

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA



TESIS

**EFFECTO DE UN COMPLEJO ENZIMÁTICO-PROBIÓTICO
SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y DIGESTIVOS
EN POLLOS DE CRECIMIENTO LENTO (SASSO) EN LA
ETAPA DE INICIO**

PRESENTADO POR:

Br. ELIZABETH RAMOS AVALOS

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO ZOOTECNISTA**

ASESORES:

Mg. JESÚS CAMERO DE LA CUBA.

Dr. DUNKER ARTURO ÁLVAREZ MEDINA.

CUSCO-PERÚ

2026



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el Asesor Mg. JESUS CAMERO DE LA CUBA
..... quien aplica el software de detección de similitud al
trabajo de investigación/tesis titulada: "EFECTO DE UN COMPLEJO
ENZIMÁTICO - PROBIÓTICO SOBRE LOS PARÁMETROS
PRODUCTIVOS Y DIGESTIVOS EN POLLOS DE CRECIMIENTO
LENTO (SASSO) EN LA ETAPA DE INICIO".

Presentado por: Br. ELIZABETH RAMOS AVALOS DNI N° 47519333 ;
presentado por: DNI N°:

Para optar el título Profesional/Grado Académico de
INGENIERO ZOOTECNISTA

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 2 veces, mediante el
Software de Similitud, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso del Sistema Detección de
Similitud en la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 9 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	☒
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	☐
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	☐

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 15 de JUNIO de 20 26


Firma

Post firma JESUS CAMERO DE LA CUBA

Nro. de DNI 42705425

ORCID del Asesor 0000-0002-5575-0242

ORCID 2 : 0000-0002-7483-1697 DNI: 23920988

Se adjunta:

- Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
- Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: oid: 27259:600323315

ELIZABETH RAMOS AVALOS.pdf

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:600323315

Fecha de entrega

15 jun 2026, 4:46 p.m. GMT-5 ✓

Fecha de descarga

18 jun 2026, 11:26 a.m. GMT-5

Nombre del archivo

ELIZABETH RAMOS AVALOS.pdf

Tamaño del archivo

2.4 MB

101 páginas

25.495 palabras

132.074 caracteres

9% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía

Exclusiones

- N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- 7%  Fuentes de Internet
- 7%  Publicaciones
- 8%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

A mis padres: Vicentina Avalos Castañeda y Nicanor Ramos Vargas; a mis hermanos: Rolando, Raúl, Fredy, Juan Carlos, Gonzalo, Vilma, Verónica; a mi cuñado Francisco, mis sobrinas: Paris, Yhariann y Amy, por haber sido mi fortaleza y principal inspiración, gracias por estar siempre conmigo en cada paso del camino.

A mi suegra Andrea Ylla, a mi compañero de vida y sueños Danny Dixon Medina Ylla, por su constante motivación, comprensión y apoyo incondicional, ello me ha dado fuerza para seguir adelante y superar cada obstáculo del camino.

Finalmente, a mis amigos: Rosalio, Hernán, Juan Carlos, Yuri y Medalit, por estar siempre presentes en los momentos más importantes, por su constante apoyo y motivación siempre valiosa.

AGRADECIMIENTO

A mis asesores: Mg. Jesús Camero De La Cuba y Dr. Dunker Arturo Álvarez Medina, por su paciencia, compromiso e invaluable orientación y apoyo durante el desarrollo de la presente investigación, su experticia y dedicación han sido claves para la culminación del presente trabajo; gracias por sus consejos y su guía que me han permitido mejorar cada aspecto de la presente investigación.

A la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, por ser mi segundo hogar y por brindarme todo lo necesario para lograr mi formación académica y desarrollarme profesionalmente.

A todos mis docentes y compañeros del código 2010 de la Escuela Profesional de Zootecnia, que han aportado de diferentes maneras a mi desarrollo, por su apoyo y compromiso que han sido fundamentales para alcanzar este logro.

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	ix
GLOSARIO	xi
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	1
I. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN	3
1.1. Objetivos	3
1.1.1. Objetivo General	3
1.1.2. Objetivos Específicos	3
1.2. Justificación.....	4
II. HIPÓTESIS.....	5
2.1. Hipótesis general	5
2.2. Hipótesis específica	5
III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	6
3.1. Antecedentes de la investigación.....	6
3.2. Bases Teóricas	9
3.2.1. Enzimas	9
3.2.2. Importancia de las enzimas	10
3.2.3. Complejo enzimático	11
3.2.4. Factores antinutricionales.....	13
3.2.5. Sistema digestivo y enzimas endógenas	14
3.2.6. Enzimas exógenas en la producción avícola	16
3.2.6.1. Xilanasas	17
3.2.6.2. Amilasa	18

3.2.6.3. Proteasa.....	20
3.2.7. Probióticos.....	22
3.2.7.1. Clasificación de probióticos.....	23
3.2.7.2. Mecanismos de acción.....	23
4.2.8. Producto evaluado.....	24
3.2.9. Línea genética Sasso	24
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
4.1. Ámbito de estudio.....	26
4.1.1. Ubicación política	26
4.1.2. Ubicación geográfica (Coordenadas UTM)	26
4.1.3. Condición climática	26
4.1.4. Duración de la investigación	27
4.2. Materiales	28
4.2.1. Material experimental	28
4.2.2. Materiales auxiliares	28
4.2.3. Equipos de protección personal (EPP).....	29
4.2.4. Materiales de oficina.....	29
4.3. Metodología de la investigación.....	29
4.3.1. Tipo y nivel de investigación	29
4.3.2. Diseño de investigación	30
4.3.3. Instalaciones	31
4.3.4. Tratamientos experimentales.....	31
4.4. Dieta Experimental	32
4.5. Evaluaciones.....	34
4.5.1. Parámetros productivos	35
4.5.2. Parámetros digestivos.....	36
4.5.3. Mérito económico	37

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	39
5.1. Parámetros productivos	39
5.1.1. Peso vivo.....	39
5.1.2. Ganancia de peso.....	42
5.1.3. Consumo de alimento	45
5.1.4. Conversión alimenticia	48
5.2. Parámetros digestivos	50
5.3. Mérito económico.....	54
VI. CONCLUSIONES	56
VII. RECOMENDACIONES	57
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	58
IX. ANEXOS.....	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición de arabinosilanos, polisacáridos no amiláceos y fitato en diferentes granos.	14
Tabla 2. Enzimas, sustratos y efectos.....	17
Tabla 3. Principales géneros y especies probióticas.	23
Tabla 4. Tratamientos y repeticiones.	32
Tabla 5. Formulación de dietas experimentales para la etapa de inicio (1 a 28 días).	33
Tabla 6. Contenido nutricional de la dieta.....	34
Tabla 7. Peso vivo promedio semanal por tratamiento (g).....	39
Tabla 8. Ganancia de peso semanal por tratamiento (g).	42
Tabla 9. Consumo de alimento por tratamiento (g)	45
Tabla 10. Conversión alimenticia por tratamiento.....	48
Tabla 11. Pesos promedio de órganos internos por semana.	52
Tabla 12. Análisis comparativo del mérito económico entre tratamientos	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica de la instalación de la unidad de aves (sector Leticia).	27
Figura 2. Peso vivo semanal por tratamiento (g).....	41
Figura 3. Ganancia de peso semanal por tratamiento (g).....	44
Figura 4. Consumo de alimento por tratamiento(g).....	47
Figura 5. Conversión alimenticia por tratamiento.	49

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Pesos por tratamiento, semana y repetición (g).....	66
Anexo 2. Ganancia de peso semanal por tratamiento y repetición (g).	72
Anexo 3. Consumo de alimento semanal por tratamiento y repetición (g).....	72
Anexo 4. Conversión alimenticia semanal por tratamiento y repetición.	72
Anexo 5. Parámetros digestivos por semana y tratamiento	73
Anexo 6. Ficha técnica de Probioenzyme® Px	77
Anexo 7. Costo de las dietas.	78
Anexo 8. Análisis de varianza para hallar la prueba de normalidad de los tres tratamientos, respecto al peso vivo y las cuatro semanas de evaluación.	81
Anexo 9. Análisis de varianza para peso vivo inicio	85
Anexo 10. Análisis de varianza para peso vivo semana 1	85
Anexo 11. Análisis de varianza para peso vivo semana 2	85
Anexo 12. Análisis de varianza para peso vivo semana 3	86
Anexo 13. Análisis de varianza para peso vivo semana 4	86
Anexo 14. Análisis de varianza para ganancia de peso semana 1	86
Anexo 15. Análisis de varianza para ganancia de peso semana 2	87
Anexo 16. Análisis de varianza para ganancia de peso semana 3	87
Anexo 17. Análisis de varianza para ganancia de peso semana 4	87
Anexo 18. Análisis de varianza para ganancia de peso total	88
Anexo 19. Análisis de varianza para consumo de alimento semana 1	88
Anexo 20. Análisis de varianza para consumo de alimento semana 2	88
Anexo 21. Análisis de varianza para consumo de alimento semana 3	89
Anexo 22. Análisis de varianza para consumo de alimento semana 4	89
Anexo 23. Análisis de varianza para consumo de alimento total.....	89
Anexo 24. Análisis de varianza para conversión alimenticia semana 1	90
Anexo 25. Análisis de varianza para conversión alimenticia semana 2	90
Anexo 26. Análisis de varianza para conversión alimenticia semana 3	90
Anexo 27. Análisis de varianza para conversión alimenticia semana 4	91
Anexo 28. Análisis de varianza para peso de bazo semana 4	91
Anexo 29. Análisis de varianza para peso de hígado semana 4	91

Anexo 30.	Análisis de varianza para peso de molleja y proventrículo semana 4.....	92
Anexo 31.	Análisis de varianza para peso de páncreas semana 4	92
Anexo 32.	Análisis de varianza para longitud intestinal semana 4	92
Anexo 33.	Análisis de varianza para peso intestinal semana 4	93
Anexo 34.	Análisis de varianza para peso del corazón semana 4	93
Anexo 35.	Análisis de varianza para peso bolsa de Fabricio semana 4.....	93
Anexo 36.	Registro fotográfico del manejo de la crianza de aves.....	94
Anexo 37.	Registro fotográfico de pesaje de las aves	94
Anexo 38.	Registro fotográfico de peso de órganos.....	95

GLOSARIO

Aditivos alimentarios: Sustancias incorporadas en pequeñas cantidades a las dietas animales con el propósito de mejorar la digestibilidad, aprovechamiento de nutrientes, salud intestinal y el rendimiento productivo.

Amilasa: Enzima digestiva que cataliza la hidrólisis del almidón en azúcares más simples, facilitando su absorción y utilización energética en el organismo del ave.

Anti nutrientes: Compuestos presentes en los ingredientes vegetales que interfieren con la digestión y absorción de nutrientes, como los polisacáridos no amiláceos y el ácido fítico.

Arabinoxilanos: Tipo de polisacáridos no amiláceos presente en cereales, responsable del aumento de la viscosidad de la digesta y de la reducción de la eficiencia digestiva en aves.

Complejo enzimático-probiótico: Mezcla de enzimas exógenas y microorganismos probióticos que actúan de forma sinérgica para mejorar la digestión, la absorción de nutrientes y la salud intestinal de las aves.

Factores antinutricionales: Sustancias que reducen la biodisponibilidad de nutrientes al aumentar la viscosidad intestinal o formar complejos insolubles con minerales y proteínas.

Fitasa: Enzima que hidroliza el ácido fítico, liberando fósforo y otros minerales ligados, mejorando su aprovechamiento y reduciendo su excreción.

Línea genética Sasso: Genética avícola de crecimiento lento caracterizada por su rusticidad, adaptabilidad a sistemas alternativos y buena calidad de carne.

Microbiota intestinal: Conjunto de microorganismos que habitan el tracto gastrointestinal y cumplen funciones esenciales en la digestión, inmunidad y salud del ave.

Parámetros digestivos: Indicadores relacionados con el desarrollo y funcionamiento del sistema digestivo, evaluados mediante el peso y longitud de órganos internos.

Parámetros productivos: Variables zootécnicas utilizadas para evaluar el desempeño de las aves, como peso vivo, ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia.

Polisacáridos no amiláceos (PNA): Carbohidratos estructurales de origen vegetal que no pueden ser digeridos por las enzimas endógenas de las aves y afectan negativamente a la digestión.

Probióticos: Microorganismos vivos no patógenos que, al ser administrados en cantidades adecuadas, mejoran el equilibrio de la microbiota intestinal y la salud del huésped.

RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo en las instalaciones del Centro Agronómico K'ayra, de la Facultad de Agronomía y zootecnia de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, con el objetivo de evaluar el efecto de la inclusión de un complejo enzimático-probiótico sobre los parámetros productivos y digestivos en pollos de crecimiento lento (línea genética Sasso) durante la etapa de inicio (1 a 28 días). Se utilizaron 192 pollos BB machos, distribuidos al azar en tres tratamientos: Control, T1 (0,025% de complejo enzimático-probiótico) y T2 (0,05% de complejo enzimático-probiótico). Se evaluaron semanalmente los parámetros productivos: peso vivo, ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia. Al término del periodo experimental, el tratamiento T2 registró un peso vivo promedio de 797,57 g y una ganancia acumulada de 749,76 g, superiores a los obtenidos en T1 (724,12 g) y Control (699,32 g). El consumo acumulado de alimento fue mayor en el grupo control (1 343,78 g), mientras que la mejor conversión alimenticia se observó en T2 (1,67). En cuanto a los parámetros digestivos, no se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($p > 0,05$). Desde el enfoque económico, el grupo control presentó un menor costo de alimento. Los resultados obtenidos respaldan el uso de complejos enzimático-probióticos como una estrategia nutricional eficiente para mejorar el desempeño productivo de pollos Sasso, particularmente en sistemas de crianza ubicados en regiones de altitud, donde las condiciones ambientales imponen limitaciones fisiológicas en las etapas tempranas de desarrollo.

Palabras clave: Complejo enzimático-probiótico, Parámetros productivos, Parámetros digestivos, Pollos Sasso (*Gallus gallus domesticus*).

ABSTRACT

This research was conducted at the K'ayra Agronomic Center, Faculty of Agronomy and Animal Science, National University of San Antonio Abad of Cusco, with the objective of evaluating the effect of including an enzyme-probiotic complex on the productive and digestive parameters of slow-growing chickens (Sasso genetic line) during the starter phase (1 to 28 days). One hundred and ninety-two male day-old chicks were randomly assigned to three treatments: Control, T1 (0.025% enzyme-probiotic complex), and T2 (0.05% enzyme-probiotic complex). The following productive parameters were evaluated weekly: live weight, weight gain, feed intake, and feed conversion ratio. At the end of the experimental period, treatment T2 recorded an average live weight of 797.57 g and a cumulative weight gain of 749.76 g, higher than those obtained in T1 (724.12 g) and the Control group (699.32 g). Cumulative feed intake was higher in the control group (1,343.78 g), while the best feed conversion ratio was observed in T2 (1.67). Regarding digestive parameters, no statistically significant differences were found between treatments ($p > 0.05$). From an economic perspective, the control group had a lower feed cost. The results obtained support the use of enzyme-probiotic complexes as an efficient nutritional strategy to improve the productive performance of Sasso chickens, particularly in rearing systems located in high-altitude regions, where environmental conditions impose physiological limitations in the early stages of development.

Keywords: Enzyme-probiotic complex, Production parameters, Digestive parameters, Sasso chickens (*Gallus gallus domesticus*).

INTRODUCCIÓN

El uso de aditivos en la alimentación animal ha cobrado gran importancia en la avicultura moderna debido a su capacidad para mejorar la eficiencia y salud de las aves. Los complejos enzimáticos y probióticos se destacan entre los aditivos más utilizados, ya que contribuyen a la optimización de la digestión y absorción de nutrientes, lo cual es fundamental para mejorar los parámetros productivos en aves. Estudios previos han demostrado que la inclusión de estos aditivos en la dieta puede reducir los costos de producción, ya que permite un mejor aprovechamiento del alimento, logrando una mayor ganancia de peso y mejor conversión alimenticia (Adil et al., 2010).

Los complejos enzimáticos, en particular, son efectivos para mejorar la digestibilidad de los componentes de la dieta que las aves no pueden degradar completamente, como la fibra y ciertos polisacáridos no amiláceos presentes en los granos utilizados en la alimentación. Al mejorar la digestión de estos componentes, se optimiza el aporte energético y se reduce la pérdida de nutrientes en las heces, lo cual se traduce en una mejor eficiencia alimenticia y mayor rendimiento en crecimiento (Bedford M. R., 2010)

Por otro lado, los probióticos favorecen el equilibrio de la microbiota intestinal, fortalecen la inmunidad y previenen la colonización por patógenos, contribuyendo al desarrollo de un ambiente digestivo saludable. Diversas investigaciones han demostrado que el uso de probióticos en la dieta avícola puede reducir la incidencia de enfermedades digestivas, lo cual repercute en una menor mortalidad y en un mejor rendimiento productivo en general (Patterson & Burkholder, 2003).

La combinación de enzimas y probióticos en un complejo enzimático-probiótico es una estrategia innovadora que potencia los efectos positivos de ambos tipos de aditivos. Se ha

observado que la sinergia entre enzimas y probióticos permite una mejora significativa en la digestión de los nutrientes, lo cual repercute directamente en parámetros como la ganancia de peso, la conversión alimenticia y la salud intestinal (Choct, 2006).

En el caso específico de los pollos de crecimiento lento de la línea Sasso, la incorporación de un complejo enzimático-probiótico en la dieta durante la etapa de inicio puede ser particularmente beneficiosa. Esta línea genética, conocida por su adaptabilidad y rusticidad, se ha vuelto popular en sistemas de producción alternativos, como los de pisos altitudinales altos, donde las condiciones ambientales pueden representar un reto para la salud y el rendimiento de las aves (Hendrix Genetics, 2020).

Por tanto, la presente investigación busca evaluar el efecto de la inclusión de un complejo enzimático-probiótico en la dieta de pollos de crecimiento lento de la línea Sasso en la etapa de inicio, con el objetivo de mejorar los parámetros zootécnicos y digestivos, así como optimizar los costos de producción bajo las condiciones específicas de altitud en la región andina.

I. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo General

- Evaluar el efecto de la incorporación de un complejo enzimático-probiótico sobre los parámetros productivos y digestivos en pollos de crecimiento lento de la línea genética Sasso en la etapa de inicio (1 a 28 días).

1.1.2. Objetivos Específicos

1. Determinar el efecto del complejo enzimático-probiótico sobre los parámetros productivos (peso vivo, ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia) en la etapa de inicio.
2. Evaluar el impacto sobre los parámetros digestivos mediante el pesaje de órganos: (proventrículo, molleja, intestino delgado, ciegos, intestino grueso, hígado, páncreas, corazón, bazo y bolsa de Fabricio) por efecto de la incorporación de un complejo enzimático-probiótico en la etapa de inicio.
3. Estimar el mérito económico de los tratamientos evaluados.

1.2. Justificación

El sistema digestivo de un pollito BB en las primeras semanas de vida, presenta una capacidad limitada de absorción y digestión de nutrientes, ya que presentan insuficientes enzimas endógenas, por ende, es importante proporcionar los correctos requerimientos nutricionales, puesto que tienen un impacto sobre los parámetros productivos y digestivos; un buen desarrollo intestinal es esencial para lograr un crecimiento óptimo, asegurando que los pollos desarrollen su máximo potencial genético a lo largo de su vida productiva (Bonilla, 2019).

Los anti nutrientes presentes en granos utilizados en la alimentación, limitan la acción de las enzimas endógenas, al incrementar la viscosidad de la digesta y atrapar nutrientes dentro de la pared celular, disminuyen el contacto entre las enzimas y los nutrientes, reduciendo la absorción (Salvador, 2022).

En este contexto, la inclusión de estos complejos enzimáticos son una opción para mejorar la producción animal y la asimilación de nutrientes presentes en las materias primas, esto se percibe en muchas investigaciones que demuestran resultados positivos en el empleo de estas enzimas, de igual forma, el uso de los probióticos mejora la flora intestinal en aves y son una alternativa para reemplazar a los antibióticos promotores de crecimiento ya que muchos de sus residuos pueden quedar en los tejidos animales destinados al consumo humano (Díaz, 2017).

Debido a los factores ya expuestos se hace necesario realizar trabajos del uso de los complejos enzimáticos-probióticos para obtener información referente a estas nuevas líneas de crecimiento lento en condiciones de altura, enfocándola a la etapa inicial donde se tiene mayores limitaciones fisiológicas en la producción de enzimas endógenas necesarias para mejorar los parámetros zootécnicos y digestivos.

II. HIPÓTESIS

2.1. Hipótesis general

- Ho: La inclusión de un complejo enzimático-probiótico en la dieta, no tiene efecto sobre los parámetros productivos y digestivos, en pollos de crecimiento lento de la línea genética Sasso en la etapa de inicio.
- Ha: La inclusión de un complejo enzimático-probiótico en la dieta, sí tiene efecto sobre los parámetros productivos y digestivos, en pollos de crecimiento lento de la línea genética Sasso en la etapa de inicio.

2.2. Hipótesis específica

1. Los parámetros productivos (consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia) estarán influenciados por la inclusión de un complejo enzimático-probiótico, en pollos de crecimiento lento de la línea genética Sasso en la etapa de inicio.
2. La inclusión de un complejo enzimático-probiótico influirá sobre el desarrollo de los parámetros digestivos (proventrículo, molleja, intestino delgado, ciegos, intestino grueso, hígado, bazo, páncreas, bolsa de Fabricio y corazón).
3. Los costos de alimentación estarán influenciados por el efecto de la inclusión de un complejo enzimático-probiótico.

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1. Antecedentes de la investigación

Chávez (2021) evaluó el uso del complejo enzimático (Probioenzyme®Px) en la dieta de pollos Hubbard, desarrollada en la Universidad Nacional de Loja-Ecuador. Se emplearon 200 aves distribuidas en dos tratamientos con 10 repeticiones cada uno. El grupo tratado con enzimas alcanzó un peso final significativamente mayor, y mostró diferencias en el consumo de alimento a la cuarta semana. Aunque no se hallaron diferencias estadísticas en los parámetros digestivos a los 33 días, se evidenció una mejora funcional del tracto digestivo atribuible al uso del aditivo enzimático.

Suárez (2017) evaluó el efecto de la inclusión de multienzimas en dietas con reducción de nutrientes sobre el rendimiento productivo de pollos parrilleros de la línea Cobb Vantress, su investigación se realizó en la Universidad Nacional Agraria de la Selva-Huánuco, con el objetivo de evaluar los índices bioeconómicos de pollos machos en fases de inicio y crecimiento. Se trabajó con 144 pollos distribuidos en tres tratamientos y ocho repeticiones, de seis aves cada una. Los tratamientos incluyeron una dieta control positiva (3 040 kcal/kg de energía metabolizable). Los resultados indicaron que no hubo diferencias significativas en ganancia de peso ni consumo de alimento. No obstante, se observó influencia positiva en el rendimiento de carcasa y en el peso relativo del estómago e intestinos en las aves suplementadas con 0,010 % de multienzimas.

Terleira (2018) evaluó la respuesta productiva de pollos de engorde de la línea Cobb 500 a la adición de dos complejos multienzimáticos con y sin probióticos, llevada a cabo en la provincia de San Martín-Perú, con el objetivo de determinar el efecto de la adición de una fitasa y un complejo multienzimático más probiótico a dietas sobre los parámetros productivos de pollos de engorde. Se utilizaron 150 pollos, distribuidos en tres grupos experimentales: sin

enzimas, con fitasa y con un complejo enzimático comercial (Hydroenzyme XP). El tratamiento con el complejo enzimático (T2) presentó mayor ganancia de peso (2,79 kg) y mejor conversión alimenticia (1,75), mientras que el tratamiento con fitasa y antibiótico (T1) mostró el mayor consumo de alimento (5,21 kg). En términos económicos, el tratamiento testigo fue el más rentable (S/ 8,59 por ave), seguido por T1 (S/ 8,66).

López (2020) estudió el efecto de la enzima comercial Econase®XT (endoxilanasas) en el desempeño productivo y económico de pollos broilers, realizada en la Universidad Nacional de Piura. Se utilizó 192 pollos Cobb 500 sexados, distribuidos en 6 tratamientos con 4 repeticiones, 8 pollos por repetición, se evaluaron dos sexos (machos y hembras) y tres dietas: 0,004 %, 0,02 % de enzima y una dieta control. Los mejores resultados se obtuvieron con la inclusión de 0,004 %, mostrando un incremento de peso de 2 891,72 g, consumo de alimento de 4 672,07 g, conversión alimenticia de 1,62 y un mérito económico de 55,88 %.

Córdova (2022) investigó el efecto de un complejo enzimático en dietas con reducción de energía, proteína y aminoácidos sobre los parámetros productivos y la morfometría intestinal en pollos Cobb 500, realizada en la Universidad Nacional Agraria La Molina-Lima. Se utilizaron 75 pollos machos de la línea Cobb 500, distribuidos al azar en tres tratamientos con cinco repeticiones y cinco aves por repetición. Los tratamientos fueron: tratamiento control, tratamiento control negativo con reducción de nutrientes y tratamiento control negativo con inclusión de complejo enzimático. A los 14 días, el grupo control mostró diferencias significativas en peso vivo (565,42 g), ganancia de peso (522,83 g) y conversión alimenticia (1,09). El tratamiento con reducción de nutrientes también presentó diferencias en peso vivo (532,50 g) y ganancia de peso (489,90 g). Sin embargo, en las etapas posteriores no se observaron diferencias significativas en parámetros productivos y morfometría intestinal.

Jara (2024) evaluó el efecto de una mezcla de probióticos, prebióticos, enzimas y minerales en el comportamiento productivo y morfometría intestinal en broilers, desarrollada en la Universidad Nacional Agraria La Molina-Lima. Se utilizaron 200 pollos machos Cobb 500, distribuidos en cuatro tratamientos con cinco repeticiones y 10 aves por repetición. Los tratamientos fueron: dieta control (T1), dieta control más APC (T2), dieta control más la mezcla de probióticos con 300g/t (T3) y 500 g/t (T4). Aunque no se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los tratamientos, el grupo con 300 g/t mostró incrementos numéricos en peso final y ganancia de peso respecto al grupo control. En la morfometría intestinal solo hubo diferencias significativas en la altura de vellosidades, siendo T3 mayor que el tratamiento T2.

Ruiz (2019) evaluó dos niveles de un complejo enzimático comercial en la alimentación de pollos de carne Isamisa en condiciones de altura, desarrollada en la provincia de Quispicanchi-Cusco. La investigación incluyó 90 pollos distribuidos en tres tratamientos con tres repeticiones cada uno. Los tratamientos fueron: alimento balanceado (T1), alimento balanceado con 350 g/t de complejo enzimático (T2) y alimento balanceado con 450 g/t de complejo enzimático. El tratamiento con 450 g de enzimas reportó una mayor ganancia de peso respecto al grupo control, aunque sin diferencias significativas en consumo de alimento ni conversión alimenticia. El mérito económico más alto se observó con la inclusión de 450 g del complejo enzimático (58,48 %).

3.2. Bases Teóricas

3.2.1. Enzimas

Las enzimas son biomoléculas proteicas de alta especificidad que funcionan como catalizadores biológicos, acelerando la velocidad de las reacciones químicas. En el contexto de nutrición, estas macromoléculas son fundamentales para la digestión y absorción de los nutrientes, ya que permiten descomponer compuestos complejos como proteínas, lípidos y carbohidratos en unidades más simples como aminoácidos, ácidos grasos y monosacáridos (Alltech, 2023).

Para que una enzima funcione correctamente, necesita un ambiente fisiológico adecuado, lo cual incluye valores óptimos de pH, temperatura y concentración de sustrato. Un cambio en estas condiciones puede alterar la estructura tridimensional de la enzima y provocar la pérdida de su actividad catalítica. Este fenómeno se conoce como desnaturalización enzimática, y puede afectar negativamente el metabolismo digestivo (Ramírez, 2014).

Cada enzima posee un sitio activo, una región específica de su estructura que reconoce y se une a una molécula llamada sustrato. Una vez formado el complejo enzima-sustrato, se lleva a cabo la transformación química y el producto resultante se libera, permitiendo que la enzima recupere su conformación original y quede lista para repetir el ciclo. Este mecanismo otorga a las enzimas una eficiencia catalítica excepcional, permitiendo que una sola molécula enzimática procese miles de sustratos por segundo (Voet., 2016).

Según el tipo de reacción química que catalizan, las enzimas se agrupan en seis clases principales:

- Oxidorreductasas: Catalizan reacciones de óxido-reducción.
- Transferasas: Transfieren grupos funcionales entre moléculas.

- Hidrolasas: Rompen enlaces mediante la incorporación de una molécula de agua.
- Liasas: Eliminan grupos sin hidrólisis ni oxidación.
- Isomerasas: Catalizan reordenamientos internos de moléculas.
- Ligasas: Unen dos moléculas con gasto de ATP (Abintek, 2023).

3.2.2. Importancia de las enzimas

Las enzimas son esenciales en los procesos digestivos de los animales, ya que participan activamente en la descomposición de compuestos complejos en formas más simples que pueden ser absorbidas en el tracto gastrointestinal. Esta acción resulta crucial para asegurar la disponibilidad de nutrientes y energía necesarios para el crecimiento, mantenimiento y producción animal (Alltech, 2023).

En animales monogástricos, particularmente en aves, la suplementación enzimática ha demostrado ser altamente beneficiosa. El aparato digestivo aviar es corto y fisiológicamente limitado, especialmente durante los primeros días de vida, lo que compromete la capacidad para digerir ciertos componentes del alimento. Por ejemplo, las aves carecen de enzimas endógenas eficaces para degradar compuestos como los arabinoxilanos, β -glucanos y el ácido fítico, lo que restringe el aprovechamiento de energía, fósforo y aminoácidos esenciales (De Paz, 2007).

En nutrición animal, las enzimas exógenas se utilizan para complementar la actividad de las enzimas digestivas endógenas, que son escasas o están ausentes en el ave, especialmente en pollos recién nacidos, causada por sistema digestivo inmaduro, mejorando la eficiencia alimenticia, favoreciendo el crecimiento uniforme de las aves (Bedford M. R., 2012).

Las enzimas alteran la integridad del endosperma y liberan nutrientes que están unidos o atrapados por la pared celular, permitiendo la absorción eficiente de las materias primas, aminorando el volumen de estiércol producido, reduciendo la excreción de nitrógeno y fósforo, contribuyendo a un sistema de producción más eficiente y con un menor impacto ambiental (Kiare, 2013).

Tiene un efecto prebiótico, que favorece la proliferación de microflora beneficiosa, suprimiendo el desarrollo de bacterias patógenas como: *Salmonella*, *Clostridium*, *Campylobacter* y *Escherichia coli* (Bedford M. R., 2012).

3.2.3. Complejo enzimático

Los complejos enzimáticos son una mezcla estratégica de diferentes tipos de enzimas, que actúan en sinergia para mejorar la eficiencia digestiva. Estas combinaciones están diseñadas para descomponer simultáneamente distintos componentes estructurales de los alimentos, como proteínas, almidones, lípidos y polisacáridos no amiláceos (PNA), favoreciendo así su disponibilidad y absorción en el tracto gastrointestinal de los animales (Bedford M. R., 2010).

El empleo de estos complejos es altamente recomendable en dietas que contienen ingredientes vegetales ricos en fibra estructural, como celulosa, hemicelulosa, pectinas y lignina, presentes en las paredes celulares de los granos. Dichas estructuras actúan como una barrera física, encapsulando nutrientes clave como proteínas, almidones y minerales, limitando su digestión natural. La inclusión de enzimas como celulasas, hemicelulasas, pectinasas, xilanasas, amilasas, proteasas y fitasas permite romper estas barreras, liberando los nutrientes atrapados y facilitando su absorción a nivel intestinal (Bedford M. R., 2010).

Investigaciones recientes han comprobado que la acción combinada de varias enzimas resulta más efectiva que su uso individual. Este efecto sinérgico es particularmente relevante en dietas a base de cereales como trigo, cebada o centeno, que contienen elevados niveles de polisacáridos no amiláceos. La combinación de enzimas permite una mayor liberación de nutrientes, lo cual se traduce en mejoras significativas en indicadores productivos como el peso corporal, la ganancia de peso y el índice de conversión alimenticia (Cowieson, 2019).

La eficacia de estas mezclas enzimáticas radica en su efecto sinérgico, el cual supera ampliamente los beneficios obtenidos con enzimas aplicadas individualmente. Por ejemplo, se ha demostrado que la combinación de xilanasa y β -glucanasa en dietas a base de trigo o cebada reduce significativamente la viscosidad del contenido intestinal y mejora la degradación de fibras solubles. De manera similar, la incorporación de fitasa, libera el fósforo unido al ácido fítico, aumentando su aprovechamiento y disminuyendo la excreción de este mineral al medio ambiente (Slominski, 2011).

Más allá de los beneficios nutricionales, los complejos enzimáticos también tienen un impacto positivo en la salud intestinal. Favorecen el crecimiento de microorganismos beneficiosos, reducen la cantidad de sustrato disponible para bacterias patógenas, y contribuyen a una mejor integridad del epitelio intestinal, promoviendo vellosidades más largas y mayor área de absorción (Kiare, 2013).

En sistemas de producción animal intensiva, estos aditivos permiten optimizar el uso de ingredientes alternativos de menor costo, mejorar la conversión alimenticia y reducir los costos de formulación. Además, al disminuir la excreción de compuestos como nitrógeno y fósforo, contribuyen a una producción más sostenible desde el punto de vista ambiental (Adeola, 2011).

3.2.4. Factores antinutricionales

Los polisacáridos no amiláceos (PNA), como la celulosa, hemicelulosa, pectinas, β -glucanos y arabinosilanos, son componentes estructurales de las paredes celulares vegetales que no pueden ser digeridos por las enzimas endógenas de las aves. Estos compuestos forman estructuras que encapsulan nutrientes esenciales, impidiendo su liberación y reduciendo su biodisponibilidad. Además, algunos de estos PNA, como los β -glucanos y arabinosilanos solubles, aumentan la viscosidad de la digesta, lo que disminuye el ritmo del tránsito intestinal, afecta negativamente la absorción de nutrientes y altera la composición de la microbiota intestinal, promoviendo un entorno favorable para el desarrollo de bacterias patógenas (Valdivia, 2019).

La acumulación de estos compuestos no solo afecta la eficiencia digestiva, sino que también tiene consecuencias sobre el rendimiento productivo, como el menor crecimiento, peor conversión alimenticia y aumento en la producción de excretas con contenido alto en nutrientes no digeridos, lo que genera un mayor impacto ambiental (Cowieson A. P., 2019).

Por otro lado, el ácido fítico y sus formas salinas (fitatos) representan la principal reserva de fósforo en ingredientes vegetales como granos, legumbres y subproductos de molienda. Se estima que el fitato constituye entre el 50 % y 80 % del fósforo total presente en estas materias primas; sin embargo, este compuesto forma complejos insolubles con minerales como: calcio, zinc, hierro y magnesio, así como con proteínas y almidones, reduciendo su digestibilidad. También inhibe la actividad de enzimas digestivas clave como la pepsina, tripsina y amilasa pancreática (Ravindran, 2010).

En aves, la producción de fitasa endógena es muy limitada, por lo que gran parte del fósforo presente en forma de fitato pasa sin digerirse. Esto no solo limita la disponibilidad de este mineral esencial, sino que también obliga a suplementar la dieta con fuentes inorgánicas

de fósforo, elevando los costos de producción y aumentando la excreción de fósforo en el ambiente (Ravindran, 2010).

El uso de enzimas exógenas como xilanasas, β -glucanasas y fitasas ha demostrado ser eficaz para reducir el efecto negativo de estos factores antinutricionales, mejorando la digestibilidad de la dieta, la eficiencia alimenticia y el bienestar general del ave (Adeola, 2011).

Tabla 1. Composición de arabinoxilanos, polisacáridos no amiláceos y fitato en diferentes granos.

<i>Ingredientes</i>	<i>Arabinoxilanos (g/Kg de materia seca)</i>	<i>Polisacáridos no amiláceos (% de materia seca)</i>	<i>Fitato (g/kg de materia seca)</i>
Trigo	70	11,4	2,3 a 2,9
Cebada	80	16,7	2,2 a 2,9
Maíz	52	8,1	2,1
Pasta de soya	51	19,2	4,4

Fuente. Extraído de Gauthier (2006).

El propósito de incluir enzimas en la dieta animal, es eliminar o neutralizar estos factores antinutricionales, incrementando la biodisponibilidad de nutrientes y reduciendo la carga contaminante de las excretas. Las enzimas como las β -glucanasas y xilanasas degradan los polisacáridos de cereales como cebada, avena y trigo, pero su eficacia puede variar según la edad del ave y la composición del alimento (Contreras, 2007).

3.2.5. Sistema digestivo y enzimas endógenas

En las aves, el proceso digestivo difiere notablemente del de los mamíferos, ya que carecen de dientes. Por ello, la descomposición de los alimentos se lleva a cabo mediante la acción de enzimas digestivas y fluidos secretados a lo largo del tracto digestivo (Jacob, 2024).

Las enzimas endógenas son producidas por el propio organismo del ave, reguladas por mecanismos neuroendocrinos, y su función principal es descomponer los nutrientes para permitir su absorción. Estas enzimas actúan sobre tipos específicos de compuestos, y su producción varía según la dieta (Abarca, 2021).

El trayecto digestivo inicia en el pico, donde el ave recoge el alimento y lo transporta con la lengua hacia la parte posterior de la cavidad bucal para ser tragado. El alimento pasa luego al buche, donde se humedece y fermenta parcialmente (pH 5). Posteriormente llega al proventrículo o estómago glandular, donde se mezcla con ácido clorhídrico y pepsina, iniciando la digestión proteica en un ambiente ácido (pH 2,5 a 3,5). En la molleja o ventrículo, que actúa mecánicamente como sustituto de los dientes, el alimento se tritura aún más. La digestión y absorción principal se realizan en el intestino delgado, compuesto por tres secciones: Duodeno (pH 6,3) recibe jugo pancreático y bilis, Yeyuno (pH 7,0) absorción de nutrientes, Íleon (pH 7,5) donde finaliza la absorción de compuestos digestibles. El alimento luego pasa a los ciegos (pH 6,9 a 7,0), donde *se almacenan residuos ricos en fibra para ser fermentados. Finalmente, los residuos llegan al intestino grueso y luego a la cloaca, donde se produce la excreción conjunta de heces y orina (Bailey, 2019).

Los órganos accesorios incluyen al páncreas que segrega enzimas digestivas como amilasa, lipasa y proteasa, hígado que produce bilis, esencial para la emulsificación de lípidos y absorción de vitaminas liposolubles (A, D, E, K), vesícula biliar que almacena y libera bilis hacia el intestino, bazo es muy importante en el sistema inmunológico, produce anticuerpos, almacena glóbulos rojos, filtra sangre, eliminando patógenos y células muertas, bolsa de Fabricio produce linfocitos B, importantes en la respuesta inmunitaria (Barros, 2018).

Las enzimas exógenas comienzan su acción cuando el alimento se hidrata en el tracto digestivo. Su eficacia depende del pH de cada sección intestinal. Por ejemplo, las xilanasas producidas por *Trichoderma* actúan mejor en ambientes ácidos (pH 2,5 a 5,0), mientras que las amilasas de *Bacillus licheniformis* son más efectivas en pH neutros (7,0) (Córdova, 2022).

3.2.6. Enzimas exógenas en la producción avícola

Las enzimas exógenas son aquellas que no son producidas de forma natural por el sistema digestivo del animal, por tanto, deben ser añadidas a la dieta como aditivos funcionales. Su inclusión busca optimizar la digestión al modificar directamente los alimentos o al intervenir en los procesos digestivos dentro del tracto gastrointestinal del animal (Valdivia, 2019).

Estas enzimas son especialmente útiles para mejorar la disponibilidad de nutrientes que se encuentran protegidos por estructuras vegetales resistentes, como las paredes celulares y para eliminar compuestos que dificultan la digestión y la absorción de nutrientes. Las enzimas exógenas han demostrado gran eficacia en aves, ya que estas especies carecen de la capacidad para digerir ciertos polisacáridos, proteínas o lípidos presentes en dietas a base de cereales y leguminosas (Valdivia, 2019).

Estas enzimas exógenas son generalmente producidas mediante fermentación controlada de microorganismos como *Aspergillus niger*, *Trichoderma reesei* y especies del género *Bacillus* (Cowie A. P., 2019).

Existen diversos tipos de enzimas exógenas empleadas en la nutrición avícola, tales como: celulasas, hemicelulasas, β -glucanasas, galactosidasas, pentosanasas, pectinasas, lipasas, amilasas, proteasas y xilanasas. Estas enzimas se combinan para reducir los factores antinutricionales, aumentar la eficiencia digestiva y mejorar el desempeño productivo de las aves (Paulino, 2018).

Uno de los complejos enzimáticos más utilizados en dietas basadas en maíz y soya incluye a las enzimas α -amilasa, xilanasas, proteasa y fitasa. Cada una tiene funciones específicas: la xilanasas descompone los arabinoxilanos presentes en la fibra vegetal, reduciendo la viscosidad intestinal, la amilasa hidroliza el almidón, facilitando su digestión, la proteasa rompe enlaces peptídicos, mejorando la disponibilidad de aminoácidos y reduciendo antinutrientes como inhibidores de tripsina, la fitasa libera el fósforo ligado al fitato, aumentando su absorción (Bedford M. R., 2012).

Tabla 2. *Enzimas, sustratos y efectos*

Enzimas	Sustrato	Efectos
Proteasas	Proteínas	Hidrólisis de proteína
Xilanasas	Arabinoxilanos	Reducción de viscosidad.
Amilasa	Almidón	Hidrólisis de almidón.
Fitasa	Ácido fítico	Liberación de fitato
Lipasa	Lípidos	Hidrólisis de grasa
β -Galactosidasa	Granos leguminosos	Reducción de viscosidad
β -Glucanasa	β -glucanos	Reducción de viscosidad

Fuente: Extraído de Valdivia et al. (2019).

3.2.6.1. Xilanasas

Las xilanasas son enzimas pertenecientes al grupo de las carbohidrasas, clasificadas dentro de la familia de las glicosil hidrolasas. Su función principal consiste en catalizar la ruptura de los enlaces β -1,4-xilosídicos presentes en los xilanos, los cuales son polisacáridos estructurales que conforman las paredes celulares de las plantas, particularmente en cereales. Esta actividad enzimática permite descomponer los arabinoxilanos en oligosacáridos más simples, lo que reduce la viscosidad intestinal, mejora la difusión de enzimas digestivas y nutrientes a través del lumen intestinal (Moita & Kim, 2022).

En aves y otros animales monogástricos, la producción endógena de xilanasas es mínima o inexistente, lo que limita su capacidad para digerir adecuadamente las dietas basadas en cereales ricos en arabinoxilanos, como el trigo, el centeno, la cebada y, en menor grado, el

maíz. Se ha estimado que los arabinoxilanos representan entre el 50 % y el 70 % de los polisacáridos no amiláceos (PNA) en estos ingredientes, siendo responsables de incrementar la viscosidad del quimo intestinal y de reducir la eficiencia en la digestión y absorción de nutrientes (Doeschate, 2018).

Los arabinoxilanos se dividen en dos fracciones funcionales: Solubles, que absorben agua formando soluciones viscosas en el intestino, lo que ralentiza el tránsito del alimento, reduce la mezcla enzimática y crea un entorno favorable para el crecimiento de bacterias no deseadas. Insolubles, que actúan como una barrera física, atrapando nutrientes como proteínas y almidón dentro de las paredes celulares vegetales, lo que impide su liberación y digestión, un fenómeno conocido como el “efecto jaula” (Vieira, 2022).

La inclusión de xilanasas exógenas en las dietas de aves de corral ha demostrado mejorar significativamente la utilización de la energía metabolizable, reducir el contenido de humedad de las excretas y mejorar el índice de conversión alimenticia. También contribuyen a una mejor salud intestinal al disminuir la fermentación indeseada en el intestino posterior y estabilizar el microbiota (Kiare, 2013).

Además, estudios han señalado que los productos de degradación de los arabinoxilanos, conocidos como xilooligosacáridos, pueden ejercer un efecto prebiótico, promoviendo el crecimiento de bacterias beneficiosas como *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* en el intestino, lo que representa un valor añadido al uso de esta enzima (Broekaert, 2011).

3.2.6.2. Amilasa

La amilasa es una enzima hidrolítica esencial que cataliza la ruptura de los enlaces glucosídicos α -1,4 y α -1,6 presentes en polisacáridos como el almidón, glucógeno y otros carbohidratos complejos. Esta acción enzimática transforma estas moléculas en azúcares más

simples, como maltosa, maltotriosa y dextrinas, facilitando su absorción en el tracto digestivo. En los animales, la amilasa se secreta principalmente en dos formas: la salival (también conocida como ptialina o α -amilasa), que actúa en la cavidad oral, y la pancreática, que continúa el proceso en el intestino delgado (Britannica, 2023).

Las amilasas se clasifican en tres tipos principales según su modo de acción: α -amilasa, rompe los enlaces internos α -1,4 del almidón, generando oligosacáridos de longitud variable. Es producida por animales, hongos y bacterias, y representa la forma más común utilizada en nutrición animal, β -amilasa de origen vegetal y microbiano, actúa desde los extremos no reductores del almidón, liberando unidades de maltosa, γ -amilasa tiene la capacidad de actuar sobre los enlaces α -1,6, lo que le permite degradar completamente el almidón hasta glucosa. Es activa en condiciones ácidas, como las que se encuentran en el estómago (Britannica, 2023).

En nutrición animal, el almidón es una de las principales fuentes de energía. Sin embargo, no todo el almidón contenido en los ingredientes vegetales es completamente digerible. Dependiendo de su estructura y origen, puede clasificarse en tres tipos de almidón resistente:

- Almidón físicamente inaccesible: Encapsulado dentro de paredes celulares no degradables por las enzimas endógenas del animal.
- Almidón nativo: Con alto contenido de amilosa, que presenta resistencia a la hidrólisis a menos que haya sido sometido a tratamiento térmico (por ejemplo, cocción o extrusión).
- Almidón retrógrado: Se forma cuando el almidón previamente gelatinizado es enfriado, reorganizando sus cadenas de manera que resisten la digestión enzimática (González, 1997).

El uso de amilasas exógenas en la alimentación animal ha demostrado mejorar significativamente la digestibilidad del almidón, especialmente en dietas a base de maíz, trigo o arroz. Esta mejora se traduce en un mayor aprovechamiento energético, lo cual repercute positivamente en parámetros productivos como el peso corporal, la eficiencia alimenticia y la uniformidad del lote (Bedford M. R., 2010).

Además, la liberación más eficiente de glucosa reduce la carga fermentativa en el intestino posterior, disminuye la proliferación de bacterias indeseables y mejora la estabilidad del microbiota intestinal. Este efecto se vuelve particularmente importante en animales jóvenes, como pollitos en la fase de arranque, cuyo sistema digestivo aún no produce amilasa en cantidades óptimas (Svihus, 2005).

3.2.6.3. Proteasa

Las proteasas, también denominadas enzimas proteolíticas, peptidasas o proteinasas, son enzimas responsables de la ruptura de los enlaces peptídicos que unen los aminoácidos dentro de las cadenas proteicas. Esta acción permite descomponer las proteínas complejas en péptidos más cortos y, finalmente, en aminoácidos libres, facilitando así su absorción y utilización por el organismo (Park, 2020).

En nutrición avícola, la inclusión de proteasas exógenas ha demostrado mejorar significativamente la digestibilidad de las proteínas, incrementar la disponibilidad de aminoácidos esenciales y contrarrestar la presencia de factores antinutricionales como los inhibidores de tripsina y compuestos alergénicos como la β -conglucina y glicina, presentes principalmente en la harina de soya. Estas proteínas antinutricionales pueden afectar la integridad del epitelio intestinal, inducir inflamación y reducir la eficiencia alimenticia si no son degradadas adecuadamente (Cowieson A. P., 2019).

Las proteasas pueden clasificarse según el rango de pH óptimo para su actividad: proteasas ácidas, activas en ambientes con pH entre 2,5 y 3,5, como el proventrículo y la molleja, proteasas neutras, funcionales en el duodeno y el yeyuno (pH 6,5-7,0), proteasas alcalinas, activas principalmente en el íleon, donde el pH se encuentra entre 7,2 y 7,8 (Ravindran, 2010).

Entre los principales beneficios asociados con la suplementación de proteasa en aves de corral se incluyen: mejora la eficiencia de utilización de la proteína ingerida, posibilidad de formular dietas con menor contenido de proteína bruta sin comprometer el rendimiento, reducción en la excreción de nitrógeno, lo que disminuye la carga ambiental y el consumo de agua, fortalece de la mucosa intestinal, disminuyendo la susceptibilidad a infecciones entéricas como la coccidiosis (Lee et al., 2019).

Otra característica relevante de estas enzimas es su baja especificidad de sustrato, lo que les permite actuar sobre una amplia gama de proteínas de diferentes orígenes, ya sean vegetales (soya, gluten, subproductos) o animales (harinas de carne o de pescado). Esta propiedad las convierte en herramientas versátiles para optimizar el aprovechamiento de dietas complejas (Cowieson, 2019).

Aunque las aves poseen la capacidad de sintetizar proteasas endógenas como pepsina, tripsina y quimotripsina, su producción en etapas tempranas de vida es limitada, especialmente en pollitos recién nacidos. Esta insuficiencia fisiológica justifica el uso de proteasas suplementarias en dietas de arranque y en condiciones de estrés digestivo o bajo rendimiento enzimático (Novus, 2017).

Además, estudios recientes han demostrado que el uso combinado de proteasas con otras enzimas, como amilasas y fitasas, genera un efecto sinérgico que mejora aún más la

digestibilidad total de la dieta, favorece la microbiota intestinal y reduce los costos de alimentación (Ravindran, 2010).

3.2.7. Probióticos

Los probióticos son microorganismos vivos no patógenos que, cuando se administran en cantidades adecuadas, brindan beneficios al huésped, principalmente a través del equilibrio de la microbiota intestinal. Estos microorganismos incluyen bacterias, levaduras y ciertos hongos que, al colonizar el tracto gastrointestinal, promueven un entorno intestinal saludable, optimizan los procesos digestivos y refuerzan el sistema inmunológico (Jha et al., 2020).

En avicultura, los probióticos desempeñan un papel crucial durante las primeras etapas de vida de las aves. Los pollitos recién nacidos tienen un tracto gastrointestinal estéril, y si no están en contacto directo con la madre como ocurre en los sistemas de producción natural no reciben la microbiota inicial. En los sistemas de incubación artificial, esta transferencia no sucede, lo que aumenta la susceptibilidad a patógenos entéricos. Por esta razón, la administración de probióticos desde el primer día de vida es esencial para una colonización intestinal adecuada y una mejor resistencia frente a bacterias patógenas como *Salmonella* spp (Jacob, 2024).

Por otro lado, los probióticos se han convertido en una alternativa eficaz a los antibióticos promotores de crecimiento (APC), cuya restricción en diversas regiones ha impulsado la búsqueda de aditivos naturales. Varios estudios han demostrado que cepas como *Lactobacillus acidophilus*, *Bacillus subtilis* y *Enterococcus faecium* mejoran indicadores productivos como el peso corporal, la conversión alimenticia y la salud intestinal general, lo que los posiciona como herramientas clave en sistemas de producción más sostenibles (Al-Khalaifah, 2018).

3.2.7.1. Clasificación de probióticos

Los probióticos pueden ser aislados de contenido intestinal, heces u otras fuentes biológicas de animales sanos. Se pueden administrar de forma individual o en combinación, con el fin de lograr una colonización más eficiente y beneficios sinérgicos en el huésped. Las bacterias comúnmente utilizadas pertenecen a los géneros: *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Enterococcus*, *Lactococcus*, *Streptococcus* (Díaz et al., 2017).

Tabla 3. Principales géneros y especies probióticas.

Lactobacillus	Streptococcus	Bifidobacterium
<i>L. acidophilus</i>	<i>S. cremoris</i>	<i>B. bifidum</i>
<i>L. casei</i>	<i>S. salivarius</i>	<i>B. breve</i>
<i>L. brevis</i>	<i>S. faecium</i>	<i>B. animalis</i>
<i>L. cellobiosus</i>	<i>S. diacetylactis</i>	<i>B. infantis</i>
<i>L. fermentum</i>	<i>S. intermedius</i>	<i>B. longum</i>
<i>L. lactis</i>		

Fuente: Extraído de Fuller (2018).

3.2.7.2. Mecanismos de acción

- Las bacterias probióticas compiten con los microorganismos patógenos por nutrientes y por un lugar en la pared intestinal, actuando como una barrera defensiva al impedir que el epitelio celular quede disponible para los patógenos.
- Producción de sustancias antimicrobianas como el peróxido de hidrógeno (H₂O₂), diacetilo, bacteriocinas, ácidos orgánicos, ácido láctico, acético y propiónico, que acidifican el medio intestinal para inhibir el crecimiento de microorganismos indeseables.
- Estimulan la inmunidad de la microbiota intestinal generando una mayor actividad de macrófagos y mayor capacidad de fagocitar partículas de microorganismos,

incrementando la producción de inmunoglobulinas G y M e interferón Y, aumentan los anticuerpos en la superficie de la mucosa (Blajman, 2015).

4.2.8. Producto evaluado

El producto evaluado en esta investigación fue Probioenzyme® Px, un aditivo multienzimático-probiótico de origen bacteriano, diseñado específicamente para su inclusión en dietas formuladas a base de soya y maíz, ingredientes predominantes en la alimentación de aves. Este aditivo es de uso zootécnico y tiene como finalidad mejorar la eficiencia digestiva, el aprovechamiento de nutrientes y el desempeño productivo general en pollos de crecimiento lento, como la línea genética Sasso (Agrovetmarket, 2023).

La dosificación utilizada fue de 0,025% y 0,05% del producto en base al total del alimento, de acuerdo con las recomendaciones técnicas del fabricante.

3.2.9. Línea genética Sasso

La línea genética Sasso corresponde a un grupo de aves de crecimiento lento desarrolladas por la empresa Hendrix Genetics. Esta genética ha sido diseñada específicamente para sistemas de producción alternativos, donde se valoran aspectos como la rusticidad, el bienestar animal y la calidad de la carne. La genética de estas aves es el resultado del cruzamiento selectivo de líneas puras que han sido elegidas por su rendimiento zootécnico, apariencia fenotípica, rusticidad y, especialmente, por las características organolépticas de su carne. Este enfoque genético busca no solo maximizar la productividad, sino también responder a las preferencias del consumidor por productos diferenciados, con atributos tradicionales y de alta calidad (Hendrix Genetics, 2022).

Estas aves se caracterizan por su docilidad, facilidad de manejo y mayor capacidad de adaptación frente a condiciones ambientales desafiantes. A diferencia de los pollos broiler convencionales de crecimiento rápido, las aves Sasso presentan un ritmo de desarrollo más pausado, lo cual permite una mejor formación muscular, un esqueleto más robusto, factores que contribuyen a la obtención de una carne con mejor textura y sabor. Estas aves alcanzan un peso vivo promedio de 700 a 800 g a los 28 días dependiendo del manejo, densidad, dieta y condiciones ambientales (Gous, 2018).

Uno de los mayores atributos de la línea Sasso es su alta rusticidad, que se manifiesta en una mayor tolerancia al estrés calórico, mejor resistencia a enfermedades intestinales. Estas características hacen que su crianza sea viable en ambientes donde otras razas más especializadas no se desarrollan eficientemente, como ocurre en pisos ecológicos intermedios y altos, característicos de regiones andinas o tropicales de altura (Sanka et al, 2020).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ámbito de estudio

4.1.1. Ubicación política

El presente estudio de investigación se realizó en las instalaciones de la unidad de aves del Centro Agronómico K'ayra, Facultad de Agronomía y Zootecnia, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, ubicado en el Distrito de San Jerónimo, Provincia y Región de Cusco.

4.1.2. Ubicación geográfica (Coordenadas UTM)

- Altitud: 3 230 m
- Zona: 19 S
- Hemisferio: Sur
- Este (X): 189 283,45 m
- Norte (Y): 8 499 372,63 m (Google Earth Pro, 2025).

4.1.3. Condición climática

- Temperatura máxima media: 19,6°C
- Temperatura mínima media: 4,4°C
- Precipitación anual: 731,8 mm aproximadamente
- Temporada de lluvias: noviembre a abril
- Temporada seca: mayo a septiembre
- Humedad máxima: 75 % a 85 % (febrero a abril)
- Humedad mínima: 61 % a 66 % (agosto a septiembre)
- Intensidad de radiación UV: 16 a 17 (entre las 11:00 y las 15:00 horas)

- Periodo de sol: abril a octubre (la época con mayores periodos de luz y cielo despejado); de noviembre a marzo (presencia de nubosidad, lo que reduce las horas de brillo solar). (SENAMHI, 2025).

4.1.4. Duración de la investigación

- **Etapa pre experimental**

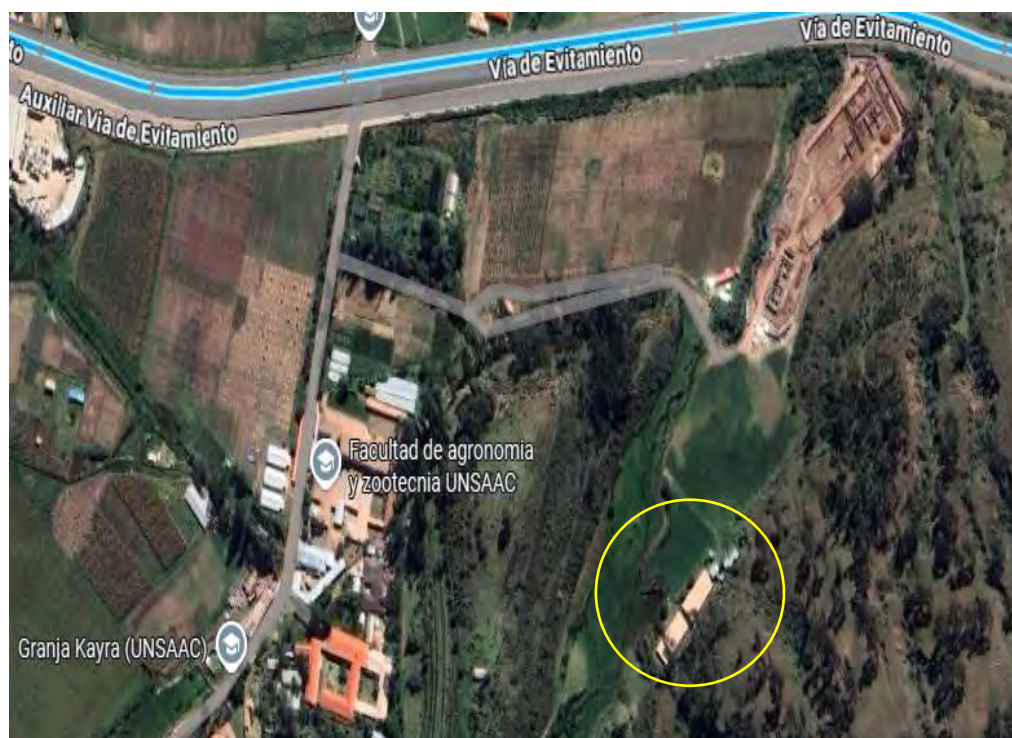
Esta etapa tuvo una duración de dos meses (15 de mayo a 13 de julio del 2023), que consistió en el acondicionamiento del galpón y preparación de las dietas experimentales.

- **Etapa experimental**

Esta etapa tuvo una duración de 28 días (14 de julio a 11 de agosto del 2023), donde se evaluó los tratamientos de estudio.

Figura 1.

Ubicación geográfica de la instalación de la unidad de aves (sector Leticia).



Fuente: Imagen tomada de Google Maps (2025).

4.2. Materiales

4.2.1. Material experimental

- 192 pollos BB machos, de la línea genética Sasso, adquiridas de la empresa E.I.R.L. GENÉTICA AVÍCOLA de la ciudad de Lima, con un día de edad y un peso promedio de 47 g (ver anexo 1).
- Complejo enzimático-probiótico “Probioenzyme® Px” adquirida de la empresa Agrovot Market, de la ciudad de Lima.

4.2.2. Materiales auxiliares

- Comederos tipo tolva
- Bebederos automáticos tipo pendular
- Termómetro ambiental (marca DALTECH)
- Campanas criadoras a gas con 4 cerámicos (marca AVIMETAX))
- Ventiladores extractores de aire industrial 150w-2 290 m³/h (marca ULIX)
- Mochila de desinfección de 15 litros (marca FARMATE)
- Arpilleras
- Cascarilla de arroz
- Lanza llamas grande (marca AVIMETAX)
- Balanza digital de precisión 5 000 g x 1g (marca UNIVEX)
- Balanza digital de precisión 250 g x 0,01g (marca ARMOTEC)
- Cloruro de sodio al 0,9%
- Papel absorbente estéril
- Cinta métrica de 200 cm
- Equipo de cirugía menor

4.2.3. Equipos de protección personal (EPP)

- Barbijo
- Cofia
- Mandil
- Cubre calzado descartable (marca FAMILY DOCTOR)
- Guantes quirúrgicos
- Alcohol de 96°

4.2.4. Materiales de oficina

- USB
- Laptop
- Cámara fotográfica 108 megapíxeles
- Fichas de registro (Ver anexo)

4.3. Metodología de la investigación

4.3.1. Tipo y nivel de investigación

La presente investigación es de tipo experimental, debido a que se manipuló de manera intencional la variable independiente, correspondiente a la inclusión de un complejo enzimático-probiótico en la dieta de pollos de crecimiento lento de la línea genética Sasso, con el propósito de evaluar su efecto sobre los parámetros productivos y digestivos.

Asimismo, el nivel de investigación es explicativo, dado que busca establecer relaciones de causa y efecto entre la suplementación del complejo enzimático-probiótico y las variables dependientes evaluadas, tales como: el peso vivo, ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y parámetros digestivos.

4.3.2. Diseño de investigación

La investigación se desarrolló bajo un diseño experimental completamente al azar (DCA), en el cual las unidades experimentales fueron asignadas de manera aleatoria a los distintos tratamientos, garantizando que cada unidad tenga la misma probabilidad de recibir cualquiera de los tratamientos evaluados.

Previo al análisis de los datos, se realizó una prueba de normalidad con el fin de verificar el cumplimiento del supuesto de distribución normal, requisito fundamental para la aplicación de pruebas estadísticas paramétricas. Para ello, se utilizó un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

Para la evaluación de los datos se realizó un análisis de varianza (ANOVA), con la finalidad de determinar la existencia de diferencias significativas entre tratamientos. Para el procesamiento de los datos se empleó el software estadístico “INFOSTAT version 2020 y para el análisis estadístico se utilizó la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$).

El modelo estadístico utilizado para el análisis de las variables cuantitativas fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij}$$

Donde:

- Y_{ij} : Observación en el tratamiento k -ésimo de un Diseño Completo al Azar.
- μ : Media general de las observaciones.
- T_i : Efecto del i -ésimo tratamiento
- e_{ijk} : Error aleatorio.

4.3.3. Instalaciones

El estudio de investigación se realizó en un galpón de 240 m², se ocupó un área de 40 m², en la cual se dispusieron 12 boxes de crianza con dimensiones de 2,0 m de largo por 1,0 m de ancho y una altura de 0,60 m, equipados con comederos y bebederos. Para garantizar la integridad de la evaluación y la salud de los pollos, se llevó a cabo un proceso de desinfección exhaustivo del galpón, 30 días antes de comenzar la misma; este procedimiento se realizó con lanza llamas, seguido de la aplicación de una solución desinfectante (vircon), para el control de la temperatura se instalaron campanas a gas, operando durante 12 horas previas a la llegada de los pollitos, manteniendo una temperatura promedio de 30 a 32°C.

Adicionalmente, se instalaron ventiladores estratégicamente ubicadas en la entrada y salida del galpón y cortinas para regular la ventilación, lo que contribuye a prevenir la acumulación excesiva de amoníaco en el ambiente del galpón. Para la cama se utilizó cascarilla de arroz como material de base, debido a sus propiedades aislantes y su capacidad para absorber la humedad.

Este material se esparció uniformemente sobre la superficie del área designada, formando una capa con un espesor consistente de 10 cm; esta medida es crucial para garantizar el aislamiento térmico del suelo, proporcionar una superficie suave, cómoda que contribuya al bienestar y desarrollo saludable de los pollitos.

4.3.4. Tratamientos experimentales

Para la presente investigación se planteó 3 tratamientos con 4 repeticiones, cada uno formado por 16 pollos. Los tratamientos fueron los siguientes:

Tabla 4. *Tratamientos y repeticiones.*

TRATAMIENTOS	REPETICION	N°AVES
CONTROL	R-1	16
	R-2	16
	R-3	16
	R-4	16
T1	R-1	16
	R-2	16
	R-3	16
	R-4	16
T2	R-1	16
	R-2	16
	R-3	16
	R-4	16
TOTAL		192

Nota: CONTROL: dieta base sin complejo enzimático-probiótico; T1: dieta+0,025% de complejo enzimático-probiótico; T2: dieta+ 0,05% de complejo enzimático-probiótico.

Fuente: Elaboración propia.

4.4. Dieta Experimental

La dieta utilizada en el presente estudio fue formulada conforme a las recomendaciones nutricionales propuestas por la Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA, 2018), específicamente para pollos de crecimiento lento, considerando los requerimientos de energía metabolizable, proteína bruta, aminoácidos esenciales, minerales y vitaminas, en la etapa de inicio (1 a 28 días de edad).

Se diseñaron tres dietas experimentales, correspondientes a los siguientes tratamientos:

- **Control:** alimento balanceado sin inclusión del “complejo enzimático-probiótico”.
- **T1:** alimento control + 0,025% de complejo enzimático-probiótico.
- **T2:** alimento control + 0,05% de complejo enzimático-probiótico.

En la siguiente tabla se presenta la composición porcentual de los ingredientes utilizados en las dietas para cada uno de los tratamientos experimentales:

Tabla 5. *Formulación de dietas experimentales para la etapa de inicio (1 a 28 días).*

Ingredientes (%)	Control	T1	T2
Maíz amarillo molido	60,00	60,00	60,00
Torta de soya	32,84	32,84	32,84
Fosfato di cálcico	2,16	2,16	2,16
Aceite de soya	1,50	1,50	1,50
Carbonato de Calcio	1,20	1,20	1,20
Metionina	0,32	0,32	0,32
Lisina	0,30	0,30	0,30
Bicarbonato de sodio	0,26	0,26	0,26
Toxisorb (secuestrante de micotoxinas)	0,20	0,20	0,20
Micofung (antifúngico)	0,20	0,20	0,20
Sal común (cloruro de sodio)	0,20	0,20	0,20
Cloruro de colina	0,20	0,20	0,20
Treonina	0,14	0,14	0,14
Valina	0,12	0,12	0,12
Gustor	0,10	0,10	0,10
Zinbax	0,10	0,10	0,10
Pro prevet (complemento vitamínico)	0,10	0,10	0,10
Maduramicina (coccidiostato)	0,08	0,08	0,08
Optiphos plus (fitasa)	0,02	0,02	0,02
Complejo enzimático	0,00	0,025	0,05
Total	100,00	100,00	100,00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. *Contenido nutricional de la dieta.*

Nutrientes		
	Unidad	
Materia seca	%	90,22
Proteína	%	19,00
Cenizas	%	9,76
Fibra cruda	%	3,30
Energía metabolizable	Mcal/Kg	2,90
Aminoácidos		
Arginina	%	1,14
Lisina	%	1,09
Valina	%	0,85
Meti-cis	%	0,80
Isoleucina	%	0,73
Treonina	%	0,71
Metionina	%	0,44
Triptófano	%	0,18
Minerales		
N+K-CL	%	245,00
Calcio	%	1,00
Potasio	%	0,71
Fósforo	%	0,55
Sodio	%	0,22
Cloro	%	0,20

Nota: Elaboración propia.

4.5. Evaluaciones

De acuerdo con los objetivos específicos planteados en la presente investigación, se llevaron a cabo evaluaciones productivas, digestivas y económicas que permitieron analizar integralmente el efecto de la inclusión de un complejo enzimático-probiótico en pollos de crecimiento lento de la línea genética Sasso durante la etapa de inicio (1 a 28 días). Las variables fueron evaluadas siguiendo protocolos estandarizados, y los datos obtenidos fueron registrados para su análisis estadístico posterior.

4.5.1. Parámetros productivos

- **Peso vivo (g)**

El peso vivo fue registrado de manera semanal, cada 7 días, a una hora fija (8:30 a.m.) y en condiciones estandarizadas de manejo. Las aves fueron sometidas a un periodo de ayuno de 12 horas previas a la evaluación, con el objetivo de minimizar la variabilidad en la medición. Los datos se registraron individualmente y luego se agruparon por unidad experimental (repetición) para su análisis.

- **Ganancia de peso (g)**

La ganancia de peso se calculó como la diferencia entre el peso final e inicial de cada semana, empleando la siguiente fórmula:

$$Ganancia\ de\ peso(g) = (Peso\ final\ (periodo)) - (Peso\ inicial\ (periodo))$$

Este indicador permitió evaluar el ritmo de crecimiento semanal de las aves y comparar la eficiencia de los tratamientos en términos de desarrollo corporal.

- **Consumo de alimento (g/ave)**

El consumo de alimento se determinó mediante la diferencia entre la cantidad de alimento ofrecido y el rechazado, por cada unidad experimental. El valor fue ajustado según el número de aves vivas, y se calculó semanalmente según la fórmula:

$$Consumo\ de\ alimento(g) = \frac{Alimento\ consumido}{Número\ de\ aves}$$

- **Conversión alimenticia**

Este parámetro fue determinado como la relación entre el consumo acumulado de alimento y la ganancia acumulada de peso, según la siguiente expresión:

$$\text{Conversión alimenticia} = \frac{\text{Consumo de alimento (periodo)}}{\text{Ganancia de peso (periodo)}}$$

Una menor conversión alimenticia indica una mayor eficiencia en el uso del alimento.

4.5.2. Parámetros digestivos

Con la finalidad de evaluar el desarrollo digestivo de las aves, se analizaron parámetros anatómicos mediante la extracción y pesaje de órganos internos. Esta evaluación se realizó de forma semanal, beneficiando aleatoriamente cinco aves por tratamiento. Todas las aves se sometieron a un periodo de ayuno de 12 horas antes del procedimiento, para reducir el contenido gastrointestinal y facilitar la manipulación anatómica.

- **Protocolo de beneficio**

El método de beneficio utilizado fue el descrito por (Vásquez, 2020), sujetar firmemente al ave por las patas, alas, cabeza y proceder a un corte horizontal profundo a nivel del cuello. Esta acción interrumpe el flujo sanguíneo, provocando una muerte rápida. Dejar desangrar al ave durante 2 a 3 minutos, y confirmar la muerte antes de iniciar la disección.

- **Procedimiento de disección y extracción de órganos**

El ave fue colocado en posición de decúbito dorsal, con las extremidades extendidas y fijadas, con un bisturí estéril, se realizó una incisión longitudinal en la piel, desde la cloaca hasta la base del cuello, procurando no perforar la cavidad abdominal, luego se practicó dos cortes laterales hasta la base de las costillas, para exponer completamente la cavidad visceral, se localizaron y extrajeron cuidadosamente los órganos del sistema digestivo y anexos (proventrículo, molleja, intestino delgado, intestino grueso, ciegos, bolsa de Fabricio, páncreas,

hígado, bazo y corazón), asegurando que no se produjeran roturas ni pérdidas de contenido interno.

Los órganos fueron limpiados con cloruro de sodio al 0,9% para remover el contenido residual externo y secados con papel absorbente estéril, el pesaje individual de cada órgano se realizó inmediatamente posterior a la extracción, utilizando una balanza digital de precisión (250 x 0,01 g), los valores obtenidos se registraron en fichas técnicas individuales, identificando el tratamiento, la repetición y el número de ave, con fines de análisis estadístico posterior.

Este procedimiento permitió obtener información morfofisiológica confiable sobre el desarrollo del aparato digestivo bajo los diferentes niveles de suplementación enzimático-probiótica, en correspondencia con el segundo objetivo específico del estudio.

4.5.3. Mérito económico

Como parte del análisis integral de la eficiencia de los tratamientos evaluados, se consideró el cálculo del mérito económico (M.E.), entendido como un indicador parcial de rentabilidad que refleja la relación entre los ingresos generados y los egresos de mayor importancia. Este análisis está alineado con el tercer objetivo específico del estudio.

Para su determinación se tomaron en cuenta los costos variables directos, como el precio del alimento consumido por ave y el costo del pollito BB, así como un componente de costos fijos indirectos, estimado como el 25% del total de los costos variables (incluye gastos operativos como mano de obra, energía, insumos sanitarios, entre otros).

El mérito económico se calculó aplicando la siguiente fórmula:

$$M.E = \frac{Valor\ final - (valor\ inicial + costo\ de\ alimento)}{(valor\ inicial + costo\ de\ alimento)} \times 100$$

Donde:

- **Valor final (VF):** Precio estimado de venta por pollo (S/ 9,00)
- **Valor inicial (VI):** Costo del pollito BB (S/ 3,40)
- **Costo de alimentación (CA):** Precio total del alimento consumido por ave
- **Costos variables** = VI + CA
- **Costos fijos** = 25% de los costos variables
- **Costos totales** = Costos variables + Costos fijos

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Parámetros productivos

5.1.1. Peso vivo

Los resultados del peso vivo promedio semanal por tratamiento se muestra en la Tabla 7 y figura 2, los cuales fueron obtenidos a partir de los registros individuales consignados en el anexo 1. El análisis estadístico del peso vivo se realizó mediante el análisis de varianza, cuyos resultados se presentan en los anexos 9 a 13, correspondientes al peso vivo al inicio y a la semana 1, 2, 3 y 4 del periodo experimental.

Los resultados presentados en la tabla 7 muestran diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$., ver anexo 12) a partir de la tercera semana de edad. Durante el periodo experimental, el tratamiento T2 (0,05 % de complejo enzimático-probiótico) obtuvo los valores más altos, seguido por T1 (0,025 %), mientras que el grupo control presentó los valores más bajos.

Tabla 7. *Peso vivo promedio semanal por tratamiento (g).*

Tratamientos	Inicio	1. ^a semana	2. ^a semana	3. ^a semana	4. ^a semana
Control	47,89±0,5 a	125,67±1,4 a	265,93±2,1 a	495,09±1,3 a	747,21±1,2 a
T1	47,86±0,6 a	126,86±1,6 a	267,01±2,4 a	500,63±0,6 b	771,98±1,1 b
T2	47,81±0,2 a	128,52±1,4 a	269,98±2,2 a	508,38±1,1 c	797,57±1,6 c
C.V (%)	1,04	1,34	1,96	2,24	2,20
p-valor	0,9755	0,1125	0,1213	<0,0001	<0,0001

Nota: T1: 0,025% de complejo enzimático, T2: 0,05% de complejo enzimático, **abc las letras distintas de la misma columna indican diferencias significativas al 5% de la prueba Tukey.

A la primera semana, T2 registró un peso promedio de (128,52 ± 1,42 g), T1 (126,86 ± 1,58 g) y control (125,67 ± 1,41 g). Esta tendencia se mantuvo durante las semanas siguientes,

alcanzando a los 28 días un peso vivo de $(797,57 \pm 1,64 \text{ g})$ para T2, $(771,98 \pm 1,05 \text{ g})$ para T1, y $(747,21 \pm 1,18 \text{ g})$ para el grupo control.

Este comportamiento es coherente con estudios que indican que el efecto de los aditivos enzimáticos y probióticos no es inmediato, ya que las enzimas exógenas requieren condiciones óptimas de pH y temperatura para activarse. Mientras que los probióticos necesitan tiempo para establecerse en la microbiota intestinal del ave (Ramírez, 2014). La maduración fisiológica del sistema digestivo en pollos ocurre a la segunda semana (Salvador, 2022), lo que explicaría la ausencia de diferencias tempranas y la aparición de efectos significativos a partir de la tercera semana.

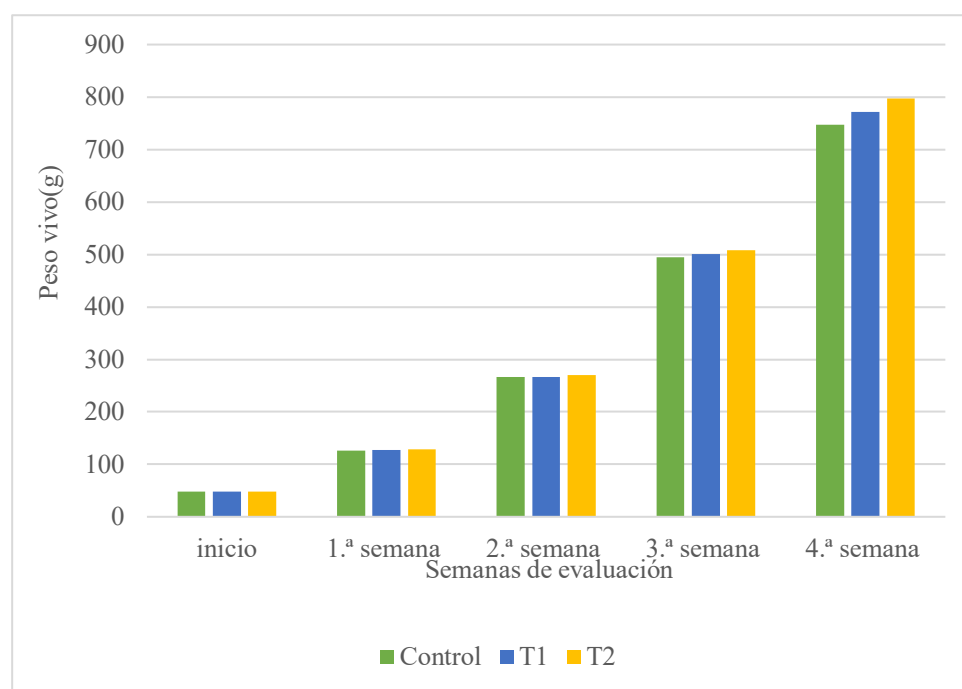
Los resultados de la tabla sugieren que la inclusión del complejo enzimático-probiótico favoreció significativamente el crecimiento de las aves, probablemente por una mejora en la degradación de polisacáridos no amiláceos (celulosa, hemicelulosa, β -glucanos, arabinoxilanos) y la consiguiente mayor disponibilidad de energía y aminoácidos (Bedford M. R., 2010). Asimismo, los probióticos contenidos en Probioenzyme® Px habría optimizado el entorno intestinal, promoviendo una mejor absorción de nutrientes y eficiencia metabólica, factores críticos durante la etapa inicial del desarrollo aviar (Barros, 2018)

Estudios previos respaldan estos hallazgos, Chávez (2021) reportó un incremento significativo en el peso final de pollos alimentados con un complejo enzimático (Probioenzyme®Px), con diferencias estadísticas desde la tercera semana. Del mismo modo, Terleira (2018) observó mayores pesos vivos en pollos alimentados con un complejo enzimático-probiótico (Hidrozyme XP), comparado con el control y otros tratamientos.

La Figura 2, muestra la evolución del peso vivo promedio (g) de los pollos de crecimiento lento (línea Sasso) durante las cuatro semanas del ensayo experimental, en función de tres tratamientos dietéticos: Control (sin aditivo), T1 (0,025% de complejo enzimático-probiótico) y T2 (0,05% de complejo enzimático-probiótico).

Figura 2.

Peso vivo semanal por tratamiento (g)



En la semana de inicio, no se observaron diferencias entre tratamientos, lo que indica una adecuada homogeneidad inicial entre los grupos experimentales. Durante la primera semana, el incremento de peso fue progresivo y similar entre tratamientos, aunque se aprecia una ligera ventaja en T2. A partir de la segunda semana, se observaron tendencias diferenciadas de crecimiento, siendo T1 y T2 superiores al control. Esta tendencia se acentuó en la tercera semana, donde el tratamiento T2 mostró una mayor ganancia, (508,38 g), en contraste con (495,09 g) del control. Esta diferencia se amplificó en la cuarta semana, en la cual el tratamiento T2 alcanzó el mayor peso vivo promedio (797,57 g), seguido de T1 (771,98 g), mientras que el grupo control registró el valor más bajo (747,21 g).

5.1.2. Ganancia de peso

La ganancia de peso semanal por tratamiento se presenta en la tabla 8 y figura 3, cuyos valores se obtuvieron a partir de los registros consignados en el anexo 2. El análisis estadístico de la ganancia de peso se realizó mediante el análisis de varianza, cuyos resultados se muestran en los anexos 14 al 18, correspondientes a las semanas 1, 2, 3 y 4, así como la ganancia total.

Los resultados de ganancia de peso semanal registrados en la Tabla 8, indican que la adición del complejo enzimático-probiótico tuvo un efecto positivo en el rendimiento ponderal de los pollos Sasso durante la etapa de inicio (1 a 28 días). Aunque durante la primera y segunda semana no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($p > 0,05$., ver anexo 13 y 114), a partir de la tercera y cuarta semana se evidenciaron diferencias altamente significativas ($p < 0,05$., ver anexo 15 y 16), lo que refleja el inicio del efecto fisiológico del aditivo sobre el metabolismo digestivo de las aves.

Tabla 8. Ganancia de peso semanal por tratamiento (g).

Tratamientos	1. ^a semana	2. ^a semana	3. ^a semana	4. ^a semana	Total acumulado
Control	77,78±1,8 a	140,26±3,2 a	229,15±1,8 a	252,12±2,3 a	699,32±1,3 a
T1	79,00±1,9 a	140,15±2,3 a	233,62±3,0 b	271,35±1,1 b	724,12±0,6 b
T2	80,70±1,6 a	141,47±2,5 a	238,40±3,0 c	289,19±2,3 c	749,76±1,5 c
C.V (%)	2,59	2,21	1,32	2,84	2,19
p-valor	0,1852	0,8058	0,0072	<0,0001	<0,0001

Nota: T1: 0,025% de complejo enzimático, T2: 0,05% de complejo enzimático, **abc las letras distintas de la misma columna indican diferencias significativas al 5% de la prueba Tukey.

El tratamiento T2 (0,05 % de complejo enzimático-probiótico) registró la mayor ganancia acumulada de peso al final del experimento ($749,76 \pm 1,46$ g), seguido por T1 ($724,12 \pm 0,55$ g) y el grupo control ($699,32 \pm 1,28$ g). En la tercera y cuarta semana, T2 mostró

diferencias significativas respecto a los otros tratamientos, con ganancias semanales ($238,40 \pm 3,02$ g y $289,19 \pm 2,33$ g) respectivamente. Este patrón sugiere un efecto acumulativo del complejo sobre la eficiencia digestiva y metabólica conforme avanza la edad de las aves.

Este comportamiento indica un efecto positivo de la suplementación con el complejo enzimático-probiótico, especialmente a la dosis más alta, sobre el crecimiento corporal de las aves. El incremento significativo observado en el tratamiento T2, puede deberse a un efecto sinérgico entre los componentes del complejo, ya que la acción combinada de enzimas y probióticos no solo mejora la digestión y absorción, sino que también promueve un ambiente intestinal más favorable para el desarrollo de la microbiota beneficiosa, promoviendo un crecimiento saludable (Ravindran, 2010).

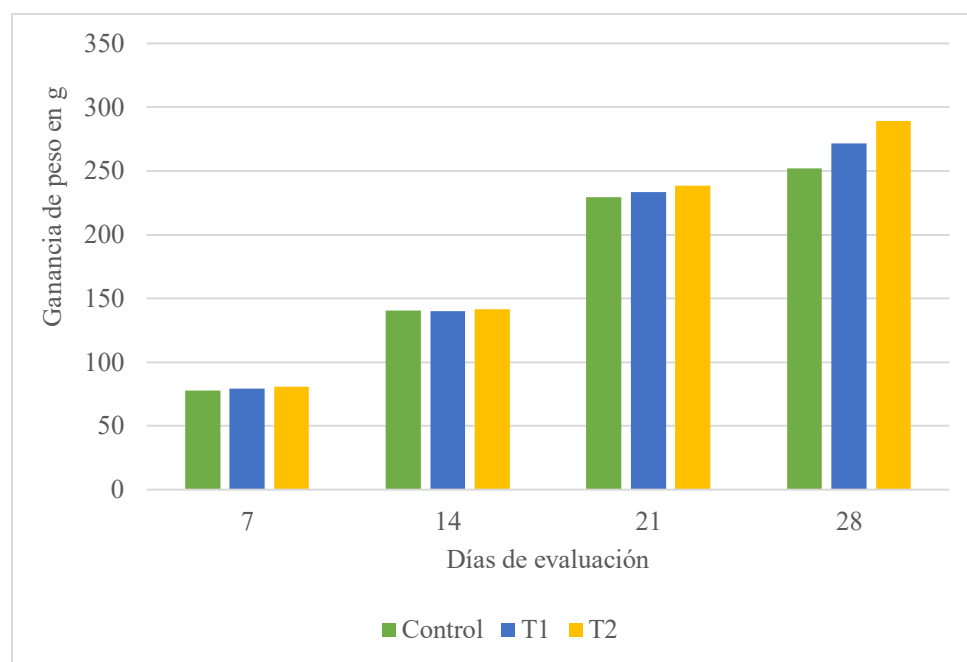
Los resultados concuerdan con los hallazgos de Chávez (2021), quien observó una ganancia de peso superior en pollos Hubbard alimentados con un complejo enzimático similar, con diferencias significativas a partir de la tercera semana. Sin embargo, Suárez (2017) reportó que el uso de una multienzima en pollos Cobb vantage 500, no influyó un incremento significativo en la ganancia de peso.

La Figura 3 muestra la ganancia de peso promedio (g) de los pollos de crecimiento lento (línea Sasso) en función de los días de evaluación (7, 14, 21 y 28 días), bajo tres tratamientos dietéticos: Control (sin aditivo), T1 (0,025% de complejo enzimático-probiótico) y T2 (0,05% de complejo enzimático-probiótico). Durante la primera semana (día 7), las aves de todos los tratamientos presentaron incrementos similares, con una leve superioridad en T2 (80 g) en comparación con el grupo control (77 g) y T1 (79 g). Esta diferencia inicial se mantuvo durante el día 14, donde las ganancias fueron comparables entre grupos (aproximadamente 140 - 141 g), lo que indica que el efecto del suplemento aún no era suficientemente evidente en las primeras dos semanas; sin embargo, a partir del día 21, las diferencias entre tratamientos se

hicieron más notorias, el grupo T2 mostró una mayor ganancia acumulada (238 g) frente a T1 (233 g) y al control (229 g), tendencia que se consolidó al día 28, donde el tratamiento T2 mantuvo la mayor ganancia de peso semanal (289 g), ligeramente por encima de T1 (271 g) y control (252 g).

Figura 3.

Ganancia de peso semanal por tratamiento (g)



Estos resultados sugieren que la inclusión del complejo enzimático-probiótico Probioenzyme® Px a niveles crecientes contribuyó a una mejora en la eficiencia digestiva, reflejada en un mayor aprovechamiento de los nutrientes dietarios a partir de la tercera semana de vida. En conjunto, la figura respalda la hipótesis de que el uso de aditivos basados en enzimas y probióticos mejora el desempeño productivo en sistemas de producción avícola en condiciones de altitud.

5.1.3. Consumo de alimento

El consumo de alimento semanal por tratamiento se presenta en la tabla 9 y figura 4, cuyos valores se obtuvieron a partir de los registros consignados en el anexo 3. El análisis estadístico se realizó mediante el análisis de varianza, cuyos resultados se muestran en los anexos 19 al 23, correspondientes a las semanas 1, 2, 3 y 4, así como al consumo de alimento total.

La Tabla 9, presenta los valores promedio de consumo de alimento (g/ave) por semana y el total acumulado durante el periodo experimental (28 días), bajo tres tratamientos: Control (sin aditivo), T1 (0,025% de complejo enzimático-probiótico) y T2 (0,05%).

Tabla 9. Consumo de alimento por tratamiento (g)

Tratamientos	1. ^a semana	2. ^a semana	3. ^a semana	4. ^a semana	Total acumulado
Control	96,56±1,8 a	212,14±2,9 a	442,12±2,6 a	592,97±3,5 a	1343,78±2,3 a
T1	96,10±1,9 a	211,21±1,6 a	431,63±2,5 b	559,60±2,4 b	1298,55±4,4 b
T2	95,98 ±1,9 a	210,50±2,2 a	411,66±2,3 c	529,42±2,5 c	1247,56±2,2 c
C.V (%)	2,28	1,26	2,67	3,58	2,28
p-valor	0,9273	0,6936	<0,0001	<0,0001	<0,0001

Nota: T1: 0,025% de complejo enzimático, T2: 0,05% de complejo enzimático, **abc las letras distintas de la misma columna indican diferencias significativas al 5% de la prueba Tukey.

Durante la primera semana, las aves del tratamiento T2 registraron un consumo significativamente menor ($95,98 \pm 1,93$ g) en comparación con el control ($96,56 \pm 1,81$ g) y T1 ($96,10 \pm 1,96$ g). Esta diferencia se mantuvo durante la segunda semana, con valores de ($210,50 \pm 2,24$ g) para T2, significativamente inferiores a los tratamientos T1 ($211,21 \pm 1,57$ g) y control ($212,14 \pm 2,90$ g). En la tercera y cuarta semana, las diferencias fueron aún más marcadas, registrándose consumos acumulados más bajos en T2 ($411,66 \pm 2,33$ g y $529,42 \pm 2,51$ g, respectivamente), seguidos por T1 ($431,63 \pm 2,46$ g y $559,60 \pm 2,42$ g) y el control ($442,12 \pm$

2,62 g y $592,97 \pm 3,45$ g). El consumo total acumulado al finalizar la cuarta semana reflejó esta tendencia: el tratamiento T2 obtuvo el valor más bajo ($1\,247,56 \pm 2,20$ g/ave), seguido de T1 ($1\,298,55 \pm 4,38$ g/ave) y el control ($1\,343,78 \pm 2,29$ g/ave).

Los resultados de la tabla reflejan el impacto positivo del complejo enzimático-probiótico sobre el rendimiento productivo en pollos de crecimiento lento, lo cual es especialmente relevante en condiciones de crianza en altura, donde la eficiencia digestiva y el metabolismo pueden verse comprometidos. Estos hallazgos respaldan el uso estratégico de aditivos funcionales como herramienta para mejorar el desempeño productivo y la sostenibilidad de la producción avícola.

Este efecto puede atribuirse a la acción conjunta de las enzimas exógenas y probióticos contenidos en Probioenzyme® Px, que promueven una mayor eficiencia en la absorción de nutrientes, lo que permite satisfacer las demandas metabólicas del ave con un menor volumen de alimento ingerido (Valdivia, 2019).

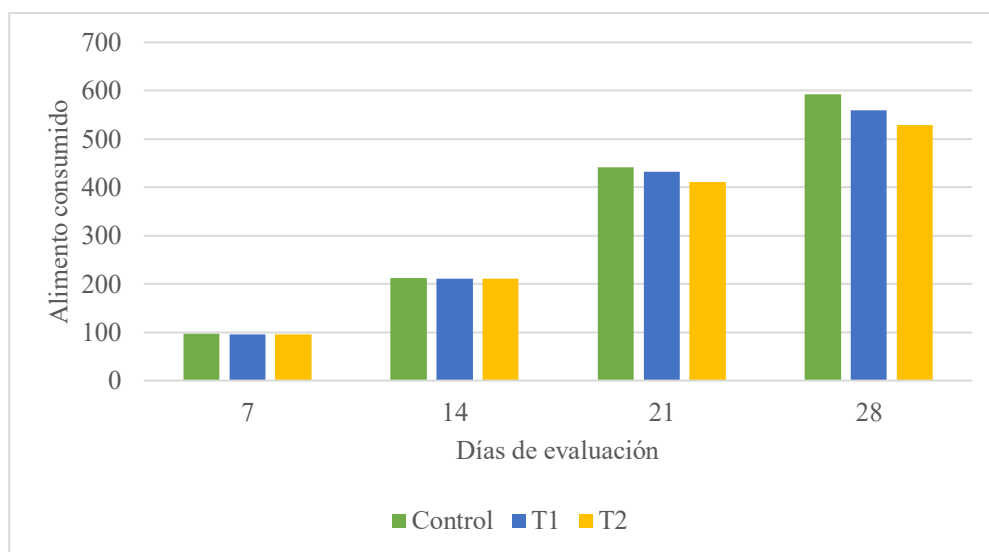
En conjunto, la reducción significativa del consumo de alimento en los tratamientos T1 y T2 indica que la suplementación con Probioenzyme® Px mejora la eficiencia de utilización de la dieta, lo cual resulta especialmente relevante en sistemas de producción en altitud, donde la adaptación fisiológica de las aves puede limitar su eficiencia digestiva. Esta optimización del consumo no solo mejora la productividad del sistema, sino que también reduce los costos asociados a la alimentación, representando una estrategia productiva y económicamente viable.

Los resultados son similares con lo reportado por López (2020), quien obtuvo diferencias significativas entre tratamientos, e indica que el consumo de alimento disminuye usando dietas con inclusión de enzimas, comparado con la dieta control. Córdova (2022) indican que no hubo diferencias significativas entre tratamientos; sin embargo, el tratamiento con inclusión de enzimas tuvo un valor numérico menor frente a los otros tratamientos.

La figura 4, muestra la evolución del consumo acumulado de alimento (g/ave) en tres grupos experimentales de pollos Sasso: grupo control (sin aditivo), T1 (suplementado con 0,025% de complejo enzimático-probiótico) y T2 (0,05% de suplemento), durante cuatro semanas de crianza (días 7, 14, 21 y 28). Durante la primera y segunda semana (día 7 a 14), el consumo fue similar entre tratamientos, sin diferencias visualmente apreciables. Sin embargo, a partir de la tercera semana (día 21), se observa una tendencia clara: el grupo control mantiene valores superiores de consumo frente a los grupos con aditivo. Esta diferencia se acentúa progresivamente en la semana 4, en el que el grupo control registró un consumo cercano a (592,97 g/ave), seguido de T1 (559,60 g/ave) y T2 (529 g/ave) aproximadamente.

Figura 4.

Consumo de alimento por tratamiento(g).



Esta figura evidencia que la inclusión del complejo enzimático-probiótico en las dietas permitió mantener un adecuado crecimiento de las aves con una menor ingesta de alimento, lo cual indica una mayor eficiencia digestiva y metabólica inducida por el aditivo. Además, la progresiva separación entre barras a lo largo del tiempo refuerza la hipótesis de un efecto acumulativo positivo de la suplementación sobre la digestibilidad y la utilización del alimento.

5.1.4. Conversión alimenticia

La conversión alimenticia semanal por tratamiento se presenta en la tabla 10 y figura 5, cuyos valores se obtuvieron a partir de los registros consignados en el anexo 4. El análisis estadístico se realizó mediante el análisis de varianza, cuyos resultados se muestran en los anexos 24 al 27, correspondientes a las semanas 1, 2, 3 y 4 del periodo experimental.

La Tabla 10 presenta los valores de conversión alimenticia (CA) obtenidos por semana y el promedio general en pollos de crecimiento lento suplementados con dos niveles de un complejo enzimático-probiótico (T1: 0,025%, T2: 0,05%) comparados con un grupo control (sin aditivo).

Tabla 10. *Conversión alimenticia por tratamiento*

Tratamiento	1. ^a semana	2. ^a semana	3. ^a semana	4. ^a semana
Control	1,24 ± 0,006 a	1,42 ± 0,008 a	1,68 ± 0,009 a	1,92 ± 0,004 a
T1	1,22 ± 0,004 b	1,40 ± 0,020 b	1,63 ± 0,007 b	1,79 ± 0,006 b
T2	1,19 ± 0,006 c	1,38 ± 0,012 c	1,56 ± 0,004 c	1,67 ± 0,006 c
C.V (%)	1,64	2,31	1,48	1,29
p-valor	<0,0001	0,0371	<0,0001	<0,0001

Nota: T1: 0,025% de complejo enzimático, T2: 0,05% de complejo enzimático, **abc las letras distintas de la misma columna indican diferencias significativas al 5% de la prueba Tukey.

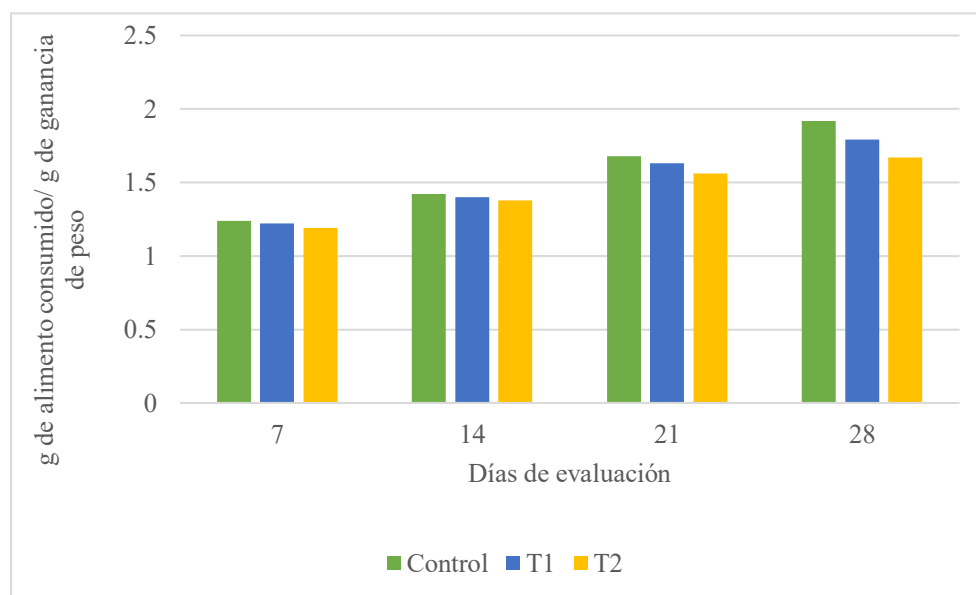
Durante las cuatro semanas de evaluación, se evidenció una diferencia significativa entre tratamientos en todas las etapas. En la primera semana, el T2 registró la conversión más baja (1,19), en comparación con el control (1,24), conforme avanzó la crianza, a la cuarta semana el tratamiento T2 presentó los mejores resultados, con una conversión alimenticia de 1,67 ± 0,006, seguido por T1 con 1,79 ± 0,006, mientras que el grupo control mostró el valor más alto 1,92 ± 0,04, reflejando menor eficiencia en el uso del alimento. Los resultados de esta tabla confirman que la inclusión del complejo enzimático-probiótico, especialmente en la dosis del 0,05% (T2), mejora significativamente la conversión alimenticia, reduciendo el consumo

necesario para generar el mismo rendimiento en peso, lo cual representa una ventaja técnica y económica relevante en sistemas de producción avícola de altura.

Estos resultados coinciden con lo reportado por Chávez (2021) registró deferencias significativas en la semana cuatro, la mejor conversión alimenticia lo obtuvo el tratamiento formulado con un complejo enzimático. Asimismo, López (2020) indica que el tratamiento con mayor inclusión de enzimas, presentó diferencias significativas, frente a los otros tratamientos. Por tanto, los resultados de esta investigación no solo ratifican la eficacia del complejo Probioenzyme® Px, sino que también sugieren su aplicación como una herramienta nutricional viable en contextos productivos de altura, con impacto positivo sobre la sostenibilidad económica.

Figura 5 .

Conversión alimenticia por tratamiento.



La figura 5 muestra el comportamiento de la conversión alimenticia (CA) en función de los días de evaluación. Este indicador refleja la cantidad de alimento requerida para lograr un gramo de ganancia de peso, siendo un parámetro clave en la eficiencia del sistema productivo.

Desde la primera semana (día 7), se observa que los tratamientos con aditivo (T1 y T2) presentan valores menores de CA comparados con el grupo control, indicando una mejor eficiencia alimenticia. Esta diferencia se mantiene y acentúa progresivamente en los días 14 y 21, alcanzando su punto más marcado al día 28, donde el grupo control registró una conversión cercana a 1,92, frente a 1,79 en T1 y 1,67 en T2.

La tendencia decreciente en la CA con el uso del complejo Probioenzyme® Px indica una mayor eficiencia en la utilización de los nutrientes, resultado del efecto combinado de las enzimas, probióticos, sobre la digestión y el ambiente intestinal. Esta figura evidencia el efecto del tratamiento T2 (0,05%) que mantiene la conversión más baja en todos los puntos evaluados. Estos resultados consolidan la eficacia del suplemento como herramienta nutricional, especialmente en sistemas que manejan líneas de crecimiento lento en condiciones ambientales exigentes como la altitud.

5.2. Parámetros digestivos

Los resultados de los parámetros digestivos se presentan en la tabla 11, los cuales fueron obtenidos a partir de los registros consignados en el anexo 5. El análisis estadístico se realizó mediante el análisis de varianza, cuyos resultados se muestran en los anexos 28 al 35.

En la tabla 11 se muestra, el análisis de los pesos de los órganos internos de los pollos evaluados durante cuatro semanas bajo tres tratamientos: control, T1 (0,025 % CE) y T2 (0,05 % CE). Los órganos evaluados incluyen el peso del proventrículo y molleja, peso del intestino delgado, peso de los ciegos e intestino grueso, longitud intestinal y peso de órganos accesorios como el peso del corazón, bazo, hígado con vesícula biliar, páncreas y bolsa de Fabricio.

El desarrollo de los órganos digestivos evaluados durante las cuatro semanas experimentales, evidenció un crecimiento progresivo de todos los órganos asociado con la edad, lo que indica un desarrollo fisiológico normal y una tendencia favorable en los tratamientos T1 y T2 con inclusión del complejo enzimático Probioenzyme® Px. Aunque los análisis estadísticos no mostraron diferencias significativas ($p > 0,05$).

Estos resultados coinciden con lo reportado por Chávez (2021), quien encontró que ni el peso ni la longitud del tracto digestivo se vieron significativamente modificados por la adición de enzimas, a excepción del peso relativo de los ciegos, que sí presentó una diferencia estadísticamente significativa. Adicionalmente, Anzules et al. (2005) y Camiruaga et al. (2001) indican que las enzimas no necesariamente modifican el peso de los órganos digestivos, sino que mejoran la eficiencia digestiva, facilitando el acceso a nutrientes.

Tabla 11. Pesos promedio de órganos internos por semana.

Tratamientos	Edad	Peso de bazo (g)	Peso hígado y vesícula biliar (g)	Peso molleja y proventrículo (g)	Peso de páncreas (g)	Longitud intestinal (cm)	Peso intestinal y ciego (g)	Peso de corazón (g)	Peso bolsa de Fabricio (g)
Control	1ª semana	0,10 ± 0,01 a	3,41 ± 0,38 a	6,65 ± 0,57 a	0,46 ± 0,04 a	72,5 ± 1,76 a	10,98 ± 0,23 a	0,86 ± 0,07 a	0,21 ± 0,03 a
	2ª semana	0,19 ± 0,04 a	9,19 ± 0,28 a	8,39 ± 0,32 a	0,70 ± 0,06 a	85,76 ± 3,81 a	15,71 ± 2,28 a	1,73 ± 0,09 a	0,59 ± 0,07 a
	3ª semana	0,46 ± 0,04 a	13,59 ± 0,61 a	13,16 ± 0,48 a	1,54 ± 0,07 a	112,10 ± 3,52 a	24,89 ± 1,82 a	2,81 ± 0,22 a	0,88 ± 0,08 a
	4ª semana	0,63 ± 0,02 a	21,98 ± 0,98 a	22,17 ± 1,06 a	2,15 ± 0,09 a	131,46 ± 1,28 a	44,82 ± 0,92 a	4,37 ± 0,18 a	2,01 ± 0,08 a
T1	1ª semana	0,11 ± 0,01 a	3,39 ± 0,40 a	6,41 ± 0,57 a	0,52 ± 0,06 a	73,76 ± 2,68 a	11,01 ± 0,18 a	0,87 ± 0,06 a	0,22 ± 0,04 a
	2ª semana	0,23 ± 0,05 a	9,42 ± 0,27 a	8,63 ± 0,31 a	0,80 ± 0,06 a	90,24 ± 4,08 a	18,62 ± 2,18 a	1,81 ± 0,13 a	0,62 ± 0,06 a
	3ª semana	0,45 ± 0,04 a	13,66 ± 0,05 a	13,04 ± 0,36 a	1,53 ± 0,07 a	114,22 ± 2,99 a	26,42 ± 2,29 a	2,78 ± 0,22 a	0,87 ± 0,07 a
	4ª semana	0,65 ± 0,02 a	22,85 ± 1,38 a	22,45 ± 0,19 a	2,19 ± 0,05 a	133,08 ± 1,69 a	45,86 ± 0,58 a	4,51 ± 0,09 a	2,07 ± 0,06 a
T2	1ª semana	0,11 ± 0,01 a	3,81 ± 0,37 a	6,79 ± 0,48 a	0,53 ± 0,08 a	75,30 ± 2,51 a	11,39 ± 0,39 a	0,92 ± 0,06 a	0,24 ± 0,05 a
	2ª semana	0,24 ± 0,06 a	9,48 ± 0,22 a	8,62 ± 0,35 a	0,82 ± 0,09 a	90,80 ± 4,69 a	19,57 ± 2,02 a	1,89 ± 0,14 a	0,65 ± 0,04 a
	3ª semana	0,49 ± 0,01 a	13,76 ± 0,93 a	14,66 ± 0,23 a	1,55 ± 0,07 a	116,58 ± 2,93 a	28,08 ± 1,88 a	2,97 ± 0,19 a	0,89 ± 0,08 a
	4ª semana	0,66 ± 0,02 a	23,67 ± 0,46 a	22,72 ± 0,26 a	2,17 ± 0,03 a	134,32 ± 1,73 a	46,90 ± 0,88 a	4,65 ± 0,04 a	2,13 ± 0,03 a

Fuente: Elaboración propia,

Nota: T1: 0,025% de complejo enzimático-probiótico, T2: 0,05% de complejo enzimático-probiótico.

El peso del hígado aumentó proporcionalmente con la edad en todos los tratamientos, demostrando que las enzimas exógenas mejoran la digestibilidad de nutrientes y reducen el estrés hepático al facilitar el procesamiento de compuestos complejos (Adeola & Cowieson, 2011).

Respecto al páncreas, su peso también se incrementó progresivamente, sin diferencias entre tratamientos. Esto sugiere que el órgano no está siendo sobre estimulado por la suplementación enzimática, lo que es deseable desde el punto de vista metabólico y de salud a largo plazo.

En cuanto a la longitud intestinal, el peso de intestino y ciegos, el análisis estadístico no muestra diferencias significativas, numéricamente los valores más altos en los tratamientos T1 y T2 reflejan un incremento en el área de absorción, lo que puede mejorar la eficiencia en la utilización de nutrientes, Esta adaptación anatómica está respaldada por estudios como los de Kiare (2013), quien señala que la inclusión de enzimas y probióticos modula positivamente la morfometría intestinal, especialmente en aves jóvenes.

El peso del proventrículo, molleja, corazón y bazo no presentó variaciones marcadas entre tratamientos, lo que indica que el suplemento no alteró negativamente la anatomía funcional del sistema digestivo ni el sistema cardiovascular, lo cual es deseable desde el punto de vista fisiológico y de bienestar animal (Kogut & Arsenault, 2016). La bolsa de Fabricio, como órgano linfoide fundamental en la inmunocompetencia de las aves, mostró valores más altos en T2, sugiriendo una estimulación del sistema inmune derivada del uso de probióticos.

En conclusión, la suplementación dietaria con el complejo enzimático-probiótico Probioenzyme® Px en pollos de crecimiento lento, mostró efectos fisiológicos favorables sobre el desarrollo del tracto digestivo, evidenciados en el incremento progresivo del peso y longitud de órganos clave como el intestino delgado.

Aunque las diferencias no alcanzaron significancia estadística, las tendencias observadas en los tratamientos T1 y, especialmente, en T2, sugieren una mejora en la funcionalidad digestiva e inmunológica, asociada a una mayor capacidad de absorción de nutrientes y posible modulación positiva de la microbiota intestinal. Por tanto, el uso de aditivos funcionales como Probioenzyme® Px se perfila como una estrategia nutricional prometedora para potenciar la eficiencia digestiva sin comprometer el desarrollo anatómico ni la integridad fisiológica del ave.

5.3. Mérito económico

Los resultados evidencian que la inclusión del complejo enzimático-probiótico en la dieta generó un efecto positivo sobre los indicadores económicos por ave, observándose un incremento en el mérito económico con respecto al grupo T2. El tratamiento T2 (0,05%) alcanzó el mayor mérito económico (38,9%), seguido por T1 (36,9%) y finalmente el control (35,3%). Este comportamiento se explica principalmente por dos factores:

- Reducción en el consumo de alimento por pollo, fue de 1,344 kg en el grupo control, frente a 1,248 kg en T2.
- Mejora en la eficiencia alimenticia, lo cual disminuyó el costo total de alimentación por ave a pesar de un ligero incremento en el precio por kilogramo de alimento (S/ 2,42 en control vs, S/ 2,47 en T2). Así, el costo total de producción por ave fue menor en T2 (S/ 8,10) que en T1 (S/ 8,21) y control (S/ 8,31), generando una mayor rentabilidad neta (S/ 0,90).

Estos resultados coinciden con lo reportado por Terleira (2018) y López (2020), quienes evidencian que la inclusión de aditivos multienzimáticos o complejos enzimático-probióticos mejora la conversión alimenticia y reduce el costo por kilogramo de peso vivo producido.

Además, estudios como los de Córdova (2022) han demostrado que estos aditivos permiten formular dietas más eficientes, sin comprometer el crecimiento ni el desempeño final del ave.

Cabe destacar que, aunque el precio de venta fue constante para todos los tratamientos (S/ 9,00), la diferencia en la rentabilidad está determinada por la capacidad del tratamiento para optimizar los costos de alimentación, que constituyen el componente más significativo del gasto total en producción avícola, representando entre el 65% y 75% de los costos operativos (Mateos & Sell, 2016).

En conjunto, los resultados permiten afirmar que la inclusión de Probioenzyme® Px representa una estrategia económicamente favorable para productores avícolas que operan bajo condiciones de altitud, donde las exigencias metabólicas son mayores y la eficiencia digestiva se ve comprometida.

Tabla 12. Análisis comparativo del mérito económico entre tratamientos

Variables	Unidad	Tratamientos		
		Control	T1	T2
INGRESOS				
Precio Unitario	S/	9,00	9,00	9,00
EGRESOS				
Consumo alimento	Kg/ave	1,34	1,30	1,25
Precio alimento	S/ x kg	2,42	2,44	2,47
Costo alimentación	S/	3,25	3,17	3,08
Costo pollito BB	S/	3,40	3,40	3,40
Costos variables (gas, cama, vacuna, medicamentos)	S/	6,65	6,57	6,48
Costos fijos (25%)	S/	1,66	1,64	1,62
RESULTADOS ECONÓMICOS				
Rentabilidad neta	S/	0,69	0,80	0,90
Merito económico (M.E)	%	35,30	36,90	38,90

Fuente: Elaboración propia.

Nota: T1: 0,025% de complejo enzimático-probiótico; T2: 0,05% de complejo enzimático-probiótico.

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación, se concluye que:

- La inclusión de un complejo enzimático-probiótico, en dietas para pollos de crecimiento lento de la línea Sasso durante la fase inicial de crianza (1 a 28 días) mejoró de manera significativa los parámetros productivos evaluados, El tratamiento con 0,05% del complejo (T2) mostró el mejor desempeño productivo, evidenciado en un mayor peso vivo final (707,57 g), una ganancia acumulada de peso superior (749,76 g) y una conversión alimenticia más eficiente (1,67), acompañados de un menor consumo acumulado de alimento (1 247,56 g) en comparación con el grupo control (1 343,78 g).
- Si bien no se registraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, los resultados revelaron una evolución fisiológica progresiva en los órganos, con tendencias favorables en el desarrollo del intestino delgado y bolsa de Fabricio en los grupos suplementados.
- El análisis económico evidenció que, pese a que el grupo control presentó un menor costo de alimento (S/ 2,42), el mejor mérito económico (38,9%) se alcanzaron con el tratamiento T2.

VII. RECOMENDACIONES

De acuerdo a lo investigado y de los datos obtenidos en esta investigación, se recomienda lo siguiente:

- Incluir un complejo enzimático-probiótico al 0,05 % en la dieta de pollos de crecimiento lento durante la fase de inicio (1 a 28 días), ya que esta dosis ha demostrado ser efectiva para mejorar el rendimiento productivo, especialmente en condiciones de altitud,
- Se recomienda extender la evaluación del complejo enzimático-probiótico a lo largo del ciclo completo de producción, incluyendo las fases de crecimiento y acabado.
- Analizar los costos y beneficios de su inclusión a nivel experimental en mayores producciones de aves, dado que los complejos enzimáticos pueden mejorar la digestibilidad de ciertos ingredientes y maximizar la conversión alimenticia, de esta manera mejorar la rentabilidad de los productores.
- Se sugiere el uso de complejo enzimático-probiótico con ingredientes alternativos o de menor digestibilidad, especialmente en contextos rurales, donde el uso de enzimas podría mejorar el aprovechamiento de materias primas locales con alto contenido de fibra o factores antinutricionales.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Abarca, L. (2021). *Efecto de la enzimas digestivas en la producción de pollos de engorde*. Tesis para optar el título de ingeniero Zootecnista, escuela superior Politécnica de Chimborazo., <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/15644>.
- Abintek. (2023). *Enzimas para investigación: clases y aplicaciones*. abintek at the service of research. Obtenido de <https://www.abintek.com/enzimas-para-investigacion/>
- Adeola, O. &. (2011). *Opportunities and challenges in using exogenous enzymes to improve nonruminant animal production*. Journal of Animal Science. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov>.
- Adil, S., Banday, T., Bhat, G. A., Mir, M. S., & Rehman, M. (2010). *Effect of Dietary Supplementation of Organic Acids on Performance, Intestinal Histomorphology, and Serum Biochemistry of Broiler Chicken*. Vet Med Int., 47(2).
doi:<https://doi.org/10.4061/2010/479485>
- Agrovetmarket.(2023).*ProBioenzyme*.Obtenido de https://shop.agrovetmarket.com/categoria-comercial/87-probioenzyme-px.html?srsId=AfmBOornwW0HIyKmOcPdkZ3d_XSY9Aq8KT3didv5gnc5q4v8WjNAqbrA
- AI-Khalaifah, H. S. (2018). *Benefits of probiotics and/or prebiotics for antibiotic-reduced poultry*. Poultry Science. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com>.
- Alltech. (2023). *Enzimas en la nutrición para aves: Una tecnología para reducir los costos en los sistemas de producción avícola*. ActualidadAvipecuaria. Obtenido de <https://www.alltech.com/es-mx/blog/enzimas-en-la-nutricion-para-aves-una-tecnologia-para-reducir-los-costos-en-los-sistemas-de>
- Alulema, A. L. (2021). *Efecto de las enzimas digestivas en la producción de pollos de engorde*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/15644>
- Anzules, H. R. (2005). *Efecto dela suplementación de enzimas en dietas basadas en maiz, harina de soya y harina aviar para pollos de engorde*. Revista de Producción Animal. Obtenido de <https://revistas.zamorano.edu>

- Aymara, L. V. (2019). *Los aditivos enzimáticos, su aplicación en la crianza animal*. Scielo. Obtenido de [https://repository.udca.edu.co/bitstreams/21b93890-6ef8-42c2-bba4-3925b25ee232/download#:~:text=La%20implementaci%C3%B3n%20de%20proteasas%20en,al%20confort%20de%20los%20animales%20\(](https://repository.udca.edu.co/bitstreams/21b93890-6ef8-42c2-bba4-3925b25ee232/download#:~:text=La%20implementaci%C3%B3n%20de%20proteasas%20en,al%20confort%20de%20los%20animales%20()
- Bailey, R. (2019). *Salud del tracto digestivo de las aves: el mundo interior*. Aviagen, 1-11. Obtenido de https://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/AviagenBrief-GutHealth-2019-ES.pdf
- Barros, C. M. (2018). *Uso de probióticos en la alimentación de pollos broiler con diferente porcentaje de inclusión*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16316/1/UPS-CT007940.pdf>
- Bedford, M. R. (2010). *Enzymes in Farm Animal Nutrition* (2nd ed). CABI Publishing. Obtenido de <http://ndl.ethernet.edu.et>
- Bedford, M. R. (2012). *Exogenous enzymes and their effects on intestinal microbiology*. Animal Feed Science and Technology. Obtenido de <https://sciencedirect.com>
- Bedford, M. R. (2023). *Enzymes in Farm Animal Nutrition*, 2ND Edition. Cabi Digital Library. Obtenido de <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/book/10.1079/9781845936747.0000>
- Bedford, R., & Partridge, G. (2011). *Enzymes in farm animal nutrition* (Segunda edición ed.). CABI. Obtenido de <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/book/10.1079/9781845936747.0000>
- Blajman, J. E. (2015). *Probióticos en pollos parrilleros: una estrategia para los modelos productivos intensivos*. Revista Argentina de Microbiología., 360-367. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0325754115001133>
- Bonilla, C. M. (2019). *Puntos a considerar para la mejor productividad y bienestar de las aves-fase preinicial*. Grupo NUTEC. Obtenido de <https://www.avicultura.mx>
- Britannica, E. (2023). *Amylase*. Obtenido de <https://www.britannica.com/science/amylase>

- Broekaert, W. F. (2011). *Prebiotic and other health-related effects of cereal-derived arabinoxylans, arabinoxylan-oligosaccharides, and xylooligosaccharides*. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov>
- Cajilima, B. M. (2018). *Uso de probióticos en la alimentación de pollos broiler con diferente porcentaje de inclusión*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16316/1/UPS-CT007940.pdf>
- Chávez, J. E. (2021). *Uso de un complejo enzimático en dietas para pollos broilers*. Repositorio digital-Universidad Nacional de Loja. Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec>
- Choct, M. (2006). *Enzymes for the feed industry: past, present and future*. World's Poultry Science Journal, 62(1). doi:<https://doi.org/10.1079/WPS200480>
- Contreras, I. (2007). *Evaluación de dos complejos enzimáticos en el comportamiento productivo de pollos de engorde alimentados con una dieta a base de maíz y pastas de soya bajo condiciones comerciales*. Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala. Obtenido de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/3691/1/Tesis%20Lic%20Zoot%20Inger%20De%20Paz%20Contreras.pdf>
- Córdova, K. (2022). *Efecto de un complejo enzimático en parámetros productivos y morfometría intestinal de pollos de engorde de 1 a 28 días*. Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina. Obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/5645>
- Cowieson, A. J. (2009). *The role of enzymes in modern poultry nutrition*. Revista Brasileira de Zootecnia. Obtenido de <https://www.researchgate.net>
- Cowieson, A. P. (2019). *The effect of exogenous enzymes on nutrient digestibility, growth performance, and gut morphology in broilers*. Poultry science. Obtenido de <https://www.researchgate.net>
- De Paz, I. (2007). *Evaluación de dos complejos enzimáticos en el comportamiento productivo de pollos de engorde alimentados con una dieta a base de maíz y pasta de soya bajo condiciones comerciales*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. Obtenido de <http://www.repositorio.usac.edu.gt>

- Díaz, E., Ángel, J., & Ángel, D. (2017). *Probióticos en la avicultura: una revisión*. Rev. Med. Vet., 35, 175-189. doi:<http://dx.doi.org/10.19052/mv.4400>
- Doeschate, R. &. (2018). *Modo de acción de xilanasas y funcionalidad intestinal*. Nutrinews, <https://nutrinews.com/download/nutriNews-Nov2018-ABVISTA-Modo-de-acción-xilanasas-y-funcionalidad-intestinal.pdf>.
- Enriquez, J. C. (2012). *Evaluación del efecto de un probiótico elaborado en base a Lactobacillus acidophilus y Bacillus subtilis sobre el sistema gastrointestinal en pollos broiler Ross-308 en Santo Domingo de los Tsáchilas*. Ecuador. Obtenido de <https://scielo.sld.cu>
- FEDNA. (2018). *Necesidades nutricionales para avicultura*. Normas FEDNA 2º Edición. Obtenido de <https://www.fundacionfedna.org>
- Fuller, N. (2018). *In response to "Effects of probiotics on body weight, body mass index, fat mass and fat percentage in subjects with overweight or obesity: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials"*. Obes Rev., 19(8), 1173. doi:10.1111/obr.12687.
- Gauthier, R. (2006). *Las enzimas en los alimentos para aves elaborados con maíz, sorgo y soya: la necesidad de usar proteasas*. Engormix. Obtenido de <https://www.engormix.com>
- González, A. E. (1997). *Technology of resistant starch*. Sage Journals. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es>
- Gonzales, L. D. (2017). *Evaluación de la inclusión de Multienzimas en dietas para pollos parrilleros*. Tingo María- Perú. Obtenido de <https://repositorio.unas.edu.pe>
- Gous, R. M. (2018). *Poultry nutrition: Genotype-nutrition interaction in broiler growth and carcass composition*. Animal Feed Science and Technology. Obtenido de <https://poultry.extension.org/articles/poultry-anatomy/avian-digestive-system/>
- Hendrix Genetics. (2020). *Sasso chickens: Rustic and adaptable birds for sustainable farming systems*. Obtenido de <https://www.hendrix-genetics.com/en/news/new-brand-promise-sasso/>

- Hendrix Genetics. (2022). *Guía de cría para pollos de engorde SASSO*. Sasso poultry. Obtenido de <https://www.hendrix-genetics.com/en/news/new-brand-promise-sasso/>
- Jacob, J. (2024). *Poultry*. Obtenido de <https://poultry.extension.org/articles/poultry-anatomy/avian-digestive-system/>
- Jara, L. (2024). *Efecto de una mezcla de probióticos, prebióticos, enzimas y minerales en el comportamiento productivo y morfometría intestinal en Broilers*. Repositorio, Universidad Nacional Agraria La Molina, <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/6581/jara-blas-lucero-marilu.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Jha, R., Das, R., Oak, S., & Mishra, P. (2020). *Probiotics (Direct-Fed Microbials) in Poultry Nutrition and Their Effects on Nutrient Utilization, Growth and Laying Performance, and Gut Health: A Systematic Review*. *Animals (Basel)*, 10(10), 1863. doi:10.3390/ani10101863
- Kiare, E. R. (2013). *The role of added feed enzymes in promoting gut health in swine and poultry*. *Nutrition Research Reviews*. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov>
- Klasing, K. (2007). *Nutrition and the immune system*. *British Poultry Science*. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov>
- Kogut, M. H. (2016). *The New Paradigm in Food Animal Production*. *Frontiers in Veterinary Science*. Obtenido de <https://www.frontiersin.org>
- López, P. (2020). *Efecto de la incorporación de una enzima (Endoxilanas) en el rendimiento productivo y económico en la alimentación de broilers*. Piura: Universidad Nacional de Piura. Obtenido de <https://repositorio.unp.edu.pe/items/65352037-9c2d-44a1-ac47-1f175797f25f>
- M. Camiruaga, F. G. (2001). *Respuesta productiva de pollos broilers a la adición de enzimas exógenas a dietas basadas en maíz o triticale*. Santiago, Chile. Obtenido de <https://repositorio.uc.cl>
- Maldonado, R. A. (2018). *Revision sobre los efectos de la aplicación de enzimas en la salud intestinal*. New Zealand Poultry Industry Conference, *Avicultura.com-ayudando a alimentar al mundo*. Obtenido de <https://avicultura.com>

- Moita, V., & Kim, S. (2022). *Nutritional and functional Roles of Phytase and Xylanase Enhancing the Intestinal Health and Growth of Nursery Pigs and Broiler Chickens*. *Animals*, 12(23). Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36496844/#:~:text=In%20conclusion%2C%20the%20supplementation%20of,reducing%20the%20intestinal%20oxidative%20damages>.
- Mountzouris, K. T. (2010). *Effects of probiotic inclusion levels in broiler nutrition on growth performance, nutrient digestibility, plasma immunoglobulins, and cecal microflora composition*. *Poultry Science*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com>
- Novus International Inc. (2017). *Usos de proteasas en avicultura*. Obtenido de https://www.engormix.com/avicultura/salud-intestinal-aves/usos-proteasas-avicultura_a40279/
- NutriNews. (2018). *Modo de acción de xilanasa y funcionalidad intestinal*. nutriNews, la revista de nutrición animal. Obtenido de <https://nutrinews.com>
- Olukosi, O. A. (2007). *Age related influence of a cocktail of xylanase, amylase and protease or phytase individually or in combination in broilers*. *Poultry Science*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com>
- Park, J. H. (2020). *The effect of protease on growth performance, nutrient digestibility, and expression of growth-related genes and amino acid transporters in broilers*. *Journal of Animal Science and Technology*. Obtenido de <https://www.researchgate.net>
- Patterson, J., & Burkholder, K. (2003). *Application of prebiotics and probiotics in poultry production*. *Poult Sci*, 82(4). doi:10.1093/ps/82.4.627
- Paulino, J. (2018). *Las enzimas exógenas en las dietas Maíz/Sorgo-Harina de soya para aves y cerdos*. Obtenido de Engormix : https://www.engormix.com/avicultura/enzimas-nutricion-avicola/las-enzimas-exogenas-dietas_a42624/
- Ramírez, M. A. (2014). *Introducción a la bioquímica enzimática*. Obtenido de <https://www.revista.unam.mx>
- Ravindran, V. (2010). *Aditivos en la alimentación animal: presente y futuro*. XXVI curso de especialización FEDNA. Obtenido de https://produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_promotores_crecimiento/44-10CAP_I.pdf

- Ruiz, T. E. (2019). *Evaluación de dos niveles de un complejo enzimático comercial en la alimentación de pollos de carne Isamisa en condiciones de altura*. Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Obtenido de <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/5175?locale-attribute=es>
- Salvador, E. (2022). *Importancia de la fibra en dietas de aves en el periodo inicial*. Actualidad AVIPECUARIA. Obtenido de <https://actualidadavipecuaria.com/importancia-de-la-fibra-en-dietas-de-aves-en-el-periodo-inicial/>
- SENAMHI, (2 025). *Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI)*. Portal institucional del SENAMHI. Obtenido de <https://www.senamhi.gob.pe/>
- Singh, S., Niranjana, P., & Verma, U. D. (2009). *Effects of dietary supplementation of probiotics on broiler chicken*. Animal Nutrition, 9(1), 85-90. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/286826939_Effects_of_dietary_supplementation_of_probiotics_on_broiler_chicken
- Slominski, B. A. (2011). *Recent advances in research on enzymes for poultry diets*. Poultry Science. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com>
- Suarez, G. L. (2017). *Evaluación de la inclusión de multienzimas en dietas para pollos parrilleros*. Tingo Maria: Universidad Nacional Agraria de la Selva. Obtenido de <https://repositorio.unas.edu.pe/items/eaffba1d-cd89-4781-b7e4-57c839cc6127>
- Svihus, B. H. (2005). *Passage rate through the anterior digestive tract of broiler chickens fed on diets with ground wheat and oat hulls*. Journal of Animal Science. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov>
- Terleira, H. (2018). *Respuesta productiva de pollos de engorde de la línea cobb 500 a la adición de dos complejos multienzimáticos con y sin probióticos*. Obtenido de Repositorio Universidad Nacional de Trujillo, <https://hdl.handle.net/20.500.14414/22019>.
- Valdivia, M. M. (2019). *Los aditivos enzimáticos, su aplicación en la crianza animal*. Cuban Journal of Agricultural Science, <https://acortar.link/icrqrv>.

- Vásquez, M. B. (2020). *Crecimiento, Rendimiento de carcasa y calidad de carne de tres genotipos de pollo no convencional*. Repositorio Universidad Nacional de Cajamarca. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe>
- Vieira, D. S. (2022). *Proteasa y xilanasas: herramientas esenciales en el contexto de la nutrición de precisión y mejora de la salud intestinal*. Red Alimentaria.
- Voet., D. &. (2016). *Bioquímica* (4° ed). Editorial Médica Panamericana. Obtenido de <https://www.edicionesjournal.com>

IX. ANEXOS

Anexo 1. Pesos por tratamiento, semana y repetición (g).

CONTROL						
REP	N.º	PI	SEMANA			
			1º	2º	3º	4º
1	1	54	140	294	526	770
	2	54	138	290	523	767
	3	53	137	289	520	765
	4	52	135	285	518	763
	5	51	132	283	513	758
	6	50	130	272	500	745
	7	49	129	269	497	740
	8	48	127	260	493	738
	9	47	125	259	486	730
	10	46	124	251	482	728
	11	45	122	247	476	724
	12	44	120	240	453	720
	13	43	119	236	450	
	14	42	118	230		
	15	41	117			
	16	40	114			
	PROMEDIO	47,438	126,688	264,643	495,154	745,667
2	1	54	139	295	524	769
	2	53	137	290	518	768
	3	53	135	289	512	763
	4	53	133	286	510	760
	5	52	131	283	507	759
	6	52	130	278	503	746
	7	52	127	273	500	743
	8	50	125	270	495	740
	9	48	125	269	491	739
	10	48	123	266	482	732
	11	46	120	257	480	728
	12	45	119	253	471	723
	13	45	118	246	440	
	14	42	116	240		
	15	42	115	237		
	16	40	113			
	PROMEDIO	48,438	125,375	268,800	494,846	747,500

CONTROL						
REP	N.º	PI	SEMANA			
			1º	2º	3º	4º
3	1	55	138	293	524	770
	2	53	135	290	524	767
	3	52	133	289	520	763
	4	52	132	287	519	755
	5	51	130	280	510	750
	6	50	129	276	500	749
	7	50	127	271	498	746
	8	49	124	267	493	740
	9	48	122	265	490	738
	10	47	120	262	489	730
	11	46	119	256	480	728
	12	46	117	250	479	725
	13	45	115	248	475	
	14	45	113	239	457	
	15	42	112	230		
	16	41	110			
	PROMEDIO	48,250	123,500	266,867	497,000	746,750
4	1	54	140	294	523	770
	2	54	139	290	520	768
	3	52	137	287	520	765
	4	52	135	283	518	760
	5	51	133	277	515	757
	6	50	132	270	509	753
	7	50	130	268	500	750
	8	48	129	261	497	746
	9	48	126	257	490	742
	10	46	124	254	487	736
	11	45	123	246	476	733
	12	45	122	238	459	729
	13	42	120	233	448	727
	14	42	117	230	445	
	15	40	115			
	16	40	112			
	PROMEDIO	47,438	127,125	263,429	493,357	748,923

T1: 0,025% COMPLEJO ENZIMÁTICO-PROBIÓTICO						
REP	N.º	PI	SEMANA			
			1º	2º	3º	4º
1	1	54	140	295	538	782
	2	53	139	293	534	780
	3	52	138	290	527	779
	4	52	137	286	520	775
	5	50	136	279	510	773
	6	48	133	278	504	772
	7	48	131	270	500	770
	8	47	130	269	497	769
	9	46	128	264	489	767
	10	46	126	260	480	765
	11	45	125	257	479	760
	12	45	123	250	470	755
	13	43	121	249	450	
	14	42	120	245		
	15	41	119			
	16	40	116			
	PROMEDIO	47,000	128,875	270,357	499,846	770,583
2	1	54	139	294	538	783
	2	54	137	292	530	780
	3	53	136	290	526	780
	4	52	135	285	518	779
	5	52	133	283	509	777
	6	51	130	280	500	775
	7	50	130	276	500	773
	8	50	129	270	497	771
	9	49	127	269	486	770
	10	48	125	258	480	768
	11	48	122	254	477	760
	12	45	118	251	471	758
	13	45	116	246	470	
	14	43	115	241		
	15	40	113	232		
	16	40	110			
	PROMEDIO	48,375	125,938	268,067	500,154	772,833

T1: 0,025% COMPLEJO ENZIMÁTICO-PROBIÓTICO						
REP	N.º	PI	SEMANA			
			1º	2º	3º	4º
3	1	53	138	294	535	783
	2	52	135	292	530	780
	3	51	133	288	529	780
	4	51	132	286	520	779
	5	50	130	284	519	776
	6	50	129	279	515	775
	7	49	126	276	510	770
	8	49	124	263	500	769
	9	48	123	260	499	765
	10	48	122	257	487	763
	11	47	121	254	478	759
	12	45	120	246	473	757
	13	45	119	239	463	
	14	44	117	234	461	
	15	42	115	230		
	16	40	113			
	PROMEDIO	47,750	124,813	265,467	501,357	771,333
4	1	54	140	295	538	784
	2	53	139	290	536	780
	3	53	137	284	529	780
	4	52	135	275	523	779
	5	51	133	273	520	777
	6	51	132	270	518	775
	7	50	130	267	515	773
	8	50	127	264	496	770
	9	49	126	262	490	770
	10	47	125	259	485	769
	11	47	124	254	480	767
	12	46	122	250	475	765
	13	45	121	246	461	762
	14	43	120	243	450	
	15	42	118	230		
	16	40	116			
	PROMEDIO	48,313	127,813	264,133	501,143	773,154

T2: 0,05% COMPLEJO ENZIMÁTICO-PROBIÓTICO						
REP	N.º	PI	SEMANA			
			1º	2º	3º	4º
1	1	55	140	295	551	813
	2	54	139	293	550	810
	3	53	138	290	549	807
	4	52	136	286	537	803
	5	50	134	285	526	800
	6	50	133	280	515	797
	7	49	132	278	502	795
	8	48	131	272	500	790
	9	47	130	267	494	789
	10	46	129	264	492	786
	11	45	127	259	475	780
	12	45	126	253	463	777
	13	43	125	251	450	
	14	42	123	247		
	15	41	121			
	16	40	119			
	PROMEDIO	47,500	130,188	272,857	508,000	795,583
2	1	53	142	293	550	812
	2	53	140	291	543	810
	3	52	138	290	537	809
	4	51	137	287	526	805
	5	50	135	285	520	800
	6	50	134	283	512	800
	7	49	132	278	508	797
	8	49	130	276	500	796
	9	48	129	263	495	792
	10	48	128	257	490	784
	11	48	126	250	487	778
	12	46	125	247	484	774
	13	45	123	241	480	
	14	44	120	236		
	15	40	118	230		
	16	38	116			
	PROMEDIO	47,750	129,563	267,133	510,154	796,417

T2: 0,05% COMPLEJO ENZIMÁTICO-PROBIÓTICO						
REP	N.º	PI	SEMANA			
			1º	2º	3º	4º
3	1	54	140	295	550	813
	2	54	139	293	546	812
	3	52	137	290	537	810
	4	52	135	287	526	808
	5	52	133	284	518	805
	6	50	131	281	509	800
	7	50	130	276	500	797
	8	50	128	271	500	794
	9	50	126	270	499	790
	10	49	125	265	490	787
	11	47	123	263	487	785
	12	45	120	258	482	782
	13	42	119	250	480	
	14	42	115	243	480	
	15	40	113	240		
	16	40	112			
	PROMEDIO	48,063	126,625	271,067	507,429	798,583
4	1	52	142	295	550	815
	2	52	140	293	543	813
	3	51	139	290	536	812
	4	51	137	289	528	810
	5	51	136	288	520	807
	6	50	135	280	518	805
	7	50	130	276	515	800
	8	50	128	274	510	796
	9	49	126	266	508	794
	10	48	124	264	500	790
	11	47	122	259	498	788
	12	47	120	250	473	786
	13	45	119	243	460	780
	14	43	117	236	452	
	15	41	115	230		
	16	40	113			
	PROMEDIO	47,938	127,688	268,867	507,929	799,692

Anexo 2. Ganancia de peso semanal por tratamiento y repetición (g).

Tratamientos	Repetición	1ª semana	2ª semana	3ª semana	4ª semana
Control	1	79,25	137,96	230,51	250,51
	2	76,94	143,43	226,05	252,65
	3	75,25	143,37	230,13	249,75
	4	79,69	136,30	229,93	255,57
T1	1	81,88	141,48	229,49	270,74
	2	77,56	142,13	232,09	272,68
	3	77,06	140,65	235,89	269,98
	4	79,50	136,32	237,01	272,01
T2	1	82,69	142,67	235,14	287,58
	2	81,81	137,57	243,02	286,26
	3	78,56	144,44	236,36	291,15
	4	79,75	141,18	239,06	291,76

Anexo 3. Consumo de alimento semanal por tratamiento y repetición (g).

Tratamientos	Repetición	1ª semana	2ª semana	3ª semana	4ª semana	Total acumulado
Control	1	97,753	208,736	443,569	590,153	1 340,211
	2	95,896	215,950	438,951	593,257	1 344,054
	3	93,920	213,865	440,345	598,500	1 346,630
	4	98,656	209,993	445,600	589,986	1 344,235
T1	1	98,931	212,125	431,112	562,667	1 304,835
	2	94,675	209,250	435,690	556,230	1 295,845
	3	93,930	210,200	430,596	558,600	1 293,326
	4	96,879	213,280	429,120	560,895	1 300,174
T2	1	97,545	212,100	408,985	530,665	1 249,295
	2	98,020	209,105	415,357	527,550	1 250,032
	3	93,243	213,182	411,642	526,556	1 244,623
	4	95,115	207,600	410,670	532,890	1 246,275

Anexo 4. Conversión alimenticia semanal por tratamiento y repetición.

Tratamientos	Repetición	1ª semana	2ª semana	3ª semana	4ª semana
Control	1	1,23	1,41	1,68	1,92
	2	1,25	1,42	1,68	1,92
	3	1,25	1,41	1,67	1,93
	4	1,24	1,43	1,69	1,92
T1	1	1,21	1,39	1,64	1,80
	2	1,22	1,38	1,64	1,79
	3	1,22	1,40	1,62	1,79
	4	1,22	1,44	1,63	1,79
T2	1	1,18	1,37	1,56	1,67
	2	1,20	1,40	1,56	1,67
	3	1,19	1,37	1,56	1,66
	4	1,19	1,37	1,55	1,66

Anexo 5. Parámetros digestivos por semana y tratamiento

PRIMERA SEMANA									
Tratamiento	P.V (g)	Peso Bazo(g)	Peso hígado y vesícula(g)	Peso molleja y proventrículo(g)	Peso páncreas(g)	Long. Intestinal (cm)	Peso intestinal y ciego(g)	Peso corazón(g)	Peso bolsa de Fabricio(g)
Control	129	0,12	3,92	7,05	0,52	73,30	11,26	0,95	0,25
	120	0,10	3,16	5,97	0,42	71,90	10,87	0,78	0,19
	123	0,11	3,83	6,72	0,50	75,50	10,96	0,91	0,21
	122	0,10	3,06	5,46	0,49	71,30	11,19	0,87	0,26
	120	0,09	3,08	6,05	0,40	70,50	10,62	0,79	0,18
T1	121	0,11	3,15	6,59	0,55	73,30	11,13	0,85	0,25
	126	0,12	3,86	6,94	0,51	74,20	11,02	0,87	0,20
	122	0,11	3,03	5,59	0,47	70,20	10,73	0,86	0,19
	128	0,12	3,90	7,03	0,62	78,40	11,25	0,97	0,28
	120	0,10	3,05	5,90	0,47	72,70	10,90	0,80	0,17
T2	121	0,10	3,10	5,89	0,40	71,60	10,85	0,81	0,18
	130	0,12	4,04	7,12	0,60	75,90	11,78	0,97	0,28
	134	0,14	4,12	7,20	0,64	79,40	11,90	0,99	0,30
	128	0,11	3,95	7,05	0,53	74,90	11,20	0,94	0,23
	124	0,10	3,83	6,70	0,49	74,70	11,22	0,90	0,20

Nota: T1: 0,025% de complejo enzimático-probiótico; T2: 0,05% de complejo enzimático-probiótico.

SEGUNDA SEMANA									
Tratamiento	P.V (g)	Peso bazo(g)	Peso hígado y vesícula(g)	Peso molleja y proventrículo(g)	Peso páncreas(g)	Long. Intestinal (cm)	Peso intestinal y ciego(g)	Peso corazón(g)	Peso bolsa de Fabricio(g)
Control	269	0,23	9,41	8,70	0,75	89,00	17,10	1,82	0,65
	273	0,25	9,57	8,86	0,78	90,80	18,90	1,86	0,67
	246	0,17	8,98	8,13	0,69	84,00	13,84	1,67	0,54
	250	0,16	9,20	8,15	0,70	85,00	16,20	1,70	0,58
	238	0,13	8,81	8,10	0,60	80,00	12,53	1,59	0,49
T1	269	0,24	9,50	8,73	0,80	90,60	17,53	1,84	0,66
	285	0,30	9,70	8,96	0,85	94,30	20,98	1,95	0,68
	241	0,15	8,94	8,10	0,68	83,00	14,87	1,60	0,52
	257	0,20	9,36	8,47	0,85	89,40	19,91	1,74	0,63
	284	0,27	9,60	8,88	0,83	93,90	19,79	1,91	0,66
T2	251	0,18	9,26	8,37	0,76	87,50	18,24	1,76	0,62
	263	0,20	9,48	8,50	0,80	90,70	19,35	1,83	0,64
	290	0,32	9,80	9,16	0,96	96,00	22,87	2,10	0,70
	284	0,29	9,62	8,87	0,87	95,90	20,46	1,98	0,67
	250	0,19	9,23	8,18	0,70	84,00	16,93	1,72	0,60

Nota: T1: 0,025% de complejo enzimático-probiótico; T2: 0,05% de complejo enzimático-probiótico.

TERCERA SEMANA									
Tratamiento	P.V (g)	Peso bazo(g)	Peso hígado y vesícula(g)	Peso molleja y proventrículo(g)	Peso páncreas(g)	Long. Intestinal (cm)	Peso intestinal y ciego(g)	Peso corazón (g)	Peso bolsa de Fabricio(g)
Control	486	0,50	13,50	13,93	1,59	116,30	26,43	2,98	0,95
	480	0,47	13,35	13,12	1,56	114,20	26,73	2,79	0,90
	475	0,42	13,30	12,68	1,48	111,90	23,86	2,60	0,83
	490	0,51	14,52	13,87	1,64	112,30	25,59	3,12	0,96
	459	0,40	13,29	13,19	1,43	105,80	21,83	2,56	0,75
T1	497	0,51	14,26	13,98	1,65	119,90	30,74	3,18	0,98
	477	0,43	13,48	12,96	1,49	112,10	24,86	2,65	0,83
	461	0,40	13,37	13,34	1,43	112,10	24,21	2,57	0,79
	478	0,45	13,60	13,67	1,50	112,40	25,96	2,66	0,86
	480	0,48	13,57	13,20	1,56	114,60	26,35	2,85	0,91
T2	515	0,51	13,96	13,72	1,63	119,80	30,62	3,20	0,98
	490	0,49	13,79	13,79	1,60	113,40	25,77	2,98	0,79
	482	0,48	13,53	13,15	1,43	112,70	26,12	2,70	0,84
	509	0,50	13,83	13,65	1,52	118,70	28,45	2,83	0,97
	498	0,49	13,69	13,61	1,56	118,30	29,43	3,15	0,85

Nota: T1: 0,025% de complejo enzimático-probiótico; T2: 0,05% de complejo enzimático-probiótico.

CUARTA SEMANA									
TRAT	P.V	Peso bazo(g)	Peso hígado y vesícula(g)	Peso molleja y proventrículo(g)	Peso páncreas(g)	Long. Intestinal (cm)	Peso intestinal y ciego(g)	Peso corazón(g)	Peso bolsa de Fabricio(g)
Control	720	0,61	21,83	21,13	1,98	129,30	43,25	4,12	1,98
	760	0,65	23,32	22,40	2,24	132,80	45,75	4,55	2,10
	725	0,64	20,38	21,26	2,14	132,60	44,67	4,18	1,87
	733	0,65	21,79	21,98	2,18	130,90	44,65	4,46	2,02
	750	0,62	22,58	24,06	2,21	131,70	45,76	4,52	2,07
T1	755	0,63	20,57	22,10	2,22	132,20	46,72	4,40	1,98
	768	0,66	23,96	22,53	2,20	134,50	45,81	4,57	2,10
	763	0,63	21,98	22,43	2,13	133,80	44,93	4,42	2,03
	767	0,65	23,54	22,50	2,15	130,20	45,74	4,56	2,09
	775	0,68	24,20	22,67	2,26	134,70	46,12	4,61	2,15
T2	795	0,66	23,95	22,63	2,19	134,60	46,87	4,63	2,13
	792	0,65	23,73	22,54	2,13	133,40	45,92	4,62	2,12
	810	0,67	23,80	22,94	2,16	135,90	47,86	4,67	2,14
	815	0,69	24,10	23,10	2,22	136,20	47,94	4,72	2,18
	780	0,64	22,78	22,41	2,15	131,50	45,93	4,62	2,10

Nota: T1: 0,025% de complejo enzimático-probiótico; T2: 0,05% de complejo enzimático-probiótico.

Anexo 6. Ficha técnica de Probioenzyme® Px

a) Clasificación:

Premezcla multienzimática, prebiótica y multiprobiótica.

b) Composición:

Cada gramo de Probioenzyme® Px contiene la siguiente concentración de ingredientes activos: proteasa ácida 2800 U, amilasa 45 000 U, xilanasas 192 000 U, mananasa 23 000 U, glucanasa 46 000 U, celulasa 6500 U, pectinasa 4800 U, fitasa 1500 U, inulina 5,50 mg, fructooligosacáridos (FOS) 10 mg, probióticos 1,05 billones UFC, excipientes 1g (Agrovetmarket, 2 023).

Microorganismos probióticos incluidos: *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium bifidum*, *Streptococcus thermophilus*, *Enterococcus faecium*, *Aspergillus oryzae*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Bacillus coagulans* (Agrovetmarket, 2 023).

c) Indicaciones:

El producto está diseñado principalmente para dietas a base de maíz y soya.

d) Dosis recomendada:

- Pollos: 0,25 a 0,50 Kg/t
- Gallinas: 0,25 Kg/t
- Cerdos: 0,50 Kg/t

Anexo 7. Costo de las dietas.

Control			
Ingredientes kg	Cantidad	Precio/kg	Total
Maíz amarillo molido	60,00	1,60	96,00
Torta de soya	32,84	2,50	82,10
Aceite de soya	1,50	8,50	12,75
Gustor	0,10	42,00	4,20
valina	0,12	28,00	3,36
Maduramicina	0,08	16,00	1,28
Toxisorb Classic	0,20	7,00	1,40
Micofung	0,20	16,00	3,20
Zinbax-10 Basitramicina	0,10	16,00	1,60
Treonina	0,14	18,00	2,52
Carbonato de calcio	1,20	0,60	0,72
Fosfato dicálcico	2,16	5,50	11,88
Sal común	0,20	1,00	0,20
Metionina	0,32	23,00	7,36
Lisina	0,30	12,50	3,75
Bicarbonato de sodio	0,26	7,50	1,95
Optiphos plus	0,02	85,00	1,70
Pro prevet	0,10	42,00	4,20
Cloruro de colina	0,20	9,00	1,80
Complejo Enzimático	0,00	100,00	0,00
TOTAL	100,04		241,97
Precio/kg			2,42

T1			
Ingredientes kg	Cantidad	Precio/kg	Total
Maíz amarillo molido	60,00	1,60	96,00
Torta de soya	32,84	2,50	82,10
Aceite de soya	1,50	8,50	12,75
Gustor	0,10	42,00	4,20
valina	0,12	28,00	3,36
Maduramicina	0,08	16,00	1,28
Toxisorb Classic	0,20	7,00	1,40
Micofung	0,20	16,00	3,20
Zinbax-10 Basitramicina	0,10	16,00	1,60
Treonina	0,14	18,00	2,52
Carbonato de calcio	1,20	0,60	0,72
Fosfato dicálcico	2,16	5,50	11,88
Sal común	0,20	1,00	0,20
Metionina	0,32	23,00	7,36
Lisina	0,30	12,50	3,75
Bicarbonato de sodio	0,26	7,50	1,95
Optiphos plus	0,02	85,00	1,70
Pro prevet	0,10	42,00	4,20
Cloruro de colina	0,20	9,00	1,80
Complejo Enzimático	0,025	100,00	2,50
TOTAL	100,07		244,47
Precio/kg			2,44

T2			
Ingredientes kg	Cantidad	Precio/kg	Total
Maíz amarillo molido	60,00	1,60	96,00
Torta de soya	32,84	2,50	82,10
Aceite de soya	1,50	8,50	12,75
Gustor	0,10	42,00	4,20
valina	0,12	28,00	3,36
Maduramicina	0,08	16,00	1,28
Toxisorb Classic	0,20	7,00	1,40
Micofung	0,20	16,00	3,20
Zinbax-10 Basitramicina	0,10	16,00	1,60
Treonina	0,14	18,00	2,52
Carbonato de calcio	1,20	0,60	0,72
Fosfato dicálcico	2,16	5,50	11,88
Sal común	0,20	1,00	0,20
Metionina	0,32	23,00	7,36
Lisina	0,30	12,50	3,75
Bicarbonato de sodio	0,26	7,50	1,95
Optiphos plus	0,02	85,00	1,70
Pro prevet	0,10	42,00	4,20
Cloruro de colina	0,20	9,00	1,80
Complejo Enzimático	0,05	100,00	5,00
TOTAL	100,09		246,97
Precio/kg			2,47

Anexo 8. Análisis de varianza para hallar la prueba de normalidad de los tres tratamientos, respecto al peso vivo y las cuatro semanas de evaluación.

a) Análisis de varianza para peso vivo inicial

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PI	192	5,7E-05	0,00	8,98

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F,V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,20	2	0,10	0,01	0,9947
TRAT,	0,20	2	0,10	0,01	0,9947
Error	3493,72	189	18,49		
Total	3493,92	191			

b) Análisis de varianza para Peso vivo Semana 1

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
S1	192	0,02	0,01	6,46

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F,V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	261,13	2	130,56	1,94	0,1470
TRAT,	261,13	2	130,56	1,94	0,1470
Error	12739,83	189	67,41		
Total	13000,95	191			

c) Análisis de varianza para Peso vivo Semana 2

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
S2	176	0,01	0,00	7,22

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F,V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	494,15	2	247,08	0,66	0,5176
TRAT,	494,15	2	247,08	0,66	0,5176
Error	64650,58	173	373,70		
Total	65144,73	175			

d) Análisis de varianza para Peso vivo Semana 3

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
S3	162	0,05	0,03	5,04

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F,V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4788,35	2	2394,17	3,75	0,0255
TRAT,	4788,35	2	2394,17	3,75	0,0255
Error	101417,17	159	637,84		
Total	106205,51	161			

e) Análisis de varianza para Peso vivo Semana 4

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
S4	147	0,75	0,75	1,55

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

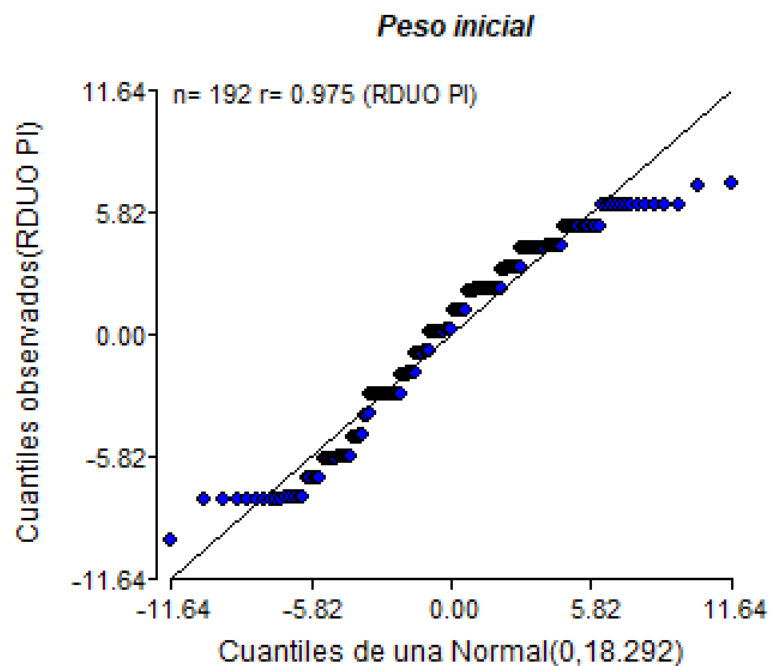
F,V,	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	62159,31	2	31079,65	215,66	<0,0001
TRAT,	62159,31	2	31079,65	215,66	<0,0001
Error	20752,69	144	144,12		
Total	82912,00	146			

Medidas resumen

Variable	Media	Var(n-1)	Mín	Máx
RDUO PI	0,00	18,29	-9,81	7,19
RDUO S1	0,00	66,70	-16,86	14,33
RDUO S2	0,00	369,43	-39,93	29,00
RDUO S3	0,00	629,92	-58,35	42,65
RDUO S4	0,00	142,14	-27,24	22,76

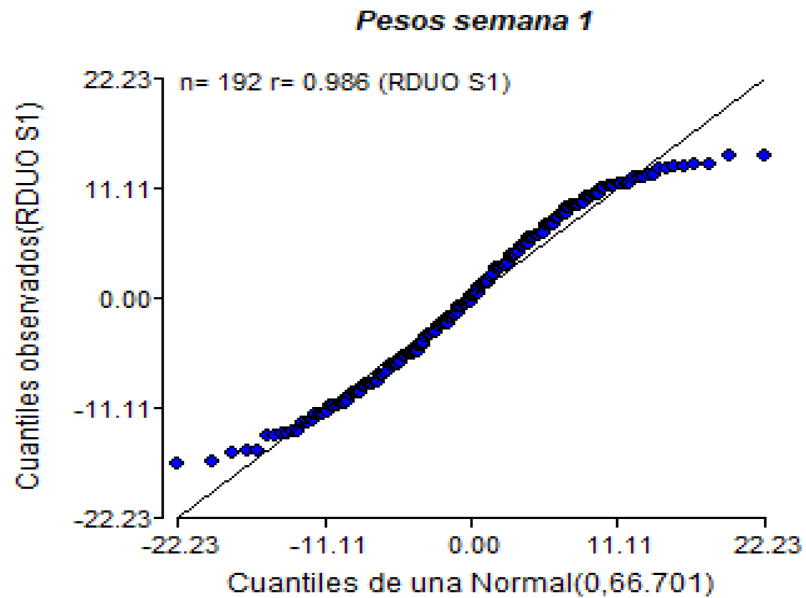
A. Prueba de bondad de ajuste (Kolmogorov) peso vivo inicial

Variable	Ajuste	media	varianza	n	Estadístico D	p-valor
RDUO PI	Normal(0,18,29)	0,00	18,29	192	0,13	0,0043



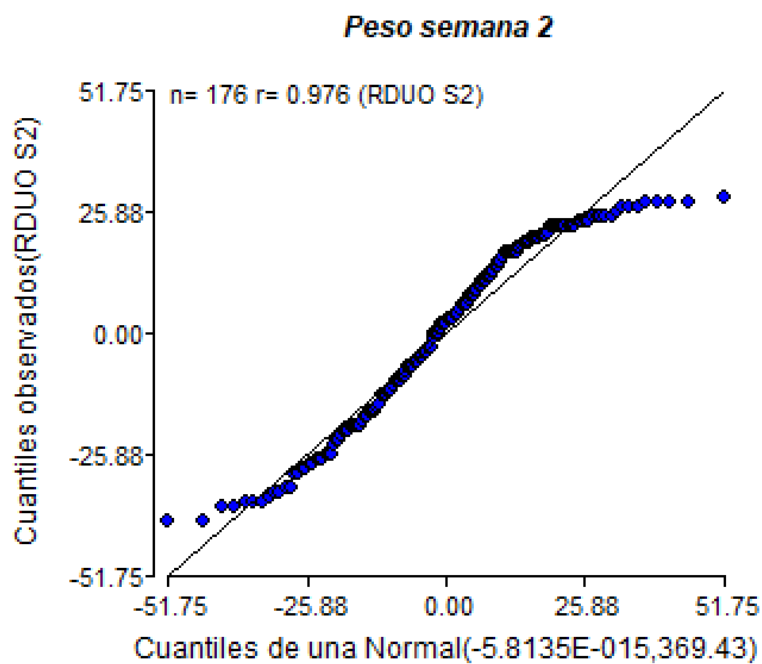
B. Prueba de bondad de ajuste (Kolmogorov) peso vivo semana 1

Variable	Ajuste	media	varianza	n	Estadístico D	p-valor
RDUO S1	Normal(0,66,7)	0,00	66,70	192	0,07	0,2907



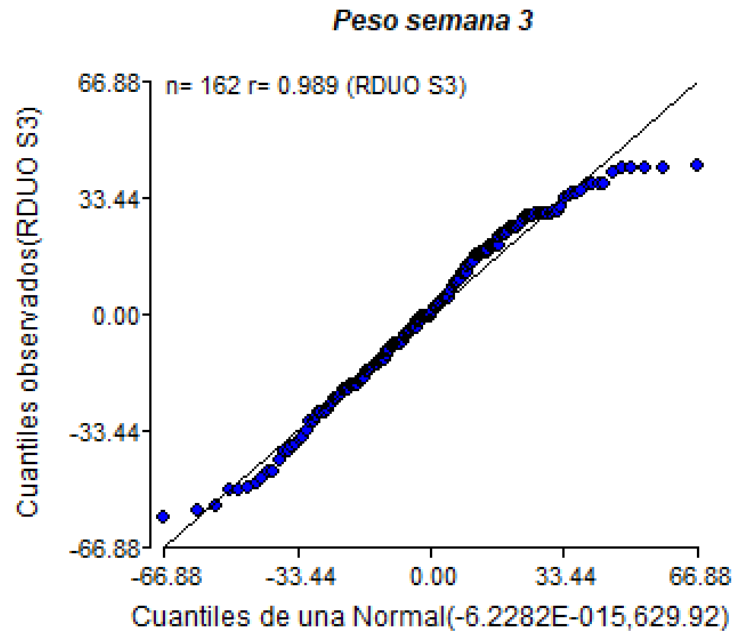
C. Prueba de bondad de ajuste (Kolmogorov) peso vivo semana 2

Variable	Ajuste	media	varianza	n	Estadístico D	p-valor
RDUO S2	Normal(0,369,43)	0,00	369,43	176	0,10	0,0787



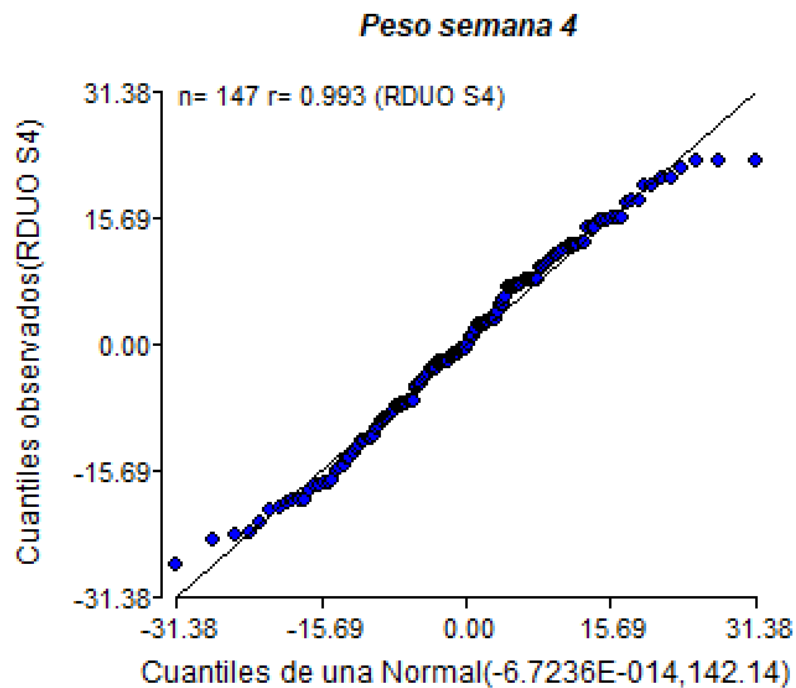
D. Prueba de bondad de ajuste (Kolmogorov) peso vivo semana 3

Variable	Ajuste	media	varianza	n	Estadístico D	p-valor
RDUO S3	Normal(0,629,92)	0,00	629,92	162	0,08	0,2935



E. Prueba de bondad de ajuste (Kolmogorov) peso vivo semana 4

Variable	Ajuste	media	varianza	n	Estadístico D	p-valor
RDUO S4	Normal(0,142,14)	0,00	142,14	147	0,08	0,3769



Anexo 9. Análisis de varianza para peso vivo inicio

Variable N R² R² Aj CV

INICIO 12 0,01 0,00 1,04

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F,V. SC gl CM F p-valor

Modelo 0,01 2 0,01 0,02 0,9755

TRAT 0,01 2 0,01 0,02 0,9755

Error 2,24 9 0,25

Total 2,25 11

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,98508

Error: 0,2490 gl: 9

TRAT Medias n E,E,

T2-0,05% 47,81 4 0,25 A

T1-0,025% 47,86 4 0,25 A

CONTROL 47,89 4 0,25 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Anexo 10. Análisis de varianza para peso vivo semana 1

Variable N R² R² Aj CV

IRA 12 0,38 0,25 1,34

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F,V. SC gl CM F p-valor

Modelo 16,32 2 8,16 2,81 0,1125

TRAT 16,32 2 8,16 2,81 0,1125

Error 26,11 9 2,90

Total 42,43 11

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,36274

Error: 2,9012 gl: 9

TRAT Medias n E,E,

CONTROL 125,67 4 0,85 A

T1-0,025% 126,86 4 0,85 A

T2-0,05% 128,52 4 0,85 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Anexo 11. Análisis de varianza para peso vivo semana 2

Variable N R² R² Aj CV

2DA 12 0,37 0,24 1,96

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F,V. SC gl CM F p-valor

Modelo 35,16 2 17,58 2,69 0,1213

TRAT 35,16 2 17,58 2,69 0,1213

Error 58,81 9 6,53

Total 93,97 11

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=5,04653

Error: 6,5341 gl: 9

TRAT Medias n E,E,

CONTROL 265,93 4 1,28 A

T1-0,025% 267,01 4 1,28 A

T2-0,05% 269,98 4 1,28 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Anexo 12. Análisis de varianza para peso vivo semana 3

Variable N R² R² Aj CV

3RA 12 0,97 0,96 2,24

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F,V. SC gl CM F p-valor

Modelo 356,46 2 178,23 125,84 <0,0001

TRAT 356,46 2 178,23 125,84 <0,0001

Error 12,75 9 1,42

Total 369,21 11

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,34956

Error: 1,4163 gl: 9

TRAT Medias n E,E,

CONTROL 495,09 4 0,60 A

T1-0,025% 500,63 4 0,60 B

T2-0,05% 508,38 4 0,60 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Anexo 13. Análisis de varianza para peso vivo semana 4

Variable N R² R² Aj CV

4TA 12 1,00 0,99 2,20

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F,V. SC gl CM F p-valor

Modelo 5072,46 2 2536,23 1092,49 <0,0001

TRAT 5072,46 2 2536,23 1092,49 <0,0001

Error 20,89 9 2,32

Total 5093,36 11

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,00806

Error: 2,3215 gl: 9

TRAT Medias n E,E,

CONTROL 747,21 4 0,76 A

T1-0,025% 771,98 4 0,76 B

T2-0,05% 797,57 4 0,76 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Anexo 14. Análisis de varianza para ganancia de peso semana 1

Variable N R² R² Aj CV

1RA 12 0,31 0,16 2,59

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F,V. SC gl CM F p-valor

Modelo 17,23 2 8,62 2,05 0,1852

TRAT 17,23 2 8,62 2,05 0,1852

Error 37,90 9 4,21

Total 55,14 11

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4,05156

Error: 4,2115 gl: 9

TRAT Medias n E,E,

CONTROL 77,78 4 1,03 A

T1-0,025% 79,00 4 1,03 A

T2-0,05% 80,70 4 1,03 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Anexo 15. Análisis de varianza para ganancia de peso semana 2

Variable N R² R² Aj CV

2DA 12 0,05 0,00 2,21

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F,V. SC gl CM F p-valor

Modelo 4,27 2 2,13 0,22 0,8058

TRAT 4,27 2 2,13 0,22 0,8058

Error 86,80 9 9,64

Total 91,07 11

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=6,13109

Error: 9,6443 gl: 9

TRAT Medias n E,E,

T1-0,025% 140,15 4 1,55 A

CONTROL 140,26 4 1,55 A

T2-0,05% 141,47 4 1,55 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Anexo 16. Análisis de varianza para ganancia de peso semana 3

Variable N R² R² Aj CV

3RA 12 0,67 0,59 1,32

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F,V. SC gl CM F p-valor

Modelo 170,90 2 85,45 8,98 0,0072

TRAT 170,90 2 85,45 8,98 0,0072

Error 85,67 9 9,52

Total 256,58 11

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=6,09122

Error: 9,5193 gl: 9

TRAT Medias n E,E,

CONTROL 229,15 4 1,54 A

T1-0,025% 233,62 4 1,54 B

T2-0,05% 238,40 4 1,54 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Anexo 17. Análisis de varianza para ganancia de peso semana 4

Variable N R² R² Aj CV

4TA 12 0,98 0,98 2,84

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F,V. SC gl CM F p-valor

Modelo 2749,73 2 1374,87 266,32 <0,0001

TRAT 2749,73 2 1374,87 266,32 <0,0001

Error 46,46 9 5,16

Total 2796,19 11

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4,48572

Error: 5,1625 gl: 9

TRAT Medias n E,E,

CONTROL 252,12 4 1,14 A

T1-0,025% 271,35 4 1,14 B

T2-0,05% 289,19 4 1,14 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Anexo 18. Análisis de varianza para ganancia de peso total

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
TOTAL	12	1,00	1,00	2,19
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)				
F,V.	SC	gl	CM	F p-valor
Modelo	5088,26	2	2544,13	1396,41 <0,0001
TRAT	5088,26	2	2544,13	1396,41 <0,0001
Error	16,40	9	1,82	
Total	5104,65	11		

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,66480

Error: 1,8219 gl: 9

TRAT	Medias	n	E,E,
CONTROL	699,32	4	0,67 A
T1-0,025%	724,12	4	0,67 B
T2-0,05%	749,76	4	0,67 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Anexo 19. Análisis de varianza para consumo de alimento semana 1

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
IRA	12	0,02	0,00	2,28
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)				
F,V.	SC	gl	CM	F p-valor
Modelo	0,73	2	0,37	0,08 0,9273
TRAT	0,73	2	0,37	0,08 0,9273
Error	43,44	9	4,83	
Total	44,17	11		

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4,33725

Error: 4,8264 gl: 9

TRAT	Medias	n	E,E,
T2-0,05%	95,98	4	1,10 A
T1-0,025%	96,10	4	1,10 A
CONTROL	96,56	4	1,10 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Anexo 20. Análisis de varianza para consumo de alimento semana 2

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
2DA	12	0,08	0,00	1,26
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)				
F,V.	SC	gl	CM	F p-valor
Modelo	5,40	2	2,70	0,38 0,6936
TRAT	5,40	2	2,70	0,38 0,6936
Error	63,78	9	7,09	
Total	69,18	11		

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=5,25566

Error: 7,0868 gl: 9

TRAT	Medias	n	E,E,
T2-0,05%	210,50	4	1,33 A
T1-0,025%	211,21	4	1,33 A
CONTROL	212,14	4	1,33 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Anexo 21. Análisis de varianza para consumo de alimento semana 3

Variable N R² R² Aj CV

3RA 12 0,96 0,95 2,67

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F,V. SC gl CM F p-valor

Modelo 1914,64 2 957,32 117,50 <0,0001

TRAT 1914,64 2 957,32 117,50 <0,0001

Error 73,33 9 8,15

Total 1987,97 11

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=5,63528

Error: 8,1476 gl: 9

TRAT Medias n E,E,

T2-0,05% 411,66 4 1,43 A

T1-0,025% 431,63 4 1,43 B

CONTROL 442,12 4 1,43 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Anexo 22. Análisis de varianza para consumo de alimento semana 4

Variable N R² R² Aj CV

4TA 12 0,99 0,99 3,58

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F,V. SC gl CM F p-valor

Modelo 8086,23 2 4043,11 378,12 <0,0001

TRAT 8086,23 2 4043,11 378,12 <0,0001

Error 96,23 9 10,69

Total 8182,46 11

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=6,45570

Error: 10,6926 gl: 9

TRAT Medias n E,E,

T2-0,05% 529,42 4 1,63 A

T1-0,025% 559,60 4 1,63 B

CONTROL 592,97 4 1,63 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Anexo 23. Análisis de varianza para consumo de alimento total

Variable N R² R² Aj CV

TOTAL 12 0,99 0,99 2,28

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F,V. SC gl CM F p-valor

Modelo 18541,03 2 9270,52 711,38 <0,0001

TRAT 18541,03 2 9270,52 711,38 <0,0001

Error 117,29 9 13,03

Total 18658,32 11

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=7,12695

Error: 13,0318 gl: 9

TRAT Medias n E,E,

T2-0,05% 1247,56 4 1,80 A

T1-0,025% 1298,55 4 1,80 B

CONTROL 1343,78 4 1,80 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Anexo 24. Análisis de varianza para conversión alimenticia semana 1

Variable N R² R² Aj CV

1RA 12 0,91 0,89 1,64

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F,V. SC gl CM F p-valor

Modelo 0,01 2 2,8E-03 45,14 <0,0001

TRAT 0,01 2 2,8E-03 45,14 <0,0001

Error 5,5E-04 9 6,1E-05

Total 0,01 11

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01543

Error: 0,0001 gl: 9

TRAT Medias n E,E,

T2-0,05% 1,19 4 3,9E-03 A

T1-0,025% 1,22 4 3,9E-03 B

CONTROL 1,24 4 3,9E-03 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Anexo 25. Análisis de varianza para conversión alimenticia semana 2

Variable N R² R² Aj CV

2DA 12 0,52 0,41 2,31

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F,V. SC gl CM F p-valor

Modelo 3,3E-03 2 1,6E-03 4,86 0,0371

TRAT 3,3E-03 2 1,6E-03 4,86 0,0371

Error 3,0E-03 9 3,4E-04

Total 0,01 11

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,03619

Error: 0,0003 gl: 9

TRAT Medias n E,E,

T2-0,05% 1,38 4 0,01 A

T1-0,025% 1,40 4 0,01 B

CONTROL 1,42 4 0,01 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Anexo 26. Análisis de varianza para conversión alimenticia semana 3

Variable N R² R² Aj CV

3RA 12 0,98 0,98 1,48

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F,V. SC gl CM F p-valor

Modelo 0,03 2 0,02 249,68 <0,0001

TRAT 0,03 2 0,02 249,68 <0,0001

Error 5,5E-04 9 6,1E-05

Total 0,03 11

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01543

Error: 0,0001 gl: 9

TRAT Medias n E,E,

T2-0,05% 1,56 4 3,9E-03 A

T1-0,025% 1,63 4 3,9E-03 B

CONTROL 1,68 4 3,9E-03 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Anexo 27. Análisis de varianza para conversión alimenticia semana 4

Variable N R² R² Aj CV

4TA 12 1,00 1,00 1,29

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F,V, SC gl CM F p-valor

Modelo 0,13 2 0,07 2387,10 <0,0001

TRAT 0,13 2 0,07 2387,10 <0,0001

Error 2,5E-04 9 2,8E-05

Total 0,13 11

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01041

Error: 0,0000 gl: 9

TRAT Medias n E,E,

T2-0,05% 1,67 4 2,6E-03 A

T1-0,025% 1,79 4 2,6E-03 B

CONTROL 1,92 4 2,6E-03 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Anexo 28. Análisis de varianza para peso de bazo semana 4

Variable N R² R² Aj CV

P,BAZO 15 0,30 0,18 3,02

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F,V, SC gl CM F p-valor

Modelo 2,0E-03 2 9,9E-04 2,57 0,1174

TRAT 2,0E-03 2 9,9E-04 2,57 0,1174

Error 4,6E-03 12 3,8E-04

Total 0,01 14

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,03304

Error: 0,0004 gl: 12

TRAT Medias n E,E,

Control 0,63 5 0,01 A

T1 0,65 5 0,01 A

T2 0,66 5 0,01 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Anexo 29. Análisis de varianza para peso de hígado semana 4

Variable N R² R² Aj CV

P,HIG+VESIC 15 0,32 0,20 4,95

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F,V, SC gl CM F p-valor

Modelo 7,16 2 3,58 2,80 0,1004

TRAT 7,16 2 3,58 2,80 0,1004

Error 15,34 12 1,28

Total 22,50 14

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,90748

Error: 1,2780 gl: 12

TRAT Medias n E,E,

Control 21,98 5 0,51 A

T1 22,85 5 0,51 A

T2 23,67 5 0,51 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Anexo 30. Análisis de varianza para peso de molleja y proventrículo semana 4

Variable N R² R² Aj CV

P,MOLL+PROV 15 0,11 0,00 3,17

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F,V, SC gl CM F p-valor

Modelo 0,78 2 0,39 0,77 0,4854

TRAT 0,78 2 0,39 0,77 0,4854

Error 6,08 12 0,51

Total 6,86 14

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,20105

Error: 0,5067 gl: 12

TRAT Medias n E,E,

Control 22,17 5 0,32 A

T1 22,45 5 0,32 A

T2 22,72 5 0,32 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Anexo 31. Análisis de varianza para peso de páncreas semana 4

Variable N R² R² Aj CV

Peso páncreas 15 0,07 0,00 3,19

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F,V, SC gl CM F p-valor

Modelo 4,4E-03 2 2,2E-03 0,46 0,6425

TRAT 4,4E-03 2 2,2E-03 0,46 0,6425

Error 0,06 12 4,8E-03

Total 0,06 14

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,11698

Error: 0,0048 gl: 12

TRAT Medias n E,E,

Control 2,15 5 0,03 A

T2 2,17 5 0,03 A

T1 2,19 5 0,03 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Anexo 32. Análisis de varianza para longitud intestinal semana 4

Variable N R² R² Aj CV

Long, intestinal 15 0,12 0,00 0,77

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F,V, SC gl CM F p-valor

Modelo 1,73 2 0,87 0,84 0,4538

TRAT 1,73 2 0,87 0,84 0,4538

Error 12,30 12 1,03

Total 14,04 14

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,70854

Error: 1,0253 gl: 12

TRAT Medias n E,E,

T1 131,56 5 0,45 A

Control 132,26 5 0,45 A

T2 132,30 5 0,45 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Anexo 33. Análisis de varianza para peso intestinal semana 4

Variable N R² R² Aj CV

P,INT+CG 15 0,53 0,45 1,98

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F,V. SC gl CM F p-valor

Modelo 10,90 2 5,45 6,63 0,0115

TRAT 10,90 2 5,45 6,63 0,0115

Error 9,86 12 0,82

Total 20,76 14

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,52939

Error: 0,8216 gl: 12

TRAT Medias n E,E,

Control 44,82 5 0,41 A

T1 45,86 5 0,41 A

T2 46,90 5 0,41 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Anexo 34. Análisis de varianza para peso del corazón semana 4

Variable N R² R² Aj CV

P,CORAZON 15 0,50 0,42 2,90

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F,V. SC gl CM F p-valor

Modelo 0,20 2 0,10 5,98 0,0158

TRAT 0,20 2 0,10 5,98 0,0158

Error 0,21 12 0,02

Total 0,41 14

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,22069

Error: 0,0171 gl: 12

TRAT Medias n E,E,

Control 4,37 5 0,06 A

T1 4,51 5 0,06 A

T2 4,65 5 0,06 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Anexo 35. Análisis de varianza para peso bolsa de Fabricio semana 4

Variable N R² R² Aj CV

P,BOLSA 15 0,43 0,33 3,22

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F,V. SC gl CM F p-valor

Modelo 0,04 2 0,02 4,48 0,0353

TRAT 0,04 2 0,02 4,48 0,0353

Error 0,05 12 4,4E-03

Total 0,09 14

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,11235

Error: 0,0044 gl: 12

TRAT Medias n E,E,

Control 2,01 5 0,03 A

T1 2,07 5 0,03 A

T2 2,13 5 0,03 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Anexo 36. Registro fotográfico del manejo de la crianza de aves



Anexo 37. Registro fotográfico de pesaje de las aves



Anexo 38. Registro fotográfico de peso de órganos

