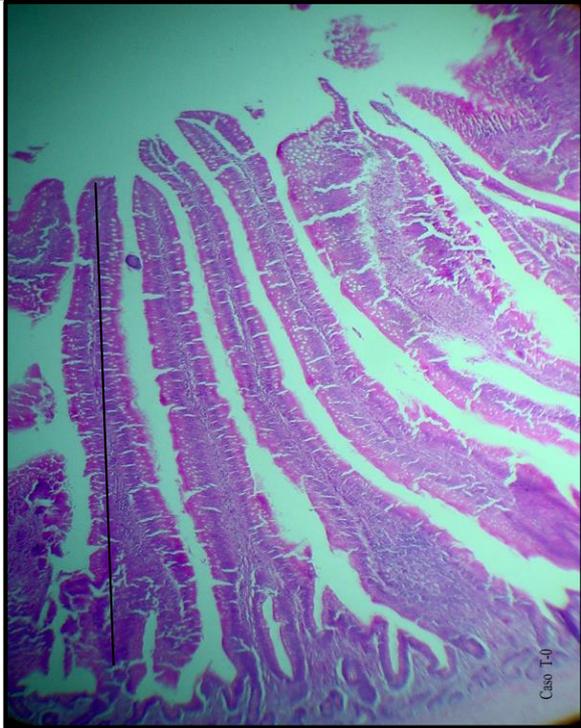
**REGISTRO FOTOGRÁFICO**

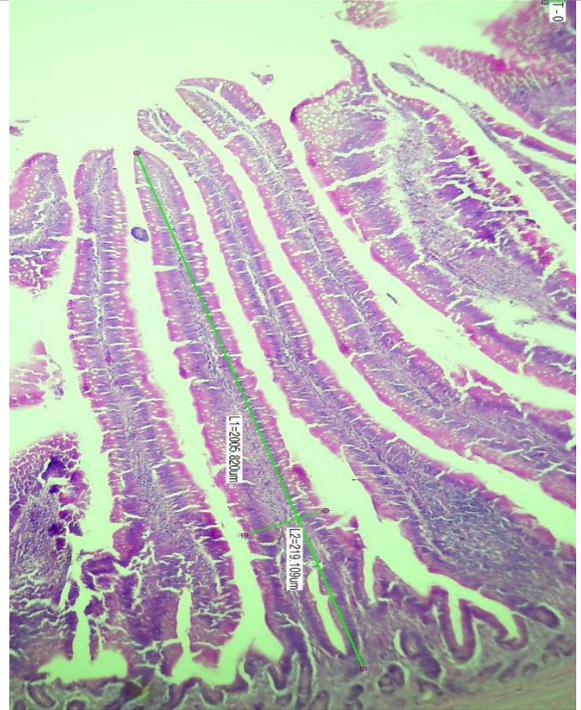

**BLGO. ANTHONY MANTILLA TORO**  
GERENTE GENERAL  
ECOBIOLOGY LABORATORIO S.A.C.

Los resultados mencionados en este documento corresponden a muestras proporcionadas por el cliente o por un tercero a nombre del cliente. Ecobiotech Lab S.A.C., se responsabiliza exclusivamente de los análisis, el resultado se refiere únicamente a la muestra recibida en el laboratorio.  
Este informe no es válido sin la firma y sello original de la gerencia general de Ecobiotechnology Laboratorio S.A.C.

Ecobiotech Lab S.A.C. Dirección: Av. Plura N° 500 2do piso Int. 13 - Tumbes / Urb. San Judas Tadeo Mz. Ch Lt. 2 - Trujillo - La Libertad (Entre Av. Colibri y Antenor Orrego, al costado del Hostal Coliseo). Celular 992714119 / 976729233. Correo electrónico: ventas@ecobiotechlab.com



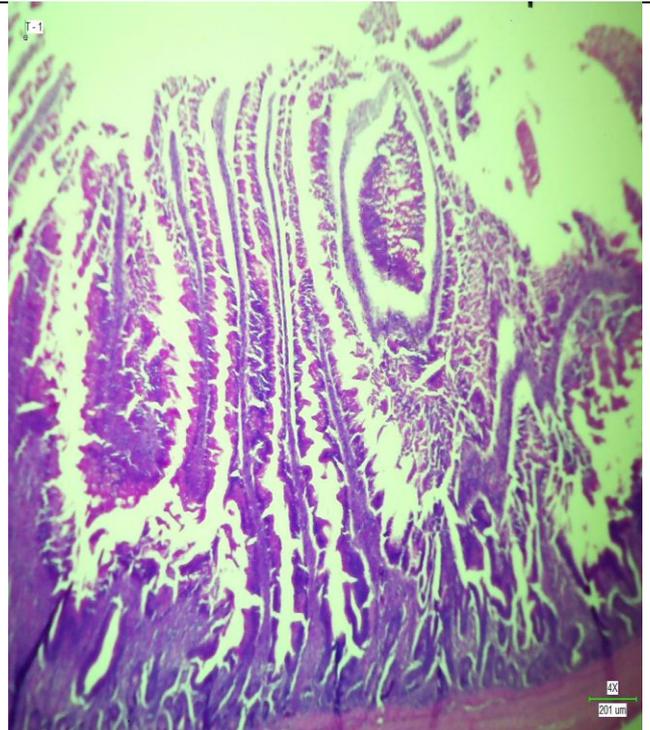
T0. 10X. Vellosidad intestinal con altura promedio de 2005 um



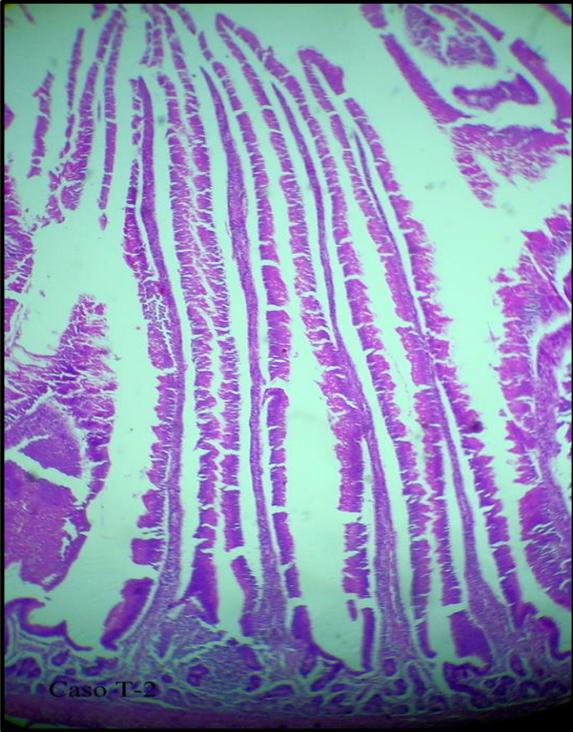
T0. Vellosidad intestinal con ancho promedio de 219 um



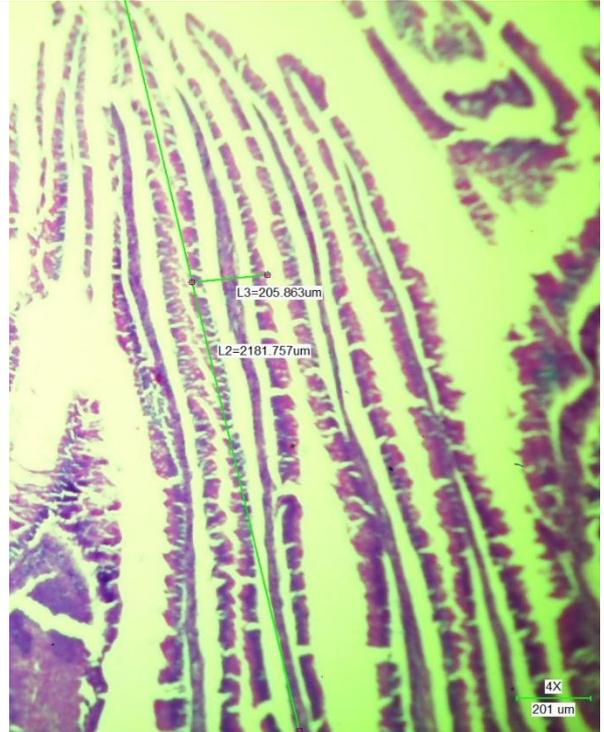
T1. 10X. Vellosidad intestinal con altura promedio de 1938 um



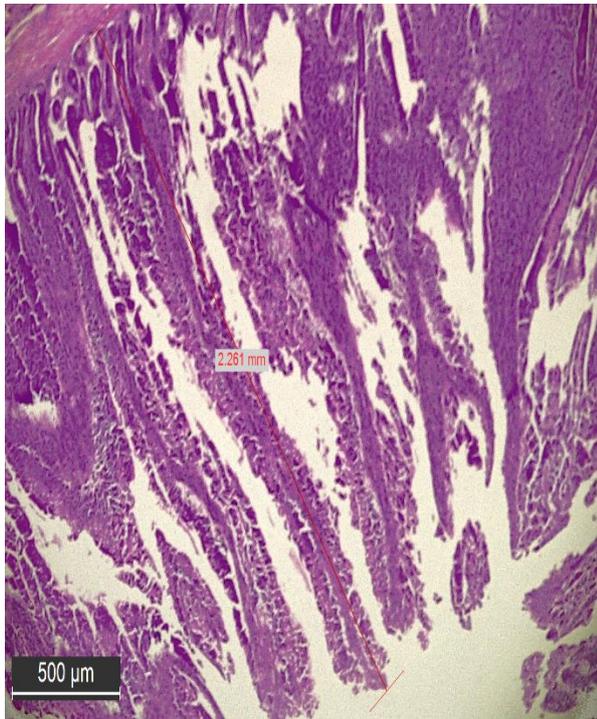
T1. Vellosidad intestinal con ancho promedio de 232 um



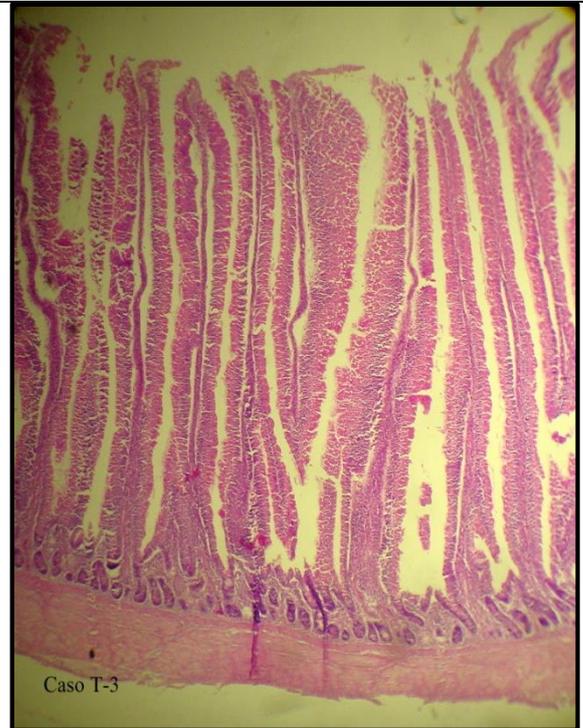
T2. 5X. Vellosidad intestinal con altura promedio de 2181  $\mu\text{m}$



T2. 10X. Vellosidad intestinal con ancho promedio de 205  $\mu\text{m}$



T3. 5X. Vellosidad intestinal con altura promedio de 2261  $\mu\text{m}$



T3. 10X. Vellosidad intestinal con ancho promedio de 341  $\mu\text{m}$

Software utilizado: Labscope de Zeiss