



**UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”  
FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ZOOTECNIA**

---

**Acción de un complejo enzimático en la dieta de pollos de carne sobre  
el peso de órganos a los 42 días de edad**

**TESIS**

**Presentada para  
optar el título profesional de  
INGENIERA ZOOTECNISTA**

**Autor**

**Bach. Nuñez Ascurra, Nelva Melissa**

**Asesores**

**Del Carpio Hernández, Sergio Rafael Bernardo, M. Sc.**

(ORCID id: 0000-0002-1526-8099)

**Del Carpio Ramos, Pedro Antonio, Dr.**

(ORCID id: 0000-0002-0236-1593)

**Lambayeque [22/ diciembre/ 2025]**

**Acción de un complejo enzimático en la dieta de pollos de carne sobre el peso de órganos a los 42 días de edad**

**TESIS**

**Presentada para  
optar el título profesional de**

**INGENIERA ZOOTECNISTA**

**Autor: Nuñez Ascurra, Nelva Melissa**

**Sustentada y aprobada ante el  
siguiente jurado**



**Ing. Guerrero Delgado, Rafael Antonio, M. Sc.**  
**Presidente**



**Ing. Alejandro Flores Paiva, M. Sc.**  
**Secretario**



**Ing. Corrales Rodríguez, Napoleón, Dr.**  
**Vocal**



**Ing. Del Carpio Hernández, Sergio R. B., M. Sc.**  
**Asesor**



**Ing. Del Carpio Ramos, Pedro Antonio, Dr.**  
**Asesor**

# Acta de Sustentación



00456

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS DE LA SEÑORITA MELVA MELISSA NUÑEZ ASCURRA, PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERIA ZOOTECNISTA

En la ciudad de Lambayeque, siendo las 9:00 am del día lunes 22 de diciembre de 2025, en la sala de sustentaciones de la Facultad de Ingeniería Zootécnica de la Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo" de Lambayeque, se reunieron los señores miembros del jurado de tesis, designados con Resolución N° 245-2021-virtual/FIZ, de fecha 25 de diciembre de 2021: Ing. Rafael Antonio Guerrero Delgado, Dr. (Presidente), Ing. Alejandro Flores Pizarro, M.Sc. (Secretario), Ing. Napoleón Condes Romeros, Dr. (Vocal), Ing. Sergio Rafael Bernardo Del Corpio Hernández, M.Sc. e Ing. Pedro Antonio Del Corpio Romeros, Dr. (Asesores). Habiéndose aprobado el referido proyecto con Resolución N° 107-2025-FIZ/D, de fecha 1 de julio de 2025.

El jurado se encargó de recibir y dictaminar sobre el trabajo de tesis titulado: "Acción de un complejo enzimático en la dieta de pollos de carne sobre el peso de órganos a los 42 días de edad"

Presentado y expuesto el trabajo de tesis, cuyo sustentación fue autorizada con Resolución N° 219-2025-FIZ/D de fecha 16 de diciembre de 2025; formulados las preguntas por los miembros del jurado, dadas las respuestas por la sustentante y aclaraciones de uno de los patrocinadores. El jurado luego se deliberó acordó aprobar el trabajo de tesis con un puntaje de 19, equivalente al calificativo de MUY BUENO debiendo consignarse en el informe final las sugerencias dadas por el jurado durante la sustentación.

Por lo tanto, la señorita MELVA MELISSA NUÑEZ ASCURRA, se encuentra apta para optar el título profesional de Ingeniería Zootecnista de acuerdo a la normatividad vigente.

Ing. Sergio Rafael B. Del Corpio Hernández, M.Sc.  
Presidente

Ing. Alejandro Flores Pizarro M.Sc.  
Secretario

Ing. Napoleón Condes Romeros, Dr.  
Vocal

Ing. Pedro Antonio Del Corpio Romeros, Dr.  
Asesor \*

\* No se encuentra presente por estar en licencia por estudios según Resolución N° 031-2024-virtual- CF /FIZ

## CONSTANCIA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Nosotros, Ing. Sergio Rafael Bernardo Del Carpio Hernández, M. Sc., e Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr., asesores de tesis de la bachiller Nelva Melissa Nuñez Ascurra.

Titulada “**Acción de un complejo enzimático en la dieta de pollos de carne sobre el peso de órganos a los 42 días de edad**”, luego de la revisión exhaustiva del documento hemos constatado que tiene un índice de similitud de 18%, verificable en el reporte de similitud del programa Turnitin.

Los suscritos hemos analizado dicho reporte y hemos concluido que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. Por lo que, a nuestro leal saber y entender, la tesis cumple con las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”.

**Lambayeque, noviembre de 2025.**



**Dr. Pedro A. Del Carpio Ramos**  
DNI 16407252  
Asesor



**M. Sc. Sergio R. B. Del Carpio Hernández**  
DNI 40158939  
Asesor

## Reporte Turnitin

Acción de un complejo enzimático en la dieta de pollos de carne sobre el peso de órganos a los 42 días de edad

### INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

1

[hdl.handle.net](https://hdl.handle.net)

Fuente de Internet

11%

2

[repositorio.unprg.edu.pe](https://repositorio.unprg.edu.pe)

Fuente de Internet

6%

3

[repositorio.unprg.edu.pe:8080](https://repositorio.unprg.edu.pe:8080)

Fuente de Internet

1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 40 words

Excluir bibliografía

Activo



**Dr. Pedro Antonio Del Carpio Ramos**

DNI 16407252

Asesor



**M. Sc. Sergio R. B. Del Carpio Hernández**

DNI 40158939

Asesor

## Recibo Turnitin

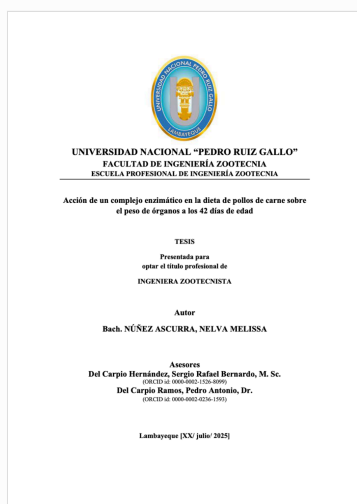


### Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Nelva Melissa Núñez  
Título del ejercicio: Quick Submit  
Título de la entrega: Acción de un complejo enzimático en la dieta de pollos de car...  
Nombre del archivo: Tesis\_Nelva\_Melissa\_Nu\_n\_ez.docx  
Tamaño del archivo: 29.97M  
Total páginas: 55  
Total de palabras: 8,931  
Total de caracteres: 50,047  
Fecha de entrega: 29-jun-2025 10:15p. m. (UTC-0500)  
Identificador de la entrega: 2708112894



Derechos de autor 2025 Turnitin. Todos los derechos reservados.

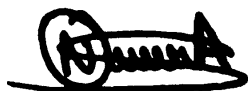
**Dr. Pedro Antonio Del Carpio Ramos**  
DNI 16407252  
Asesor

**M. Sc. Sergio R. B. Del Carpio Hernández**  
DNI 40158939  
Asesor

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Nuñez Ascurra, Nelva Melissa, investigador principal, y Del Carpio Hernández, Sergio Rafael Bernardo y Del Carpio Ramos, Pedro Antonio, asesores, del trabajo de investigación **Acción de un complejo enzimático en la dieta de pollos de carne sobre el peso de órganos a los 42 días de edad**, declaramos bajo juramento que este trabajo no ha sido plagiado, ni contiene datos falsos. En caso de que se demuestre lo contrario, asumo responsablemente la anulación de este informe y, por ende, el proceso administrativo a que hubiera lugar, que puede conducir a la anulación del grado o título emitido como consecuencia de este informe.

**Lambayeque, noviembre de 2025.**



**Nuñez Ascurra, Nelva Melissa**



**Del Carpio Hernández, Sergio Rafael Bernardo**



**Del Carpio Ramos, Pedro Antonio**

## ***DEDICATORIA***

Dedico esta tesis a:

*Dios, por ser mi guía y protección.*

*Mi padre, Bernardino Nuñez; por ser mi héroe y ejemplo.*

*Mi madre, Flor Mira Ascurra; mi fortaleza y amor incondicional.*

*Mi amada hija, Camila Antonella; motor y motivo de mi vida.*

*Mi esposo, Pablo Caverro; por la ayuda idónea brindada día a día.*

*Mi papá viejo y mamá Jesho; un abrazo al cielo.*

*¡Lo logramos!*

*¡DIOS LOS BENDIGA!*

## ***AGRADECIMIENTO***

A todas las personas que, directa e indirectamente, participaron en la investigación.

Un agradecimiento especial para mis asesores, los Ingenieros Sergio R. B. Del Carpio Hernández, M. Sc. (candidato a Doctor) y Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr.; por toda la ayuda y dedicación puestas para la culminación exitosa del trabajo.

A cada uno de los ingenieros que fueron mis profesores, por el apoyo que me brindaron para culminar esta hermosa etapa de mi carrera profesional.

## **Acción de un complejo enzimático en la dieta de pollos de carne sobre el peso de órganos a los 42 días de edad**

### **Resumen**

Una de las alternativas que se están ensayando en la alimentación de los pollos de carne, con la finalidad de dejar de emplear antibióticos promotores del crecimiento (APC), son los complejos enzimáticos (xilanasas, X y glucanasas, G) que permitan mejor utilización del alimento y la producción de prebióticos en parte anterior de tracto gastrointestinal que puedan controlar bacterias de tipo patógeno en los ciegos. Se implementaron tres tratamientos (1, testigo positivo, con APC; 2, testigo negativo; 3, dieta con 0.005% de un complejo enzimático comercial XG) con la finalidad de determinar el efecto sobre el peso observado y relativo (respecto del peso de carcasa) del hígado, páncreas, intestinos y bursa de Fabricio. Los resultados mostraron efectos significativos sobre el peso relativo del hígado ( $P=0.018$ ), intestinos ( $P=0.004$ ) y bursa de Fabricio ( $P=0.050$ ), indicando un robustecimiento del sistema inmunitario de los pollos y se relacionó con más eficiente conversión alimenticia; haciendo recomendable su empleo.

**Palabras clave:** Pollos de carne; órganos; APC; Sistema inmunitario.

## **Action of an enzyme complex in the diet of broiler chickens on organ weight at 42 days of age**

### **Abstract**

One of the alternatives being tested in the feeding of broiler chickens, with the aim of stopping the use of antibiotic growth promoters (AGP), are enzyme complexes (xylanases, X, and glucanases, G) that allow better utilization of feed and the production of prebiotics in the anterior part of the gastrointestinal tract that can control pathogenic bacteria in the ceca. Three treatments were implemented (1, positive control, with APC; 2, negative control; 3, diet with 0.005% of a commercial enzyme complex XG) in order to determine the effect on the observed and relative weight (with respect to the carcass weight) of the liver, pancreas, intestines and bursa of Fabricius. The results showed significant effects on the relative weight of the liver ( $P=0.018$ ), intestines ( $P=0.004$ ), and bursa of Fabricius ( $P=0.050$ ), indicating a strengthening of the chickens' immune system and associated with more efficient feed conversion, making its use advisable.

**Keywords:** Broiler chickens; organs; APC; Immune system.

## ÍNDICE

<b>N° Cap.</b>	<b>Título del Capítulo</b>	<b>N° Pág.</b>
	<b>Resumen/ Abstract</b>	<b>x</b>
	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>01</b>
<b>I</b>	<b>ANÁLISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO</b>	
	1.1. Tipo y Diseño de Estudio	03
	1.2. Lugar y Duración	03
	1.3. Tratamientos Evaluados	04
	1.4. Animales Experimentales	04
	1.5. Alimento Experimental	04
	1.6. Instalaciones y Equipos	05
	1.7. Técnicas Experimentales	05
	1.8. Variables Evaluadas	06
	1.9. Evaluación de la Información	06
<b>II</b>	<b>MARCO TEÓRICO</b>	
	2.1. Antecedentes Bibliográficos	08
	2.2. Marco Teórico	12
	2.2.1. Definiciones Conceptuales	13
	2.2.2. Teoría de la Asignación de Recursos en Ganadería	15
<b>III</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	
	3.1. Peso Observado y Relativo del Hígado	17
	3.2. Peso Observado y Relativo del Páncreas	18
	3.3. Peso Observado y Relativo de Intestinos	21
	3.4. Peso Observado y Relativo de la Bursa de Fabricio	23
<b>IV</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>26</b>
<b>V</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>27</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>28</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>33</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Nº</b>	<b>Título</b>	<b>Nº Pág.</b>
1	<i>Composición (kg por 500 kilos) de las raciones de Inicio, Crecimiento y Acabado</i>	04
2	<i>Esquema del análisis de la varianza del diseño irrestrictamente al azar</i>	07
3	<i>Estadísticas descriptivas del peso observado del hígado de pollos de carne que recibieron un suplemento enzimático (xilanasa y glucanasa) en el alimento</i>	17
4	<i>Estadísticas descriptivas del peso relativo del hígado de pollos de carne que recibieron un suplemento enzimático (xilanasa y glucanasa) en el alimento</i>	17
5	<i>Estadísticas descriptivas del peso observado del páncreas de pollos de carne que recibieron un suplemento enzimático (xilanasa y glucanasa) en el alimento</i>	19
6	<i>Estadísticas descriptivas del peso relativo del páncreas de pollos de carne que recibieron un suplemento enzimático (xilanasa y glucanasa) en el alimento</i>	20
7	<i>Estadísticas descriptivas del peso observado de intestinos de pollos de carne que recibieron un suplemento enzimático (xilanasa y glucanasa) en el alimento</i>	21
8	<i>Estadísticas descriptivas del peso relativo de intestinos de pollos de carne que recibieron un suplemento enzimático (xilanasa y glucanasa) en el alimento</i>	21
9	<i>Estadísticas descriptivas del peso observado de bursa de Fabricio de pollos de carne que recibieron un suplemento enzimático (xilanasa y glucanasa) en el alimento</i>	23
10	<i>Estadísticas descriptivas del peso relativo de bursa de Fabricio de pollos de carne que recibieron un suplemento enzimático (xilanasa y glucanasa) en el alimento</i>	23

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>N°</b>	<b>Título</b>	<b>Pág. N°</b>
1	<i>Comparativo porcentual entre tratamientos para el peso relativo del hígado</i>	18
2	<i>Comparativo porcentual entre tratamientos para el peso relativo de intestinos</i>	22
3	<i>Comparativo porcentual entre tratamientos para el peso relativo de bursa de Fabricio</i>	24

## ANEXOS

N°	Título	Pág. N°
1	<i>Prueba de normalidad con el peso observado del hígado</i>	33
2	<i>Prueba de igualdad de varianzas con el peso observado del hígado</i>	33
3	<i>Análisis de la varianza con el peso observado del hígado</i>	34
4	<i>Prueba de normalidad con el peso relativo del hígado (arco seno)</i>	34
5	<i>Prueba de igualdad de varianzas con el peso relativo del hígado (arco seno)</i>	34
6	<i>Análisis de varianza con el peso relativo del hígado (arco seno)</i>	35
7	<i>Prueba de normalidad con el peso observado de páncreas</i>	35
8	<i>Prueba de igualdad de varianzas con el peso observado del páncreas</i>	35
9	<i>Análisis de varianza con el peso observado del páncreas</i>	36
10	<i>Prueba de normalidad con el peso relativo del páncreas (arco seno)</i>	36
11	<i>Prueba de igualdad de varianzas con el peso relativo del páncreas (arco seno)</i>	36
12	<i>Análisis de varianza con el peso relativo del páncreas (arco seno)</i>	37
13	<i>Prueba de normalidad con el peso observado de los intestinos</i>	37
14	<i>Prueba de igualdad de varianzas con el peso observado de los intestinos</i>	37
15	<i>Análisis de varianza con el peso observado de los intestinos</i>	38
16	<i>Prueba de normalidad con el peso relativo de los intestinos (arco seno)</i>	38
17	<i>Prueba de igualdad de varianzas con el peso relativo de los intestinos (arco seno)</i>	38
18	<i>Análisis de varianza con el peso relativo de los intestinos (arco seno)</i>	39
19	<i>Prueba de normalidad con el peso observado de la bursa de Fabricio</i>	39
20	<i>Prueba de igualdad de varianzas con el peso observado de la bursa de Fabricio</i>	39
21	<i>Análisis de varianza con el peso observado de la bursa de Fabricio</i>	40
22	<i>Prueba de normalidad con el peso relativo de la bursa de Fabricio (arco seno)</i>	40
23	<i>Prueba de igualdad de varianzas con el peso relativo de la bursa de Fabricio (arco seno)</i>	40
24	<i>Análisis de varianza con el peso relativo de la bursa de Fabricio (arco seno)</i>	41

## INTRODUCCIÓN

Ya no es sostenible el empleo de los antibióticos promotores del crecimiento (APC) en la alimentación de los animales domésticos de interés zootécnico, debido a su vinculación con la resistencia a los antibióticos documentada en las personas. Esta situación motiva a que las enfermedades humanas que eran tratadas y controladas con relativa facilidad con un antibiótico sean, cada vez, más difíciles de controlar y ocasionan serios problemas de salud.

Por diferentes motivos, de orden fisiológico y sanitario, los APC promocionaron la eficiencia de utilización de los alimentos para el incremento de peso, y dejar de emplearlos implicó mermas en el rendimiento y mayor susceptibilidad al ataque de bacterias de tipo patógeno del tracto gastrointestinal (TGI), por lo que se incrementaron los problemas de tipo subclínico (pollos de menor rendimiento, pero con apariencia sanitaria normal). Así, debía de determinarse alternativas a los APC ya que las mayores pérdidas económicas en la producción animal se dan por causas subclínicas.

Entre las alternativas ensayadas, algunas con y otras sin éxito, se encuentra la suplementación de versiones modernas de complejos enzimáticos; los que, además de ayudar a superar los problemas de menor rendimiento, podrían interactuar con el entorno intestinal y mitigar la acción dañina de las bacterias de tipo patógeno.

Es un hecho que el empleo de suplementos enzimáticos a través del concentrado o del agua no es una novedad, ya se han venido empleando desde el siglo pasado con la finalidad exclusiva de incrementar el rendimiento por medio de una mejor digestión y consecuente mayor absorción de nutrientes. En la actualidad los complejos enzimáticos son de mayor actividad, son más baratos y de mayor disponibilidad. Algunas investigaciones han indicado que es posible que su uso ejerza un efecto sobre el tamaño de órganos internos indicando

alguna acción contra procesos inflamatorios que pueden hacer que los pollos de carne tengan menor rendimiento.

Bajo estas circunstancias se consideró pertinente hacer el siguiente cuestionamiento, ¿Existirá alguna acción de la ingestión de un complejo enzimático, a través de la dieta, sobre el tamaño de órganos internos en pollos de carne de 42 días de edad?

Para responder a la interrogante se planteó el presente trabajo de investigación en el que se asumió la siguiente **hipótesis**: La ingestión de un complejo enzimático a través de la dieta ocasionará cambios en el peso de órganos internos de pollos de carne de 42 días de edad.

Habiéndose planteado los siguientes objetivos:

#### **Objetivo general**

Evaluar el peso de órganos internos en pollos de carne de 42 días de edad que reciben un complejo enzimático en el alimento.

#### **Objetivos específicos**

1. Evaluar el peso del hígado de pollos de 42 días de edad.
2. Evaluar el peso del páncreas en pollos de 42 días de edad.
3. Evaluar el peso de intestinos en pollos de 42 días de edad.
4. Evaluar el peso de la bursa de Fabricio en pollos de 42 días de edad.

# I. ANÁLISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO

## 1.1. Tipo y Diseño de Estudio

Fue una investigación experimental, cuantitativa y propositiva. El experimento es definido por diferentes autores como una situación en la que el investigador manipula una variable (independiente) y determina y evalúa los efectos de esta manipulación sobre otra (s) variable (s), a la(s) que se le(s) denomina como “dependiente(s)” (Scheffler, 1981); por supuesto, que este proceso debe realizarse bajo determinadas condiciones, como el mantener la aleatoriedad de otras variables que no interesan a la investigación (Hernández et al., 2010), también conocidas como “intervinientes”. En el caso de la presente investigación, la presencia o ausencia de un complejo enzimático (variable independiente) puede o no ejercer efecto sobre el peso de algunos órganos (variables dependientes), pero se mantuvo controlado (aleatorizado) el efecto del sexo, temperatura del entorno, cantidad de nutrientes de la dieta, etc. (variables intervinientes) (Maletta, 2015).

En el experimento se generó información (datos) de cada variable dependiente, estos datos son cantidades (pesos, porcentajes, etc.) a los que se aplicaron las técnicas de análisis con la finalidad de tomar una decisión (rechazar o no rechazar una hipótesis); por este motivo, la investigación fue cuantitativa (Ostle, 1979).

Así mismo, la investigación pretendió determinar una alternativa a la continuación de empleo de APC, cooperando en la búsqueda de una solución a la antibiótico resistencia; por lo que también es considerada propositiva (Bunge, 1972).

## 1.2. Lugar y Duración

La fase de campo de la investigación se desarrolló en una crianza familiar-comercial de la ciudad de Chiclayo; se emplearon pollos de 42 días de edad, provenientes de un ensayo de

alimentación de 42 días de duración en la que los pollos recibieron el complejo enzimático comercial ensayado.

### 1.3. Tratamientos Evaluados

**T<sub>1</sub>:** Testigo positivo, con APC, sin complejo enzimático (CE)

**T<sub>2</sub>:** Testigo negativo, sin APC, sin CE

**T<sub>3</sub>:** 0.005% de CE, sin APC

### 1.4. Animales Experimentales

Del ensayo de alimentación, ya mencionado, se tomaron cuatro pollos de la línea Ross (2 machos y 2 hembras) por tratamiento, los que fueron procesados para obtener la información que fue analizada.

### 1.5. Alimento Experimental

En la fase de crianza se emplearon raciones formuladas para cubrir las exigencias nutricionales de los pollos en los períodos de Inicio, Crecimiento y Acabado, que se presentan en la Tabla 1, que fue tomada de la investigación de Tello (2022).

**Tabla 1.**  
***Composición (kg por 500 kilos) de las raciones de Inicio, Crecimiento y Acabado***

Insumos	Inicio	Crecimiento	Acabado
Maíz amarillo, grano molido	225.2	285.0	337.0
Arroz partido	100.0	48.25	----
Soja, torta	117.0	117.0	99.0
Soja, harina integral	28.44	16.0	29.17
Aceite de palma	5.00	10.0	10.0
Carbonato de calcio	2.85	2.68	4.20
Phosbic	6.57	6.07	5.50
Arroz, polvillo	---	2.49	2.95
Hemoglobina bovina	3.00	2.00	2.00
Sal común	0.75	0.73	0.69
Premix*	11.17	9.78	9.36
<b>Total</b>	<b>500.0</b>	<b>500.0</b>	<b>500.0</b>

\* Premix: combinación de productos vitamínicos, minerales, antioxidante, acidificantes, secuestrantes de micotoxinas, coccidiostato, pigmentantes, APC, etc.

El APC empleado fue la bacitracina de zinc y el complejo enzimático es comercializado como Rovabio® Advance de la firma francesa Adisseo; en su catálogo indica la siguiente composición: (1) Endo-1,4- $\beta$  Xilanasas (EC 3.2.1.8): >25000 UV/g (equivalente a 2600 unidades DNS/g) 4.2%. (2) Endo-1,3-(4)-  $\beta$ -glucanasa (EC 3.2.1.6): >17200 UV/g (equivalente a 1800 unidades DNS/g) 2.8%. Ambos productos se adquirieron de un proveedor de la ciudad de Chiclayo.

### **1.6. Instalaciones y Equipo**

- Ambiente en el que se realizó el beneficio.
- Equipo para inmovilización y sangrado.
- Equipo para escaldado y desplume.
- Equipo para eviscerado.
- Balanza analítica con aproximación de 0.001 gramos.
- Bolsas de plástico y rotulador de tinta indeleble.

### **1.7. Técnicas Experimentales**

Para procurar vaciado intestinal en los pollos se retiró el alimento ocho horas antes del sacrificio, pero no el agua de bebida; el retiro tiene varias finalidades: sanitaria, económica y de rendimiento. Desde el punto de vista sanitario, con el intestino vacío existen menos posibilidades de contaminar la carcasa con contenido intestinal; desde el punto de vista de la economía, cuando los pollos continúan comiendo hasta momentos antes del sacrificio no habrá digestión completa y es innecesaria su presencia en el intestino; por el lado de la eficiencia del rendimiento con mayores pesos vivos antes del sacrificio, debidos a cargas inútiles, el rendimiento de carcasa será menor y dará ineficientes medidas para evaluación. El agua se retiró dos horas antes del sacrificio.

Se pesó a los pollos (dos machos y dos hembras de cada tratamiento, tomados al azar) inmediatamente antes del sacrificio. Se procedió a la rotura de la cuerda dorsal en el cuello, inmediatamente se les puso en el inmovilizador y se procedió al corte del cuello, finalizado el sangrado siguió el escaldado (70°C) y desplume, luego de un breve oreo (5 minutos) se aplicó el corte ventral para acceder a las vísceras. Hígado, páncreas, intestinos y bursa de Fabricio se colocaron en bolsitas de plástico adecuadamente identificadas para proceder inmediatamente después a la obtención del peso.

Empleando una balanza de precisión se tomaron los pesos de hígado, páncreas, intestinos y bolsa de Fabricio. Las variables se evaluaron en peso observado y relativo en base al peso de la carcasa. La carcasa se entendió por el cuerpo sin cuello cabeza, sin tarsos y sin vísceras. Todos los pesos se registraron en una libreta de campo.

En ningún momento los animales fueron maltratados.

### **1.8. Variables Evaluadas**

1. Peso observado y peso relativo del hígado, g y g de hígado por cada 100 g de peso de carcasa.
2. Peso observado y peso relativo de páncreas, g y g de páncreas por cada 100 g de peso de carcasa.
3. Peso observado y peso relativo de intestinos, g y g de intestinos por cada 100 g de peso de carcasa.
4. Peso observado y peso relativo de la bursa de Fabricio, g y g bursa por cada 100 g de peso de carcasa.

### **1.9. Evaluación de la Información**

Para la evaluación estadística de la información se consideró el siguiente planteamiento de hipótesis:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

**H<sub>1</sub>: AL MENOS UNA MEDIA DIFIERE DEL RESTO**

Para tomar la decisión de rechazar o no una de las hipótesis se aplicó el diseño completamente al azar, de acuerdo al siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \xi_{ij}$$

En el que:  $Y_{ij}$ , es la variable dependiente;  $\mu$ , es el efecto medio;  $\tau_i$ , es el efecto del tratamiento;  $\xi_{ij}$ , es el efecto del error experimental.

La tolerancia máxima de cometer error de tipo I fue de 5% (Ostle, 1979; Scheffler, 1981).

Previo a la aplicación del análisis de la varianza se determinó la normalidad y la homocedasticidad de la información (Scheffler, 1981). En la Tabla 2 se muestra el esquema del análisis de la varianza para el diseño completamente al azar.

**Tabla 2.**

*Esquema del análisis de la varianza del diseño irrestrictamente al azar*

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>F</b>
Media	$M_{yy}$	1	M	
Tratamientos	$T_{yy}$	$t - 1 = 3$	T	T/ E
Residual	$E_{yy}$	$t(r-1) = 8$	E	
TOTAL	$\sum Y^2$	$tr = 12$		

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes Bibliográficos

Se ha realizado una gran cantidad de trabajos de investigación en los que se ha estudiado el comportamiento de los indicadores del rendimiento animal, de los procesos digestivos, de la fisiología orgánica, etc., bajo la presencia enzimática exógena (suplementación dietética), con la finalidad de buscar la optimización de los procesos productivos. En la presente investigación se consideró evaluar el efecto de este tipo de suplementación sobre órganos de pollos de carne.

Roofchaei et al. (2019) examinaron los efectos de carbohidrasas dietéticas (xilanasas y  $\beta$ -glucanasa; XG), individualmente o en combinación con fitasa o acidificante, sobre el rendimiento del crecimiento, atributos de la carcasa, conteo microbiano intestinal y morfología intestinal en pollos de carne. Los tratamientos dietéticos incluyeron una dieta basal, la dieta basal con un complejo enzimático conteniendo XG, XG más una fitasa microbiana (XG+P), y XG más un acidificante (XG+A). Sus resultados relacionados con los órganos (g/100 g de PV), respectivamente para los tratamientos en el orden mencionado, fueron 2.58, 2.87, 2.67 y 2.71 para el hígado ( $P>0.05$ ); 0.243, 0.235, 0.240 y 0.263 para el páncreas ( $P>0.05$ ); 0.153, 0.128, 0.178 y 0.133 para el bazo ( $P<0.05$ ), siendo este un órgano vinculado a la inmunocompetencia.

Van Hoeck et al. (2021) diseñaron un experimento para estudiar los efectos de la suplementación de xilanasas sobre el comportamiento productivo, digestibilidad de nutrientes, morfología del tracto intestinal y composición de las comunidades microbianas intestinales en pollos de carne alimentados con dietas basadas en maíz. Cinco grupos experimentales fueron implementados: Control positivo (PC), adecuado nutricionalmente; Control negativo

(NC), con menos 100 kcal de energía metabolizable aparente en comparación con (PC); 30000 U de xilanasas/ kg de (NC); 45000 U de xilanasas/ kg de (NC); 90000 U de xilanasas/ kg de (NC). Respectivamente para los tratamientos en el orden mencionado el % índice de órganos (g/ g PV x 100) vinculados con la inmunidad fue de 0.09, 0.1, 0.1, 0.11, 0.11 y 0.11 para el bazo ( $P>0.05$ ); 0.20, 0.17, 0.20, 0.19 y 0.24 para el timo ( $P<0.05$ ); 0.16, 0.13, 0.14, 0.14 y 0.15 ( $P>0.05$ ) para la bolsa de Fabricio.

Rendimientos de hígado entre 2 y 2.4% en pollos que recibieron dietas con trigo, almacenado por 1.5 y 2.5 años, suplementadas con xilanasas y fitasa, solos o combinados, no difirieron estadísticamente ( $P>0.05$ ) entre tratamientos. Varios de los indicadores del rendimiento si fueron mejores estadísticamente a los encontrados con el tratamiento testigo, en la investigación referenciada por Anwar et al. (2023).

Ceylan et al. (2023) determinaron los efectos de dos xilanasas dietéticas diferentes sobre el rendimiento e integridad intestinal de pollos de carne. Se implementaron cuatro tratamientos dietéticos: (PC), control positivo, según las especificaciones nutricionales de la línea ROSS 308; (NC), control negativo, con menos EM (80 kcal/ kg), proteína cruda y aminoácidos en comparación con el grupo PC; (NC + AO), con adición de xilanasas obtenidas de *Aspergillus oryzae* (AO); (NC + TB), con adición de xilanasas obtenidas de *Trichoderma bisset* (TB). En el mismo orden de tratamientos se obtuvo 74.39, 73.17, 72.7 y 73.47% de carcasa; 2.01, 1.94, 1.95 y 2.08% de peso del hígado respecto al peso corporal vivo ( $P>0.05$ ).

Gökmen et al. (2024) realizaron una investigación para evaluar los efectos de dietas que contenían 50 y 100% de trigo suplementado con 300 gramos de enzimas por tonelada (fitasa, xilanasas, glucanasas, amilasas y proteasas) en lugar de maíz sobre el rendimiento del crecimiento y características de la carcasa de machos Ross 308. Con relación a la carcasa y órganos, respectivamente para 0, 50 y 100% de trigo, se obtuvo 76.8, 75.67 y 74.76% de

carcasa ( $P>0.05$ ); 1.49, 1.63 y 1.84% de hígado/ PV ( $P=0.033$ ); 1.25, 1.54 y 1.31% de molleja/ PV ( $P>0.05$ ); 0.214, 0.213 y 0.191% de páncreas/ PV ( $P>0.05$ ). Se determinó que el reemplazo total de maíz por trigo, suplementado enzimáticamente, mejoró el rendimiento y conversión alimenticia.

Similares rendimientos de pollos de carne alimentados con dietas que tenían menor contenido de energía, pero suplementadas con xilanasas o combinación de xilanasas +  $\beta$ -glucanasas, en comparación con dietas típicas maíz-soja que cubrían todos los requerimientos nutricionales, fueron obtenidos por Lee et al. (2024), quienes infirieron que los buenos resultados se debieron a la mejor estructura intestinal y disminución de la viscosidad de la digesta promovidas por la suplementación enzimática.

Skrivan et al. (2024) realizaron un estudio con la finalidad de determinar los efectos de la xilanasas y linaza sobre el rendimiento, viscosidad de la digesta, retención de nutrientes, perfil de ácidos grasos en el músculo, fortaleza de la tibia e interrelaciones de estos factores en pollos de carne alimentados con una dieta basada en trigo. La xilanasas disminuyó significativamente la ingestión de alimento ( $P<0.001$ ), disminuyó la conversión alimenticia ( $P<0.001$ ) y redujo la mortalidad ( $P=0.05$ ). Adicionalmente, incrementó significativamente la retención de nutrientes ( $P=0.010 - <0.001$ ) excepto fibra cruda, el contenido de grasa en la pechuga ( $P=0.029$ ) e hígado ( $P=0.019$ ) y la concentración de ácidos grasos poliinsaturados en la carne ( $P=0.002$ ). Los investigadores concluyeron que la xilanasas es un enzima útil para aumentar la disponibilidad de nutrientes.

Viñado et al. (2024) realizaron un ensayo con cuatro tratamientos (1) dieta control (PC), maíz y harina de soja – colza, (2) PC suplementada con 350 ppm de enzima ( $\alpha$ -galactosidasa + xilanasas); (3) control negativo (NC), PC con una reducción de 4% de energía metabolizable aparente y proteína; (4) NC suplementada con 500 ppm de la enzima.

Respectivamente para los tratamientos del primero al cuarto se obtuvo 75.04, 75.09, 75.33 y 75.64% de rendimiento de carcasa; 0.66, 0.69, 0.69 y 0.63% de riñones respecto al peso de carcasa; 2.21, 2.24, 2.32 y 2.11% de hígado en relación con el peso de carcasa.

Eid et al. (2025) estudiaron el impacto de la suplementación de glucanasa y xilanasas en la dieta de pollos de carne que contenía salvado de arroz sobre el rendimiento del crecimiento, digestión de nutrientes y evaluación económica. Implementaron siete grupos experimentales, el testigo más combinaciones de salvado y suplemento enzimáticos. En cuanto al rendimiento de carcasa se obtuvo de 72.08 a 80.58%, con diferencias significativas que indicaron efectos positivos de las enzimas que permitieron mejor utilización del salvado de arroz. Aunque no hubo diferencias significativas en la proporción de menudencias, la tendencia fue a mejorar.

Zhang et al. (2025) estudiaron el efecto de una combinación de enzimas proveniente de *Trichoderma reesei* sobre el rendimiento del crecimiento, índice de órganos, índices bioquímicos del suero y microbiota intestinal de pollos de carne. Se implementaron seis grupos experimentales: (1) control, dieta basal maíz-soja; (2) dieta basal suplementada con 20000 U de xilanasas/ gramos (derivada de *T. reesei*); (3) como en (2) y el sistema enzimático de *T. reesei* (siendo los componentes principales 6500 U de celulasa/ g y 45000 U de glucanasa/ g); (4) como en (3) y 550 U de amilasa de temperatura media/ g y 150000 U de proteasa alcalina/ g; (5) y (6) recibieron la dieta de (3), en el que se reemplazó 2 y 4% del maíz con salvado de trigo, respectivamente. El ensayo duró 42 días. El índice de órganos (peso del órgano/ peso vivo), en el orden mencionado de tratamientos, fue de 9.57, 9.44, 9.24, 8.48, 8.57, y 10.94 ( $P<0.001$ ) para la molleja; 4.21, 4.04, 4.32, 3.92, 3.55 y 4.38 para el estómago glandular ( $P>0.05$ ); 1.08, 0.91, 0.97, 0.96, 1.02 y 0.90 para el bazo ( $P>0.05$ ); 1.82, 1.66, 1.73, 1.80, 1.76 y 1.68 ( $P>0.05$ ) para el páncreas; 26.46, 26.98, 27.07, 26.02, 23.22 y

27.80 para el hígado ( $P < 0.05$ ); 3.80, 3.62, 3.57, 4.12, 4.15 y 3.63 ( $P > 0.05$ ) para el corazón. Hubo efecto positivo sobre el rendimiento del crecimiento y conversión alimenticia, pero relativamente poco sobre los órganos.

Aun cuando las investigaciones nutricionales y alimenticias realizadas con complejos enzimáticos en los pollos de carne y otras especies animales de interés zootécnico son muy numerosas, la mayor parte de ellas se han centrado en estudiar el efecto sobre los indicadores productivos, de la carcasa o del epitelio intestinal, pero relativamente pocos han abarcado el campo de la probable acción sobre los órganos. Para la presente investigación se recopilieron fuentes bibliográficas en los diferentes aspectos, diferentes al comportamiento de los órganos con relación a la suplementación alimentaria enzimática, entre las que se encuentran las siguientes: Hu et al. (2019), Bavaresco et al. (2020), Diana et al. (2020), Gilani et al. (2021), Kouzounis et al. (2021), Morgan et al. (2021), Rabello et al. (2021), Gozález-Ortiz et al. (2022), Gorenz et al. (2022), Mohareji Nav et al. (2022), Morgan et al. (2022), Sidiq et al. (2022), Vasanthakumari et al. (2023), Govil et al. (2024), Jin et al. (2024), Leyva-Jiménez et al. (2024), Marchal et al. (2024), Santa Cruz et al. (2024), Gouran et al. (2025), Kim et al. (2025), Narmuratova et al. (2025).

## **2.2. Marco Teórico**

El proyecto de investigación, del que forma parte la presente tesis, se planificó en función de la asunción que indicó que el empleo de un suplemento enzimático de xilanasas y glucanasas permitiría obtener mayor eficiencia en los indicadores productivos de los pollos de carne, en función de un mejor control de la microbiota intestinal y preservación de buenas condiciones del epitelio intestinal; pero, dado que el buen rendimiento productivo del crecimiento se sustenta en las buenas condiciones de diferentes órganos (hígado, bazo, timo, etc.) se consideró oportuno analizar las condiciones de los órganos en función de su peso (observado

y relativo con relación al peso de la carcasa); reflejando, también, su vinculación con otras acciones no muy conocidas de los enzimas digestivos, como su acción sobre el control de la microbiota intestinal.

### **2.2.1. Definiciones conceptuales**

Los ingredientes principales de las dietas de pollos de carne son los cereales, lo que se debe a su alto contenido de almidón (proveedor de energía de fácil disponibilidad), que puede fluctuar entre 47 y 69% de la materia seca; los granos también aportan de 25 a 40% de la proteína cruda. No obstante, el trigo y el maíz contienen en sus paredes celulares polisacáridos no almidones (PNA; de 10 a 23% de la materia seca), como los arabinoxilanos (AX), celulosa y  $\beta$ -glucanos de enlace mixto (GEM), como ha sido indicado por Kouzounis et al. (2024). La misma fuente ha indicado que más del 80% del almidón puede digerirse en el intestino delgado de los pollos, pero su completa utilización puede estar obstaculizada por los PNA (pueden incrementar la viscosidad de la digesta a nivel intestinal, disminuyendo la digestibilidad); adicionalmente, la matriz insoluble de la pared celular es considerada como una barrera física que encapsula nutrientes (ej., almidón, proteínas), dificultando su digestibilidad. No obstante, los PNA pueden tener un impacto positivo en la salud de los pollos y este es un criterio relativamente novedoso, ya que los PNA solubles al ser fermentados por las bacterias del ciego pueden producir metabolitos bacterianos beneficiosos para la salud (ej., ácidos grasos de cadena corta, AGCC). Sin embargo, se requiere de estrategias alimentarias para hacerlos útiles al organismo, el empleo de enzimas específicos puede ser una de ellas.

Una revisión muy importante relacionada con el empleo y acción de enzimas desramificantes en los alimentos avícolas basados en maíz-soja fue publicada por Ward (2021), en la que se indica que los AX a menudo se referencian como

glucuronoarabinosilanos, debido a sus peculiaridades físico-químicas. Así mismo, menciona que una variedad de uniones a la cadena xilano ocasiona una población diversa de polisacáridos, de los que se reconocen tres grupos principales:

- hexosas (D-glucosa, D-galactosa, D-manosa);
- pentosas (L-arabinosa, D-xilosa);
- azúcares ácidos (acético, D-galacturónico, D-glucurónico, y 4-O-metilglucurónico).

Ward considera que, específicamente al AX, el xilano es un andamiaje lineal de unidades de D-xilosa con enlaces  $\beta$ -1,4 sobre las que se unen diversos sustituyentes, y que este es el principal xilano presente en maíz, trigo, cebada y otros cereales. Así mismo, refiere que en la producción avícola comercial, el AX presente en el trigo y otros granos viscosos causa excrementos pegajosos, cama húmeda y problemas de rendimiento animal y que, aparentemente, no es un problema con el maíz.

El mismo autor (Ward, op. cit.) considera que los enzimas desramificantes trabajan en colaboración con los enzimas de acción central (endo), como la endo- $\beta$ -1,4-xilanasas, para incrementar la accesibilidad enzimática y mejorar la eficiencia de las carbohidrasas.

Así, se tiene que, los enzimas polisacárido no almidonados (también referidos como PNA-ases) se emplean con la finalidad de degradar a los PNA contenidos en las paredes celulares de las plantas (pentosas, arabinosilanos y  $\beta$ -glucanos). Recientemente, la xilanasas (una PNA-asa) se ha relacionado con la mejor disponibilidad de energía y nutrientes, así como con el rendimiento del crecimiento mediante la digestión del xilano en los xilooligosacáridos (XOS) (Walker et al., 2024). Las endoxilanasas hidrolizan el enlace  $\beta$ -(1  $\rightarrow$  4) entre dos residuos Xil de la cadena principal de AX, despolimerizando AX y liberando (arabino) xilooligosacáridos ((A)XOS); estos son conocidos por sus propiedades prebióticas para humanos. La suplementación con (A)XOS ha propiciado el crecimiento de

bífidobacterias, así como la formación pronunciada de AGCC en los ciegos de los pollos. Por lo que se puede esperar una mejora en la fermentación en la parte posterior del intestino como resultado de la degradación, impulsada por la xilanasas, de AX hasta (A)XOS *in vivo* (Kouzounis et al., 2022). Así mismo, el butirato puede ser empleado por los enterocitos como fuente de energía y favorecer el desarrollo epitelial, esencial para el mantenimiento de las funciones normales de la barrera intestinal; consecuentemente, los AGCC tienen un rol muy importante sobre la función intestinal, el microbioma, inmunidad y rendimiento (Van Hoeck et al., 2021; Morgan et al., 2022; Walker et al., 2024; Aurellia et al., 2025).

### **2.2.2. Teoría de la Asignación de Recursos en Ganadería**

El sedentarismo en el ser humano respondió a la satisfacción de una necesidad, presumiblemente la conservación de un entorno que se consideró apropiado por diferentes aspectos. Sin embargo, se generó un problema que debía ser solucionado. Tal problema estaba relacionado con el abastecimiento de proteína de origen animal (carne); una de las razones por las que el humano migraba se relacionaba con las migraciones de los animales de los que se abastecía de carne (caballos, venados, etc.), al fijarse en un entorno (sedentario) debía determinar cómo solucionar el abastecimiento de carne.

La respuesta se dio por el lado de la domesticación de animales, de los que podría disponer “a la mano” para abastecerse de carne, pero el costo para los animales fue que perdieron, en gran parte, la capacidad para autoalimentarse y pasaron a depender del humano para que les proveyese de los recursos (alimentos, albergue, etc.) necesarios para poder vivir y reproducirse.

Los modernos animales domésticos son altamente productivos y eficientes en la utilización del alimento para transformarlo en alimentos para los humanos, pero son totalmente dependientes del humano; es el caso del pollo de carne que es, probablemente, la

especie que ha logrado los más altos índices de mejora para la producción de carne; no obstante, a costa de su capacidad de para vivir en ambientes no climatizados, con dietas de alta calidad nutricional, sin inmunizaciones para defenderse de enfermedades, etc. Todo esto ha dado sustento a la Teoría de la Asignación de Recursos en Ganadería y que permite considerar a los animales domésticos de interés zootécnico como “bioartefactos” (Cuevas, 2008; Rauw, 2009, 2012; Rauw y Gómez-Arraya, 2015). El empleo de suplementos enzimáticos a través del alimento busca, precisamente, proveer el recurso que el organismo del pollo requiere para degradar determinados componentes importantes y mejorar su bienestar y capacidad productiva.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Peso Observado y Relativo del Hígado

Los resultados de los pesos del hígado de pollos que recibieron un suplemento enzimático en el alimento se presentan en las tablas 3 y 4

**Tabla 3.**

***Estadísticas descriptivas del peso observado del hígado de pollos de carne que recibieron un suplemento enzimático (xilanasas y glucanasas) en el alimento***

Tratamientos	N	Media	EE <sub>media</sub>	D. E.	C. V.	Mínimo	Mediana	Máximo
Testigo positivo	4	66.75 <sup>a</sup>	3.50	6.99	10.48	60.00	66.00	75.00
Testigo negativo	4	69.00 <sup>a</sup>	4.60	9.20	13.34	58.00	70.00	78.00
Complejo enzimas	4	61.50 <sup>a</sup>	2.33	4.65	07.57	57.00	60.50	68.00

<sup>a</sup> Letras iguales sobre los promedios indican diferencias no significativas ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos-

**Tabla 4.**

***Estadísticas descriptivas del peso relativo del hígado de pollos de carne que recibieron un suplemento enzimático (xilanasas y glucanasas) en el alimento***

Tratamientos	N	Media	EE <sub>media</sub>	D. E.	C. V.	Mínimo	Mediana	Máximo
Testigo positivo	4	3.355 <sup>ab</sup>	0.040	0.080	2.39	3.24	3.385	3.41
Testigo negativo	4	3.543 <sup>a</sup>	0.117	0.234	6.60	3.22	3.585	3.78
Complejo enzimas	4	3.145 <sup>b</sup>	0.058	0.116	3.68	3.00	3.150	3.28

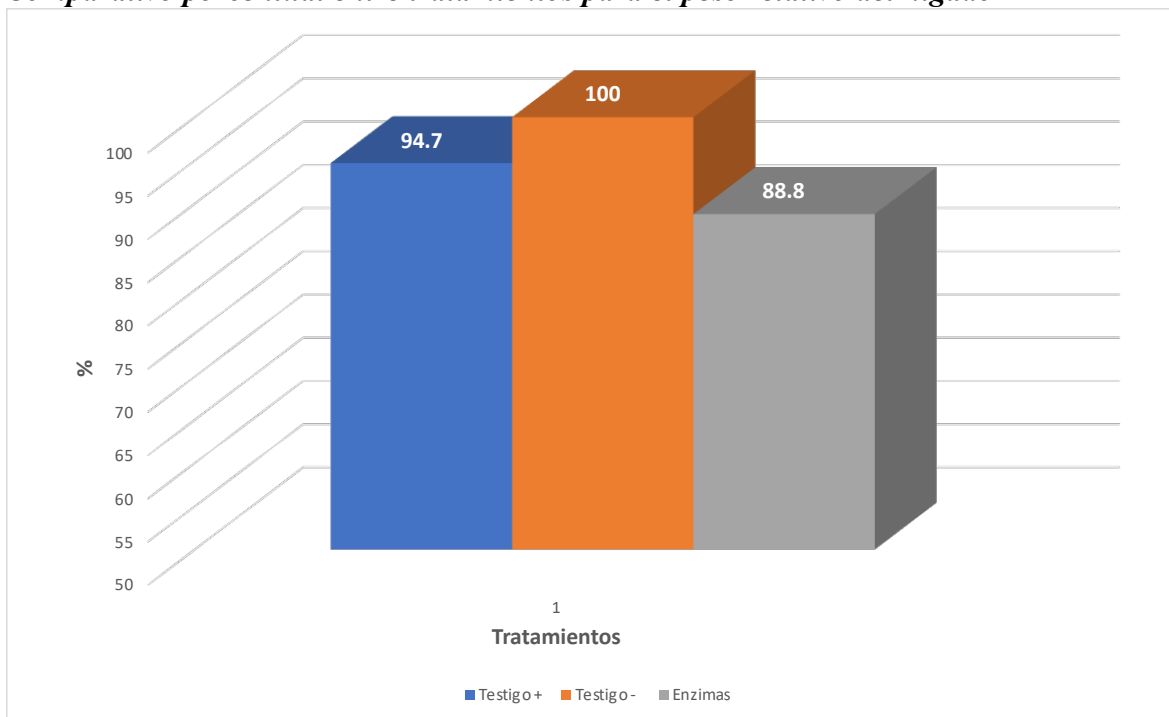
<sup>a, b</sup> Letras diferentes sobre los promedios indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos (Tukey)

En el Anexo 1 se evidencia que la información de los pesos observados estuvo normalmente distribuida, en el Anexo 2 se aprecia que las varianzas estuvieron uniformemente distribuidas; en tanto que en el Anexo 3 se determinó que las diferencias entre tratamientos no alcanzaron significación estadística ( $P = 0.361$ ).

Con los pesos relativos, en los que se aplicó la transformación arco seno (cifras porcentuales), se evidenció la normalidad (Anexo 4), la homocedasticidad (Anexo 5) y las diferencias significativas entre tratamientos (Anexo 6), con  $P = 0.018$ , que indicó que el peso relativo del hígado del tratamiento 3 (con suplemento alimentario de enzimas) presentó el hígado de menor tamaño.

En la Figura 1 se puede apreciar que hubo reducciones en el peso relativo del hígado de 5.3 y 11.2% en los tratamientos con APC y con enzimas, respectivamente, en relación con el tratamiento testigo negativo (ni APC, ni suplemento enzimático en el alimento); lo que indicó que tanto se presentan algunos factores, probablemente, negativos que hicieron “agrandar” este órgano. Se puede asumir que fue un proceso de defensa, en el que con mayor trabajo hepático se podría estar neutralizando un factor negativo o el agrandamiento sería consecuencia de un trabajo hepático más intenso para metabolizar nutrientes para sintetizar tejido corporal, por lo que se puede asumir, también que el hígado podría estar siendo ayudado por el APC o el complejo enzimático.

**Figura 1.**  
*Comparativo porcentual entre tratamientos para el peso relativo del hígado*



Existe considerable cantidad de información que indica que el APC ejerce acción positiva sobre los incrementos de peso (Dibner y Richards, 2005; Muaz et al., 2018; Sivagami et al., 2018; Ibrahim et al., 2019; Konstantinidis et al., 2020; Low et al., 2021; Ma et al.,

2021; El-Hack et al., 2022), que permite considerar coherente el comportamiento del tratamiento con APC en relación con el tratamiento testigo negativo; aunque aún en la nebulosa de la incertidumbre, se sabe que de alguna manera los antimicrobianos fármacos promueven los incrementos de peso y que esta promoción podría ser una consecuencia de una estimulación de la capacidad hepática de síntesis.

La abundante cantidad de trabajos de investigación en los que este tipo de enzimas ha promocionado el rendimiento en vivo permiten asumir que los buenos resultados se dieron por una acción más eficiente del hígado, el órgano encargado de regular la síntesis orgánica, y no necesariamente por hígados de mayor tamaño. Ausencia de efecto significativo sobre el peso del hígado se reportó por Roofchaei et al. (2019), Anwar et al. (2023), Ceylan et al. (2023), Viñado et al. (2024).

Sin embargo, hígados con significativamente mayor peso fueron reportados por Gökmen et al. (2024), Skrivan et al. (2024) y Zhang et al. (2025) al emplear diferentes complejos enzimáticos de xilanasas y glucanasas, que fueron tendencias contrarias a lo hallado en la presente investigación.

### 3.2. Peso Observado y Relativo del Páncreas

Los resultados de peso observado y relativo del páncreas de pollos de carne que recibieron un complejo enzimático (xilanasas y glucanasas) en el alimento se presentan en las tablas 5 y 6.

**Tabla 5.**  
*Estadísticas descriptivas del peso observado del páncreas de pollos de carne que recibieron un suplemento enzimático (xilanasas y glucanasas) en el alimento*

Tratamientos	N	Media	EE <sub>media</sub>	D. E.	C. V.	Mínimo	Mediana	Máximo
Testigo positivo	4	5.750 <sup>a</sup>	0.479	0.957	16.65	5.000	5.500	7.000
Testigo negativo	4	6.000 <sup>a</sup>	0.707	1.414	23.57	5.000	5.500	8.000
Complejo enzimas	4	5.750 <sup>a</sup>	0.250	0.500	08.70	5.000	6.000	6.000

<sup>a</sup> Letras iguales sobre los promedios indican diferencias no significativas (P>0.05) entre tratamientos.

**Tabla 6.**

***Estadísticas descriptivas del peso relativo del páncreas de pollos de carne que recibieron un suplemento enzimático (xilanasas y glucanasas) en el alimento***

Tratamientos	N	Media	EE <sub>media</sub>	D. E.	C. V.	Mínimo	Mediana	Máximo
Testigo positivo	4	0.302 <sup>a</sup>	0.016	0.031	10.39	0.275	0.296	0.341
Testigo negativo	4	0.307 <sup>a</sup>	0.026	0.051	16.73	0.275	0.284	0.383
Complejo enzimas	4	0.296 <sup>a</sup>	0.020	0.039	13.26	0.250	0.300	0.333

<sup>a</sup> Letras iguales sobre los promedios indican diferencias no significativas ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos.

Con relación al peso observado, el análisis estadístico indicó que la información estuvo distribuida con normalidad (Anexo 7), que se dieron condiciones de homocedasticidad (Anexo 8) y que las diferencias registradas entre los tratamientos no alcanzaron significación estadística (Anexo 9).

Con los pesos relativos, se pudo determinar que hubo normalidad (Anexo 10) en la distribución de los datos; así mismo homocedasticidad (Anexo 11), y que las diferencias entre los tratamientos no alcanzaron significación estadística (Anexo 12).

Aun cuando se dio una tendencia a mayor peso del páncreas con el testigo negativo, seguido del testigo positivo y el menor valor de la media con el complejo enzimático, no se pueden hacer mayores comentarios, toda vez que el valor de F en el análisis de la varianza de los pesos relativos fue pequeño ( $F=0.07$ ), con un valor muy alto de probabilidad de cometer error ( $P=0.927$ ).

Roofchaei et al. (2019), Gökmen et al. (2024) y Zhang et al. (2025), concordaron con los resultados del presente ensayo al no encontrar diferencias significativas entre tratamientos en los que se utilizaron suplementos enzimáticos de xilanasas y glucanasas. Es entendible que los investigadores, como en el presente caso, esperaran alguna variación en el peso del páncreas dada su vinculación con la producción de enzimas digestivos. Podría haberse asumido que al ingresar al sistema digestivo una oferta extra de enzimas digestivos, el

páncreas podría haberse tornado “ocioso” y de esa manera exhibiría menor peso, pero no sucedió así. El rol del páncreas en los procesos digestivos y metabólicos es trascendente por lo que se asumió que podría verse afectado de alguna manera al suplementar un complejo enzimático.

### 3.3. Peso Observado y Relativo de Intestinos

Los resultados relacionados con el peso de intestinos de pollos de carne que recibieron un suplemento enzimático en el alimento se presentan en las tablas 7 y 8.

**Tabla 7.**

***Estadísticas descriptivas del peso observado de intestinos de pollos de carne que recibieron un suplemento enzimático (xilanasa y glucanasa) en el alimento***

Tratamientos	N	Media	EE <sub>media</sub>	D. E.	C. V.	Mínimo	Mediana	Máximo
Testigo positivo	4	167.0 <sup>a</sup>	11.40	22.70	13.61	148.0	162.5	195.0
Testigo negativo	4	175.5 <sup>a</sup>	11.00	21.90	12.49	157.0	171.5	202.0
Complejo enzimas	4	140.3 <sup>a</sup>	13.30	26.60	18.96	125.0	128.0	180.0

<sup>a</sup> Letras iguales sobre los promedios indican diferencias no significativas ( $P>0.05$ ) entre tratamientos.

**Tabla 8.**

***Estadísticas descriptivas del peso relativo de intestinos de pollos de carne que recibieron un suplemento enzimático (xilanasa y glucanasa) en el alimento***

Tratamientos	N	Media	EE <sub>media</sub>	D. E.	C. V.	Mínimo	Mediana	Máximo
Testigo positivo	4	8.375 <sup>a</sup>	0.134	0.268	03.20	8.150	8.305	8.740
Testigo negativo	4	9.010 <sup>a</sup>	0.228	0.456	05.06	8.690	8.840	9.670
Complejo enzimas	4	7.133 <sup>b</sup>	0.424	0.848	11.89	6.250	6.995	8.290

<sup>a</sup> Letras diferentes sobre los promedios indican diferencias significativas ( $P>0.05$ ) entre tratamientos (Tukey).

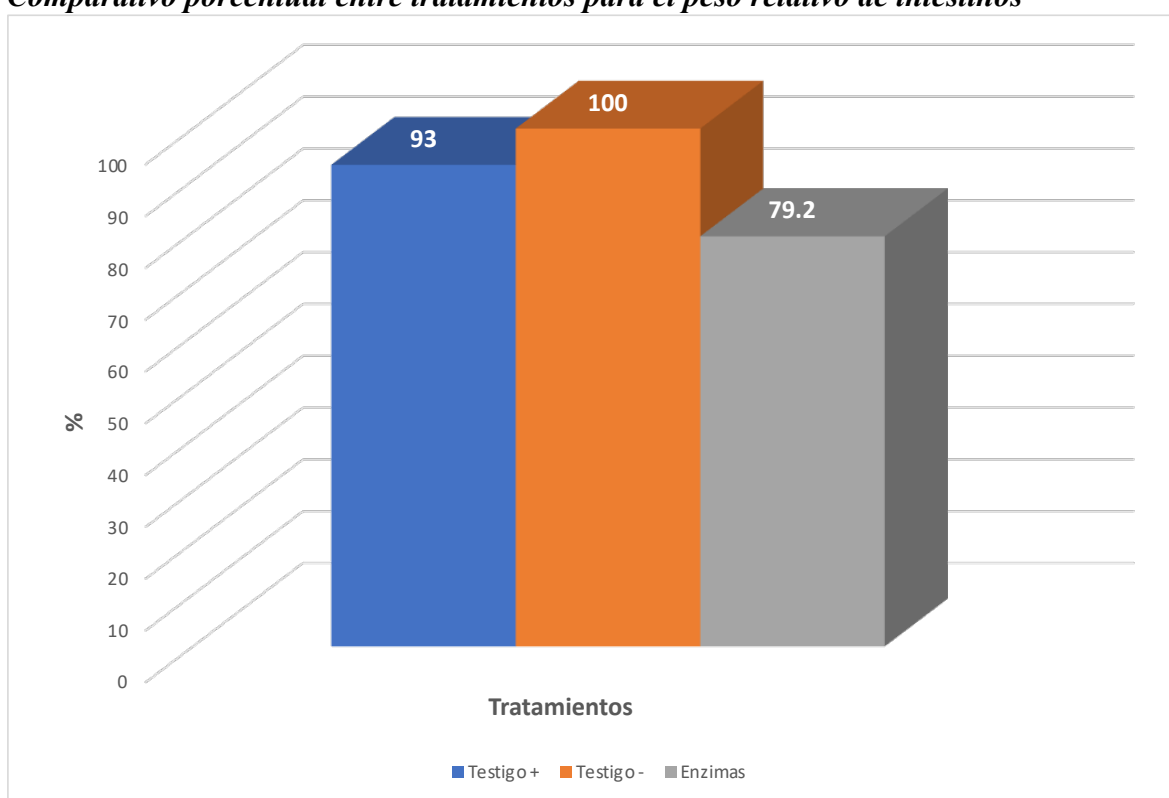
El análisis estadístico aplicado al peso observado de los intestinos, indicó que los datos se distribuyeron en forma normal (Anexo 13), que las varianzas fueron similares (Anexo 14) y que las diferencias entre tratamientos fueron estadísticamente iguales (Anexo 15).

Con los pesos relativos, información transformada con la aplicación raíz cuadrada seno del arco, se verificó la normalidad (Anexo 16) y la homocedasticidad (Anexo 17) antes de aplicar el análisis de la varianza (Anexo 18), el que indicó que las diferencias entre

tratamientos fueron significativas ( $P=0.004$ ). El complejo enzimático dio lugar al menor peso de los intestinos.

En la Figura 2 se presenta el comparativo porcentual entre tratamientos para el peso relativo de los intestinos, apreciándose que el tratamiento testigo positivo (APC) fue 7% más ligero que el testigo negativo; en tanto que el tratamiento 3 (complejo enzimático) fue 19.8% más ligero.

**Figura 2.**  
*Comparativo porcentual entre tratamientos para el peso relativo de intestinos*



Resultó evidente que los productos promotores del crecimiento (APC y enzimas) permitieron que los intestinos fueran más ligeros, sobre todo el suplemento enzimático. Este comportamiento implicó una utilización más eficiente del alimento, lo que debió permitir menor engrosamiento de las paredes intestinales. Lo que se evidenció con mejores valores de conversión alimenticia con los pollos del tratamiento 3. Las proporciones de maíz en el

engorde y acabado, períodos de mayor influencia sobre el peso de los órganos a los 42 días de edad, estuvieron en el orden de 67%, por lo que una mejor degradación de la fibra habría motivado a un intestino de menor peso, el que habría sido un intestino más sano si se tiene en cuenta la formación de prebióticos por efecto de los enzimas utilizados (Van Hoeck et al., 2021; Kouzounis et al., 2022; Morgan et al., 2022; Walker et al., 2024; Aurellia et al., 2025).

Parece lógico asumir que mayor eficiencia en la utilización del alimento esté vinculada con intestinos más ligeros, en los que las paredes no estén engrosadas como consecuencia del ataque de agentes que atentan contra su integridad.

### 3.4. Peso Observado y Relativo de Bursa de Fabricio

En las tablas 9 y 10 se presentan los resultados relacionados con el peso de la bursa de Fabricio de pollos de carne que recibieron un suplemento dietético enzimático.

**Tabla 9.**

*Estadísticas descriptivas del peso observado de bursa de Fabricio de pollos de carne que recibieron un suplemento enzimático (xilanasa y glucanasa) en el alimento*

Tratamientos	N	Media	EE <sub>media</sub>	D. E.	C. V.	Mínimo	Mediana	Máximo
Testigo positivo	4	5.750 <sup>a</sup>	0.750	1.500	26.09	4.000	6.000	7.000
Testigo negativo	4	5.750 <sup>a</sup>	0.250	0.500	08.70	5.000	6.000	6.000
Complejo enzimas	4	7.250 <sup>a</sup>	0.479	0.957	13.21	6.000	7.500	8.000

<sup>a</sup> Letras iguales sobre los promedios indican diferencias no significativas (P>0.05) entre tratamientos.

**Tabla 10.**

*Estadísticas descriptivas del peso relativo de bursa de Fabricio de pollos de carne que recibieron un suplemento enzimático (xilanasa y glucanasa) en el alimento*

Tratamientos	N	Media	EE <sub>media</sub>	D. E.	C. V.	Mínimo	Mediana	Máximo
Testigo positivo	4	0.286 <sup>b</sup>	0.023	0.047	16.40	0.220	0.299	0.324
Testigo negativo	4	0.298 <sup>ab</sup>	0.022	0.044	14.72	0.239	0.310	0.333
Complejo enzimas	4	0.370 <sup>a</sup>	0.017	0.034	09.21	0.323	0.379	0.400

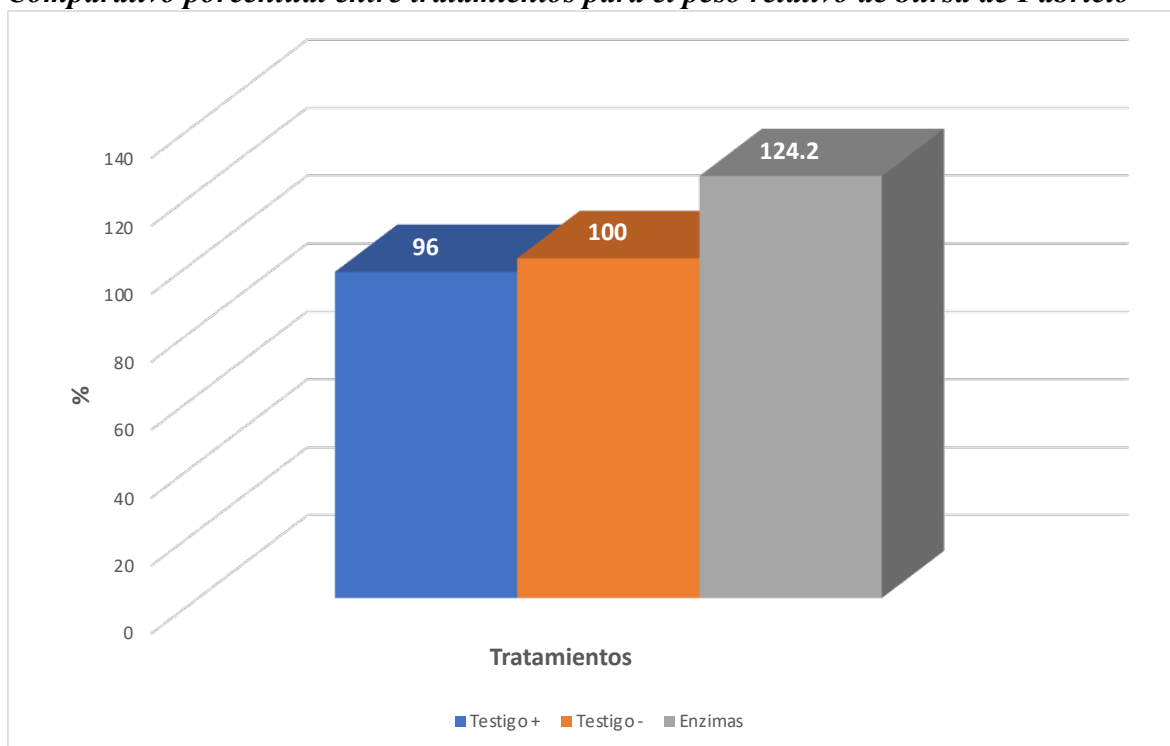
<sup>a</sup> Letras diferentes sobre los promedios indican diferencias significativas (P>0.05) entre tratamientos (Tukey).

Los resultados del análisis estadístico indicaron que hubo normalidad (Anexo 19) y homocedasticidad (Anexo 20) en la información; al aplicar el análisis de la varianza (Anexo 21) se pudo determinar que las diferencias entre los tratamientos no alcanzaron significación

estadística ( $P=0.126$ ); aun cuando se notó que la media del peso de la bursa del tratamiento 3 fue 26% más pesada que las de los tratamientos testigo (positivo y negativo).

Con la información de los pesos relativos (con transformación arco seno) se corroboró la normalidad y la homocedasticidad (Anexos 22 y 23, respectivamente); el análisis de la varianza (Anexo 24) mostró que las diferencias entre tratamientos fueron significativas ( $P=0.05$ ). La bursa del tratamiento 3 (suplemento enzimático) fue más pesada que la de los tratamientos testigo negativo y positivo. Haciendo al testigo negativo como el referente se determinó que la del testigo positivo fue 4% más ligera y la del tratamiento con el suplemento enzimático fue 24.2% más pesada. En la Figura 3 se muestra el comparativo porcentual.

**Figura 3.**  
*Comparativo porcentual entre tratamientos para el peso relativo de bursa de Fabricio*



Diferentes investigadores (Van Hoeck et al., 2021; Kouzounis et al., 2022; Morgan et al., 2022; Walker et al., 2024; Aurellia et al., 2025) han indicado que la suplementación de xilanasas y glucanasas al actuar sobre los arabinosilanos contenidos en el alimento da lugar

a la formación de prebióticos que tienen la particularidad de promover las cantidades de microorganismos benéficos (bifidobacterias) y proteger las paredes del interior del intestino, acciones típicas de promoción de la salud, acciones que permiten inferir que el mayor desarrollo de la bursa de Fabricio fue una respuesta beneficiosa para el sistema inmunitario por acción del suplemento enzimático. Efecto de promoción sobre el peso de otros órganos inmunes ha sido reportado por Roofchaei et al. (2019) quienes encontraron que el bazo tuvo más peso relativo al suplementar la dieta de los pollos con una combinación de xilanasas con glucanasa más una fitasa; en tanto que Van Haeck et al. (2021) determinaron efecto de promoción del peso relativo del timo al suplementar xilanasas, pero no encontraron efecto sobre la bolsa de Fabricio. Dado que en la presente investigación las condiciones de crianza no indicaron problemas de tipo sanitario que se reflejaran en una bursa de mayor tamaño (inflamación por respuesta al desafío de la salud) se puede inferir que la bursa más pesada en el tratamiento que recibió la suplementación enzimática correspondió a un sistema inmune más robusto.

## IV. CONCLUSIONES

1. No se rechazó la hipótesis científica propuesta, toda vez que el complejo enzimático propició cambios en peso de los órganos.
2. El complejo enzimático propició una reducción de 11% en el peso relativo del hígado, indicando un trabajo más eficiente en procesos hepáticos de síntesis por ayuda del suplemento.
3. No hubo diferencias significativas en el peso relativo del páncreas entre los tres tratamientos.
4. Los intestinos fueron más ligeros en 19.8% por efecto del complejo enzimático en comparación con el testigo negativo; en el tratamiento testigo positivo, el APC también redujo el peso de los intestinos pero en forma no significativa.
5. El complejo enzimático promocionó mayor peso relativo de la bursa de Fabricio en 24.2% con respecto al tratamiento testigo negativo, indicando un estado inmunológico más robusto.

## **V. RECOMENDACIONES**

- 1.** Emplear el complejo enzimático por cuanto promovió la mejora en indicadores del sistema inmunológico de los pollos.
- 2.** Evaluar otros niveles del complejo enzimático con la finalidad de determinar la proporción óptima para mejorar los indicadores del rendimiento del crecimiento.
- 3.** Investigar el comportamiento de la microbiota intestinal por efecto de la suplementación con xilanasa y glucanasa.
- 4.** Analizar el estado de la histometría del epitelio intestinal en pollos que reciben suplemento enzimático.

## BIBLIOGRAFÍA

- Anwar, V., Riaz, M., Farooq Khalid, M., Mustafa, R., Farooq, U., Ashraf, M., Munir, H., Auon, M., Hussain, M., Hussain, M., Ayaz Christi, M. F., Bilal, M. Q., Rehman, A., and Rahman, M. A. (2023). Impact of exogenous xylanase and phytase, individually or in combination, on performance, digesta viscosity and carcass characteristics in broiler birds fed wheat-based diets. *Animals*, 13, 278. <https://doi.org/10.3390/ani13020278>
- Aurellia, S., Fadholly, A., and Arif, R. (2025). Effectivity and safety of endo-1,4 betaglucanase (cellulase), and  $\alpha$ -amylase as a growth promoter in broiler chickens. *Acta Veterinaria Indonesiana*, 13 (1): 37-43. <http://www.journal.ipb.ac.id/indeks.php/actavetindones>
- Bavaresco, C., Krabbe, E., Gopinger, E., Sandi, A. J., Martínez, F. N., Wersik, B., and Roll, V. F. B. (2020). Hybrid phytase and carbohydrases in corn and soybean meal-based diets for broiler chickens: Performance and production costs. *Brazilian Journal of Poultry Science*, eRBCA-2019-1178. <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9061-2019-1178>
- Bunge, M. (1972). *La Investigación Científica, su Estrategia y su Filosofía*. 2da edición. Ediciones Ariel. Barcelona, España.
- Ceylan, N., Koca, S., and Adabi, S. G. (2024). Effect of two different dietary endo-1,4- $\beta$ -xylanases on growth performance, intestinal histomorphology, caecal microbial population and short-chain fatty acid composition of broiler chickens. *Italian Journal of Animal Science*, 23(1): 15-25. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2023.2285464>
- Cuevas, A. (2008). Los bioartefactos: Viejas realidades que plantean nuevos problemas en la adscripción funcional. Universidad de Salamanca. *Argumentos de Razón Técnica*, 11: 71-96.
- Diana, T. F., Albino, L. F., Rostagno, H. S., Almeida, B. F., Júnior, M. L. X., Aleixa, P. e., Borges, S. O., and Calderano, A. A. (2020). Xylanase and  $\beta$ -glucanase in maize- and soybean meal-based diets for broilers. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, v. 41, n. 6, suplemento 2, p. 3259-3274. DOI: 10.5433/1679-0359.2020v41n6Supl2p3259
- Dibner, J.J. and Richards, J.D. (2005) Antibiotic Growth Promoters in Agriculture: History and Mode of Action. *Poultry Science*, 84, 634-643. <http://dx.doi.org/10.1093/ps/84.4.634>
- Eid, O. A. M., Tag El-Din, T. H., El-Kholy, K. H., Elsaid, E. A., and Awad, A. L. (2025). Impact of supplementing xylanase and glucanase enzymes to broilers diet contained rice bran on growth performance, nutrients digestion and economic evaluation during fattening period. *Journal of Applied Veterinary Sciences*, 10(2): 3-12. <https://dx.doi.org/10.21608/javs.2025.345019.1490>
- El-Hack, M. E. A., El-Saadony, M. T., Salem, H. M., El-Tahan, A. M., Soliman, M. M., Youssef, G. B. A., Taha, A. E., Soliman, S. M., Ahmed, A. E., El-Kott, A. F., Al Syaad, K. M., and Swelum, A. A. (2022). Alternatives to antibiotics for organic poultry production: Types, modes of action and impacts on bird's health and production. *Poultry Science*, 101:101696. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.101696>
- Gilani, S., Gracia, M. I., Barnard, L., Dersjant-Li, Y., Millán, C., and Gibbs, K. (2021). Effects of xylanase and beta-glucanase enzyme combination on growth performance

- of broilers fed maize-soybean meal-based diets. *Journal of Applied Animal Nutrition*, 9(2): 77-83. Doi: 10.3920/JAAN2021.0004
- Gökmen, S. A., Cufadar, Y., Gül, E. T., Olgun, O., and Sevim, B. (2024). Effect of using enzyme-added wheat instead of corn in the diet on the performance and slaughtering characteristics of broilers. *7<sup>th</sup> International Anatolian Agriculture, Food, Environment and Biology Congress*. TARGID.2024
- González-Ortiz, G., Lee, S. A., Vienola, K., Raatikainen, K., Jurgens, G., Apajalathi, J., and Bedford, M. R. (2022). Interaction between xylanase and a proton pump inhibitor on broiler chicken performance and gut function. *Animal Nutrition*, 8: 277-288. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2021.06.005>
- Gorenz, B., Iseri, V., Rubach, J., and Digler, R. N. (2022). Xylanase supplementation of pelleted wheat-based diets increases growth efficiency and apparent metabolizable energy and decreases viscosity of intestinal content in broilers. *Poultry Science*, 101: 102220. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.102220>
- Gouran, B., Khorshidi, K. J., and Gharahveysi, S. (2025). Adding multiple enzymes to diets containing wheat distillers dried grains with solubles improves broiler performance by reducing viscosity. *Tropical Animal Science Journal*, 48(3): 267-278. <https://doi.org/10.5398/tasj.2025.48.3.267>
- Govil, K., Gautam, A., Rana, J., Das, B. C., Oad, A., Niranjana, A. K., and Patel, S. K. (2024). Dietary manipulation through carbohydrase enzyme supplementation for broiler production in India. *Indian Journal of Animal Health*, 63(2): 207-215. <https://doi.org/10.36062/ijah.2024.08423>
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. 5ta edición. McGraw-Hill/ Interamericana Editores S.A. de C.V. Impreso en Chile. ISBN: 978-607-15-0291-9
- Hu, H., Dai, S., Wen, A., and Bai, X. (2019). Efficient expression of xylanase by codon optimization and its effects on the growth performance and carcass characteristics of broiler. *Animals*, 9, 65; doi:10.3390/ani9020065
- Ibrahim, M., Ahmad, F., Yaqub, B., Ramzan, A., Imran, A., Afzaal, M., Mirza, S. A., Mazhar, I., Younus, M., Akram, Q., Taseer, M. S. A., Ahmad, A., and Ahmed, S. (2019). Current trends of antimicrobials used in food animals and aquaculture. In: *Antibiotics and Antimicrobial Resistance Genes in the Environment*. Elsevier, pp.39-69. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818882-8.00004-8>
- Jin, D., Tugiyanti, E., Rimbawanto, E. A., Rosidi, R., Widiyastuti, T., Susanto, A., and Ismoyowati, I. (2024). Effects of high-level dietary distillers dried grains with solubles supplemented with multienzymes on growth performance, nutrient utilization, intestinal morphology, and pellet quality in broiler chickens. *Veterinary World*, 17(8): 1943-1954. [www.doi.org/10.14202/vetworld.2024.1943-1954](http://www.doi.org/10.14202/vetworld.2024.1943-1954)
- Kim, D. Y., Kim, K. H., Lee, E. C., Oh, J. K., Park, M. A., and Kil, D. Y. (2025). Effect of dietary supplementation of xylanase alone or combination of xylanase and  $\beta$ -glucanase on growth performance, meat quality, intestinal measurements, and nutrient utilization in broiler chickens. *Animal Bioscience*, 38(2): 325-335. <https://doi.org/10.5713/ab.24.0430>
- Konstantinidis, T., Tsigalou, C., Karvelas, A., Stavropoulou, E., Voidaru, C., and Beziatzoglou, E. (2020). Effects of antibiotics upon the gut microbiome: A review of the literature. *Biomedicines*, 8(11): 502. Doi: [10.3390/biomedicines8110502](https://doi.org/10.3390/biomedicines8110502)

- Kouzounis, D., Hageman, J. A., Soares, N., Michiels, J., and Schols, H. A. (2021). Impact of xylanase and glucanase on oligosaccharide formation carbohydrate fermentation patterns, and nutrient utilization in the gastrointestinal tract of broilers. *Animals*, 11, 1285. <https://doi.org/10.3390/ani11051285>
- Kouzounis, D., Jonathan, M. C., Soares, N., Kabel, M. A., and Schols, H. A. (2022). *In vivo* formation of arabinoxylo-oligosaccharides by dietary endo-xylanase alters arabinoxylan utilization in broilers. *Carbohydrate Polymers*, 291, 119527. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2022.119527>
- Kouzounis, D., Nguyen, K. A., Klostermann, C. E., Soares, N., Kabel, M. A., and Schols, H. A. (2024). The action of endo-xylanase and endo-glucanase on cereal cell wall polysaccharides and its implications for starch digestion kinetics in an *in vitro* poultry model. *Carbohydrate Polymers*, 331, 121861. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2024.121861>
- Lee, J. H., Kim, D. Y., Kim, H. W., Park, D., Park, M. A., and Kil, D. Y. (2024). PSII-19 Effect of dietary supplementation of xylanase alone or combination of xylanase and  $\beta$ -glucanase on growth performance and intestinal measurements in broiler chickens. *Journal of Animal Science*, 102, Supp.-3, 708-709. <https://doi.org/10.1093/jas/skae234.796>
- Leyva-Jimenez, H., Burden, Y., Soto, C., McCormick, K., Woodward, A., and Dirks, B. (2024). Effect of supplementing a multi-carbohydrase enzyme complex to corn-soy-based diets on growth performance, intestinal digesta viscosity, and carcass traits of broiler chickens. *Journal of Applied Poultry Research*, 33: 100387. <https://doi.org/10.1016/j.japr.2023.100387>
- Low, C. X., Tan, L. T.-H., Ab Mutalib, N.-S., Pusparajah, P., Goh, B.-H., Chan, K.-G., Letchumanan, V., Lee, L.-H. (2021). Unveiling the Impact of Antibiotics and Alternative Methods for Animal Husbandry: A Review. *Antibiotics*, 10, 578. <https://doi.org/10.3390/antibiotics10050578>
- Ma, F., Xu, S., Tang, Z., Li, Z., and Zhang, L. (2021). Use of antimicrobial in food animals and impact of transmission of antimicrobial resistance in humans. *Biosafety and Health*, 3: 32-38. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bsheal.2020.09.004>
- Maletta, H. (2015). *Hacer Ciencia. Teoría y práctica de la producción científica*. Universidad del Pacífico: Lima, Perú. 700 PP. ISBN: 978-9972-57-339-2
- Marchal, L., Bello, A., Archer, G., Sobotik, E. B., and Dersjant-Li, Y. (2024). Total replacement of soybean meal with alternative plant-based ingredients and a combination of feed additives in broiler diets from 1 day of age during the whole growing period. *Poultry Science*, 103: 103854. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.103854>
- Mohajeri Nav, M. R., Jafari, M., and Naderi, Y. (2022). Effect of a multi-carbohydrase on growth performance, metabolizable energy, nutrients digestibility and intestinal morphology of broiler chickens. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 12(2): 353-361. [https://openurl.ebsco.com/EPDB%3Aagcd%3A16%3A30685904/detailv2?sid=ebsco%3Aplink%3Ascholar&id=ebsco%3Aagcd%3A157981621&crl=c&link\\_origin=scholar.google.com](https://openurl.ebsco.com/EPDB%3Aagcd%3A16%3A30685904/detailv2?sid=ebsco%3Aplink%3Ascholar&id=ebsco%3Aagcd%3A157981621&crl=c&link_origin=scholar.google.com)
- Morgan, N. K., Gomes, G. A., and Kim, J. C. (2021). Comparing the efficacy of stimbiotic and a combination of xylanase and beta-glucanase, in broilers fed wheat-barley based

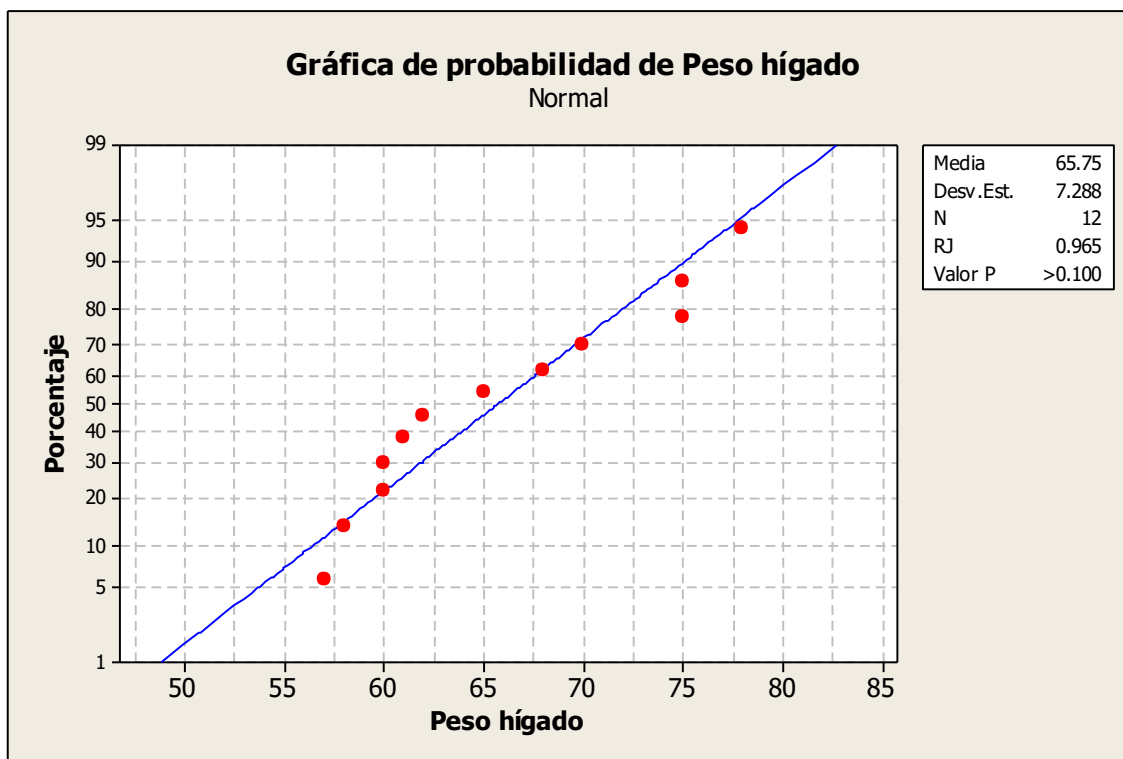
- diets with higher or low AME. *Poultry Science*, 100: 101383. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101383>
- Morgan, N., Bhuiyan, M. M., and Hopcroft, R. (2022). Non-starch polysaccharide degradation in the gastrointestinal tract of broiler chickens fed commercial-type diets supplemented with either or single dose of xylanase, a double dose of xylanase, or a cocktail of non-starch polysaccharide-degrading enzymes. *Poultry Science*, 101: 101846. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.101846>
- Muaz, K., Riaz, M., Akhtar, S., Park, S., and Ismail, A. (2018). Antibiotic residues in chicken meat: Global prevalence, threats, and decontamination strategies: A Review. *Journal of Food Protection*, 81(4): 619-627. Doi: 10.4315/0362-028X.JFP-17-086
- Narmuratova, Z., Suleimenova, Z., Blieva, R., Akhmetsadykov, N., and Zagritsenko, I. (2025). Utilization of  $\alpha$ -amylase and  $\beta$ -glucanase enzymes to improve the productivity of poultry farms. *Scientific Horizons*, 28(2): 23-32. Doi: 10.48077/scihor2.2025.23
- Ostle, B. (1979). *Estadística Aplicada. Técnicas de la Estadística Moderna, Cuándo y Dónde Aplicarlas*. Limusa. México: D.F. 629 pp. ISBN: 968-18-0734-0
- Rabello, C. B. V., Costa, M. J., Nogueira, W. C. L., Barbosa, J. G., Rios-Alva, J. C., Wyatt, C. L., York, T. W., Serrano, M. P., and Oviedo-Rondón, E. O. (2021). Effects of graded levels of exogenous xylanase in corn-soy diets with two amino acid density and fat levels post pellet in broiler chickens: Live performance, energy utilization, digestibility, and carcass characteristics. *Poultry Science*, 100: 820-834. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.10.046>
- Rauw, W. M. (2009). Introduction. In: *Resource Allocation Theory Applied to Farm Animal Production*. (Rauw, W. M., ed.) CAB International: London.
- Rauw, W. M. (2012). Immune response from a resource allocation perspective. *Front. Gene.* 3: 267. Review Article. Doi: 10.3389/fgene.2012.00267
- Rauw, W. M. and Gómez-Raya, L. (2015). Genotype by environment interaction and breeding for robustness in livestock. *Front. Genet.*, 6:310. Doi: 10.3389/fgene.2015.00310
- Roofchaei, A., Rezacipour, V., Vatandour, S., and Zaefarian, F. (2019). Influence of dietary carbohydrases, individually or in combination with phytase or an acidifier, on performance, gut morphology and microbial population in broiler chickens fed a wheat-based diet. *Animal Nutrition*, 5: 63-67. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2017.12.001>
- Scheffler, E. (1981). *Bioestadística*. Fondo Educativo Interamericano. EE. UU. de N. A.
- Sidiq, F., Ghane, A. E., Ridla, M., and Hermana, W. (2022). Supplementation of phytase and its combination with xylanase, amylase and protease (XAP) on performance and bone mineralization of broiler chicken. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 1020, 012017. Doi: 10.1088/1755-1315/1020/1/012017
- Sivagami, K., Vignesh, V. J., Divyapriya, R. S. G., Nambi, I. M. (2018). Antibiotic usage, residues and resistance genes from food animals and environment: An Indian scenario. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, <https://doi.org/10.1016/j.jece.2018.02.029>
- Skrivan, M., Englmaierová, M., Marounek, M., Taubner, T., Lanzoni, D., Bejkova, K., Giromini, C., and Baldi, A. (2024). Dietary supplementation with xylanase suppresses the antinutritional effect of non-starch polysaccharides of flaxseed and increases bone

- strength in broiler chickens. *PLoS ONE*, 19(11): e0312950. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0312950>
- Sta. Cruz, B. G., Hong, J. S., Yu, M., Oketch, E. O., Yun, H., Jayasena, D. D., and Heo, J.-M. (2024). Xylanase supplementation in energy-deficient corn-based diets: impact on broiler growth, nutrient digestibility, chyme viscosity and carcass proximates. *Animal Bioscience*, 37(7): 1246-1254. <https://doi.org/10.5713/ab.23.0340>
- Tello C., S. C. (2022). Histomorfometría del epitelio interno del intestino delgado y conteo de *Escherichia coli* en el ciego de pollos de carne de 42 días de edad que reciben orégano en la dieta. *Tesis para optar el título profesional de Ingeniera Zootecnista*. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12893/11343>
- Van Hoeck, V., Wu, D., Somers, I., Wealleans, A., Vasanthakumari, B. L., Gonzalez Sanchez, A. L., and Morisset, D. (2021). Xylanase impact beyond performance: a prebiotic approach in broiler chickens. *Journal of Applied Poultry Research*, 30: 100193. <https://doi.org/10.1016/j.japr.2021.100193>
- Vasanthakumari, B. L., Gedye, K. R., Abdollahi, M. R., Di Benedetto, M., Gonzalez, D., Wealleans, A., and Ravindran, V. (2023). A new mono component xylanase improves performance, ileal digestibility of energy and nutrients, intestinal morphology, and intestinal microbiota in young broilers. *Journal of Applied Poultry Research*, 32: 100301. <https://doi.org/10.1016/j.japr.2022.100301>
- Viñado, A., Srinongkote, S., Mascarell, J., Morales, R., Estévez, J., and Carné, S. (2024). Dietary  $\alpha$ -galactosidase and xylanase to improve the nutritional value of corn-soybean-rapeseed meal diets in broiler chickens. *Journal of Applied Animal Research*, 52:1, 2345732. <https://doi.org/10.1080/09712119.2024.2345732>
- Walker, H., Vartiainen, S., Apajalathi, J., Taylor-Pickard, J., Nikodinoska, I., and Moran, C. A. (2024). The effect of including a mixed-enzyme product in broiler diets on performance, metabolizable energy, phosphorus and calcium retention. *Animals*, 14, 328. <https://doi.org/10.3390/ani14020328>
- Ward, N. e. (2021). Debranching enzymes in corn/soybean meal-based poultry feeds: a review. *Poultry Science*, 100: 765-775. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.10.074>
- Zhang, L., Liu, Y., Xie, C., Huang, X., Deng, P., Li, C., Wan, W., Dai, Q., Hu, Y., Ma, y., Zhang, X., and Jiang, G. (2025). Effects of enzymes originating from *Trichoderma reesei* on the performance, organ index, serum biochemical indices, and intestinal health homeostasis of broiler chicken. *Frontiers in Veterinary Science*, 12: 1550463. Doi: 10.3389/fvets.2025.1550463

## ANEXOS

### Anexo 1.

#### *Prueba de normalidad con el peso observado del hígado*



### Anexo 2.

#### *Prueba de igualdad de varianzas con el peso observado del hígado*

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándares

Tratamiento	N	Inferior	Desv.Est.	Superior
1	4	3.53570	6.99405	38.0391
2	4	4.65161	9.20145	50.0447
3	4	2.35312	4.65475	25.3162

Prueba de Bartlett (distribución normal)

Estadística de prueba = 1.14, valor p = 0.567

Prueba de Levene (cualquier distribución continua)

Estadística de prueba = 2.24, valor p = 0.163

### Anexo 3.

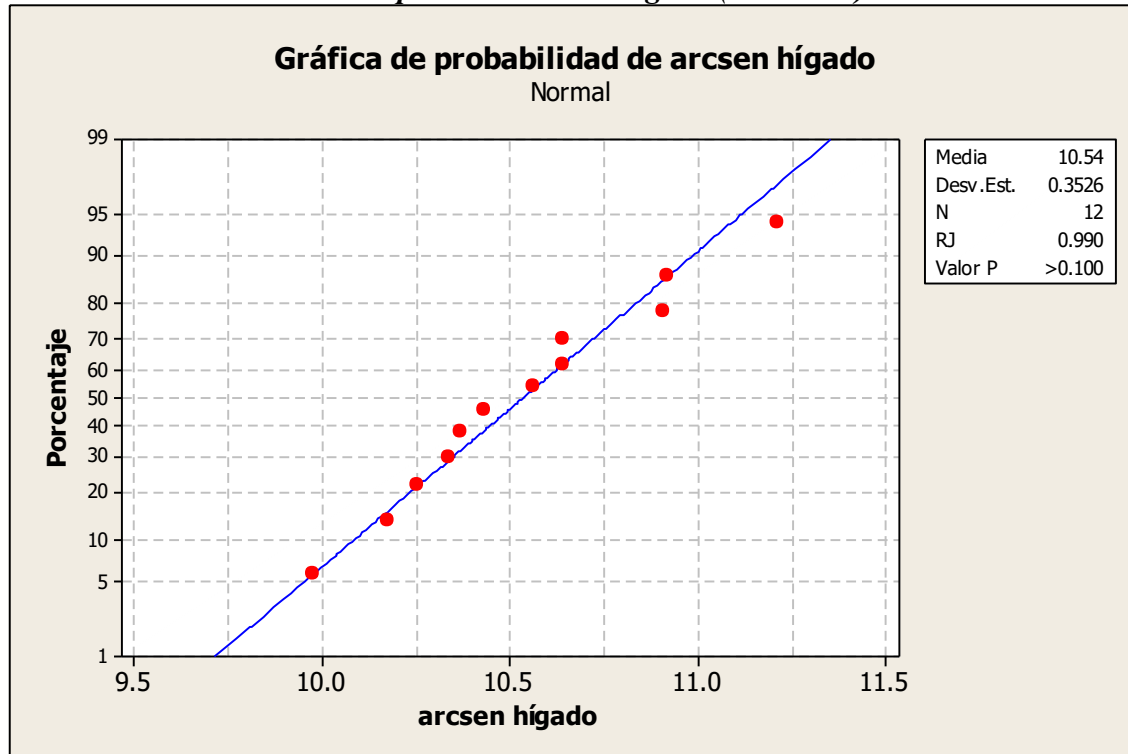
#### *Análisis de la varianza con el peso observado del hígado*

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	2	118.5	59.3	1.14	0.361
Error	9	465.8	51.8		
Total	11	584.3			

S = 7.194 R-cuad. = 20.28% R-cuad.(ajustado) = 2.57%

### Anexo 4.

#### *Prueba de normalidad con el peso relativo del hígado (arco seno)*



### Anexo 5.

#### *Prueba de igualdad de varianzas con el peso relativo del hígado (arco seno)*

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándares

Tratamiento	N	Inferior	Desv.Est.	Superior
1	4	0.064788	0.128159	0.69703
2	4	0.184901	0.365757	1.98928
3	4	0.096506	0.190900	1.03827

Prueba de Bartlett (distribución normal)

Estadística de prueba = 2.88, valor p = 0.237

Prueba de Levene (cualquier distribución continua)

Estadística de prueba = 0.58, valor p = 0.578

### Anexo 6.

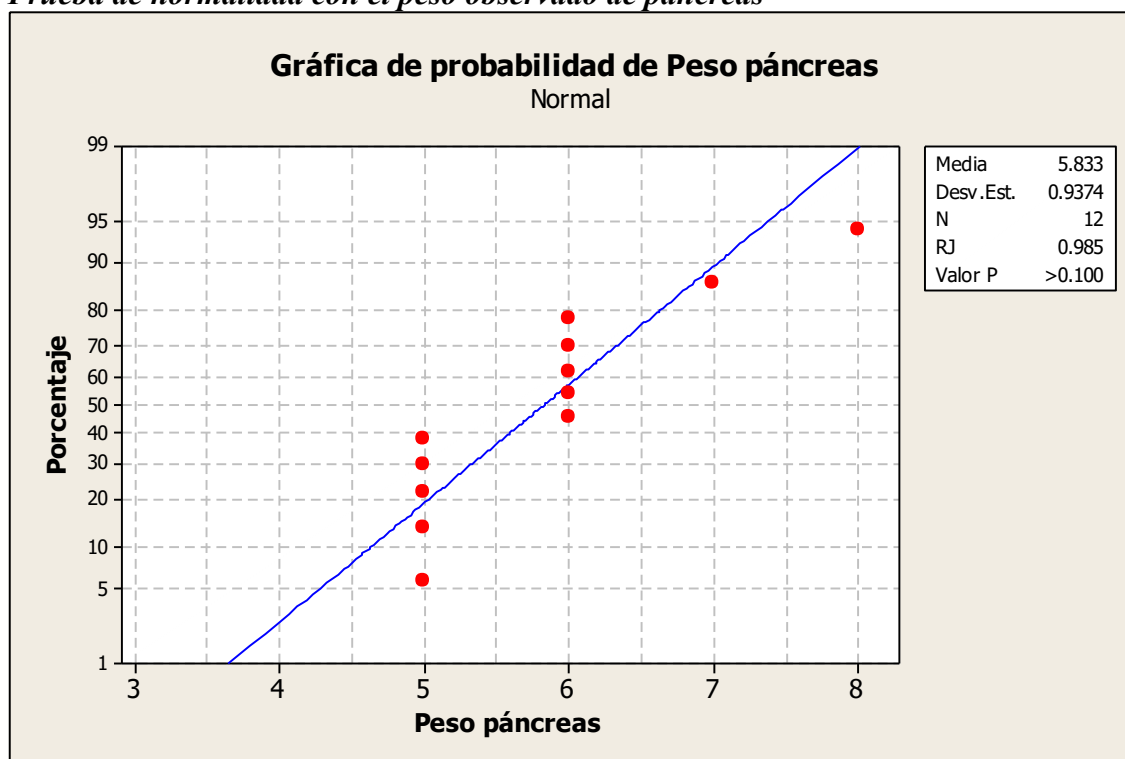
#### *Análisis de varianza con el peso relativo del hígado (arco seno)*

Fuente	GL	SC	MC	F	P	Significación
Tratamiento	2	0.8076	0.4038	6.49	0.018	*
Error	9	0.5599	0.0622			
Total	11	1.3675				

S = 0.2494 R-cuad. = 59.06% R-cuad.(ajustado) = 49.96%

### Anexo 7.

#### *Prueba de normalidad con el peso observado de páncreas*



### Anexo 8.

#### *Prueba de igualdad de varianzas con el peso observado del páncreas*

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándares

Tratamiento	N	Inferior	Desv. Est.	Superior
1	4	0.484009	0.95743	5.20724
2	4	0.714928	1.41421	7.69161
3	4	0.252765	0.50000	2.71939

Prueba de Bartlett (distribución normal)

Estadística de prueba = 2.46, valor p = 0.292

Prueba de Levene (cualquier distribución continua)

Estadística de prueba = 1.17, valor p = 0.354

**Anexo 9.**

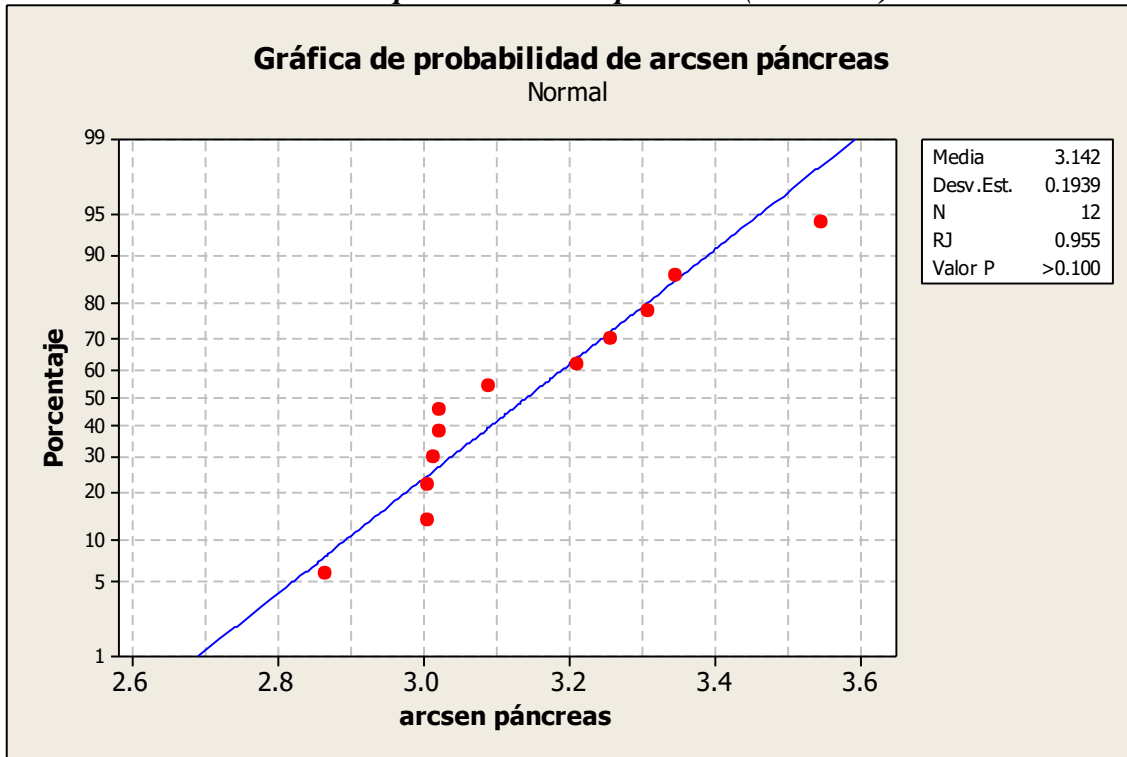
**Análisis de varianza con el peso observado del páncreas**

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	2	0.17	0.08	0.08	0.925
Error	9	9.50	1.06		
Total	11	9.67			

S = 1.027 R-cuad. = 1.72% R-cuad.(ajustado) = 0.00%

**Anexo 10.**

**Prueba de normalidad con el peso relativo del páncreas (arco seno)**



**Anexo 11.**

**Prueba de igualdad de varianzas con el peso relativo del páncreas (arco seno)**

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándares

Tratamiento	N	Inferior	Desv.Est.	Superior
1	4	0.082308	0.162815	0.88552
2	4	0.129741	0.256643	1.39583
3	4	0.105359	0.208413	1.13352

Prueba de Bartlett (distribución normal)

Estadística de prueba = 0.53, valor p = 0.768

Prueba de Levene (cualquier distribución continua)

Estadística de prueba = 0.08, valor p = 0.927

### Anexo 12.

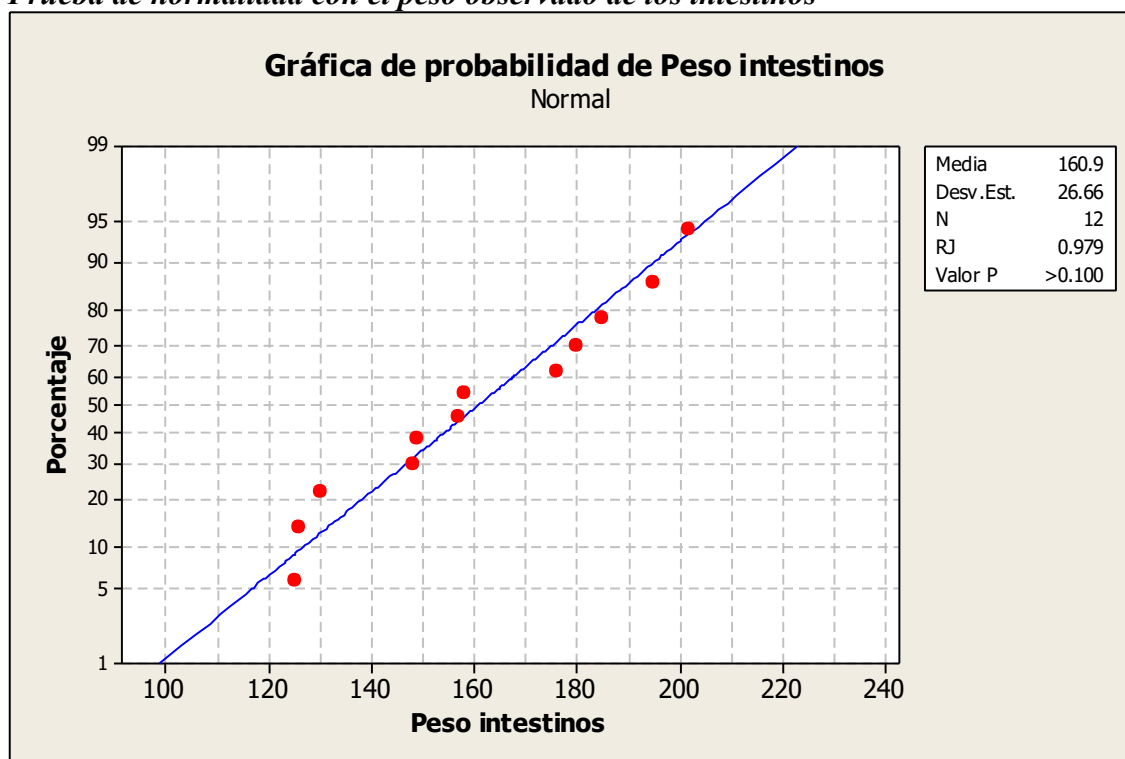
#### *Análisis de varianza con el peso relativo del páncreas (arco seno)*

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	2	0.0061	0.0031	0.07	0.935
Error	9	0.4074	0.0453		
Total	11	0.4136			

S = 0.2128 R-cuad. = 1.48% R-cuad.(ajustado) = 0.00%

### Anexo 13.

#### *Prueba de normalidad con el peso observado de los intestinos*



### Anexo 14.

#### *Prueba de igualdad de varianzas con el peso observado de los intestinos*

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándares

Tratamiento	N	Inferior	Desv.Est.	Superior
1	4	11.4909	22.7303	123.625
2	4	11.0795	21.9165	119.199
3	4	13.4410	26.5879	144.606

Prueba de Bartlett (distribución normal)

Estadística de prueba = 0.11, valor p = 0.945

Prueba de Levene (cualquier distribución continua)

Estadística de prueba = 0.06, valor p = 0.938

**Anexo 15.**

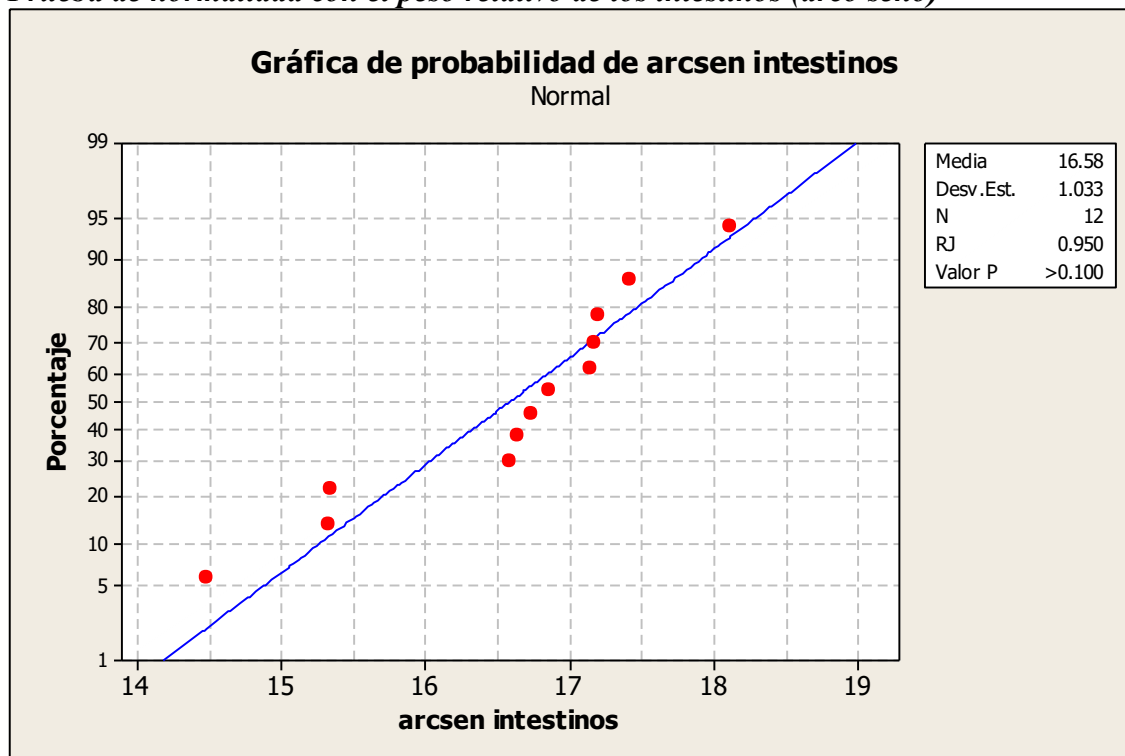
**Análisis de varianza con el peso observado de los intestinos**

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	2	2707	1354	2.38	0.148
Error	9	5112	568		
Total	11	7819			

S = 23.83 R-cuad. = 34.62% R-cuad.(ajustado) = 20.10%

**Anexo 16.**

**Prueba de normalidad con el peso relativo de los intestinos (arco seno)**



**Anexo 17.**

**Prueba de igualdad de varianzas con el peso relativo de los intestinos (arco seno)**

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándares

Tratamiento	N	Inferior	Desv.Est.	Superior
1	4	0.139645	0.276236	1.50239
2	4	0.228788	0.452571	2.46144
3	4	0.472242	0.934151	5.08065

Prueba de Bartlett (distribución normal)

Estadística de prueba = 3.73, valor p = 0.155

Prueba de Levene (cualquier distribución continua)

Estadística de prueba = 0.68, valor p = 0.531

### Anexo 18.

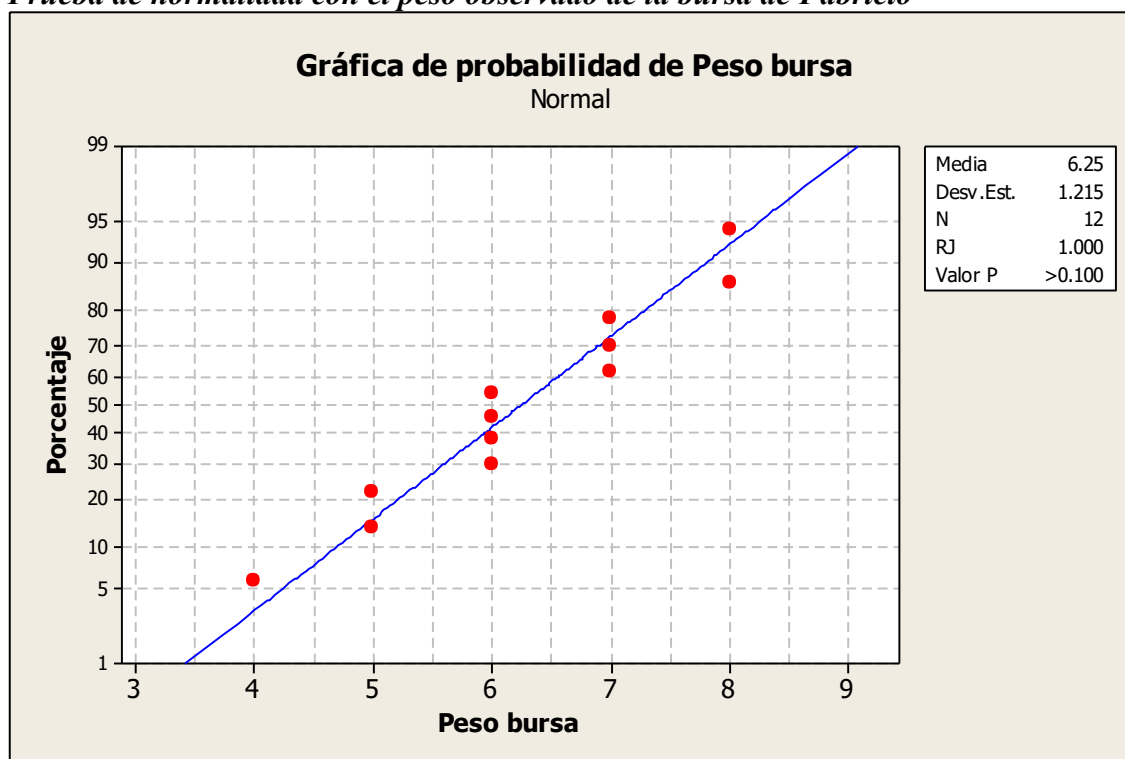
#### *Análisis de varianza con el peso relativo de los intestinos (arco seno)*

Fuente	GL	SC	MC	F	P	Significación
Tratamiento	2	8.276	4.138	10.76	0.004	***
Error	9	3.461	0.385			
Total	11	11.737				

S = 0.6202 R-cuad. = 70.51% R-cuad.(ajustado) = 63.96%

### Anexo 19.

#### *Prueba de normalidad con el peso observado de la bursa de Fabricio*



### Anexo 20.

#### *Prueba de igualdad de varianzas con el peso observado de la bursa de Fabricio*

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándares

Tratamiento	N	Inferior	Desv.Est.	Superior
1	4	0.758296	1.50000	8.15818
2	4	0.252765	0.50000	2.71939
3	4	0.484009	0.95743	5.20724

Prueba de Bartlett (distribución normal)

Estadística de prueba = 2.75, valor p = 0.253

Prueba de Levene (cualquier distribución continua)

Estadística de prueba = 4.00, valor p = 0.057

**Anexo 21.**

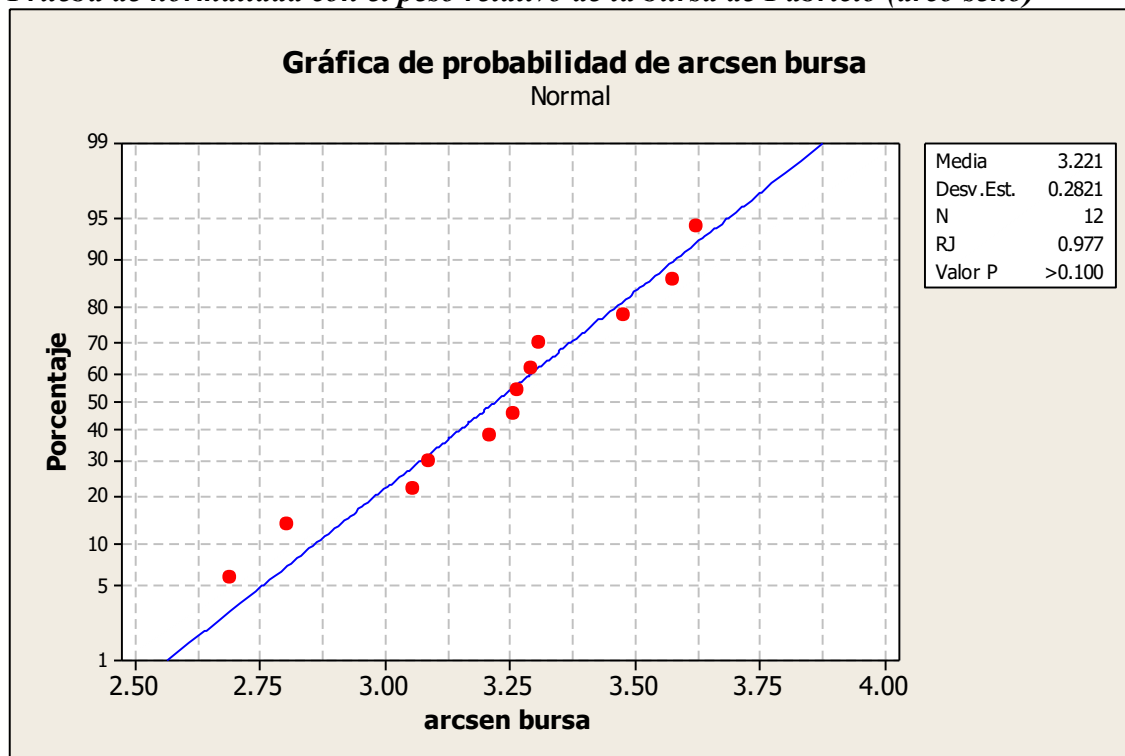
**Análisis de varianza con el peso observado de la bursa de Fabricio**

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	2	6.00	3.00	2.63	0.126
Error	9	10.25	1.14		
Total	11	16.25			

S = 1.067 R-cuad. = 36.92% R-cuad.(ajustado) = 22.91%

**Anexo 22.**

**Prueba de normalidad con el peso relativo de la bursa de Fabricio (arco seno)**



**Anexo 23.**

**Prueba de igualdad de varianzas con el peso relativo de la bursa de Fabricio (arco seno)**

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándares

Tratamiento	N	Inferior	Desv.Est.	Superior
1	4	0.131264	0.259657	1.41222
2	4	0.119311	0.236011	1.28362
3	4	0.082598	0.163389	0.88864

Prueba de Bartlett (distribución normal)

Estadística de prueba = 0.57, valor p = 0.753

Prueba de Levene (cualquier distribución continua)

Estadística de prueba = 0.27, valor p = 0.773

**Anexo 24.*****Análisis de varianza con el peso relativo de la bursa de Fabricio (arco seno)***

Fuente	GL	SC	MC	F	P	Significación
Tratamiento	2	0.4258	0.2129	4.26	0.050	*
Error	9	0.4495	0.0499			
Total	11	0.8752				

S = 0.2235 R-cuad. = 48.65% R-cuad.(ajustado) = 37.24%