UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA

TESIS:

Suplementación de enzimas exógenos en la dieta de crecimiento y acabado de aves criollas (*Gallus gallus*) - 2024

Para optar el título profesional de:
MÉDICO VETERINARIO

PRESENTADO POR:
Bach. Abel UCHARIMA TOMAIRO

ASESOR:
Mg. Rogelio SOBERO BALLARDO

AYACUCHO - PERÚ

2026

DEDICATORIA

A mis padres, Adalberto y Alejandra, por su amor incondicional y por los innumerables sacrificios, tanto personales como económicos, que hicieron posible la culminación de mis estudios. Su ejemplo de esfuerzo y perseverancia ha sido mi guía constante.

A la familia Ucharima Tomairo, por su apoyo permanente, su comprensión y sus palabras de aliento en los momentos más exigentes de este camino académico.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por brindarme vida, fortaleza y sabiduría para culminar esta importante etapa académica.

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, en especial a la Facultad de Ciencias Agrarias y a la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria, por formarme con responsabilidad y compromiso durante toda mi formación profesional.

Al Mg. Rogelio Sobero Ballardo, asesor de esta tesis, por su orientación, paciencia y valiosos aportes en cada fase del desarrollo de este trabajo de investigación.

A mis padres, Adalberto y Alejandra, por su amor incondicional, sacrificio y ejemplo permanente, que me motivaron a perseverar y alcanzar mis metas.

A mi familia Ucharima Tomairo, por su apoyo, comprensión y confianza en cada etapa de mi crecimiento personal y académico.

A mis amigos, Max y Wenfil, por su compañía, solidaridad y apoyo en los momentos más exigentes de este proceso.

A todos quienes contribuyeron directa o indirectamente a la culminación de esta tesis, expreso mi más profundo y sincero agradecimiento.

ÍNDICE GENERAL

Pág.

DEDICATORIA ii
AGRADECIMIENTO iii
ÍNDICE GENERAL iv
ÍNDICE DE TABLAS vii
ÍNDICE DE FIGURAS viii
ÍNDICE DE ANEXOS ix
RESUMEN x
INTRODUCCIÓN 1
CAPÍTULO I 3
MARCO TEÓRICO 3
1.1. Origen y domesticación 3
1.2. La gallina criolla 5
1.2.1. Características generales 5
1.2.2. Clasificación taxonómica y nomenclatura de Gallus gallus domesticus 6
1.3. Generalidades del sistema digestivo del ave 8
1.3.1. Anatomía general del sistema digestivo 8
1.3.2. Fisiología digestiva 9
1.3.3. Factores que afectan la digestión 9
1.3.4. Funciones generales del sistema digestivo 10
1.3.5. Longitud del sistema digestivo 10
1.3.6. Relación entre longitud y eficiencia digestiva 11
1.4. Nutrición y alimentación 12
1.4.1. Concepto y principios de la nutrición aviar 12
1.4.2. Requerimientos nutricionales 12
1.4.3. Alimentación y formulación de dietas 13
1.4.4. Nutrición en aves criollas 13
1.4.5. Digestión y absorción de nutrientes en aves domésticas 14
1.5. Factores que afectan la eficiencia alimenticia en gallinas criollas 14
1.5.1. Factores genéticos 14
1.5.2. Factores nutricionales 14
1.5.3. Factores ambientales 15
1.5.4. Factores sanitarios y manejo 15

1.5.5. Factores fisiológicos *16*
1.5.6. Síntesis general *16*
1.6. El agua en las aves domésticas 16
1.7. Enzimas exógenas 18
1.8 Fisiología digestiva de las aves criollas y el uso de insumos locales 20
1.9 Mecanismo de acción de las enzimas exógenas 20
1.10 Artezyme (enzima exógena) 20
1.10.1 Modo de acción de Artezyme (enzimas exógenas) *21*
1.10.2 Usos del Artezyme *23*
1.11 Antecedentes 23
CAPÍTULO II 27
METODOLOGÍA 27
2.1. Ubicación del área de estudio 27
2.1.1. Ubicación del experimento *27*
2.1.2. Características climatológicas *27*
2.2. Lugar y ejecución del experimento 27
2.2.1. Ubicación *27*
2.2.2. Duración *28*
2.3. Materiales, equipos 28
2.3.1. Materiales *28*
2.3.2. Equipos *29*
2.3.3. Ingredientes para alimenticios *29*
2.4. Animales experimentales 29
2.5. Tratamientos experimentales 29
2.6. Manejo en el trabajo de investigación 30
2.6.1. Descripción del galpón *30*
2.6.2. Descripción de las jaulas *30*
2.6.3. Formulación de raciones balanceadas *31*
2.6.4. De la adquisición de animales *32*
2.6.5. De la etapa experimental *32*
2.6.6. De la alimentación *32*
2.6.7. Procedimiento *33*
2.7. Parámetros a evaluar 34
2.7.1. Consumo de alimento balanceado *34*

2.7.2. Ganancia de peso *34*
2.7.3. Índice de conversión alimenticia *34*
2.7.4. Rendimiento de carcasa *35*
2.7.5. Costo de alimentación *35*
2.8. Diseño estadístico 35
2.9. Análisis e interpretación de resultados 36
CAPÍTULO III 37
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 37
3.1. Consumo de alimento balanceado 37
3.2. Ganancia de peso vivo 42
3.3. Conversión alimenticia 47
3.4. Rendimiento de carcasa 50
3.5. Costos de alimentación 54
CONCLUSIONES 56
RECOMENDACIONES 57
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 58
ANEXOS 64

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1 *Contenidos enzimas del Artezyme (enzimas exógenas)*..... 20
Tabla 2 *Fórmula alimenticia utilizado en el experimento* 31
Tabla 3 *Contenido nutricional* 32
Tabla 4 *Croquis de la distribución de los tratamientos con sus repeticiones*..... 36
Tabla 5 *Consumo de alimento balanceado semanal promedio en los tratamientos evaluados*..... 38
Tabla 6 *Rendimiento de carcasa (%) en los tratamientos evaluados de las aves criollas en la etapa de crecimiento y acabado*..... 43
Tabla 7 *Conversión alimenticia semanal de los tratamientos evaluados de las aves criollas en la etapa de crecimiento y acabado*..... 48
Tabla 8 *Rendimiento de carcasa (%) en los tratamientos evaluados de las aves criollas en la etapa de crecimiento y acabado*..... 51
Tabla 9 *Costos del alimento balanceado en (S/.) de la etapa de crecimiento y acabado por animal y total en el T-1 (0.00% de Artezyme)* 54
Tabla 10 *Costos del alimento balanceado en (S/.) de la etapa de crecimiento y acabado por animal y total en el T-2 (0.03% de Artezyme)* 54
Tabla 11 *Costos del alimento balanceado en (S/.) de la etapa de crecimiento y acabado por animal y total en el T-3 (0.04% de Artezyme)* 54

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1 *Consumo total de alimento balanceado promedio por ave en los tratamientos evaluados* 39

Figura 2 *Regresión del consumo de alimento balanceado semanal promedio de los tratamientos evaluados de las aves criollas en la etapa de crecimiento y acabado* 40

Figura 3 *Ganancia de peso promedio en los tratamientos evaluados de las aves criollas en la etapa de crecimiento y acabado* 44

Figura 4 *Regresión de la ganancia de peso acumulado semanal de las aves criollas en la etapa de crecimiento y acabado* 45

Figura 5 *Índice de conversión Alimenticia de los tratamientos evaluado en aves criollos* 48

Figura 6 *Rendimiento de carcasa (%) en los tratamientos evaluados de las aves criollas* 52

ÍNDICE DE ANEXOS

Pág.

Anexo 1. *Panel fotográfico* 65

Anexo 2. *Consumo de alimento semanal y total promedio (g) por ave de los tres tratamientos con diferentes niveles de Artezyme* 69

Anexo 3. *Peso semanal, final y ganancia de peso final por ave (g) del T-1 (sin Artezyme)* 70

Anexo 4. *Peso semanal, final y ganancia de peso final por ave (g) del T-2 (0.03% de Artezyme)*..... 71

Anexo 5. *Peso semanal, final y ganancia de peso final por ave (g) del T-3 (0.6% de Artezyme)*..... 72

Anexo 6. *Consumo de alimento total, ganancia de peso e índice de conversión alimenticia semanal de los 3 tratamientos evaluados con Artezyme*..... 73

Anexo 7. *Peso vivo final, peso de carcasa y rendimiento de carcasa (%) T-1*..... 74

Anexo 8. *Peso vivo final, peso de carcasa y rendimiento de carcasa (%) T-2*..... 75

Anexo 9. *Peso vivo final, peso de carcasa y rendimiento de carcasa (%) T-3*..... 76

Anexo 10. *Análisis de variancia del consumo de alimento de los tratamientos*..... 77

Anexo 11. *Análisis de variancia de la ganancia de peso al final de los tratamientos* 77

Anexo 12. *Análisis de variancia del índice de conversión alimenticia de los tratamientos* 77

Anexo 13. *Análisis de variancia del índice de porcentaje de carcasa de los tratamientos* 77

Anexo 14. *Consumo de alimento (g) registrado durante las nueve semanas de evaluación, promedio y desviación estándar*..... 78

Anexo 15. *Ganancia de peso (g) registrado durante las nueve semanas de evaluación, promedio y desviación estándar*..... 78

Anexo 16. *Rendimiento de carcasa (%) registrado durante las nueve semanas de evaluación, promedio y desviación estándar*..... 78

RESUMEN

La investigación se realizó en el distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, región Ayacucho (Perú), a 2755 m s. n. m., con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes niveles de inclusión de una enzima exógena (Artezyme) sobre los parámetros productivos de aves criollas durante las etapas de crecimiento y acabado, se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA), con un modelo aditivo lineal; con tres tratamientos: T1 (0% de Artezyme), T2 (0,03 % de Artezyme) y T3 (0,04 % de Artezyme), con 45 aves de 37 días de edad, distribuidas en 3 tratamientos con 5 repeticiones de 3 aves cada una. Las aves fueron alojadas en jaulas de malla de acero inoxidable de 70 × 60 × 50 cm, y evaluadas durante nueve semanas. Los resultados mostraron que el consumo total fue de 6116,27; 6082,07 y 6370,70 g para los tratamientos T1, T2 y T3, respectivamente. La ganancia de peso alcanzó valores de 1778,53; 1817,40 y 1892,33 g; la conversión alimenticia fue de 3,44; 3,35 y 3,20, el rendimiento de carcasa fue de 81,19 %, 82,26 % y 83,33 % para T1, T2 y T3, no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P > 0,05$) entre los tratamientos para ninguno de los parámetros evaluados. Se concluye que la inclusión de Artezyme en niveles de 0,03 % y 0,04 % no produjo mejoras estadísticamente significativas en los parámetros productivos evaluados.

Palabras clave: aves criollas, enzimas exógenas, parámetros productivos.

INTRODUCCIÓN

La vida de diferentes seres unicelulares o pluricelulares dependen de una serie compleja de reacciones químicas perfectamente ordenadas, este orden es debido a que esas reacciones químicas están catalizadas por proteínas denominadas enzimas, cuyas propiedades permiten modular las velocidades de estas reacciones.

Uno de los propósitos es dar a conocer la importancia de las enzimas dentro del metabolismo celular, con ello podremos entender el comportamiento del organismo de las aves criollas. En mayor parte estas reacciones no se darían en ausencia de las enzimas o procederían a velocidades despreciables, cada ser vivo tiene más de un millar de enzimas diferentes y de la acción enzimática de una determinada célula condiciona sus posibilidades y determinar sus funciones biológicas.

Las enzimas contienen los mismos aminoácidos que el resto de las proteínas. Unas enzimas se presentan en forma soluble y otras forman parte de la estructura de las diferentes membranas celulares o de las agrupaciones proteicas que constituyen las fibras o de las partículas. En algunos, casos la enzima y el sustrato, sustancia que se convierte en producto, constituyen el conjunto funcional mínimo que no requiere de ninguna sustancia para ser activo, sin embargo, para muchas enzimas la actividad de catalizadores depende de la presencia de las moléculas, orgánicas no proteicas y que se conocen con el nombre de coenzimas. Las funciones de las enzimas son: Degradar polisacáridos no amiláceos presentes en subproductos y granos locales; así mismo reducir la necesidad de fósforo inorgánico y otros nutrientes minerales y evitan su excreción al ambiente. También aumentan la disponibilidad de nutrientes encapsulados en la pared celular vegetal.

Las enzimas dentro de la nutrición animal juega un rol importante en todo el proceso bioquímico de la digestión, las aves criollas aun no tienen sus requerimientos nutricionales por lo que sus fórmulas alimenticias muchas veces lo usan de las gallinas

de postura o de los pollos de carne, o algún requerimiento como sugerencia, ante ello se pretende estudiar un conglomerado de enzimas exógenas para ver su influencia en los parámetros productivos de estas aves y determinar o descarta el nivel recomendado de su uso en la dieta de las aves de corral.

Objetivo general

Evaluar los parámetros productivos en el crecimiento y acabado suplementando con enzimas exógenas en la dieta de aves criollas.

Objetivos específicos

1. Establecer el consumo de alimento balanceado en el crecimiento y acabado suplementando con enzimas exógenas en la dieta de aves criollas.
2. Determinar la ganancia de peso en el crecimiento y acabado suplementando enzimas exógenas en la dieta de aves criollas.
3. Determinar la conversión alimenticia en el crecimiento y acabado suplementando enzimas exógenas en la dieta de aves criollas.
4. Establecer el rendimiento de carcasa en el crecimiento y acabado suplementando enzimas exógenas en la dieta de aves criollas.
5. Establecer los costos de alimentación en el crecimiento y acabado suplementando enzimas exógenas en la dieta de aves criollas.

CAPÍTULO I
MARCO TEÓRICO

1.1. Origen y domesticación

La domesticación del pollo doméstico (*Gallus gallus domesticus*) constituye uno de los eventos más relevantes en la historia de la producción animal. Diversos estudios genéticos y arqueozoológicos indican que el proceso de domesticación se originó hace aproximadamente 8,000 años en el sudeste asiático, principalmente en regiones que hoy corresponden a Tailandia, Myanmar, el norte de la India y el sur de China (Pitt et al., 2022; Mwacharo et al., 2021).

El antepasado silvestre reconocido de la gallina doméstica es el gallo rojo selvático (G*allus gallus bankiva*), aunque investigaciones recientes demuestran que otras especies del género Gallus, como *Gallus sonneratii, Gallus lafayettii* y *Gallus varius*, también aportaron material genético en distintos momentos del proceso de domesticación (Wang et al., 2020; Lawal et al., 2020). Este fenómeno de introgresión genética explica la amplia diversidad morfológica y productiva observada en las poblaciones actuales de gallinas domésticas.

Inicialmente, la domesticación del pollo no estuvo orientada hacia la producción alimentaria, sino más bien hacia fines rituales, ornamentales y de entretenimiento, especialmente en peleas de gallos y ceremonias religiosas (Eda et al., 2021). Con el desarrollo de la agricultura y la sedentarización de las comunidades humanas, las gallinas pasaron a ocupar un papel fundamental como fuente de proteína animal por su capacidad de reproducirse fácilmente, adaptarse a diversos climas y aprovechar residuos agrícolas (FAO, 2022).

La expansión del *Gallus gallus domesticus* hacia Europa y África se produjo a través de las rutas comerciales y migratorias establecidas entre los años 1,200 a.C. y 500

a.C., mientras que su introducción en América ocurrió durante la época colonial, principalmente por influencia española y portuguesa (Mwacharo et al., 2021). Con el paso del tiempo, las poblaciones locales se adaptaron a las condiciones agroecológicas y socioeconómicas específicas de cada región, dando origen a las razas criollas o poblaciones nativas actuales, caracterizadas por su rusticidad, resistencia a enfermedades y eficiencia en sistemas de crianza extensivos (Alabi et al., 2023).

El proceso de domesticación ha sido descrito como una coevolución entre el ser humano y las aves, en la cual la selección natural y la selección artificial han actuado conjuntamente. Mientras la selección natural favoreció la supervivencia bajo condiciones locales adversas, la selección humana se orientó hacia rasgos productivos como la postura de huevos, la ganancia de peso y el temperamento (Gheyas et al., 2021).

En la actualidad, los estudios genómicos continúan revelando la complejidad del proceso de domesticación del pollo doméstico, el cual se reconoce como multicéntrico, es decir, con varios focos de origen y domesticación paralelos en diferentes regiones del continente asiático (Pitt et al., 2022). Este hallazgo ha contribuido a la revalorización de las razas criollas locales como reservorios de genes valiosos para la sostenibilidad y resiliencia de la producción avícola futura (FAO, 2023).

Por otro lado, la avicultura de traspatio también conocida como sistemas familiares, rurales o criollos continúa siendo un pilar fundamental para la seguridad alimentaria y los medios de vida en comunidades campesinas, especialmente en países de ingresos bajos y medios. En estos sistemas, las familias crían pequeños grupos de aves de razas locales o semilocales, utilizando insumos generados localmente, alimentos sobrantes domésticos o lo que las aves recolectan al escarbar en el entorno, con mínima intervención tecnológica. Un estudio reciente revisado por Thieme et al. (2022) revela que, aunque la productividad de estos sistemas es baja, su contribución en términos de proteína animal asequible y soporte económico para hogares rurales es significativa.

En el Perú, varios estudios recientes han documentado las prácticas y el desempeño productivo de las aves criollas en sistemas tradicionales y mejorados. Por ejemplo, Silva (2022) evaluó pollos criollos mejorados en la fase de acabado alimentados con dietas que contienen 0%, 3%, 6% y 9% de harina de cáscara de cacao (HCC),

encontrando que el aumento en la inclusión de este subproducto redujo progresivamente el desempeño productivo y económico, aunque el rendimiento de canal y el peso de las vísceras no se vieron afectados significativamente.

De la misma manera, Soto et al., (2002) indica que las gallinas criollas, por definición, son aquellas propias del lugar donde han desarrollado sus características para su supervivencia, y se clasifican como semipesados, ya que no corresponden al patrón de las aves de postura ni a las de engorda.

Otros estudios recientes indican que las gallinas criollas o de traspatio poseen una diversidad genética considerable, expresada en una amplia variabilidad fenotípica en rasgos como color del plumaje, forma corporal y producción de huevo. Por ejemplo, un estudio en Ecuador basado en marcadores microsatélites y secuencias del ADN mitocondrial halló que las poblaciones criollas son resultado de múltiples eventos de mestizaje durante los últimos cinco siglos, con evidencia de influencias de razas españolas coloniales, y muestran una diferenciación genética vinculada a los agro ecosistemas locales (Costa-Mateus et al., 2022). Asimismo, investigaciones genómicas en razas indígenas de China revelan que estas aves tienen mayor diversidad genética que líneas comerciales, y presentan rasgos de adaptación ambiental y estructura poblacional que reflejan su historia evolutiva y selección natural (Zhang et al., 2023).

1.2. La gallina criolla

1.2.1. Características generales

Las gallinas criollas (*Gallus gallus domesticus*) presentan una amplia variabilidad morfológica producto de su origen mestizo y del proceso de selección natural al que han sido sometidas durante siglos. Esta diversidad fenotípica incluye diferencias notables en el tamaño corporal, el color y tipo de plumaje, la forma del peine, así como en la coloración de la piel, tarsos y lóbulos auriculares (Torres et al., 2021).

En términos generales, las gallinas criollas son aves de talla mediana a pequeña, con cuerpos compactos y bien proporcionados. Los machos suelen tener una masa corporal que oscila entre 2.0 y 3.0 kg, mientras que las hembras pesan entre 1.2 y 2.0 kg, dependiendo de la zona ecológica y el manejo alimenticio (Rojas et al., 2022).

El plumaje es uno de los rasgos más variables, pudiendo ser liso, sedoso o con plumón abundante. Los colores predominantes incluyen combinaciones de negro, blanco, rojo, pardo, dorado y moteado, siendo comunes los patrones iridiscentes en los gallos. Esta variación se debe a la falta de selección genética dirigida, lo cual refleja su adaptación y rusticidad (Pérez & Gutiérrez, 2020).

El peine o cresta puede ser simple, doble o en forma de rosa, generalmente de color rojo intenso, lo que indica buena vascularización. Los lóbulos auriculares pueden ser blancos o rojos, y el pico es fuerte y curvado, de tonalidad amarilla o negruzca. Los tarsos varían del amarillo al gris oscuro, dependiendo de la pigmentación genética (Flores & Ramos, 2020).

En cuanto al huevo, la gallina criolla produce huevos de tamaño medio, con un peso promedio de 50 a 55 gramos, presentando una cáscara de color variable (blanca, crema o marrón). Su yema es de color amarillo intenso o anaranjado, lo que refleja el consumo de pigmentos naturales como xantofilas y carotenoides procedentes de su alimentación libre (Paredes et al., 2021).

Además, estas aves poseen una musculatura bien desarrollada en el pecho y muslos, resultado de su constante actividad física en sistemas de pastoreo libre. Su esqueleto es fuerte y de buena densidad ósea, lo que contribuye a su resistencia y capacidad de adaptación a diferentes condiciones climáticas (FAO, 2021).

En conjunto, las características morfológicas de la gallina criolla reflejan su plasticidad genética y ecológica, convirtiéndola en un recurso zoogenético valioso para la conservación, la producción sostenible y el mejoramiento genético de líneas autóctonas (Rojas et al., 2022).

1.2.2. Clasificación taxonómica y nomenclatura de Gallus gallus domesticus

La gallina doméstica (*Gallus gallus domesticus*) pertenece al reino Animalia, dentro del filo Chordata, clase Aves, orden Galliformes, familia Phasianidae, género Gallus y especie Gallus galos, siendo *Gallus gallus domesticus* la subespecie domesticada (FAO, 2022). Esta clasificación refleja su estrecha relación evolutiva con otras aves del orden Galliformes, como los faisanes, pavos y codornices, caracterizadas por su cuerpo

robusto, patas fuertes adaptadas a la locomoción terrestre y picos cortos de tipo granívoro (Zhao et al., 2021).

Desde el punto de vista filogenético, la gallina doméstica desciende del *Gallus gallus bankiva* o gallo rojo selvático, originario del sudeste asiático, principalmente de regiones de la India, Birmania, Tailandia e Indonesia. A partir de este ancestro, mediante un proceso de domesticación iniciado hace aproximadamente 8,000 años, se desarrollaron las distintas razas domésticas actuales, adaptadas a las diversas condiciones ambientales y culturales del mundo (Liu et al., 2022).

La nomenclatura científica de la especie fue establecida originalmente por Carl von Linné (1758), quien la designó como *Gallus gallus domesticus*. Este nombre continúa siendo reconocido por la Comisión Internacional de Nomenclatura Zoológica (ICZN), la cual lo considera una subespecie del *Gallus gallus*, con evidencias genéticas y morfológicas que sustentan su origen común (ICZN, 2020).

El estudio genómico de poblaciones de *Gallus gallus domesticus* ha revelado una alta variabilidad genética, especialmente en las razas criollas y locales, lo que demuestra múltiples eventos de domesticación y cruzamientos a lo largo del tiempo (Lawal et al., 2020). Estas variaciones genéticas han contribuido a la aparición de diversas líneas genéticas adaptadas a climas tropicales, templados y fríos, así como a distintos sistemas de producción (FAO, 2021).

La clasificación taxonómica de la gallina doméstica se resume de la siguiente manera:

Reino	: Animalia
Filo	: Chordata
Clase	: Aves
Orden	: Galliformes
Familia	: Phasianidae
Género	: Gallus
Especie	: Gallus gallus
Subespecie	: *Gallus gallus domesticus*

En síntesis, *Gallus gallus domesticus* representa una de las especies domésticas más importantes a nivel mundial, no solo por su valor zootécnico en la producción de carne y huevos, sino también por su relevancia genética, cultural y ecológica dentro de los sistemas agropecuarios sostenibles (FAO, 2022; Liu et al., 2022).

1.3. Generalidades del sistema digestivo del ave

El sistema digestivo de las aves presenta una estructura altamente especializada, adaptada a su metabolismo acelerado y a sus particulares hábitos alimenticios. A diferencia de los mamíferos, las aves poseen un tubo digestivo más corto y ligero, lo que les permite mantener la capacidad de vuelo y optimizar el aprovechamiento energético de los alimentos (Scanes, 2022). La eficiencia digestiva está estrechamente relacionada con el tipo de dieta, la edad, el estado fisiológico y las condiciones ambientales del ave (Kiarie & Romero, 2021).

1.3.1. Anatomía general del sistema digestivo

El aparato digestivo de las aves se inicia en el pico, órgano encargado de la aprehensión y fragmentación mecánica inicial del alimento. El pico carece de dientes, pero su forma y tamaño varían según el tipo de alimentación. La lengua y la saliva facilitan el paso del alimento hacia el esófago, el cual presenta una dilatación denominada buche, donde ocurre un almacenamiento temporal y una ligera fermentación microbiana (Clench, 2020).

Posteriormente, el alimento pasa al proventrículo o estómago glandular, donde se secretan ácido clorhídrico y enzimas digestivas como la pepsina. A continuación, llega a la molleja o ventrículo muscular, donde ocurre la trituración mecánica gracias a la acción de los músculos potentes y de partículas abrasivas ingeridas, como granos de arena o piedrecillas (Ragland et al., 2021). Este mecanismo sustituye la función masticatoria que en los mamíferos cumplen los dientes.

El alimento parcialmente digerido pasa luego al intestino delgado, compuesto por el duodeno, yeyuno e íleon. En el duodeno se vierten las secreciones del hígado (bilis) y del páncreas, que aportan enzimas como la lipasa, amilasa y tripsina, fundamentales para la digestión de grasas, carbohidratos y proteínas (Adedokun et al., 2021). La mucosa intestinal está cubierta por vellosidades que incrementan la superficie de absorción de

nutrientes. En aves jóvenes, la longitud del intestino y el desarrollo de las vellosidades determinan la eficiencia digestiva y la ganancia de peso (Kiarie & Romero, 2021).

Al final del intestino delgado se localizan los ciegos, dos estructuras en forma de saco que participan en la fermentación de residuos fibrosos y en la síntesis de vitaminas del complejo B. Aunque su tamaño y funcionalidad varían según la especie y la dieta, son más activos en aves granívoras o con dietas ricas en fibra (Bai et al., 2020).

1.3.2. Fisiología digestiva

El proceso digestivo en las aves combina mecanismos químicos, enzimáticos y microbianos. La digestión química se inicia en el proventrículo con la secreción de ácido y enzimas proteolíticas, mientras que la digestión mecánica se da en la molleja. La digestión enzimática continúa en el intestino delgado, donde predominan las amilasas, lipasas y proteasas. La absorción de los nutrientes ocurre principalmente en el yeyuno e íleon, donde los monosacáridos, aminoácidos, ácidos grasos y minerales atraviesan la mucosa intestinal hacia el torrente sanguíneo (Adedokun et al., 2021; Scanes, 2022).

El microbioma intestinal desempeña un papel crucial en la salud digestiva y en la eficiencia alimentaria. Este conjunto de microorganismos residentes en el tracto gastrointestinal contribuye a la fermentación de polisacáridos no digeribles, la síntesis de vitaminas y la modulación del sistema inmunológico (Kogut & Arsenault, 2020).

1.3.3. Factores que afectan la digestión

La eficiencia digestiva de las aves depende de múltiples factores. Entre los más relevantes se encuentran la calidad y composición de los ingredientes, la granulometría del alimento, la temperatura ambiental y la salud intestinal (Kiarie & Romero, 2021). La inclusión de enzimas exógenas como xilanasas, β-glucanasas y proteasas en los alimentos balanceados mejora la digestibilidad de nutrientes al degradar polisacáridos no amiláceos presentes en los granos (Cowieson et al., 2020). Asimismo, los probióticos y prebióticos favorecen la estabilidad del microbioma intestinal y optimizan el rendimiento productivo (Park et al., 2023).

El conocimiento detallado de la estructura y funcionamiento del sistema digestivo de las aves permite diseñar dietas más eficientes, seguras y sostenibles, lo que repercute

directamente en el desempeño productivo y en la calidad de los productos avícolas Este aspecto resulta especialmente relevante en sistemas de producción alternativos como la avicultura criolla o de traspatio, donde las aves dependen en gran medida de alimentos naturales y subproductos agrícolas con alta variabilidad nutricional (Scanes, 2022).

1.3.4. Funciones generales del sistema digestivo

La principal función del aparato digestivo es la digestión y absorción de los nutrientes presentes en los alimentos. Este proceso involucra una serie de transformaciones físicas, químicas y enzimáticas que permiten la conversión de compuestos complejos en moléculas simples fácilmente absorbibles por el intestino (Adedokun et al., 2021).

- ✓ El sistema digestivo también cumple otras funciones vitales:
- ✓ Selección y almacenamiento temporal de alimentos, mediante el buche o crop.
- ✓ Digestión química inicial, a través de las secreciones del proventrículo.
- ✓ Trituración mecánica, efectuada en la molleja o ventrículo muscular.
- ✓ Absorción de nutrientes, principalmente en el intestino delgado.
- ✓ Fermentación microbiana, en los ciegos, donde se produce la síntesis de algunas vitaminas del complejo B y ácidos grasos volátiles.
- ✓ Excreción final, que se realiza a través de la cloaca, donde convergen los sistemas digestivo, urinario y reproductor (Ragland et al., 2021).

Cada segmento del tracto digestivo cumple un papel complementario. Por ejemplo, el proventrículo secreta ácido clorhídrico y pepsina para iniciar la desnaturalización de proteínas; mientras que la molleja, gracias a su potente musculatura y la presencia de pequeñas piedras o arenillas, realiza la trituración del alimento antes de su paso al intestino (Bai et al., 2020).

1.3.5. Longitud del sistema digestivo

La longitud del sistema digestivo en las aves domésticas es relativamente corta en comparación con la de los mamíferos, lo que constituye una adaptación al vuelo y al metabolismo rápido. Sin embargo, la proporción del tubo digestivo varía según la dieta y el tipo de ave. En gallinas adultas, el tracto digestivo tiene una longitud total aproximada de 1,5 a 2 metros, siendo el intestino delgado la porción más larga, con cerca del 70 % del total (Clench, 2020).

- Esófago y buche : 25–30 cm
- Proventrículo y molleja : 8–10 cm
- Intestino delgado (duodeno, yeyuno e íleon): 120–140 cm
- Ciegos : 15–20 cm cada uno
- Recto y cloaca : 8–10 cm

La longitud intestinal está estrechamente relacionada con el tipo de alimento consumido. Las aves granívoras presentan un tracto más desarrollado para favorecer la digestión de carbohidratos complejos, mientras que las carnívoras poseen intestinos más cortos y menos desarrollados (Kiarie & Romero, 2021). En aves domésticas como las gallinas ponedoras, el desarrollo intestinal es mayor en las primeras semanas de vida, ya que durante este periodo ocurre la maduración de las vellosidades intestinales y la colonización del microbioma digestivo (Adedokun et al., 2021).

1.3.6. Relación entre longitud y eficiencia digestiva

La longitud y el área del intestino determinan la eficiencia de absorción de nutrientes. Un intestino más largo y con mayor superficie de vellosidades permite una mejor asimilación de aminoácidos, azúcares simples y lípidos. No obstante, una longitud excesiva puede reducir la velocidad de tránsito intestinal, afectando el consumo y la eficiencia alimenticia (Kiarie & Romero, 2021).

Asimismo, el microbioma intestinal influye directamente en el aprovechamiento de los nutrientes y en la salud intestinal del ave. Un equilibrio adecuado entre bacterias benéficas y potencialmente patógenas mejora la digestibilidad y previene enfermedades entéricas, especialmente cuando se utilizan enzimas exógenas y probióticos en la dieta (Kogut & Arsenault, 2020; Park et al., 2023).

En conjunto, la función y longitud del sistema digestivo del ave doméstica reflejan un equilibrio evolutivo entre eficiencia metabólica y adaptabilidad alimentaria, aspectos clave para optimizar los programas de nutrición, manejo y mejoramiento genético en la producción avícola moderna.

1.4. Nutrición y alimentación

La nutrición en las aves domésticas (*Gallus gallus domesticus*) constituye uno de los pilares fundamentales para garantizar una adecuada productividad, crecimiento, eficiencia alimenticia y salud general. El conocimiento de los requerimientos nutricionales, junto con una correcta formulación de dietas balanceadas, es esencial para lograr un óptimo desempeño productivo tanto en sistemas intensivos como en crianzas tradicionales (Scanes, 2022).

1.4.1. Concepto y principios de la nutrición aviar

La nutrición aviar se define como el proceso mediante el cual el organismo obtiene y utiliza los nutrientes contenidos en los alimentos para cubrir sus necesidades de mantenimiento, crecimiento, producción y reproducción. Estos nutrientes incluyen proteínas, carbohidratos, lípidos, vitaminas, minerales y agua, todos indispensables para el metabolismo celular y las funciones fisiológicas (Adedokun & Applegate, 2021).

El equilibrio nutricional es determinante en la producción avícola. Deficiencias o excesos en cualquiera de los nutrientes pueden ocasionar trastornos metabólicos, menor conversión alimenticia, baja ganancia de peso y disminución en la producción de huevos, Asimismo, factores como la edad, el sexo, la genética y el ambiente influyen directamente en los requerimientos nutricionales de las aves (Ravindran, 2021).

1.4.2. Requerimientos nutricionales

Los requerimientos nutricionales varían según la etapa fisiológica del ave: crecimiento, postura o engorde. Las proteínas y los aminoácidos esenciales son fundamentales para el desarrollo muscular y la síntesis de plumas; la energía metabolizable suministrada por los carbohidratos y grasas mantiene las funciones vitales y el equilibrio térmico; mientras que los minerales como el calcio, fósforo, sodio y potasio son imprescindibles para la formación ósea, la regulación osmótica y la producción de cáscaras de huevo (Leeson & Summers, 2021).

En gallinas ponedoras, el calcio constituye hasta un 4 % de la dieta, debido a su rol estructural en la formación del huevo. En cambio, en pollos de engorde, la proteína y la energía metabolizable son los principales factores que determinan el crecimiento y la eficiencia alimenticia (Rojas et al., 2022). Las vitaminas, tanto liposolubles (A, D, E y K)

como hidrosolubles (complejo B y C), son esenciales para las reacciones metabólicas y la inmunidad.

1.4.3. Alimentación y formulación de dietas

La alimentación de las aves domésticas debe estar basada en ingredientes de alta calidad nutricional y digestibilidad. Los granos como maíz, trigo y sorgo son las principales fuentes energéticas, mientras que la soya, el girasol y la harina de pescado son las fuentes proteicas más utilizadas (NRC, 2021). No obstante, en sistemas rurales o criollos, las aves aprovechan subproductos agrícolas, residuos domésticos y forrajes locales, lo que contribuye a la sostenibilidad y reducción de costos (Flores & Ramos, 2020).

El uso de aditivos alimentarios como probióticos, prebióticos, enzimas exógenas y ácidos orgánicos se ha incrementado en los últimos años, debido a su efecto positivo sobre la digestibilidad, el equilibrio microbiano intestinal y la respuesta inmunológica (Kogut & Arsenault, 2020; Park et al., 2023). En particular, las enzimas exógenas como la fitasa, xilanasa y celulasa mejoran la disponibilidad de nutrientes y reducen la excreción de fósforo y otros compuestos contaminantes, incrementando la eficiencia alimenticia (Adeola & Cowieson, 2022).

1.4.4. Nutrición en aves criollas

En el caso de las gallinas criollas o de traspatio, su alimentación se basa en sistemas semi intensivos o libres, donde las aves consumen granos locales, insectos, hierbas y restos orgánicos del entorno. Aunque esta dieta suele ser menos balanceada que la de las razas comerciales, permite una producción sostenible y adaptada a las condiciones locales (Paredes & Raico, 2021). La utilización de recursos alimenticios alternativos, como hojas de leguminosas, residuos hortícolas o subproductos agroindustriales, representa una opción viable para mejorar el rendimiento sin depender de alimentos balanceados industriales (FAO, 2021).

El estudio de la nutrición en aves domésticas y criollas es esencial no solo para optimizar el rendimiento zootécnico, sino también para promover una producción sostenible, con menor impacto ambiental y mejor aprovechamiento de los recursos locales.

1.4.5. Digestión y absorción de nutrientes en aves domésticas

La digestión en las aves domésticas es un proceso fisiológico complejo que permite transformar los alimentos consumidos en compuestos simples, aptos para ser absorbidos y utilizados por el organismo. A diferencia de los mamíferos, las aves poseen un sistema digestivo corto y especializado, adaptado para una rápida utilización de los nutrientes, lo cual es fundamental para su alta tasa metabólica y de crecimiento (Scanes, 2022).

1.5. Factores que afectan la eficiencia alimenticia en gallinas criollas

La eficiencia alimenticia (EA) es un parámetro fundamental en la producción avícola, ya que determina la relación entre el alimento consumido y el peso corporal o producto obtenido (carne o huevo). En el caso de las gallinas criollas, la EA depende de una interacción compleja entre factores genéticos, nutricionales, ambientales y sanitarios, los cuales influyen directamente en el aprovechamiento de los nutrientes y la productividad del ave (Nunes et al., 2021).

1.5.1. Factores genéticos

El componente genético es uno de los principales determinantes de la eficiencia alimenticia. Las gallinas criollas poseen una gran variabilidad genética derivada de cruzamientos no controlados, lo que genera diferencias en el metabolismo, el comportamiento alimenticio y la capacidad de conversión del alimento. Si bien presentan una menor eficiencia comparada con las razas comerciales, su genética les confiere resistencia a enfermedades, rusticidad y adaptación a condiciones adversas (Rodríguez et al., 2020).

Los programas de mejoramiento genético enfocados en la selección de individuos con mejor conversión alimenticia, sin perder su capacidad de adaptación, constituyen una herramienta clave para optimizar su productividad en sistemas rurales y de traspatio (Molina et al., 2022).

1.5.2. Factores nutricionales

La calidad y composición del alimento son determinantes en la EA. Las gallinas criollas, al ser criadas principalmente en sistemas extensivos o semi-intensivos, consumen

una dieta basada en granos locales, restos de cultivos y desperdicios domésticos, lo que genera una dieta desbalanceada en energía y proteína (Guevara et al., 2021).

El aporte insuficiente de aminoácidos esenciales, vitaminas y minerales afecta la digestibilidad y, por ende, la conversión alimenticia. La suplementación con enzimas exógenas (como xilanasa, celulasa y fitasa) mejora la degradación de polisacáridos no amiláceos y aumenta la disponibilidad de nutrientes, favoreciendo la EA y reduciendo los costos de alimentación (Adeola & Cowieson, 2022).

1.5.3. Factores ambientales

La temperatura, humedad y ventilación del ambiente también tienen un impacto significativo. Las altas temperaturas reducen el consumo de alimento y aumentan el gasto energético para la termorregulación, disminuyendo la eficiencia. Por el contrario, el estrés por frío incrementa el consumo, pero reduce la conversión al destinar más energía a mantener la temperatura corporal (Scanes, 2022).

En sistemas de crianza tradicional, donde las aves se desarrollan al aire libre, la exposición prolongada al calor o lluvia puede alterar la fisiología digestiva y la absorción de nutrientes (Mekonnen et al., 2020). Por ello, la implementación de techos, sombra natural y adecuada ventilación mejora significativamente la eficiencia alimenticia.

1.5.4. Factores sanitarios y manejo

Las enfermedades entéricas, los parásitos intestinales y el estrés por manejo afectan la digestión y absorción de nutrientes. El uso de probióticos y prebióticos favorece el equilibrio del microbiota intestinal y mejora la utilización del alimento (Park et al., 2023).

Asimismo, el manejo del agua y la limpieza de los comederos y bebederos son fundamentales, ya que el agua contaminada puede alterar la flora intestinal y disminuir la eficiencia alimenticia. El suministro de agua limpia, dietas balanceadas y buenas prácticas de manejo permiten optimizar el rendimiento y mantener la salud intestinal de las aves criollas (Borda-Molina et al., 2021).

1.5.5. Factores fisiológicos

La edad y el estado fisiológico del ave también determinan la eficiencia. En etapas de crecimiento, las aves jóvenes presentan una mayor tasa de conversión, mientras que, en la fase de postura, el requerimiento energético aumenta debido a la producción de huevos (Adedokun & Applegate, 2021).

El equilibrio entre la energía metabolizable y los nutrientes esenciales debe ajustarse según la etapa productiva para mantener una óptima EA y evitar desperdicio de alimento (Adedokun & Applegate, 2021).

1.5.6. Síntesis general

En síntesis, la eficiencia alimenticia en gallinas criollas depende de un manejo integral que combine una adecuada nutrición, mejora genética, control sanitario y condiciones ambientales óptimas. En los sistemas rurales, donde prevalece el uso de recursos locales, el desarrollo de estrategias basadas en la suplementación enzimática, el uso de probióticos y el aprovechamiento de subproductos agroindustriales puede ser una alternativa sostenible para incrementar la productividad y rentabilidad (Flores & Ramos, 2020).

1.6. El agua en las aves domésticas

El agua desempeña un papel fundamental en los procesos fisiológicos del animal, ya que participa en la digestión, absorción, transporte de nutrientes y regulación de la temperatura corporal. La cantidad y calidad del agua disponible influyen directamente en el consumo de alimento y, por ende, en la eficiencia productiva. Factores como la temperatura ambiental, la especie, la edad y el estado fisiológico del animal determinan sus requerimientos hídricos diarios (Carraro, 2013).

Además, la presencia de impurezas, sales disueltas, microorganismos patógenos o contaminantes químicos puede alterar su palatabilidad y provocar trastornos digestivos, metabólicos o reproductivos. Por ello, el control de la calidad del agua es un aspecto esencial en los sistemas de producción animal, garantizando no solo el bienestar de los animales, sino también la inocuidad y calidad de los productos pecuarios (Carraro, 2013).

Maya (2009) destaca que, en la producción avícola, ya sea de pollos de engorde, gallinas de postura, pavos, codornices u otras especies domésticas, resulta esencial considerar la calidad del agua como un factor determinante para el desarrollo saludable y eficiente de las aves. A pesar de su importancia, en muchos casos este aspecto no recibe la debida atención dentro de la gestión técnica y administrativa de las granjas, lo cual puede repercutir negativamente en los costos de producción y en la rentabilidad del sistema. La calidad del agua constituye un elemento clave para mantener la salud, el crecimiento y el bienestar de las aves, así como para asegurar el correcto funcionamiento de las instalaciones de abastecimiento hídrico. Por esta razón, todo programa de bioseguridad y mantenimiento preventivo debe incluir de manera prioritaria la evaluación y el control de la calidad del agua, independientemente del tamaño o ubicación de la explotación.

De acuerdo con Maya (2009), el agua considerada apta para el consumo humano generalmente también puede emplearse en la alimentación de las aves; no obstante, en muchos casos este recurso proviene de pozos, reservorios o depósitos que pueden contener excesos de minerales o estar contaminados con bacterias, lo que representa un riesgo potencial para la salud y el rendimiento productivo de las aves.

Barradas (2009) señala que resulta fundamental realizar análisis de agua con el propósito de determinar parámetros como el contenido de sales de calcio (dureza), salinidad y concentración de nitratos. Asimismo, se recomienda tomar muestras de agua en los puntos de limpieza y antes de su distribución hacia los galpones, con el fin de evaluar la posible presencia de contaminación bacteriana tanto en la fuente de origen como en los tanques de almacenamiento y los sistemas de bebida.

La especial atención del agua dentro del mundo avícola es importante ya que sirve como vehículo de nutrientes, además juega un papel importante en la regulación de la temperatura corporal, actúa como lubricante en las 7 articulaciones del esqueleto, es un componente de muchas reacciones básicas y está involucrada directa e indirectamente en los principales equilibrios que participan en todos los procesos biológicos y físicos necesarios para el desarrollo de los procesos virales (Barradas, 2009).

Barradas (2009) también resalta que la importancia del agua en la producción avícola radica en su función como vehículo de nutrientes y en su participación esencial en diversos procesos fisiológicos. El agua contribuye a la regulación de la temperatura corporal, actúa como lubricante en las articulaciones, forma parte de numerosas reacciones metabólicas básicas y participa, de manera directa o indirecta, en los equilibrios biológicos y físicos necesarios para el mantenimiento de la salud y el desarrollo adecuado de los organismos.

1.7. Enzimas exógenas

Los complejos enzimáticos pueden contener amilasas, xilanasas, celulasas, galactosidasas y proteasas. Estas enzimas pueden mejorar la digestibilidad del almidón, aumentar la energía metabolizable y la digestibilidad de proteínas a través de la ruptura de la pared celular e inactivando los factores antinutricionales (Bedford, 1996). La suplementación de enzimas exógenas puede incrementar la digestión de los polisacáridos no almidonados y mejorar la performance de las aves (Rajesh et al., 2006). Malathi y Devegowda (2001) reportaron que el nivel de polisacáridos no digestibles es de 29.02 % en torta de soya y de 9.32% en maíz.

Los preparados enzimáticos constituyen una estrategia nutricional eficaz para mejorar la digestibilidad y el aprovechamiento de los nutrientes en la alimentación de aves y otros animales monogástricos. Estas enzimas exógenas complementan la actividad enzimática endógena del animal, favoreciendo la degradación de polisacáridos no amiláceos, fibra y otros compuestos anti nutricionales presentes en los ingredientes de origen vegetal. Como resultado, se incrementa la disponibilidad de energía metabolizable, aminoácidos y minerales, lo que contribuye a una mejor conversión alimenticia y un mayor rendimiento productivo en los animales (Bedford & Schulze, 1998; Bedford & Partridge, 2010). Según Cowieson et al. (2023), la eficacia de los complejos enzimáticos depende de la especificidad del sustrato, el rango de pH, la estabilidad térmica y el estado fisiológico del animal, por lo que la selección adecuada de las enzimas es esencial para maximizar su acción biológica y su impacto en la nutrición aviar.

Diversas investigaciones recientes han evaluado el efecto de la suplementación con enzimas exógenas en dietas para aves formuladas a base de maíz o sorgo. Los estudios reportan que la inclusión de enzimas no siempre genera mejoras significativas en la

ganancia de peso ni en la conversión alimenticia cuando las raciones presentan un adecuado equilibrio nutricional. No obstante, en dietas de menor calidad o con alta presencia de factores antinutricionales, la suplementación enzimática puede incrementar la digestibilidad de los nutrientes y mejorar la eficiencia alimenticia de las aves (Cowieson & Adeola, 2005; Bedford & Partridge, 2010). Por ejemplo, Zhang et al. (2022) no encontraron diferencias significativas en el rendimiento productivo de pollos de engorde alimentados con dietas de maíz suplementadas con enzimas o probióticos, en comparación con dietas sin aditivos. En cambio, González-Ortiz et al. (2024) reportaron que la combinación de β-mananasa y fitasa en dietas a base de sorgo y soya mejoró la conversión alimenticia y el peso corporal, lo que sugiere que los efectos positivos de las enzimas son más evidentes en dietas de menor valor nutricional.

Estudios recientes han demostrado que la suplementación enzimática en dietas de gallinas ponedoras puede mejorar la eficiencia alimenticia y la utilización de nutrientes. Sin embargo, los efectos sobre los parámetros productivos, como la producción y el peso del huevo, suelen variar dependiendo del tipo de enzima empleada, la dosis utilizada y la composición nutricional de la dieta (Olukosi et al., 2007; Bedford & Partridge, 2010). Por ejemplo, Alagawany et al. (2021) reportaron que la inclusión de complejos enzimáticos compuestos por xilanasas, β-glucanasas, amilasas y proteasas en dietas a base de maíz-soya mejoró significativamente la digestibilidad de la proteína cruda y la energía metabolizable aparente, reduciendo además la viscosidad intestinal. Sin embargo, los efectos sobre el porcentaje de postura, peso del huevo y calidad interna fueron inconsistentes, sugiriendo que la respuesta a las enzimas depende de factores como la edad, el nivel de producción y la composición del alimento.

De acuerdo con Adeola y Cowieson (2022), la suplementación con xilanasas, β-glucanasas y proteasas incrementa la eficiencia alimenticia, mejora la retención de calcio y fósforo, y reduce la viscosidad intestinal, favoreciendo una mayor absorción de nutrientes. Asimismo, Abdel-Latif et al. (2021) señalaron que el uso de complejos multienzimáticos en ponedoras aumenta la tasa de postura y la calidad del huevo, además de disminuir la contaminación fecal y mejorar la salud intestinal de las aves.

1.8 Fisiología digestiva de las aves criollas y el uso de insumos locales

Las aves criollas o de traspatio poseen una gran rusticidad y capacidad de adaptación a dietas fibrosas; sin embargo, carecen de las enzimas exógenas necesarias para degradar los polisacáridos no almidonados (PNA) y el ácido fítico presentes en los recursos alimenticios locales. El uso de materias primas alternativas incrementa la viscosidad quimo-intestinal, lo que limita la digestibilidad y la absorción de nutrientes esenciales (García-Hernández y López, 2021).

1.9 Mecanismo de acción de las enzimas exógenas

La adición de complejos multienzimáticos en las raciones actúa rompiendo las paredes celulares de los vegetales y liberando los nutrientes atrapados en la matriz celular (efecto jaula). Esto reduce la viscosidad del digesto en el lumen intestinal, mejorando el tránsito y permitiendo que las enzimas exógenas actúen de manera más eficiente sobre las proteínas, grasas y carbohidratos (Martínez-Sánchez et al., 2022).

1.10 Artezyme (enzima exógena)

Artevet desarrolla Artezyme, un producto multi enzimático que contiene cantidades sustanciales de xilanasa, celulasa, proteasa, amilasa, glucanasa, fitasa, lipasa y pectinasas. Estas enzimas actúan de manera simultánea favoreciendo la degradación de polisacáridos no amiláceos y otros factores anti nutricionales presentes en los ingredientes vegetales, permitiendo un mayor aprovechamiento del alimento y mejorando la digestibilidad de los nutrientes. Asimismo, contribuye al incremento de la energía metabolizable de la dieta, mejorando la eficiencia alimenticia y la tasa de crecimiento de las aves y otros animales monogástricos (Artevet, 2023).

Tabla 1

Contenidos enzimas del Artezyme (enzimas exógenas)

Enzimas	Cantidades (mínimo) U/g
Xilanasa	11,000
Celulasa	7,000
β-glucanasa	800
Fitasa	150
α-amilasa	800
Pectinasa	100
Proteasa	3,500
Lipasa	12

Fuente: Artevet (2023).

1.10.1 Modo de acción de Artezyme (enzimas exógenas)

Las enzimas exógenas son proteínas biocatalizadoras sintetizadas y secretadas por el propio organismo animal en el tracto gastrointestinal, cuya función principal es catalizar la hidrólisis de macronutrientes como carbohidratos, proteínas y lípidos, transformándolos en moléculas de bajo peso molecular susceptibles de absorción intestinal. Este proceso enzimático es esencial para la eficiencia digestiva y el aprovechamiento de los nutrientes en animales monogástricos (McDonald et al., 2011; Nelson & Cox, 2021).

Sin embargo, la eficacia de la digestión enzimática puede verse limitada por la accesibilidad del sustrato, la presencia de factores antinutricionales y las condiciones fisicoquímicas del ambiente intestinal, lo cual puede restringir la completa degradación de los nutrientes y reducir su biodisponibilidad (Leeson & Summers, 2005; Berg et al., 2019).

La digestión está frecuentemente limitada por la estructura física y química del alimento, la actividad de los componentes anti nutricionales, y por el tiempo establecido para la hidrólisis en el tracto gastrointestinal. Es por esta razón que la suplementación exógena de enzimas ayuda a contrarrestar estas limitaciones (McDonald et al., 2011; Nelson & Cox, 2021).

Los componentes de la fibra presente en los granos están compuestos primordialmente de polisacáridos no amiláceos (PNA) que poseen efectos anti nutricionales. Esto implica que sean parcialmente digeribles, impidiendo en alguna medida la acción de las enzimas digestivas del animal (McDonald et al., 2011; Nelson & Cox, 2021).

a) La celulasa

Catalizan la hidrólisis del enlace glucosídico, produciendo la hidrólisis enzimática de la celulosa. Se emplea en la hidrólisis parcial de lignocelulósicos para mejorar la digestión y elaboración de alimentos para aves para disminuir los costos de producción. (McDonald et al., 2011; Nelson & Cox, 2021).

b) La xilanasa

Es un tipo de enzima que degrada el polisacárido beta-1,4-xila a xilosa degradando la hemicelulosa, principal componente de la pared de las plantas. Su función se da a través de tres actividades, mediante la destrucción de la pared celular de los cereales, la reducción de la viscosidad y estimulación de las bacterias benéficas del tracto digestivo (McDonald et al., 2011; Nelson & Cox, 2021).

c) La α-amilasa

Es una enzima que ayuda a romper la molécula de almidón en unidades más cortas como glucosa y así contribuir al proceso de la digestión de carbohidratos, a su vez, influencia de manera positiva en su conservación y el retraso de la retrogradación del almidón (McDonald et al., 2011; Nelson & Cox, 2021).

Se mejora la digestibilidad del almidón, aumentan la energía metabolizable y la digestibilidad de las proteínas a través de la ruptura de la pared celular e inactivando los factores anti nutricionales (McDonald et al., 2011; Nelson & Cox, 2021).

d) Las proteasas

Son enzimas que rompen los enlaces peptídicos de las proteínas, facilitando su degradación, absorción y metabolismo. En la dieta de los animales complementan la acción de las proteasas digestivas secretadas por el páncreas, aumentando la digestibilidad de las proteínas ingeridas. Se han diseñado para actuar en la parte superior del tracto gastrointestinal del pollo con el objeto de degradar las proteínas de soja, incluyendo proteínas de almacenamiento, factores anti nutricionales y otras proteínas antigénicas (McDonald et al., 2011; Nelson & Cox, 2021).

Al suplementar las dietas con α-amilasa, xilanasa y proteasa se logra una mayor degradación de las paredes celulares, liberando de este modo carbohidratos complejos, los cuales tendrán un impacto directo sobre el tipo de microflora microbial presente en el intestino, la cantidad y perfil de ácidos grasos volátiles (AGV), afectando de esta manera la disponibilidad de energía y el consumo de alimento (McDonald et al., 2011; Nelson & Cox, 2021).

1.10.2 Usos del Artezyme

- Para aumentar la energía metabolizable de la dieta.
- Facilita la disponibilidad de las proteínas para su absorción.
- Reduce la incidencia de camas húmedas y mantiene la integridad intestinal.
- Puede ser empleado en cualquier etapa productiva de aves y cerdos (Artevet, 2023).

1.11 Antecedentes

Oportunidades y desafíos en el uso de enzimas exógenas para mejorar la producción animal no rumiante

La incorporación de enzimas exógenas en la alimentación de animales no rumiantes ha mostrado potencial para mejorar la utilización de nutrientes y optimizar el crecimiento y la salud animal. Los ingredientes vegetales utilizados en estas dietas contienen factores antinutricionales, como la fitina y los polisacáridos no amiláceos, que limitan la disponibilidad de nutrientes esenciales. La fitina, en particular, forma complejos insolubles con minerales y proteínas, reduciendo la absorción de fósforo y otros nutrientes. Diversos estudios han evidenciado que la suplementación con fitasa mejora significativamente la digestión del fósforo, incrementando su aprovechamiento y promoviendo un crecimiento más eficiente. Sin embargo, su efecto en otros nutrientes no siempre es positivo o consistente. Por otro lado, las enzimas hidrolizadoras de polisacáridos no amiláceos muestran efectos prometedores, ya que facilitan la descomposición de la pared celular vegetal, liberando nutrientes encapsulados y aumentando la disponibilidad de energía y otros compuestos beneficiosos. La combinación de estas enzimas con la fitasa puede potenciar aún más estos efectos, facilitando el acceso a nutrientes que de otra forma serían menos biodisponibles. A pesar de estos avances, la eficacia de las enzimas varía dependiendo de la formulación, dosis y tipo de dieta, lo que representa un desafío para su aplicación práctica. No obstante, la evidencia disponible sugiere que la suplementación enzimática puede mejorar el crecimiento, reducir la excreción de nutrientes no digeridos y contribuir a una producción más sostenible en animales no rumiantes. (Adeola, 2011).

La evolución y aplicación de las enzimas la industria de alimentos para animales: el papel de la interpretación de datos

Este trabajo indica que las enzimas exógenas han sido utilizadas comercialmente durante casi 40 años, logrando ahorros significativos en costos mediante la optimización del uso de nutrientes costosos. Sin embargo, el mecanismo exacto por el cual estas enzimas mejoran la eficiencia de la producción animal aún genera debate. La investigación centrada en las enzimas polisacaridasas no amiláceas (NSPasa) ejemplifica cómo un mayor avance podría haberse logrado si los detalles metodológicos y el análisis de datos hubieran sido más exhaustivos y críticos. La falta de estandarización en la descripción de materiales y métodos, así como la información incompleta sobre la identidad, actividad y pureza de las enzimas empleadas, limita el análisis retrospectivo y profundiza la incertidumbre sobre su modo de acción. Asimismo, la dosis utilizada en muchos estudios suele ser más alta que la empleada en la práctica, lo que plantea dudas sobre la validez de las conclusiones, especialmente en estudios que sugieren sinergia entre diferentes actividades enzimáticas. La ausencia de experimentos factoriales que justifiquen la inclusión de múltiples enzimas en productos multienzimáticos también contribuye al debate sobre si las raciones avícolas óptimas deben contener monoenzimas o combinaciones multienzimáticas. Por otro lado, se discuten tres mecanismos propuestos para explicar la acción de las NSPasas: reducción de viscosidad, alteración de la pared celular y efectos prebióticos. Se señala la necesidad de reevaluar cada uno, considerando variables como la edad del animal (en el caso de viscosidad), la validez de los modelos in vitro para la pared celular, y las cantidades de oligómeros producidos en relación con los ácidos grasos volátiles generados para los efectos prebióticos. La investigación futura sería más sólida si considerara todos estos mecanismos de manera integrada en el diseño experimental, evitando interpretaciones basadas en hipótesis no verificadas. Se concluye que el mecanismo prebiótico probablemente tenga un papel destacado en dietas de baja viscosidad, pero se requiere mayor evidencia para confirmar esta hipótesis (Betford, 2018).

Predicción de la calidad de los ingredientes y el efecto de una combinación de xilanasa, amilasa, proteasa y fitasa en las dietas de pollos de engorde

Este estudio investigó los efectos de las enzimas exógenas xilanasa, amilasa, proteasa y fitasa en las dietas de pollos de engorde con diferentes niveles de energía metabolizable (EM). Para ello, se realizaron dos experimentos de 42 días con un total de 2208 pollos, distribuidos en 8 tratamientos con 12 corrales replicados en cada experimento. Se utilizaron cuatro dietas, incluyendo una de control positivo (PC) formulada para ser nutricionalmente adecuada, y tres dietas de control negativo (NC) con diferentes reducciones en energía, fósforo, calcio y aminoácidos, formuladas con harina de maíz y soja. La diferencia en EM entre las dietas NC1, NC2 y NC3 fue de aproximadamente 0,17, 0,34 y 0,63 MJ/kg en comparación con la dieta PC. La respuesta de las dietas a la suplementación con un cóctel de las cuatro enzimas fue evaluada en un diseño factorial de 4x2, aplicándose en ambos experimentos, que se realizaron en diferentes lugares con diferentes lotes de ingredientes. Los resultados mostraron que la adición de enzimas mejoró significativamente la digestibilidad de nutrientes, especialmente fósforo, calcio y ciertos aminoácidos. La suplementación con enzimas en las dietas controladas y en la dieta de referencia provocó respuestas positivas, sugiriendo que el uso de estas enzimas puede ser una estrategia nutricional y económica viable para reducir costos alimenticios. En conclusión, la combinación de xilanasa, amilasa, proteasa y fitasa puede mejorar la digestibilidad de los nutrientes en dietas basadas en harina de maíz y soja para pollos de engorde, contribuyendo a una producción más eficiente y rentable (Cowieson, y Roos, 2006).

Avances recientes en la investigación sobre enzimas para dietas avícolas

Este trabajo analiza los avances recientes en el uso de enzimas exógenas en dietas avícolas, destacando su impacto en la digestibilidad de nutrientes, la utilización de energía y el rendimiento general en la producción de aves. Se enfatiza el papel de enzimas como la xilanasa, β-glucanasa, fitasa, proteasa y amilasa en la mejora de la digestión de ingredientes ricos en polisacáridos no amiláceos (PNA), presentes en cereales y derivados vegetales. La acción de estas enzimas favorece la descomposición de PNA y fitatos, aumentando la disponibilidad de energía, aminoácidos y minerales en las dietas. La eficacia de la suplementación

enzimática, sin embargo, está influenciada por diversos factores, como la composición de los ingredientes, la formulación de la dieta, la edad del ave, la especificidad de la enzima y las condiciones de manejo. Además, se destacan los beneficios económicos y ambientales de su uso, ya que pueden mejorar la eficiencia en la conversión alimenticia, reducir costos y disminuir la excreción de nutrientes, contribuyendo a un menor impacto ambiental. En conclusión, las enzimas representan una herramienta valiosa en la nutrición avícola, especialmente en sistemas con ingredientes de calidad variable, y se recomienda continuar investigando para optimizar su aplicación en las dietas. (Slominski, 2011).

CAPÍTULO II
METODOLOGÍA

2.1. Ubicación del área de estudio

2.1.1. Ubicación del experimento

Región	: Ayacucho
Provincia	: Huamanga
Distrito	: Ayacucho
Lugar	: Centro Experimental Pampa del Arco - UNSCH

2.1.2. Características climatológicas

Temperatura promedio	: 17.50 º C
Altitud	: 2760 m.s.n.m.
Humedad relativa	: 56%
Luminosidad	: 10-12 horas/día
Precipitación pluvial anual	: 1117 mm.

Fuente: Climate DATA (2019)

2.2. Lugar y ejecución del experimento

2.2.1. Ubicación

La zona de estudio presenta un clima característico de la sierra central del Perú, influenciado principalmente por su altitud. En el distrito de Huamanga, región Ayacucho, predominan temperaturas moderadas a frías, con variaciones marcadas entre el día y la noche.

La temperatura promedio anual oscila entre 14 y 18 °C, con periodos de mayor descenso térmico durante las temporadas de invierno (mayo a agosto). La humedad relativa presenta valores variables, generalmente entre 50 y 70 %, dependiendo de la época del año. Asimismo, la precipitación pluvial se concentra principalmente en los

meses de verano (noviembre a marzo), mientras que el periodo seco se extiende de abril a octubre.

Esta ubicación proporciona un ambiente caracterizado por las condiciones climáticas y edafoclimáticas típicas de la región andina, relevantes para los estudios de producción avícola y el manejo de aves de engorde.

2.2.2. Duración

El estudio se desarrolló a lo largo de nueve semanas (63 días). Las aves criollas domésticas, empleadas al inicio del experimento tenían 37 días de edad y un peso vivo promedio de 381,80 g. El diseño experimental contempló 3 tratamientos, cada tratamiento conformado por 15 aves, distribuidas en cinco repeticiones de 3 aves cada una, haciendo un total de 45 aves. El experimento se llevó a cabo durante los meses de febrero, marzo y abril de 2024.

2.3. Materiales, equipos

2.3.1. Materiales

- Arpilleras: blancas y negras, con dimensiones de 40 m de largo por 3,5 m de ancho, utilizadas para cubrir y delimitar el área del experimento.
- Jaulas metálicas: confeccionadas en alambre inoxidable, con medidas de 50 cm de ancho, 60 cm de largo y 50 cm de alto, empleadas para el alojamiento de las aves.
- Balde plastificado: de 20 litros de capacidad, destinado al almacenamiento y suministro de agua potable a los bebederos.
- Bebederos tipo tetina: 15 unidades, ubicadas dentro de cada jaula, correspondientes a una repetición experimental.
- Aves criollas: 45 hembras de 37 días de edad, utilizadas como sujetos experimentales.
- Desinfectante: 0,5 litros, empleado para la limpieza y desinfección del área y los implementos.
- Tubos de PVC: de 3 pulgadas de diámetro, con un extremo cortado para ser utilizados como comederos improvisados.

2.3.2. Equipos

- Equipo de pesaje electrónica de capacidad de 5 kg. (5 gramos de precisión).
- Equipo de pesaje digital analítica para pesar los micronutrientes del alimento balanceado (0.05 gramos de precisión).
- Cámara fotográfica de celular.
- Laptop e impresora.

2.3.3. Ingredientes para alimenticios

- Maíz amarillo molido.
- Subproducto de trigo (afrecho).
- Torta de soya 46% de proteína.
- Harina de pescado (Prime).
- Carbonato de calcio.
- Fosfato dicálcico.
- Sal.
- Aceite de soya.
- Secuestrante de micotoxinas.
- Pre-mix (premezcla de vitaminas y minerales).
- Metionina.
- Lisina.
- Cloruro de colina.

2.4. Animales experimentales

El experimento se realizó con 45 aves criollas de 37 días de edad y un peso vivo promedio de 381,80 g, distribuidas aleatoriamente en tres tratamientos, cada uno compuesto por cinco repeticiones de tres aves, sumando un total de 15 aves por tratamiento. La evaluación de los animales se llevó a cabo durante 63 días. Para garantizar la correcta identificación y seguimiento de cada individuo, a cada ave se le colocó un brazalete numerado en la pata, permitiendo su asignación precisa dentro de los tratamientos experimentales.

2.5. Tratamientos experimentales

El trabajo de investigación se evaluó 3 tratamientos y 5 repeticiones por tratamiento, cada repetición estaba constituido de 3 aves. Donde el:

T-1 No se le incluyó ningún porcentaje de Artezyme (enzimas exógenas)

T-2 Con inclusión de 0.03 % de Artezyme (enzimas exógenas)

T-3 Con inclusión de 0.04 % de Artezyme (enzimas exógenas)

El uso de 0.03 y 0.04 se utilizó según las indicaciones del producto, que recomiendan para aves comerciales y con los mismos porcentajes se evaluó en aves criollas ya que estas especies son muy heterogenias en su comportamiento productivo.

2.6. Manejo en el trabajo de investigación

2.6.1. Descripción del galpón

El estudio se desarrolló en el galpón de aves del Centro experimental pampa del arco de la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria de la UNSCH, con dimensiones de 15 m de largo, 6 m de ancho, 3,20 m de altura en la parte baja y 4,20 m en los aleros superiores. La infraestructura estuvo constituida por muros de ladrillo con cemento hasta 50 cm de altura (zócalo), mientras que las áreas superiores fueron cubiertas con malla de nylon, permitiendo ventilación. El techo fue de teja prefabricada, el piso de barro y la puerta de madera. Para garantizar la bioseguridad y condiciones higiénicas, el galpón se desinfectó 5 a 7 días antes del inicio del experimento, utilizando inicialmente lanzallamas, seguido de la aplicación de un desinfectante yodado. Adicionalmente, en la entrada del galpón se colocó una bandeja con cal para la desinfección del calzado del personal, asegurando así un ambiente controlado para el desarrollo del experimento.

2.6.2. Descripción de las jaulas

Después de la alimentación con la dieta inicial durante la etapa preexperimental (1 a 37 días de edad), se seleccionaron 15 aves para cada tratamiento, distribuyéndose de acuerdo con las repeticiones experimentales. Las aves fueron alojadas en jaulas metálicas sobre piso continuo, adaptadas del sistema de postura para el desarrollo del experimento. Cada jaula, construida en alambre inoxidable, tenía dimensiones de 50 cm de ancho × 60 cm de largo × 50 cm de alto y estaba equipada con bebederos tipo tetina y comedores fabricados con tubos de PVC de 5 pulgadas, con un extremo cortado para facilitar la alimentación. En cada jaula se colocaron 3 aves, con un peso promedio de 381.8 g, garantizando un manejo uniforme y controlado para la evaluación de los tratamientos.

2.6.3. Formulación de raciones balanceadas

La formulación del alimento balanceado se efectuó mediante el uso del programa Mixit-2, del Laboratorio de Nutrición Animal de la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Este software permitió calcular con precisión los requerimientos de macronutrientes y micronutrientes teniendo en consideración el 10% menos de los requerimientos nutricionales normales según el NRC. de los pollos de carne, ya que no existe los requerimientos nutricionales de las aves criollas por ninguna entidad nutricional. Los ingredientes empleados fueron adquiridos en una tienda especializada en insumos alimenticios de la ciudad (Empresa MOLISOL), seleccionándose cuidadosamente aquellos de alta calidad y confiabilidad, con el fin de asegurar la consistencia y el valor nutritivo de la ración experimental.

Tabla 2

Fórmula alimenticia utilizado en el experimento

INSUMOS	T-1 CRECIMIENTO	T-2 CRECIMIENTO	T-3 CRECIMIENTO	T-1 ACABADO	T-2 ACABADO	T-3 ACABADO
Maíz	67.000	67.000	67.000	66.80	66.80	66.80
Afrecho	2.800	2.770	2.760	12.00	11.77	11.76
Harina de soya	16.700	16.700	16.700	14.00	14.00	14.00
Harina de pescado	6.000	6.000	6.000	4.00	4.00	4.00
Carbonato de calcio	2.000	2.000	2.000	1.80	1.80	1.80
Fosfato Dicalcico	0.013	0.013	0.013	0.00	0.00	0.00
Dl-metionina	0.012	0.012	0.012	0.01	0.01	0.01
Lis-Hist-Cist	0.014	0.014	0.014	0.01	0.01	0.01
Aceite de soya	5.000	5.000	5.000	1.00	1.00	1.00
Sal	0.150	0.150	0.150	0.11	0.11	0.11
Atrap. de toxinas	0.100	0.100	0.100	0.10	0.10	0.10
Premix	0.100	0.100	0.100	0.10	0.10	0.10
Cloruro de colina	0.060	0.060	0.060	0.06	0.06	0.06
Artezyme	**0.000**	**0.030**	**0.040**	**0.00**	**0.030**	**0.04**
TOTAL	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**100.00**

Tabla 3

Contenido nutricional

Descripción	**Cantidades**					
Materia seca (%)	88	88	89	89	89	89
Proteína (%)	18.3	18.3	18.3	16	16	16
Energía metabolizable Kcal/kg.	2880	2880	2880	2616	2616	2616
Lisina (%)	0.9	0.9	0.9	0.76	0.76	0.76
Metionina (%)	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Treonina (%)	0.66	0.66	0.66	0.612	0.612	0.612
Calcio (%)	0.81	0.81	0.81	0.72	0.72	0.72
Fosforo Disponible (%)	0.31	0.31	0.31	0.25	0.25	0.25
Sodio (%)	0.12	0.12	0.12	0.108	0.108	0.108

2.6.4. De la adquisición de animales

La adquisición de las aves criollas hembras se realizó a los 30 días de edad, con un peso promedio de 350 g, y a los 37 días de edad se les trasladó a las jaulas con 381.80 g de peso vivo promedio, las aves provenientes de la Empresa Avícola MOLISOL S.A.C., ubicada en el distrito de San Juan Bautista, Ayacucho, la cual produce los animales de manera tecnificada y comercializa los ejemplares según pedido. Para el presente estudio, se seleccionaron 45 aves, del mismo en sexo, genética, edad y peso, garantizando así uniformidad en los animales experimentales.

2.6.5. De la etapa experimental

Durante la etapa experimental, las 45 aves hembras se colocaron en las respectivas jaulas, pesando individualmente cada ave, para luego pesarlos semanalmente, así mismo el alimento balanceado suministrado se registró su consumo, diario, el alimento balanceado que se derramaba fuera del comedero se descontaba, se utilizaron cortinas para controlar las corrientes de viento y el calor de galpón ubicado en la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria de la UNSCH.

2.6.6. De la alimentación

El alimento balanceado fue formulado y elaborado en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria. La mezcla de los ingredientes se realizó manualmente con lampa, preparando las raciones correspondientes a los tres tratamientos experimentales. las enzimas exógenas (Artezyme) se incorporaron junto con

los demás insumos, a razón de 0.00; 0.03 y 0.04%. Cada tratamiento fue identificado y almacenado en costales rotulados, según su formulación respectiva. La alimentación se suministró dos veces al día, a las 8:00 a.m. y 4.30 p.m., a libre discreción. El alimento rechazado o desperdiciado fuera de los comederos se descontó y se pesó diariamente para determinar el consumo real de alimento balanceado, cuyos registros fueron posteriormente consolidados y tabulados de forma semanal para su análisis estadístico.

2.6.7. Procedimiento

- La etapa pre experimental tuvo una duración de cinco días, durante la cual las aves fueron recibidos a los 30 días de edad y a los 37 se inició con el experimento, con un peso vivo promedio de 381.80 g. Cada ave fue identificada mediante un brazalete plástico numerado, colocado en una de sus patas para facilitar su control individual. Al momento de su llegada, se administró un anti estresante disuelto en el agua de bebida con el propósito de minimizar los efectos del traslado.
- El alimento balanceado fue formulado y preparado en el laboratorio de Nutrición Animal de la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, donde se realizó la mezcla de los insumos para obtener las raciones correspondientes a los tres tratamientos experimentales. Una vez aclimatadas, las aves recibieron las dietas en estudio según el tratamiento asignado.
- Concluida la etapa pre experimental, se dio inicio al periodo experimental, pesando individualmente a las aves, las cuales presentaron un peso promedio de 381.80 g y 37 días de edad. La vigilancia sanitaria se efectuó de manera diaria, observando el comportamiento general y posibles signos de decaimiento o enfermedad. La alimentación se suministró dos veces al día, a las 8:30 a.m. y 4:30 p.m., bajo el sistema ad libitum.
- Los pesajes se realizaron semanalmente, específicamente los días viernes, registrándose los datos obtenidos para su posterior tabulación y análisis. A los 50 días de edad, las aves fueron vacunadas por vía ocular con la triple aviar (bronquitis infecciosa, gumboro y Newcastle), siguiendo las recomendaciones del proveedor.
- Los datos registrados de consumo de alimento, ganancia de peso, peso vivo final, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa fueron determinados en base a los promedios obtenidos por tratamiento. La evaluación experimental tuvo una

duración total de 9 semanas, culminando con el beneficio de todas las aves para determinar el rendimiento de carcasa.

2.7. Parámetros a evaluar

2.7.1. Consumo de alimento balanceado

El alimento balanceado fue suministrado diariamente, ajustando la cantidad conforme al nivel de consumo de las aves. Las cantidades ingeridas se registraron cada día y se consolidaron semanalmente para su análisis. Al término de cada semana, se pesó y descontó el alimento balanceado sobrante en los comederos, con el fin de determinar con precisión el consumo real de alimento durante el periodo evaluado.

$$\boldsymbol{Consumo\ de\ alimento} = Alimento\ brindado\ (kg.) - Alimento\ consumido(kg.)$$

2.7.2. Ganancia de peso

Para la determinación de la ganancia de peso vivo, todas las aves fueron pesadas individualmente al inicio del experimento y posteriormente cada siete días durante todo el periodo de evaluación. Los pesajes se realizaron a las 4:30 p.m., porque durante el día, el metabolismo está activo y más alto, lo que permite una mejor digestión y conversión de alimentos en energía. Por otro lado, durante la noche, el metabolismo tiende a ser más lento, lo que puede llevar a un almacenamiento más fácil de calorías en forma de grasa, para el pesado se ha empleado una balanza digital de precisión, con el propósito de calcular el incremento semanal y acumulado de peso corporal de cada ave y de los tratamientos experimentales.

Durante el día, el metabolismo está activo y más alto, lo que permite una mejor digestión y conversión de alimentos en energía. Por otro lado, durante la noche, el metabolismo tiende a ser más lento, lo que puede llevar a un almacenamiento más fácil de calorías en forma de grasa.

$$\boldsymbol{Ganancia\ de\ peso} = Peso\ final\ (Kg.)\ -\ Peso\ Inicial\ (Kg)$$

2.7.3. Índice de conversión alimenticia

El índice de conversión alimenticia (ICA) se determinó relacionando el consumo total de alimento balanceado con la ganancia total de peso vivo obtenida durante el

periodo experimental. Este parámetro se calculó dividiendo el consumo total de alimento entre la ganancia de peso total, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$I.C.A = \frac{Consumo\ de\ alimento\ total\ (Kg)}{Ganancia\ de\ peso\ vivo\ (Kg)}$$

2.7.4. Rendimiento de carcasa

El rendimiento de carcasa se evaluó mediante el beneficio de cada ave. Se observaron las características organolépticas de la carne: color, olor, textura, grasa, etc. La carcasa se hizo orear durante 2 horas para el respectivo pesado. En la evaluación del rendimiento de carcasa se incluyó: piel, cabeza, patas, músculos, huesos del cuerpo. No se consideraron las vísceras rojas (corazón, pulmones, hígado y riñones) tampoco vísceras blancas (intestinos).

$$\%\ de\ Rendimiento\ de\ carcasa = \frac{Peso\ de\ carcasa\ (Kg.)}{Peso\ vivo\ final\ (Kg.)}\ x\ 100$$

2.7.5. Costo de alimentación

Se suman los costos de los insumos alimenticios por kg. puestos en granja y se multiplican por el total del alimento balanceado consumido por cada tratamiento.

$$\boldsymbol{Costo\ de\ alimento} = Costo\ de\ insumos\ x\ kg. + Costo\ de\ preparación\ (Kg)\ +\ Costo\ de\ Transporte$$

2.8. Diseño estadístico

Se instalaron 3 tratamientos con 5 repeticiones y la unidad experimental constituyó de una jaula con de 3 aves criollas, en total de 45 aves para el presente trabajo de investigación.

Se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA)

El modelo aditivo lineal fue de la siguiente manera:

$$\mathbf{Y}ij = \mu + \tau i + \varepsilon ij$$

Donde:

$\mathbf{Y}ij$= Es una observación del i-enésimo tratamiento en j-enésima repetición.

$\boldsymbol{\mu}$ = Es la media.

Ti= Es el efecto del i-enésimo tratamiento.

εij = Es el efecto del error experimental en la observación i-enésimo tratamiento en j-enésima repetición.

Tabla 4

Croquis de la distribución de los tratamientos con sus repeticiones

T-1 (R-1)	**T-2 (R-1)**	**T-3 (R-1)**	**T-1 (R-2)**	**T-2 (R-2)**	**T-3 (R-2)**	**T-1 (R-3)**	**T-2 (R-3)**	**T-3 (R-3)**	**T-1 (R-4)**	**T-2 (R-4)**	**T-3 (R-4)**	**T-1 (R-5)**	**T-2 (R-5)**	**T-3 (R-5)**
3 aves	3 aves	3 aves	3 aves	3 aves	3 aves	3 aves	3 aves	3 aves	3 aves	3 aves	3 aves	3 aves	3 aves	3 aves

2.9. Análisis e interpretación de resultados

A las aves se les identificó mediante brazaletes enumerados y colocados en las patas, lo que permitió la identificación de cada ave y así un tener un control adecuado y ordenado de recolección de datos. Posteriormente, los datos obtenidos fueron digitalizados y organizados en una base de datos utilizando el programa Microsoft Excel, y los análisis estadísticos se realizaron empleando el software infoStat.

CAPÍTULO III
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Consumo de alimento balanceado

En la Tabla 5 se observa el consumo semanal de alimento balanceado ofrecido para los tres tratamientos. Desde la primera semana, el T–3 resultó de mayor consumo, seguido por el T–1 y, finalmente, el T–2, alcanzando consumos finales de 6370.73 g, 6116.27 g y 6082.07 g, respectivamente. Los resultados y las diferencias en gramos entre los tratamientos fueron: 254.46 g entre T–3 y T–1; 288.66 g entre T–3 y T–2 y 34.20 g entre T–1 y T–2. Asimismo, se evidencia que los consumos semana a semana siguieron un patrón de forma ascendente, en algunas semanas consumieron alimento, pero con cantidades inferiores a la anterior semana tales el T-1 en la sexta y quinta semana, y en T-2 en la tercera con relación a la segunda semana y en la novena con relación a la octava semana; así mismo en cuanto a cantidades en kg, lo que indica variabilidad en la aceptación del alimento a lo largo de la evaluación. También se aprecia que el tratamiento que inició con mayor consumo, mantuvo dicha tendencia hasta el final. De igual manera, se infiere que la palatabilidad del alimento, independientemente de la presencia o ausencia del Artezyme, no generó diferencias marcadas en el consumo, por lo que estos no parecen influir significativamente en la aceptación del alimento balanceado. El consumo promedio de alimento fue de 679.59 ± 122.65 g en T-1, 675.79 ± 125.83 g en T-2 y 707.86 ± 127.23 g en T-3. T-3 presentó el mayor consumo promedio, mientras que T-2 mostró el menor. Las desviaciones estándar indican una variabilidad similar entre los tratamientos, con una ligera mayor dispersión en T-3, evidenciando variaciones del consumo a lo largo de las nueve semanas de evaluación.

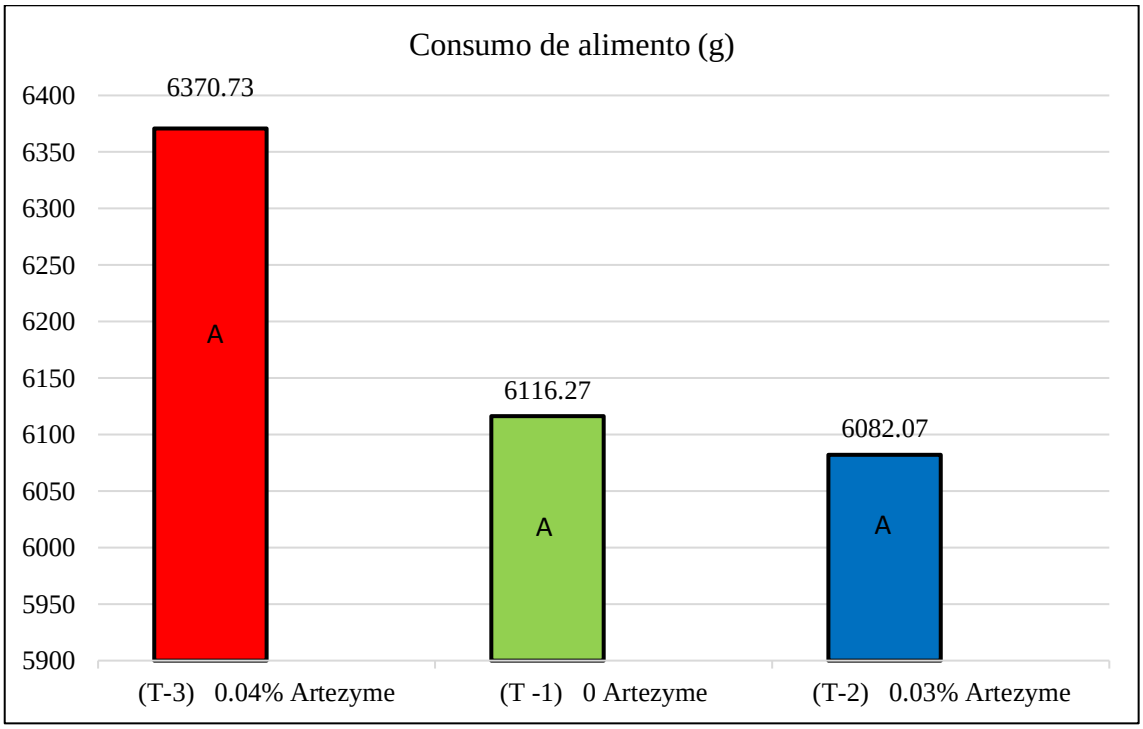
Tabla 5

Consumo de alimento balanceado semanal promedio en los tratamientos evaluados

Tratam.	Consumo	S E M A N A S									Consumo total de A.B. (g)	Prom. ± D.E
		1 S.	2 S.	3 S.	4 S.	5S.	6 S.	7 S.	8 S.	9 S.		
T-1 0.0 % de Artizyme	Cons. de alimento	428.13	597.00	602.20	683.67	705.07	703.20	786.87	798.47	811.67	**6116.27**	679.59 ± 122.65
	Cons. de alimento Acum.	428.13	1025.13	1627.33	2311.00	3016.06	3719.26	4506.13	5304.60	**6116.26**		
T-2 .03% de Artizyme	Cons. de alimento	408.87	621.00	566.33	680.53	737.27	725.93	780.67	804.07	757.40	**6082.07**	**675.79 ± 125.83**
	Cons. de alimento Acum.	408.87	1029.87	1596.20	2276.74	3014.00	3739.94	4520.60	5324.67	**6082.07**		
T-3 0.04% de Artizyme	Cons. de alimento	437.93	603.40	657.93	702.00	760.33	744.33	811.40	835.47	817.93	**6370.73**	**707.86 ± 127.23**
	Cons. de alimento Acum.	437.93	1041.33	1699.26	2401.26	3161.60	3905.93	4717.33	5552.80	**6370.73**		

Figura 1

Consumo total de alimento balanceado promedio por ave en los tratamientos evaluados

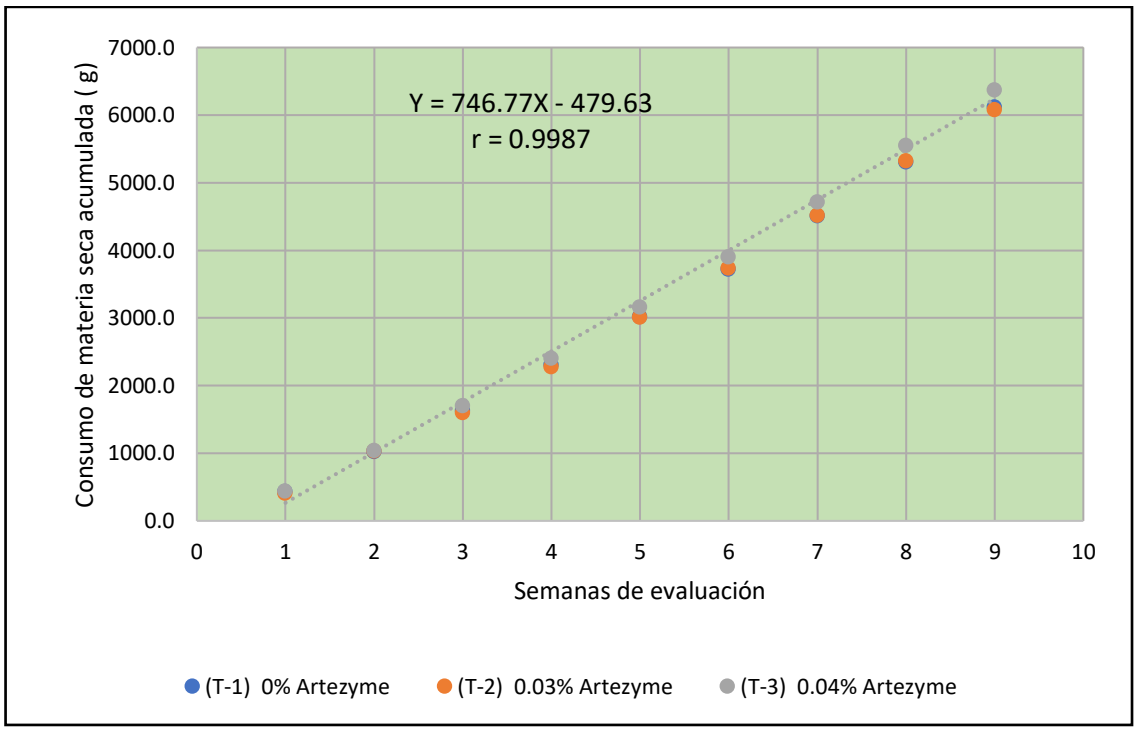


En la figura 1 se menciona sobre el consumo total de alimento balanceado entre los tratamientos evaluados, se observa que el T-3 con 0.04 % Artezyme, registró el mayor consumo con 6370.73 g, seguido del T-1 con 6116.27 g y finalmente el T-2 con 6082.07 g no habiendo diferencias estadísticas significativas (P>0.05) entre los tratamientos evaluados, entendiéndolo que cualquiera de los porcentajes incluidos se podría utilizarlo o quizás no es necesario incluirlo en una dieta de aves.

Asimismo, la variabilidad semanal observada indica que los consumos tuvieron una tendencia lineal ascendente en todos los tratamientos con algunos promedios por encime del promedio y otros por debajo, lo que es común en aves criollas, debido a su respuesta más heterogénea frente a factores como ambiente o genética. Los datos con inclusión de 0.04% de Artezyme mostró un ligero mejor resultado en relación a los dos tratamientos con 0.00 y 0.03 % de Artezyme, resultando un coeficiente de variación de 6.70 %, valor que nos indica una ligera confianza y precisión al momento de conducir el trabajo experimental.

Figura 2

Regresión del consumo de alimento balanceado semanal promedio de los tratamientos evaluados de las aves criollas en la etapa de crecimiento y acabado



En la figura 2 se presenta la tendencia del consumo acumulado de alimento balanceado, durante nueve semanas de evaluación para los tres tratamientos: 0.00 % (T-1)**,** 0.03 %, (T-2) **y** 0.04 % (T-3) de Artezyme**.** Las curvas de los tres tratamientos muestran un comportamiento ascendente y lineal cercano entre los resultados semanales a lo largo del estudio, evidenciando que el consumo acumulado se incrementa conforme avanza la edad de las aves.

La regresión lineal mostrada en la figura corresponde al comportamiento promedio del consumo acumulado, con la ecuación: Y = 746.77X – 479.63, la cual indica que, por cada semana adicional, el consumo acumulado se incrementa, aunque con cierta variación porcentual.

El coeficiente de correlación r = 0.9987 demuestra una relación extremadamente fuerte y positiva entre el tiempo (semanas) y el consumo de alimento balanceado, confirmando que el crecimiento del consumo sigue un patrón lineal semana a semana.

Al observar la posición de los puntos, se aprecia que el tratamiento con 0.04 % de Artezyme (T-3) tiende a ubicarse ligeramente por encima de los demás, especialmente hacia las últimas semanas, lo cual coincide con sus mayores valores de consumo total. Los tratamientos 0.00 % (T-1) **y** 0.03 % (T-2) mantienen trayectorias muy similares entre sí, con diferencias mínimas en su comportamiento. En conjunto, la figura evidencia que la suplementación con enzimas no altera la tendencia lineal del consumo acumulado.

Al respecto, Adeola y Cowieson (2011) en su revisión sobre el uso de enzimas en aves, encontraron que el uso de complejos enzimáticos mejora significativamente la digestibilidad de los carbohidratos no amiláceos (NSP), lo que se traduce en un mayor aprovechamiento de la energía disponible. Esto es consistente con el comportamiento observado en el presente estudio, donde el tratamiento con 0.04 % de Artezyme presentó una mayor acumulación de consumo, pero sin diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) con los demás tratamientos.

Sin embargo, estudios como el de Bedford (2018) señalan que la respuesta al uso de enzimas no siempre es lineal ni constante entre diferentes especies o genéticas de aves. así mismo argumenta que, en algunas situaciones, la alimentación y la genética de las aves juegan un papel crucial en la eficacia de las enzimas. Este punto es relevante en el presente trabajo de investigación, ya que se utilizaron aves criollas, una genética que puede responder de manera diferente a las enzimas que las líneas comerciales, lo cual se refleja en las pequeñas diferencias observadas entre los tratamientos. Aunque los tratamientos con enzimas mostraron una ligera superioridad en el consumo acumulado, las variaciones en la respuesta alimentaria pueden explicarse por la heterogeneidad genética y la capacidad de las aves criollas para adaptarse a su ambiente y al tipo de alimentación.

En relación con el consumo de alimento, Cowieson y Roos (2006) señalaron que la suplementación con enzimas exógenas no necesariamente produce variaciones significativas en el consumo de alimento de las aves. Asimismo, Slominski (2011) destaca que la incorporación de enzimas puede favorecer el aprovechamiento de los nutrientes, especialmente cuando las dietas contienen cantidades importantes de fibra y carbohidratos no amiláceos. En la presente investigación, no se encontraron diferencias estadísticas significativas en el consumo de alimento entre los tratamientos con diferentes

niveles de suplementación enzimática. Este resultado podría estar relacionado con la composición nutricional similar de las dietas experimentales, particularmente con su contenido de fibra, que se mantuvo aproximadamente en 3,5 % en todos los tratamientos. Por tanto, la uniformidad de este componente nutricional podría haber contribuido a que la inclusión de diferentes niveles de enzimas exógenas no generara cambios significativos en el consumo de alimento.

3.2. Ganancia de peso vivo

En la tabla 6 se muestra la ganancia de peso semanal de las aves durante 9 semanas de estudio, se aprecia para en T-1, T-2 y T-3 los pesos iniciales: 351.47; 393.60 y 400.33 g y con pesos finales de 2130; 2211.00 y 2292.67 g. El tratamiento T-1 (0.0 % de Artezyme) presentó una ganancia de peso acumulada progresiva, alcanzando un valor final de 1778.53 g. Las ganancias semanales mostraron variaciones a lo largo del periodo experimental, con incrementos más marcados durante las semanas intermedias y una ligera disminución hacia las últimas semanas, comportamiento típico del crecimiento fisiológico de aves criollas. En el tratamiento T-2 (0.03 % de Artezyme) se observó una ligera mayor ganancia de peso final en comparación con el tratamiento control, alcanzando 1817.40 g al finalizar el periodo. Las ganancias semanales fueron mayores a las del T-1 en la mayoría de las semanas, evidenciando un ligero consumo positivo por la inclusión enzimática sobre la eficiencia de crecimiento. Por su parte, el tratamiento T-3 (0.04 % de Artezyme) registró un ligero mayor ganancia de peso final, con un valor de 1892.33 g. Las ganancias semanales fueron consistentemente mayores, especialmente entre la tercera y sexta semana de iniciado la evaluación, lo que sugiere un mejor aprovechamiento de los nutrientes y una mayor deposición de tejido corporal asociada a la mayor dosis de enzimas. Así mismo la ganancia de peso semanal presentó un promedio de 197,62 ± 30,71 g en el T-1 (0,0 % de Artizyme), 201,93 ± 31,55 g en el T-2 (0,03 % de Artizyme) y 210,26 ± 36,03 g en el T-3 (0,04 % de Artizyme). Estos valores muestran que el promedio de ganancia de peso fue de 197,62 a 210,26 g, mientras que la desviación estándar varió entre 30,71 y 36,03 g en los tratamientos evaluados.

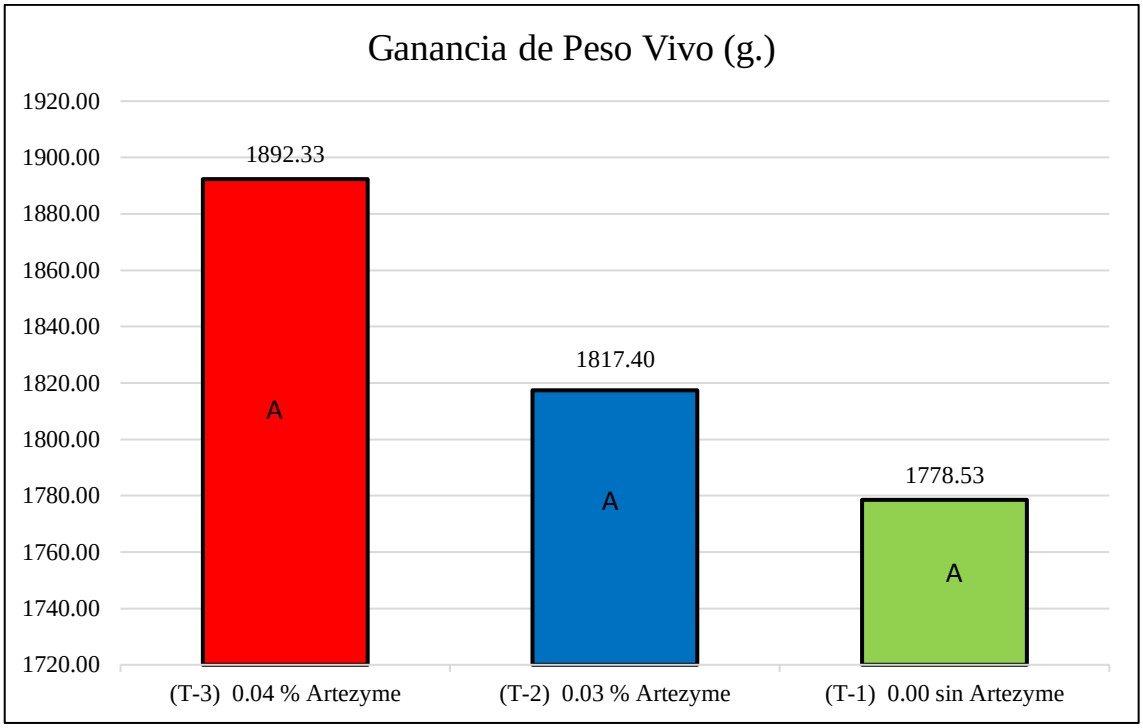
Tabla 6

Rendimiento de carcasa (%) en los tratamientos evaluados de las aves criollas en la etapa de crecimiento y acabado

Tratam.	Consumo	S E M A N A S									Consumo total de A.B. (g)	Prom. ± D.E
		1 S.	2 S.	3 S.	4 S.	5S.	6 S.	7 S.	8 S.	9 S.		
T-1 0.0 % de Artizyme	Cons. de alimento	428.13	597.00	602.20	683.67	705.07	703.20	786.87	798.47	811.67	**6116.27**	**679.59 ± 122.65**
	Cons. de alimento Acum.	428.13	1025.13	1627.33	2311.00	3016.06	3719.26	4506.13	5304.60	**6116.26**		
T-2 .03% de Artizyme	Cons. de alimento	408.87	621.00	566.33	680.53	737.27	725.93	780.67	804.07	757.40	**6082.07**	**675.79 ± 125.83**
	Cons. de alimento Acum.	408.87	1029.87	1596.20	2276.74	3014.00	3739.94	4520.60	5324.67	**6082.07**		
T-3 0.04% de Artizyme	Cons. de alimento	437.93	603.40	657.93	702.00	760.33	744.33	811.40	835.47	817.93	**6370.73**	**707.86 ± 127.23**
	Cons. de alimento Acum.	437.93	1041.33	1699.26	2401.26	3161.60	3905.93	4717.33	5552.80	**6370.73**		

Figura 3

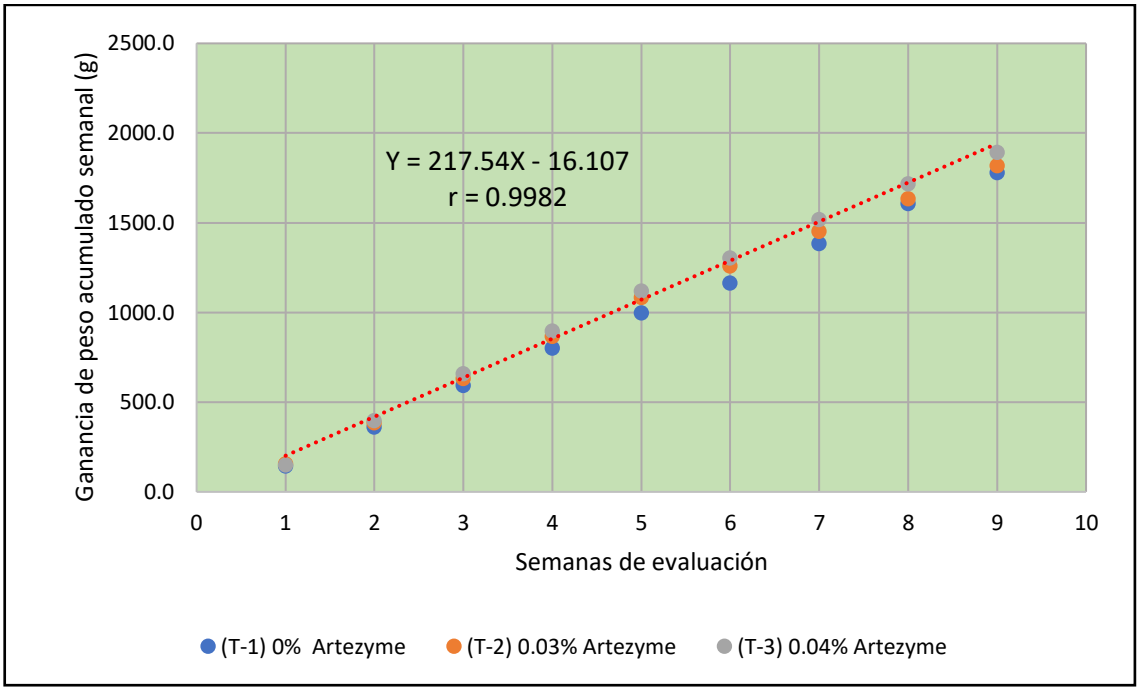
Ganancia de peso promedio en los tratamientos evaluados de las aves criollas en la etapa de crecimiento y acabado



En la Figura 3 **s**e presentan los valores de ganancia de peso vivo final correspondientes a los tratamientos T-1 (0.00 % de Artezyme), T-2 (0.03 % de Artezyme) y T-3 (0.04 % de Artezyme). El análisis de varianza (ANVA) realizado indica que no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos T-1, T2 y T-3 ($P > 0.05$)**,** coincidentemente los resultados han sido ascendentes según los tratamientos evaluados, lo cual se evidencia por la asignación de la misma letra estadística. A pesar de que el peso fue mayor en el tratamiento T-3; mostró una ligera mayor ganancia de peso vivo, en comparación al T-2 y T-1, pero estas diferencias no fueron suficientes para establecer significancia estadística. Del experimento realizado en la ganancia de peso se obtuvo coeficiente de variación de 8.25 %**,** valor que refleja una precisión aceptable para este tipo de estudios en aves criollas y que indica una variabilidad moderada dentro de las repeticiones y entre los ambientes evaluados. Esta variabilidad puede atribuirse, en parte, a que las aves criollas no han sido seleccionadas genéticamente hasta la actualidad para maximizar la ganancia de peso, lo que genera respuestas productivas heterogéneas.

Figura 4

Regresión de la ganancia de peso acumulado semanal de las aves criollas en la etapa de crecimiento y acabado



La figura 4 muestra el análisis de regresión lineal de la ganancia de peso acumulada semanal en aves criollas durante nueve semanas de evaluación para los tratamientos con 0.00 %, 0.03 % y 0.04 % de Artezyme. En todos los tratamientos se observa una tendencia ascendente y prácticamente lineal de la ganancia de peso conforme avanza las semanas, lo que evidencia un crecimiento progresivo y constante de las aves a lo largo del periodo experimental. La ecuación de regresión obtenida (Y = 217.54X – 16.107) indica que, por cada semana adicional de evaluación, la ganancia de peso acumulada se incrementa en aproximadamente 217.54 g, lo cual refleja una tasa de crecimiento sostenida. Asimismo, el coeficiente de correlación (r = 0.9982) demuestra una relación altamente positiva y significativa entre las semanas de evaluación y la ganancia de peso, confirmando que el tiempo explica casi en su totalidad la variación observada en este parámetro productivo.

Al comparar los tratamientos, se aprecia que las tres líneas siguen pendientes muy similares, lo que concuerda con los resultados del análisis de varianza, donde no se detectaron diferencias estadísticas significativas (P > 0.05) entre niveles de suplementación con Artezyme. No obstante, se observa una ligera superioridad numérica

del tratamiento con 0.04 % de Artezyme, especialmente en las últimas semanas, lo cual sugiere un posible efecto positivo de la enzima sobre el crecimiento, aunque insuficiente para generar diferencias estadísticamente significativas. En conjunto, el análisis de regresión confirma que la ganancia de peso vivo en aves criollas sigue un patrón de crecimiento lineal durante el periodo evaluado, independientemente del nivel de suplementación enzimática, y respalda la consistencia y confiabilidad de los datos obtenidos en el presente estudio.

Adeola y Cowieson (2011) señalan que la respuesta productiva de los animales a la suplementación con enzimas exógenas depende de diversos factores, entre ellos la composición nutricional de la dieta, la disponibilidad de los sustratos sobre los que actúan las enzimas y las condiciones de manejo. En la presente investigación, la ganancia de peso mostró una tendencia similar entre los tres tratamientos evaluados, sin evidenciar diferencias significativas atribuibles a los distintos niveles de suplementación enzimática. Este resultado podría estar relacionado con la similitud en la composición nutricional de las dietas experimentales y con las condiciones de alimentación y manejo proporcionadas durante el ensayo. Por consiguiente, bajo las condiciones en las que se desarrolló el estudio, la incorporación de diferentes niveles de enzimas exógenas no habría generado una respuesta diferencial significativa en la ganancia de peso de las aves.

Adeola y Cowieson (2011) señalan que la suplementación con enzimas exógenas representa una estrategia nutricional para mejorar el aprovechamiento de los nutrientes y el rendimiento productivo de los animales monogástricos. Sin embargo, su efectividad depende de la composición de la dieta, las características de las enzimas utilizadas y las condiciones de alimentación, por lo que la respuesta productiva puede variar entre estudios. En la presente investigación, la ganancia de peso semanal promedio fue de 197,62 ± 30,71 g en el tratamiento testigo (T1), 201,93 ± 31,55 g en el tratamiento con 0,03 % de Artezyme (T2) y 210,26 ± 36,03 g en el tratamiento con 0,04 % de Artezyme (T3). Se observó una tendencia numérica creciente, de modo que el T3 presentó el mayor promedio, superando al T1 en 6,40 % y al T2 en 4,12 %. Esta respuesta podría estar relacionada con una mayor disponibilidad de nutrientes como consecuencia de la acción de las enzimas incorporadas en la dieta; los resultados indican que no se demostró un efecto estadísticamente significativo de los niveles de Artezyme sobre la ganancia de peso, posiblemente sea por la formula dietaria, ambiente ó genética de las aves.

Por otro lado, Cowieson y Roos (2006) indican que las enzimas multicomponentes actúan principalmente liberando nutrientes previamente no disponibles, como energía y aminoácidos, lo que puede mejorar el desempeño productivo. Sin embargo, estos autores destacan que la magnitud de la respuesta depende en gran medida de la genética y del tipo de producción del ave. En este sentido, el uso de aves criollas en el presente estudio; las cuales no están diseñados genéticamente para maximizar la ganancia de peso, podría explicar la respuesta moderada observada y la ausencia de diferencias estadísticas significativas entre tratamientos.

De manera similar, Slominski (2011) señala que, en genotipos no especializados o de carácter rústico, la respuesta a la suplementación enzimática suele reflejarse principalmente en una mayor eficiencia en el aprovechamiento de los nutrientes, más que en incrementos significativos del peso corporal. Este planteamiento es consistente con los resultados obtenidos en el presente estudio, ya que el análisis de regresión mostró un crecimiento constante y altamente correlacionado con el tiempo; sin embargo, no se evidenciaron diferencias estadísticas significativas entre los niveles de inclusión de Artezyme.

Finalmente, Olukosi et al. (2015) señalan que, aunque la inclusión de enzimas mejora la disponibilidad energética de la dieta, factores como la composición del alimento base, la edad del ave y las condiciones ambientales influyen de manera determinante en la respuesta productiva. En el presente estudio, la similitud de las pendientes de regresión entre tratamientos sugiere que la suplementación con Artezyme no alteró el patrón fisiológico normal de crecimiento de las aves criollas, sino que acompañó un desarrollo corporal sostenido y estable a lo largo del periodo experimental.

3.3. Conversión alimenticia

En la Tabla 7 se muestran los valores correspondientes al consumo total de alimento balanceado, la ganancia de peso total y la conversión alimenticia de las aves criollas sometidas a los diferentes tratamientos con niveles crecientes de suplementación con enzimas exógenas (Artezyme). El tratamiento T-1 (0.0 % de Artezyme) presentó un consumo total de 6116.27 g y una ganancia de peso de 1778.53 g, obteniendo una conversión alimenticia de 3.44, obteniendo una ligera menor conversión en la utilización del alimento en comparación con los tratamientos suplementados. Por su parte, el

tratamiento T-2 (0.03 % de Artezyme) registró un consumo total de 6080.07 g y una ganancia de peso de 1817.40 g, alcanzando una conversión alimenticia de 3.35; finalmente, el tratamiento T-3 (0.04 % de Artezyme) mostró un ligero mejor índice de conversión alimenticiaen a los dos tratamientos, con un valor de 3.20, con una menor cantidad de alimento consumido (6064.01 g) y la mayor ganancia de peso total (1892.33 g).

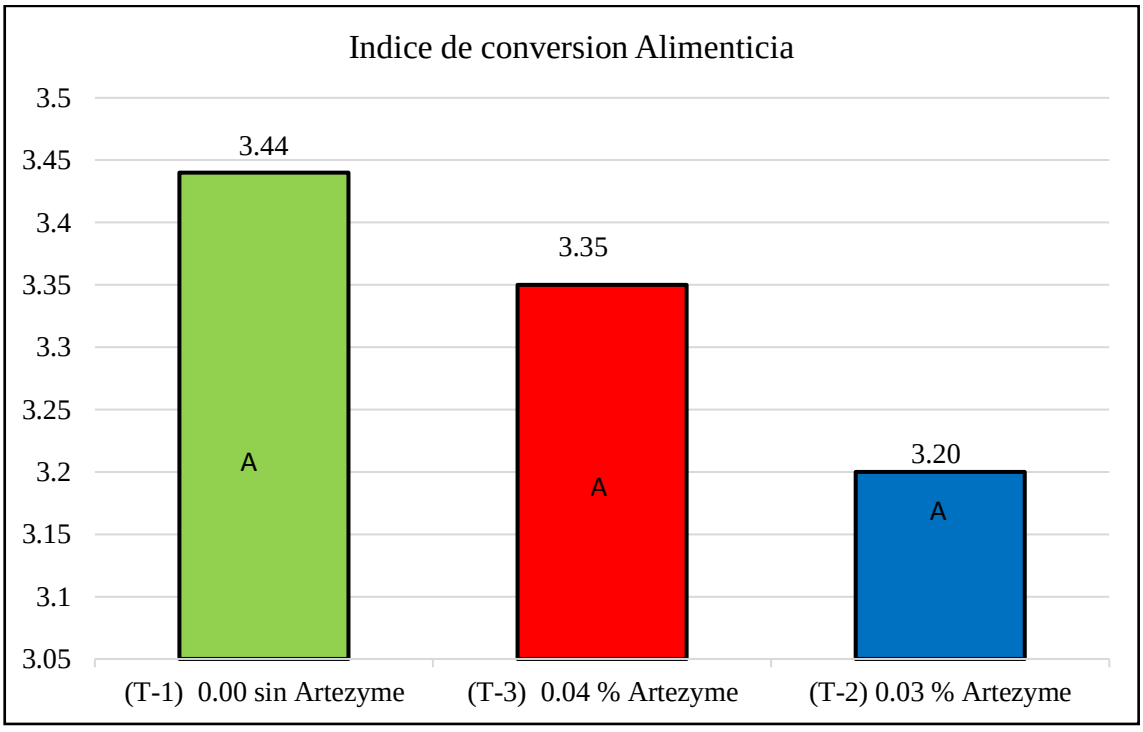
Tabla 7

Conversión alimenticia semanal de los tratamientos evaluados de las aves criollas en la etapa de crecimiento y acabado

Tratamiento	Consumo total de Alimento Balanceado. (g)	Ganancia de Peso Total (g)	Conversión Alimenticia
(T-1) 0.00% Artezyme	6116.27	1778.53	3.44 A
(T-2) 0.03% Artezyme	6080.07	1817.40	3.35 A
(T-3) 0.04 % Artezyme	6064.01	1892.33	3.20 A

Figura 5

Índice de conversión Alimenticia de los tratamientos evaluado en aves criollos



En la Figura 5 de acuerdo con los resultados del análisis de varianza (ANVA) aplicado a la conversión alimenticia, en aves criollas durante las etapas de crecimiento y acabado, se concluye que la no suplementación y la suplementación con enzimas

exógenas (Artezyme) en niveles de 0.00%, 0.03 % y 0.04 % no generó diferencias estadísticas significativas (P > 0.05) entre los tres tratamientos La ausencia de diferencias significativas indica que, bajo las condiciones experimentales del presente estudio, los tratamientos evaluados, tuvieron un comportamiento estadísticamente similar, lo cual indica que la respuesta productiva de las aves estuvo influenciada principalmente por factores biológicos y ambientales propios en el ambiente de dichas aves criollas, más que por el efecto directo de la suplementación enzimática.

Asimismo, el coeficiente de variación que se ha obtenido en el experimento es de (4.41%) y se encuentran dentro de rangos aceptables para estudios con aves criollas, lo que evidencia una precisión experimental adecuada y valida la confiabilidad de los resultados. En consecuencia, desde el punto de vista estadístico, se acepta la hipótesis nula, concluyéndose que la inclusión de Artezyme en los niveles evaluados no produjo efectos significativos sobre la conversión alimenticia.

Los resultados obtenidos en el presente estudio indican que la suplementación con enzimas exógenas (Artezyme) en niveles de 0.03 % y 0.04 % no generó diferencias estadísticas significativas (P > 0.05) en los parámetros productivos evaluados, tales como consumo de alimento, ganancia de peso vivo y conversión alimenticia, en comparación con el tratamiento control. Estos hallazgos coinciden con lo reportado por Bedford (2018), quien señala que el efecto de las enzimas exógenas en aves puede ser variable y depende en gran medida de la calidad del ingrediente base, la composición de la dieta y el potencial genético del ave.

De manera similar, Adeola y Cowieson (2011) mencionan que, cuando las dietas están formuladas para cubrir adecuadamente los requerimientos nutricionales, la suplementación enzimática puede no reflejar diferencias significativas en el desempeño productivo, aunque sí puede mejorar de forma numérica la eficiencia alimenticia. Este comportamiento concuerda con los resultados del presente trabajo de investigación, donde se observó una tendencia numérica favorable en la ganancia de peso y conversión alimenticia en los tratamientos suplementados, sin alcanzar lógicamente a la significación estadística.

Asimismo, Slominski (2011) reporta que, en aves no seleccionadas genéticamente, como las aves criollas, existe una mayor variabilidad biológica, lo que puede enmascarar los efectos de los aditivos nutricionales, y reduciendo la probabilidad de detectar diferencias significativas. Este aspecto explica en parte la variabilidad observada en el presente estudio, dado que las aves criollas no han sido sometidas a programas estrictos de mejoramiento genético orientados a maximizar la ganancia de peso o la eficiencia alimenticia.

Por otro lado, Cowieson y Roos (2006) señalan que las enzimas exógenas tienden a mostrar efectos más marcados en dietas con altos niveles de factores antinutricionales, especialmente polisacáridos no amiláceos. En el presente trabajo de investigación, el tipo de ave evaluado, ya que es genéticamente no ha sido creado para tener una velocidad de crecimiento acelerado, por ello pudo haber limitado el impacto de la suplementación enzimática, lo que explicaría la ausencia de diferencias estadísticas significativas entre tratamientos evaluados.

Finalmente, Olukosi et al. (2015) indican que, aun cuando no se detecten diferencias estadísticas, las mejoras numéricas consistentes en conversión alimenticia pueden tener relevancia práctica desde el punto de vista productivo y económico, especialmente en sistemas de producción semi-intensivos o rurales, como aquellos donde comúnmente se explotan las aves criollas en cantidades relevantes. En este sentido, los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, con el mayor porcentaje de la inclusión de Artezyme al 0.04%, contribuyó a una ligera mejor eficiencia de utilización del alimento y ganancia de peso, aunque su efecto no fue estadísticamente positivo.

3.4. Rendimiento de carcasa

En la Tabla 8 se muestran los resultados correspondientes al peso final, peso de carcasa y el rendimiento de carcasa de las aves criollas sometidas a los diferentes tratamientos durante el periodo experimental. El tratamiento T-1 presentó un peso final de 2140.33 g, un peso de carcasa de 1904.20 g con un rendimiento de carcasa de 81.19 %, siendo este el valor más bajo registrado entre los tratamientos evaluados. Este comportamiento indica una menor eficiencia en la conversión del peso vivo en carcasa comercializable en el grupo control. En el tratamiento T-**2**, la ganancia de peso alcanzó 2211.00 g, con un peso de carcasa de 2135.53 g, obteniéndose un rendimiento de carcasa

de 82.26 %, lo que evidencia un mejor resultado en este parámetro, en comparación con el tratamiento sin suplementación de Artezyme. Por su parte, el tratamiento T-3 registró la mayor ganancia de peso (2292.67 g) con un peso de carcasa de 1910.53 por lo tanto reporta el mejor rendimiento de carcasa (83.33 %), lo que indica una mejor eficiencia en la deposición de tejido útil. A pesar de presentar un peso final similar al tratamiento control, el mayor rendimiento porcentual indica una mayor proporción de carcasa respecto al peso vivo. Los resultados muestran una tendencia ascendente en el rendimiento de carcasa a medida que se incrementó el nivel de inclusión de Artezyme en los tratamientos, comportamiento similar también al observado en los demás parámetros productivos. Así mismo los resultados de la desviación estándar fueron de 81.19 ± 1.31 para T-1, 82.26 ± 0.85 para T-2 y 83.33 ± 0.61 para T-3. La desviación estándar indica cuánto varían los valores de las cinco repeticiones respecto al promedio. El T-3 presentó la menor variación (±0.61), por lo que sus resultados fueron más uniformes, mientras que el T-1 mostró una mayor variación (±1.31) entre sus repeticiones.

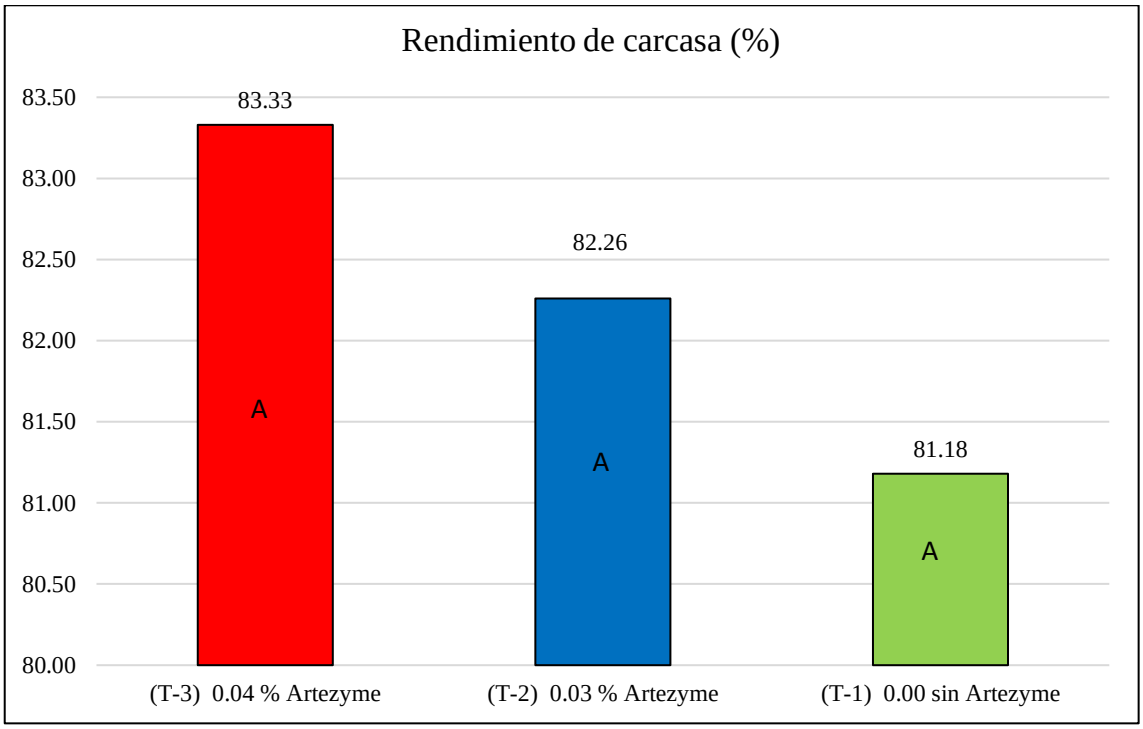
Tabla 8

Rendimiento de carcasa (%) en los tratamientos evaluados de las aves criollas en la etapa de crecimiento y acabado

Tratamiento	Ganancia de peso (g)	Peso final (g)	Porcentaje de carcasa (%)	D.S
T-1	2140.33	1904.20	81.19	1.31
T-2	2211.00	2135.53	82.26	0.85
T-3	2292.67	1910.53	83.33	0.61

Figura 6

Rendimiento de carcasa (%) en los tratamientos evaluados de las aves criollas



En la Figura 6 se presentan los valores promedios del rendimiento de carcasa (%) de las aves criollas sometidas a dietas con inclusión de 0.00 %, 0.03 % y 0.04 % de Artezyme. El análisis de varianza (ANVA) realizado para este parámetro reporta que no existen diferencias estadísticas significativas entre el T-1, T-2 y T-3 ($P > 0.05$), lo cual se evidencia mediante la asignación de la misma letra estadística (A) a los promedios. Estos resultados indican que, bajo las condiciones del presente estudio, la suplementación con Artezyme en los niveles evaluados en la dieta no influyó estadísticamente en el rendimiento de carcasa. La no significancia observada puede atribuirse a la genética propia de las aves criollas y a factores ambientales que influyeron para la homogeneidad de los resultados.

Este comportamiento en cuanto a los resultados coincide con lo reportado por Adeola y Cowieson (2011), quienes señalan que la inclusión de enzimas exógenas no siempre se traduce en mejoras significativas en parámetros cárnicos cuando las dietas se encuentran adecuadamente formuladas y cubren los requerimientos nutricionales de las aves.

De manera similar, Bedford (2018) menciona que el efecto de los complejos enzimáticos sobre el rendimiento de carcasa puede ser limitado en condiciones donde la dieta base presenta una buena aceptación, ya que las enzimas no generan un beneficio adicional suficientemente marcado como para reflejarse en diferencias estadísticas. Esta situación podría explicar la ausencia de significancia en el presente estudio, pese a observarse una tendencia numérica favorable en los tratamientos suplementados.

Asimismo, Slominski (2011) reporta que, en aves con bajo nivel de selección genética, como las aves criollas, existe una mayor variabilidad biológica en la deposición de tejido muscular, lo que incrementa la dispersión de los datos y reduce la probabilidad de detectar diferencias estadísticas significativas en el rendimiento de carcasa. Esta teoría resulta relevante para interpretar los resultados obtenidos, dado que las aves criollas no han sido mejoradas genéticamente para maximizar el rendimiento cárnico.

Por otro lado, Cowieson y Roos (2006) indican que los efectos positivos de las enzimas sobre el rendimiento de carcasa se evidencian principalmente en dietas con altos niveles de factores anti nutricionales, como los polisacáridos no amiláceos. En el presente trabajo de investigación, los insumos y nutrientes de la dieta pudo haber limitado la aceptación de los nutrientes, reduciendo así el impacto potencial de la suplementación enzimática.

Finalmente, Olukosi et al. (2015) señalan que, aunque las mejoras en el rendimiento de carcasa no siempre sean estadísticamente significativas, las tendencias numéricas positivas observadas en tratamientos suplementados pueden tener importancia práctica en sistemas de producción tradicional. No obstante, desde el punto de vista estadístico, los resultados del presente estudio confirman que la inclusión de Artezyme en los niveles evaluados no generó un efecto significativo sobre el rendimiento de carcasa, pero solo son numéricos a favor del 0.04% de inclusión.

3.5. Costos de alimentación

Tabla 9

Costos del alimento balanceado en (S/.) de la etapa de crecimiento y acabado por animal y total en el T-1 (0.00% de Artezyme)

T-1 (0.00% de Artezyme)					
Alimento y aditivo	**Consumo de alimento balanceado (S/.)**	**Costo por kg (S/.)**	**Costo/ave (S/.)**	**N° de aves**	**Costo total (S/.)**
Alimento Balanceado	6.616.27	2.2	14.5550	15	218.32
Artezyme	0.00000	0.00	0.00	0.00	0.00
T O T A L (S/)					**218.32**

Tabla 10

Costos del alimento balanceado en (S/.) de la etapa de crecimiento y acabado por animal y total en el T-2 (0.03% de Artezyme)

T-2 (0.03% de Artezyme)					
Alimento y aditivo	**Consumo de alimento balanceado (S/.)**	**Costo por kg (S/.)**	**Costo/ave (S/.)**	**N° de aves**	**Costo total (S/.)**
Alimento Balanceado	6.082.07	2.20	13.38	15.00	200.70
Artezyme	0.00401	60.00	0.24	15.00	3.61
T O T A L (S/)					**204.31**

Tabla 11

Costos del alimento balanceado en (S/.) de la etapa de crecimiento y acabado por animal y total en el T-3 (0.04% de Artezyme)

T-3 (0.03% de Artezyme)					
Alimento y aditivo	**Consumo de alimento balanceado (S/.)**	**Costo por kg (S/.)**	**Costo/ave (S/.)**	**N° de aves**	**Costo total (S/.)**
Alimento Balanceado	6.360.73	2.20	13.99	15.00	209.88
Artezyme	0.005596	60.00	0.34	15.00	5.04
T O T A L (S/)					**214.92**

Los costos de la alimentación reportaron un costo por kilogramo la suma de S/2.2 soles en promedio entre el alimento de crecimiento y acabado al cual en los tratamientos T-2 y T-3 se incluyeron la enzima exógena artezyme cuyo costo por kilogramos fue de S/60.00 nuevos soles. En cada tratamiento hubo 15 aves criollos en estudio, en el T-1 con 0.00% de artezyme la cantidad de alimento consumido fue de 6.616.27 kg; el costo de alimento de cada ave criolla es de S/. 14.55 para llegar a un costo total de alimentación en 15 aves la suma de S/. 218.32 nuevos soles; en el T-2 con 0.03% de artezyme la cantidad de alimento consumido fue de 6.082.07 kg; el costo de alimento de cada ave criolla es de S/. 13.38 para llegar a un costo total de alimentación en 15 aves la suma de S/. 200.70 nuevos soles más S/. 5.00 el costo de artezyme al haber consumido 0.24 kg haciendo un total del costo de alimentación la suma de S/. 204.31 nuevos soles y finalmente en el T-3 con 0.04% de artezyme la cantidad de alimento consumido fue de 6.360.73 kg. El costo de alimento de cada ave criolla es de S/. 13.99 para llegar a un costo total de alimentación en 15 aves la suma de S/. 209.88 nuevos soles más S/. 5.00 el costo del artezyme al haber consumido 0.34 kg haciendo un total del costo de alimentación la suma de S/. 214.92 nuevos soles. Concluyendo que el alimento que costo ligeramente superior fue el que no tuvo artezyme par haber consumido en una mayor cantidad; seguido por e T-3 y T-2 respectivamente.

Al respecto Abreu et al. (2008) indica que, en la industria avícola, el porcentaje que representan los costos de alimentación respecto al costo total de producción se ubica consistentemente entre el 70% para el pollo de engorde, y entre el 60 y 70% en la avicultura general.

Así mismo Leeson, (2016) menciona que los costos del alimento se estiman constituye entre el 60 y 70% del costo de producción de las aves en producción. Por ello aún modestas mejoras en el programa de nutrición pueden tener un impacto altamente significativo sobre los costos.

CONCLUSIONES

1. La inclusión de la enzima endógena (Artezyme) en niveles de 0,03 % y 0,04 % durante las etapas de crecimiento y acabado de aves criollas no produjo diferencias estadísticas significativas (P > 0,05) en el consumo de alimento respecto al tratamiento control. Esto indica que la suplementación enzimática no afectó la aceptación ni el consumo voluntario de las dietas suministradas.
2. Los tratamientos suplementados con porcentajes de 0.03 y 0.04 % Artezyme no presentaron ganancias de peso significativo estadísticamente, lo que evidencia que, bajo las condiciones experimentales del estudio, el uso de la enzima no mejoró de manera concluyente el crecimiento de las aves.
3. La conversión alimenticia mostró una tendencia favorable con la inclusión de Artezyme, registrándose el mejor índice (3,20) en el tratamiento con 0,04 %, en comparación con el tratamiento control (3,44). No obstante, el análisis estadístico no detectó diferencias significativas (P > 0,05), por lo que la eficiencia de utilización del alimento fue similar entre los tratamientos.
4. En el rendimiento de carcasa se obtuvo un resultado estadísticamente superior con la inclusión de artezyme al 0.04% en la dieta en comparación a la inclusión de 0.00% y 0.03%.

RECOMENDACIONES

1 Realizar investigaciones utilizando niveles de inclusión superiores e intermedios de Artezyme, con el propósito de establecer la dosis óptima que permita obtener mejoras productivas estadísticamente significativas en aves criollas.

2 Incrementar el número de aves experimentales, las repeticiones por tratamiento y el periodo de evaluación, con el fin de reducir la variabilidad experimental y aumentar la precisión estadística de los resultados.

3 Evaluar el efecto de Artezyme en dietas formuladas con materias primas de diferente calidad nutricional o con mayores contenidos de fibra y polisacáridos no amiláceos, donde la acción enzimática podría expresar un mayor beneficio productivo.

4 Desarrollar estudios que incluyan variables complementarias como digestibilidad de nutrientes, morfología intestinal, microbiota, parámetros sanguíneos y análisis económico de la suplementación, para comprender de manera integral el efecto del complejo enzimático.

5 Evaluar el uso de Artezyme en combinación con otros aditivos nutricionales, como probióticos, prebióticos, ácidos orgánicos o fitobióticos, con la finalidad de determinar posibles efectos sinérgicos sobre el desempeño productivo, la salud intestinal y el rendimiento de carcasa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abreu, G., Zambrano, J., & Alfonso, A. (2008). Costos de producción en la cría de pollos de engorde. *Revista Venezolana de Gerencia*, *13* (42), 246-259.

Abdel-Latif, M. A., El-Hack, M. E. A., Khafaga, A. F., & Arif, M. (2021). Effects of exogenous multi-enzymes on growth, nutrient digestibility, and egg production of laying hens: A review. Poultry Science, 100(2), 101038. https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.12.015

Adedokun, S. A., Olojede, O. C., & Applegate, T. J. (2021). Nutrient digestion and absorption in poultry: Physiology and implications for feed formulation. Poultry Science, 100(5), 101135.

Adeola, O., & Cowieson, A. J. (2011). Board-invited review: Opportunities and challenges in using exogenous enzymes to improve nonruminant animal production. *Journal of Animal Science, 89*(10), 3189–3218. https://doi.org/10.2527/jas.2010-3715

Adeola, O., & Cowieson, A. J. (2022). Opportunities and challenges in the use of exogenous enzymes in poultry nutrition. Frontiers in Animal Science, 3, 879321.https://doi.org/10.3389/fanim.2022.879321

Alabi, O. M., Lawal, R. A., & Hanotte, O. (2023). Genetic diversity and adaptive traits in indigenous chicken populations: A global review. Poultry Science, 102(5), 102240.

Artevet. (2023). *Artezyme: suplemento multienzimático para nutrición animal*. Artevet Animal Health Company. Recuperado de Artevet – Artezyme

Bai, S. P., Wu, A. M., Ding, X. M., & Zhang, K. Y. (2020). Nutrient utilization and caecal fermentation characteristics in chickens fed diets with varying fiber content. Animal Feed Science and Technology, 268, 114609.

Barradas, L. 2009. Calidad de agua para pollos. (En línea). Consultado, 23 de jul. 2016. Formato digital. Alimentación, IT). FAO anuario comercio 2002.

Bedford, M. R. (2018). The evolution and application of enzymes in poultry nutrition. *Poultry Science, 97*(5), 1881–1889. https://doi.org/10.3382/ps/pey016

Bedford, M.R. (1996). The effect of dietary enzymes on digestion in poultry Feed Compunder. 12 (10): 24-27.

Bedford, M. R., & Partridge, G. G. (2010). *Enzymes in Farm Animal Nutrition* (2nd ed.). CABI Publishing.

Bedford, M. R., & Schulze, H. (1998). Exogenous enzymes for pigs and poultry. *Nutrition Research Reviews, 11*(1), 91–114. https://doi.org/10.1079/NRR19980007

Borda-Molina, D., Vital, M., Sommer, F., & Rodehutscord, M. (2021). Role of the ceca in digestion and nutrient utilization in poultry. Poultry Science, 100(8), 101211.

Carraro. (2013). Calidad del agua para el consumo animal. (En línea). Consultado, 22 de jul. 2016. Formato PDF.

Clench, M. H. (2020). Functional morphology of the avian alimentary canal. Journal of Avian Biology, 51(3), e02485.

Costa-Mateus, T., Pereira, T. J., & López-Figueroa, M. (2022). Genetic characterization of Ecuadorian creole chickens using microsatellites and mitochondrial DNA: Evidence of colonial and local contributions. Journal of Animal Genetics, 54(2), 115-127.

Cowieson, A. J., & Roos, F. F. (2006). Bioefficacy of xylanase in poultry diets. *World's Poultry Science Journal, 72*(4), 633–646. https://doi.org/10.1017/S0043933916000646

Cowieson, A. J., Bedford, M. R., & Roos, F. F. (2020). Role of exogenous enzymes in improving nutrient utilization in poultry diets. World's Poultry Science Journal, 76(3), 467–484.

Cowieson, A. J., Roos, F. F., & Bedford, M. R. (2023). Advances in the application of exogenous enzymes in monogastric animal nutrition: Mode of action, interaction and practical considerations. Animal Feed Science and Technology, 307, 115774. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2023.115774

Cowieson, A. J., & Adeola, O. (2005). Carbohydrases, protease, and phytase have an additive beneficial effect in nutritionally marginal diets for broiler chicks. *Poultry Science, 84*(12), 1860–1867. https://doi.org/10.1093/ps/84.12.1860

FAO. (2014). (Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). Cría de aves de corral, un salvavidas para los campesinos pobres. (En línea) 2014. http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/poultry/production.html.

FAO. (2019). La avicultura familiar y la seguridad alimentaria en América Latina y el Caribe. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

FAO. (2021). Conservación y uso sostenible de los recursos zoogenéticos locales en América Latina.

FAO. (2023). Indigenous poultry breeds and genetic resources management in developing countries. FAO Animal Production and Health Division.

Flores, D., & Ramos, G. (2020). Caracterización productiva y sanitaria de gallinas criollas en comunidades rurales del norte peruano. Revista Peruana de Producción Animal, 9(2), 45–56.

Gheyas, A. A., Boschiero, C., & Burt, D. W. (2021). Genomic insights into domestication and adaptation in chickens. Frontiers in Genetics, 12, 678445.

González-Ortiz, G., Bedford, M. R., & Cowieson, A. J. (2024). Effects of β-mannanase and phytase on performance and nutrient utilization in broiler chickens fed sorghum–soybean meal diets. Animals, 14(6), 924. https://doi.org/10.3390/ani14060924

García-Hernández, J. R., y López, M. A. (2021). Avances en la nutrición de aves criollas: El rol de las carbohidrasas exógenas en dietas fibrosas. *Revista Iberoamericana de Ciencia Avícola*, *14*(2), 115–128. doi.org

ICZN. (2020). International Code of Zoological Nomenclature. International Commission on Zoological Nomenclature, 5th Edition.

Kiarie, E., & Romero, L. F. (2021). The gastrointestinal tract and nutrient digestion in poultry: Advances and challenges. Animal Nutrition, 7(2), 326–336.

Kogut, M. H., & Arsenault, R. J. (2020). Gut health: The new paradigm in food animal production. Frontiers in Veterinary Science, 7, 585890.

Lawal, R. A., Al-Atiyat, R., & Hanotte, O. (2020). The origin and genetic diversity of domestic chickens: Genomic perspectives. Poultry Science Journal, 99(10), 5059–5071.

Leeson, S. (2016). Aprovechando al máximo el programa de nutrición. *El Sitio Avícola*.

Leeson, S., & Summers, J. D. (2021). Commercial Poultry Nutrition (4th ed.). Nottingham University Press.

Leeson, S., & Summers, J. D. (2005). Commercial Poultry Nutrition (3rd ed.). University Books.

Liu, Y., Zhang, H., & Zhang, Q. (2022). Evolutionary insights into the domestication of the red junglefowl and the global expansion of domestic chickens. Scientific Reports, 12(1), 8421.

Martínez-Sánchez, L. E., Castro, F. I., y Ramírez, G. (2022). Factores antinutricionales en la alimentación de aves de traspatio y estrategias biotecnológicas para su mitigación. *Archivos de Zootecnia*, *71*(274), 45–56. doi.org

Malathi, V. y Devegowda, G. 2001. In Vitro Evaluation of Nonstarch Polysaccharide Digestibility of Feed Ingredients by Enzymes. Poult. Sci. 80: 302-305.

McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D., Morgan, C. A., Sinclair, L. A., & Wilkinson, R. G. (2011). Animal Nutrition (7th ed.). Pearson.

Maya. (2009). La calidad de agua en la producción de aves. (En línea). Consultado, 23 de jul. 2016. Formato digital.

Mwacharo, J. M., Bjørnstad, G., & Hanotte, O. (2021). The history of African village chickens: An integrative approach. World's Poultry Science Journal, 77(2), 331–347.

NRC (National Research Council). (2021). Nutrient Requirements of Poultry (10th rev. ed.). The National Academies Press.

Olukosi, O. A., Beeson, L. A., Englyst, K., & Romero, L. F. (2015). Effects of exogenous enzymes on nutrient digestibility, energy utilization, and performance of broiler chickens fed wheat-based diets. *Poultry Science, 94*(8), 1878–1887. https://doi.org/10.3382/ps/pev138

Olukosi, O. A., Cowieson, A. J., & Adeola, O. (2007). Age-related influence of a cocktail of xylanase, amylase, and protease or phytase individually or in combination in broilers. *Poultry Science, 86*(1), 77–86. https://doi.org/10.1093/ps/86.1.77

Paredes, M., & Raico, F. (2021). Productive performance of genetically different hen crossbreeds in Peruvian Andes. SPERMOVA, 11(1), 24-31.

Park, J. H., Kim, I. H., & Cho, J. H. (2023). Probiotics and prebiotics in poultry nutrition: Mechanisms and benefits. Animals, 13(2), 212.

Pérez, A., & Gutiérrez, C. (2020). Diversidad morfológica y adaptación local de aves criollas en sistemas de traspatio sudamericanos. Revista de Ciencias Agropecuarias, 37(3), 112–121.

Pérez, A., Rodríguez, M., & Torres, C. (2021). Avicultura rural: Caracterización y desafíos en sistemas de producción tradicional en Sudamérica. Revista de Ciencias Agropecuarias, 38(3), 112-120.

Pitt, D., Zhang, H., & Liu, Y. (2022). Revisiting chicken domestication: Multiple centers and evolutionary implications. Nature Communications, 13(1), 2429.

Ragland, D., Donalson, L. M., & Kuttappan, V. A. (2021). Structure and function of the gizzard in poultry nutrition. Poultry Science, 100(7), 101230.

Rajesh, M.M., Sudhakara, R. y P.V.V. Reddy. 2006. Effect of sunflower meal with or without enzyme supplementation on the performance of broilers. Tamilnadu J. Veterinary & Animal Sciences 2(5) 200 – 204.

Ravindran, V. (2021). Feed formulation and nutritional strategies for modern poultry production. Animal Feed Science and Technology, 277, 114965.

Rojas, V., Gutiérrez, J., & Molina, F. (2022). Evaluación del rendimiento productivo y adaptabilidad de gallinas criollas frente a líneas comerciales. Revista Latinoamericana de Producción Animal, 30(1), 55–63.

Scanes, C. G. (2022). Sturkie's Avian Physiology (7th ed.). Academic Press.

Segura, C. y López, J. C. 1994. Crecimiento y producción de huevo de gallinas criollas bajo un sistema de manejo intensivo en Yucatán. XIX Convención nacional ANECA. Jalisco, México 285-287p

Silva S., F. (2022). Desempeño productivo de aves criollas mejoradas en fase de acabado alimentadas con raciones incluidas con harina de cáscara de cacao (Tesis de grado). Universidad Nacional Agraria de la Selva, Perú.

Slominski, B. A. (2011). Recent advances in research on enzymes for poultry diets. *Poultry Science*, *90*(9), 2013–2023. https://doi.org/10.3382/ps.2011-01315

Soto, I. M.; Zavala, G. Z.; Camacho, H. C. Y López, J. E. 2002. Análisis de dos poblaciones de gallinas criollas (*Gallus domésticos*) Utilizando RAPD´s como marcadores moleculares. México.

The Local South American Chicken Populations Are a Melting-Pot of Genomic Diversity. (2020). Estudio que empleó secuenciación RAD-seq para analizar variación genómica en poblaciones locales de gallinas de seis países sudamericanos, hallando una diversidad notable y relaciones genéticas entre poblaciones campesinas.

Thieme, O., Zambrano, P., & others. (2022). Backyard poultry farming with improved germplasm: Sustainable food production and nutritional security in fragile ecosystem. Frontiers in Sustainable Food Systems, 6. https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.962268

Torres, H., Aguilar, P., & Poma, D. (2021). Caracterización fenotípica y variabilidad genética de gallinas criollas del sur del Perú. Revista Científica de Producción Animal, 12(4), 89–97.

Vergara, V.J. 1981. Efecto de la Adición de Enzimas Digestivas a Dietas en Base de Maíz o Sorgo para Pollos de Carne. Tesis para optar el Título de Ing. Zootecnista. UNALM. Lima. Perú

Wang, M. S., Otecko, N. O., & Zhang, Y. P. (2020). Genomic perspectives on the origin and domestication of chickens. Cell Research, 30(8), 693–702.

Zhang, L., Li, H., Chen, J., Wang, Q., & Xu, Y. (2023). Whole-genome sequencing reveals high genetic diversity and structure in indigenous chicken breeds compared to commercial lines. BMC Genomics, 24, Article 570. https://doi.org/10.1186/s12864-023-09621-w

Zhang, T., Chen, W., Zhao, L., & Wang, Y. (2022). Effects of dietary enzymes and probiotics on growth performance and nutrient digestibility in broiler chickens fed corn-based diets. Poultry Science, 101(11), 102045. https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.102045

Zhao, J., Li, W., & Wang, X. (2021). Comparative morphology and systematics of Galliformes: An updated classification based on phylogenomic data. Avian Research, 12(3), 145–158.

ANEXOS

Anexo 1. *Panel fotográfico*



Foto 1. Ambientación de las jaulas para el experimento dentro del galpón



Foto 2. Primer día de las pollas en las jaulas



Foto 3. Pesado de las aves (15 días de evaluación)



Foto 4. Atención a las aves criollas del experimento



Foto 5. Limpieza permanente del galpón



Foto 6. Insumos balanceados de los 3 tratamiento con diferentes niveles de Artezyme

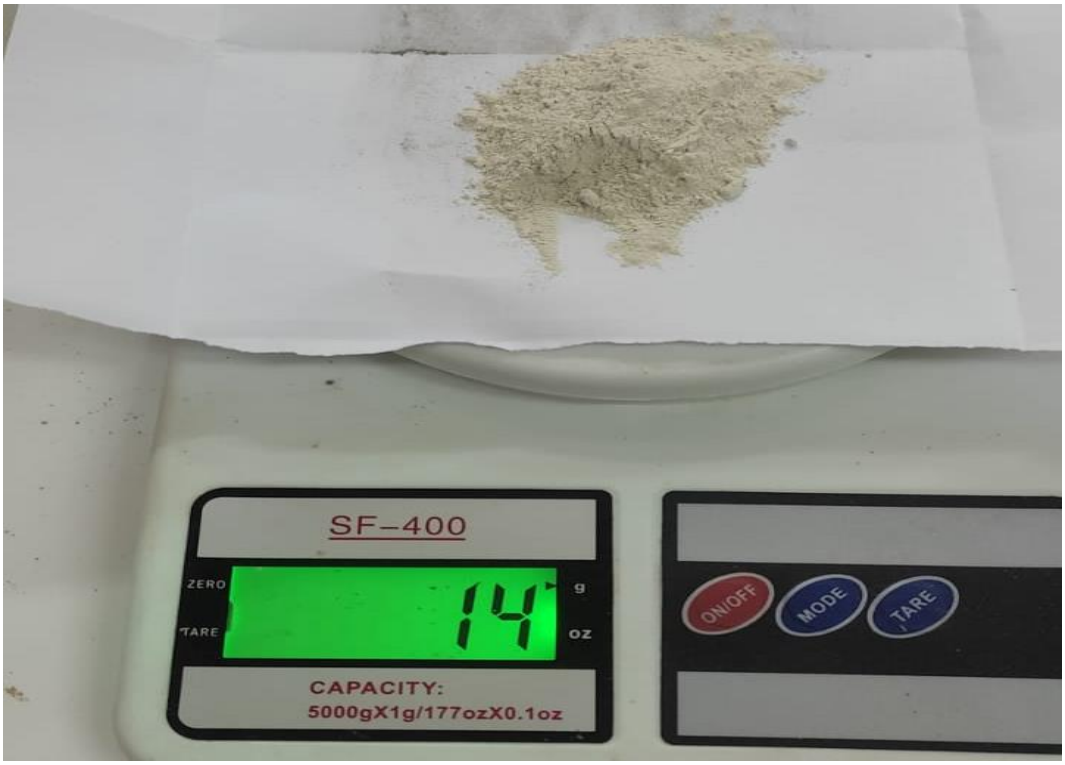


Foto 7. Pesado del Artezyme para el T- 3 (0.04%)



Foto 8. Evaluación de carcasa de las aves beneficiados

Anexo 2. *Consumo de alimento semanal y total promedio (g) por ave de los tres tratamientos con diferentes niveles de Artezyme*

(T-1)

Tratamiento	N° de aves	S E M A N A S									Consumo total de A.B. (g)
		1 S.	2 S.	3 S.	4 S.	5 S.	6 S.	7 S.	8 S.	9 S.	
Tto1 R1	3	1260.00	1850.00	1707.00	1819.00	1693.00	1932.00	2149.00	2336.00	2289.00	17035.00
Tto1 R2	3	1059.00	1696.00	1687.00	1853.00	1831.00	1899.00	2106.00	2187.00	2308.00	16626.00
Tto1 R3	3	1351.00	1850.00	1922.00	2204.00	2433.00	2130.00	2452.00	2576.00	2547.00	19465.00
Tto1 R4	3	1386.00	1743.00	1795.00	2085.00	2037.00	2202.00	2403.00	2406.00	2457.00	18514.00
Tto1 R5	3	1366.00	1816.00	1922.00	2294.00	2582.00	2385.00	2693.00	2472.00	2574.00	20104.00
SUMATORIA		**6422.00**	**8955.00**	**9033.00**	**10255.00**	**10576.00**	**10548.00**	**11803.00**	**11977.00**	**12175.00**	**91744.00**
PROMEDIO		**428.13**	**597.00**	**602.20**	**683.67**	**705.07**	**703.20**	**786.87**	**798.47**	**811.67**	**6116.27**

(T-2)

Tratamiento	N° de aves	S E M A N A S									Consumo total de A.B. (g)
		1 S.	2 S.	3 S.	4 S.	5 S.	6 S.	7 S.	8 S.	9 S.	
Tto2 R1	3	1249.00	1960.00	1709.00	2012.00	2184.00	2090.00	2282.00	2406.00	2575.00	18467.00
Tto2 R2	3	1234.00	1857.00	1788.00	2014.00	2239.00	2159.00	2412.00	2495.00	2435.00	18633.00
Tto2 R3	3	1249.00	1848.00	1771.00	2116.00	2282.00	2256.00	2507.00	2374.00	2433.00	18836.00
Tto2 R4	3	1284.00	1821.00	1727.00	2123.00	2248.00	2244.00	2171.00	2352.00	1568.00	17538.00
Tto2 R5	3	1117.00	1829.00	1500.00	1943.00	2106.00	2140.00	2338.00	2434.00	2350.00	17757.00
SUMATORIA		**6133.00**	**9315.00**	**8495.00**	**10208.00**	**11059.00**	**10889.00**	**11710.00**	**12061.00**	**11361.00**	**91231.00**

(T-3)

Tratamiento	N° de aves	S E M A N A S									Consumo total de A.B. (g)
		1 S.	2 S.	3 S.	4 S.	5 S.	6 S.	7 S.	8 S .	9 S.	
Tto3 R1	3	1263.00	1591.00	1898.00	2050.00	2269.00	2254.00	2362.00	2490.00	2426.00	18603.00
Tto3 R2	3	1157.00	1790.00	1867.00	1928.00	2147.00	2249.00	2415.00	2370.00	2445.00	18368.00
Tto3 R3	3	1231.00	1696.00	1876.00	1962.00	2083.00	2098.00	2237.00	2272.00	2310.00	17765.00
Tto3 R4	3	1454.00	1744.00	1984.00	2079.00	2184.00	2238.00	2428.00	2695.00	2547.00	19353.00
Tto3 R5	3	1464.00	2230.00	2244.00	2511.00	2722.00	2326.00	2729.00	2705.00	2541.00	21472.00
SUMATORIA		**6569.00**	**9051.00**	**9869.00**	**10530.00**	**11405.00**	**11165.00**	**12171.00**	**12532.00**	**12269.00**	**95561.00**
PROMEDIO		**437.93**	**603.40**	**657.93**	**702.00**	**760.33**	**744.33**	**811.40**	**835.47**	**817.93**	**6370.73**

Anexo 3. *Peso semanal, final y ganancia de peso final por ave (g) del T-1 (sin Artezyme)*

Tratamiento	N°	S E M A N A S										Ganancia
		P.I	1 S.	2 S.	3 S.	4 S.	5 S.	6 S.	7 S.	8 S.	9 S.	de peso (g)
	1	359.00	481.00	691.00	825.00	1035.00	1195.00	1340.00	1515.00	1701.00	1910.00	1551.00
T1-R1	2	362.00	504.00	740.00	905.00	1184.00	1377.00	1557.00	1802.00	2006.00	2168.00	1806.00
	3	343.00	463.00	690.00	843.00	1080.00	1180.00	1273.00	1485.00	1809.00	1857.00	1514.00
PROMEDIO		**354.67**	**482.67**	**707.00**	**857.67**	**1099.67**	**1250.67**	**1390.00**	**1600.67**	**1838.67**	**1978.33**	**1623.67**
	16	343.00	471.00	710.00	938.00	1071.00	1198.00	1334.00	1568.00	1730.00	1965.00	1622.00
T1-R2	17	290.00	386.00	585.00	824.00	1072.00	1186.00	1388.00	1593.00	1764.00	2030.00	1740.00
	18	335.00	428.00	626.00	882.00	1034.00	1195.00	1315.00	1537.00	1720.00	1889.00	1554.00
PROMEDIO		**322.67**	**428.33**	**640.33**	**881.33**	**1059.00**	**1193.00**	**1345.67**	**1566.00**	**1738.00**	**1961.33**	**1638.67**
	28	380.00	566.00	798.00	1060.00	1223.00	1406.00	1435.00	1757.00	2024.00	2220.00	1840.00
T1-R3	29	335.00	506.00	732.00	1017.00	1207.00	1444.00	1663.00	1860.00	2112.00	2185.00	1850.00
	30	399.00	556.00	832.00	1146.00	1402.00	1690.00	1892.00	2147.00	2450.00	2666.00	2267.00
PROMEDIO		**371.33**	**542.67**	**787.33**	**1074.33**	**1277.33**	**1513.33**	**1663.33**	**1921.33**	**2195.33**	**2357.00**	**1985.67**
	19	330.00	469.00	650.00	826.00	965.00	1036.00	1156.00	1338.00	1509.00	1634.00	1304.00
T1-R4	20	311.00	446.00	610.00	814.00	981.00	1161.00	1344.00	1524.00	1668.00	1825.00	1514.00
	21	350.00	507.00	754.00	1088.00	1374.00	1690.00	1922.00	2127.00	2361.00	2508.00	2158.00
PROMEDIO		**330.33**	**474.00**	**671.33**	**909.33**	**1106.67**	**1295.67**	**1474.00**	**1663.00**	**1846.00**	**1989.00**	**1658.67**
	37	433.00	590.00	835.00	1096.00	1294.00	1525.00	1696.00	1929.00	2157.00	2328.00	1895.00
T1-R5	38	379.00	550.00	767.00	1050.00	1340.00	1716.00	2050.00	2345.00	2677.00	2940.00	2561.00
	39	323.00	491.00	638.00	840.00	1024.00	1206.00	1333.00	1510.00	1671.00	1825.00	1502.00
PROMEDIO		**378.33**	**543.67**	**746.67**	**995.33**	**1219.33**	**1482.33**	**1693.00**	**1928.00**	**2168.33**	**2364.33**	**1986.00**
SUMATORIA		**1757.33**	**2471.33**	**3552.67**	**4718.00**	**5762.00**	**6735.00**	**7566.00**	**8679.00**	**9786.33**	**10650.00**	**8892.67**
PROM. TOTAL		**351.47**	**494.27**	**710.53**	**943.60**	**1152.40**	**1347.00**	**1513.20**	**1735.80**	**1957.27**	**2130.00**	**1778.53**

Anexo 4. *Peso semanal, final y ganancia de peso final por ave (g) del T-2 (0.03% de Artezyme)*

Tto.	N° de ave	S E M A N A S										Ganancia de peso (g)
		P.I	1 S.	2 S.	3 S.	4 S.	5 S.	6 S.	7 S.	8 S.	9 S.	
T2-R1	4	400.00	566.00	801.00	1064.00	1312.00	1505.00	1665.00	1892.00	2150.00	2431.00	2031.00
	5	413.00	609.00	860.00	1127.00	1381.00	1609.00	1815.00	1976.00	2190.00	2358.00	1945.00
	6	381.00	476.00	695.00	906.00	1103.00	1282.00	1462.00	1570.00	1686.00	1938.00	1557.00
PROMEDIO		**398.00**	**550.33**	**785.33**	**1032.33**	**1265.33**	**1465.33**	**1647.33**	**1812.67**	**2008.67**	**2242.33**	**1844.33**
T2-R2	10	371.00	496.00	725.00	998.00	1217.00	1461.00	1626.00	1847.00	2029.00	2299.00	1928.00
	11	396.00	550.00	764.00	988.00	1210.00	1358.00	1529.00	1733.00	1932.00	2130.00	1734.00
	12	372.00	502.00	776.00	1058.00	1336.00	1593.00	1812.00	2040.00	2270.00	2458.00	2086.00
PROMEDIO		**379.67**	**516.00**	**755.00**	**1014.67**	**1254.33**	**1470.67**	**1655.67**	**1873.33**	**2077.00**	**2295.67**	**1916.00**
T2-R3	31	376.00	514.00	790.00	1103.00	1415.00	1703.00	1922.00	2166.00	2335.00	2555.00	2179.00
	32	408.00	630.00	890.00	1170.00	1445.00	1635.00	1848.00	2061.00	2229.00	2422.00	2014.00
	33	384.00	560.00	781.00	1010.00	1246.00	1452.00	1592.00	1750.00	1964.00	2147.00	1763.00
PROMEDIO		**389.33**	**568.00**	**820.33**	**1094.33**	**1368.67**	**1596.67**	**1787.33**	**1992.33**	**2176.00**	**2374.67**	**1985.33**
T2-R4	22	399.00	572.00	828.00	1120.00	1381.00	1604.00	1743.00	1953.00	2075.00	2275.00	1876.00
	23	426.00	555.00	753.00	974.00	1150.00	1295.00	1408.00	1544.00	1731.00	1914.00	1488.00
	24	394.00	581.00	863.00	1173.00	1435.00	1721.00	1930.00	2104.00	2176.00	2045.00	1651.00
PROMEDIO		**406.33**	**569.33**	**814.67**	**1089.00**	**1322.00**	**1540.00**	**1693.67**	**1867.00**	**1994.00**	**2078.00**	**1671.67**
T2-R5	40	392.00	483.00	566.00	714.00	873.00	1015.00	1096.00	1278.00	1420.00	1538.00	1146.00
	41	428.00	593.00	840.00	990.00	1312.00	1580.00	1797.00	2018.00	2231.00	2480.00	2052.00
	42	364.00	521.00	730.00	955.00	1054.00	1333.00	1519.00	1753.00	1977.00	2175.00	1811.00
PROMEDIO		**394.67**	**532.33**	**712.00**	**886.33**	**1079.67**	**1309.33**	**1470.67**	**1683.00**	**1876.00**	**2064.33**	**1669.67**
PROM. TOTAL		**393.60**	**547.20**	**777.47**	**1023.33**	**1258.00**	**1476.40**	**1650.93**	**1845.67**	**2026.33**	**2211.00**	**1817.40**

Anexo 5. *Peso semanal, final y ganancia de peso final por ave (g) del T-3 (0.6% de Artezyme)*

Tto.	N°	S E M A N A S										Ganancia de peso (g)
		P.I	1 S.	2 S.	3 S.	4 S.	5 S.	6 S.	7 S.	8 S.	9 S.	
	7	371.00	518.00	742.00	1103.00	1272.00	1502.00	1698.00	1879.00	2036.00	2189.00	1818.00
T3-R1	8	353.00	529.00	788.00	1050.00	1271.00	1476.00	1630.00	1782.00	1997.00	2130.00	1777.00
	9	375.00	491.00	697.00	910.00	1142.00	1374.00	1568.00	1781.00	1961.00	2208.00	1833.00
PROMEDIO		**366.33**	**512.67**	**742.33**	**1021.00**	**1228.33**	**1450.67**	**1632.00**	**1814.00**	**1998.00**	**2175.67**	**1809.33**
	13	435.00	628.00	880.00	1167.00	1408.00	1645.00	1852.00	2103.00	2271.00	2493.00	2058.00
T3-R2	14	388.00	534.00	742.00	980.00	1198.00	1372.00	1558.00	1751.00	1930.00	2116.00	1728.00
	15	374.00	465.00	718.00	951.00	1219.00	1450.00	1638.00	1882.00	2085.00	2277.00	1903.00
PROMEDIO		**399.00**	**542.33**	**780.00**	**1032.67**	**1275.00**	**1489.00**	**1682.67**	**1912.00**	**2095.33**	**2295.33**	**1896.33**
	34	406.00	570.00	790.00	1030.00	1259.00	1491.00	1682.00	1864.00	2067.00	2228.00	1822.00
T3-R3	35	383.00	498.00	648.00	831.00	1015.00	1145.00	1275.00	1411.00	1525.00	1656.00	1273.00
	36	464.00	599.00	905.00	1161.00	1383.00	1616.00	1799.00	2085.00	2270.00	2485.00	2021.00
PROMEDIO		**417.67**	**555.67**	**781.00**	**1007.33**	**1219.00**	**1417.33**	**1585.33**	**1786.67**	**1954.00**	**2123.00**	**1705.33**
	25	329.00	432.00	623.00	804.00	1020.00	1202.00	1334.00	1570.00	1742.00	1960.00	1631.00
T3-R4	26	408.00	540.00	816.00	1103.00	1381.00	1633.00	1836.00	2059.00	2286.00	2532.00	2124.00
	27	444.00	628.00	894.00	1170.00	1448.00	1685.00	1853.00	2120.00	2382.00	2538.00	2094.00
PROMEDIO		**393.67**	**533.33**	**777.67**	**1025.67**	**1283.00**	**1506.67**	**1674.33**	**1916.33**	**2136.67**	**2343.33**	**1949.67**
	43	462.00	670.00	974.00	1250.00	1543.00	1772.00	1982.00	2214.00	2431.00	2570.00	2108.00
T3-R5	44	399.00	536.00	809.00	1120.00	1423.00	1709.00	1950.00	2165.00	2392.00	2580.00	2181.00
	45	414.00	623.00	919.00	1220.00	1471.00	1713.00	1878.00	2093.00	2362.00	2428.00	2014.00
PROMEDIO		**425.00**	**609.67**	**900.67**	**1196.67**	**1479.00**	**1731.33**	**1936.67**	**2157.33**	**2395.00**	**2526.00**	**2101.00**
PROM. TOTAL		**400.33**	**550.73**	**796.33**	**1056.67**	**1296.87**	**1519.00**	**1702.20**	**1917.27**	**2115.80**	**2292.67**	**1892.33**

Anexo 6. *Consumo de alimento total, ganancia de peso e índice de conversión alimenticia semanal de los 3 tratamientos evaluados con Artezyme*

Tratamiento	Consumo total de A.B. (g)	Ganancia de Peso Total (g)	Conversión Alimenticia
(T-1) 0 % Artezyme	6116.27	1778.53	3.44
(T-2) 0.03% Artezyme	6080.07	1817.40	3.35
(T-3) 0.04 % Artezyme	6064.01	1892.33	3.20

Anexo 7. *Peso vivo final, peso de carcasa y rendimiento de carcasa (%) T-1*

Tto.	Ganancia de peso (g)	Peso Final (g)	Rto. de carcasa (%)
T-1 - (0.00 % artezyme)	1910	1564	81.88
	2168	1821	83.99
	1857	1532	82.50
	1978	1639	82.79
	1965	1546	78.68
	2030	1597	78.67
	1889	1523	80.62
	1961	1555	79.32
	2220	1796	80.90
	2185	1698	77.71
	2666	2219	83.23
	2357	1904	80.62
	1634	1362	83.35
	1825	1505	82.47
	2805	2192	78.15
	2088	1686	81.32
	2328	1931	82.95
	3178	2639	83.04
	1825	1455	79.73
	2444	2008	81.90
SUM.	**10828.33**	8793.33	405.96
PROM.	**2165.67**	1758.67	81.19

Anexo 8. *Peso vivo final, peso de carcasa y rendimiento de carcasa (%) T-2*

Ganancia de peso (g)	Ganancia de peso (g)	Peso Final (g)	Rto. de carcasa (%)
T-2 - (0.03 % artezyme)	2431.00	2004.00	82.44
	2358.00	1952.00	82.78
	1938.00	1592.00	82.15
	2242.33	**1849.33**	**82.45**
	2299.00	1866.00	81.17
	2130.00	1754.00	82.35
	2458.00	2034.00	82.75
	2295.67	**1884.67**	**82.09**
	2555.00	1969.00	77.06
	2422.00	2007.00	82.87
	2147.00	1790.00	83.37
	2374.67	**1922.00**	**81.10**
	2275.00	1905.00	83.74
	1914.00	1592.00	83.18
	2045.00	1708.00	83.52
	2078.00	**1735.00**	**83.48**
	1538.00	1314.00	85.44
	2480.00	1986.00	80.08
	2175.00	1761.00	80.97
	2064.33	**1687.00**	**82.16**
SUM.	**11055.00**	**9078.00**	**411.28**
PROM.	**2211.00**	**1815.60**	**82.26**

Anexo 9. *Peso vivo final, peso de carcasa y rendimiento de carcasa (%) T-3*

Ganancia de peso (g)	Ganancia de peso (g)	Peso Final (g)	Rto. de carcasa (%)
T-3 - (0.04 % artezyme)	2189	1837.00	83.92
	2130	1758	82.54
	2208	1793.00	81.20
	2175.67	**1796.00**	**82.55**
	2493	2098.00	84.16
	2116	1797.00	84.92
	2277	1898	83.36
	2295.33	**1931.00**	**84.15**
	2228	1845	82.81
	1656	1384.00	83.57
	2485	2103.00	84.63
	2123.00	**1777.33**	**83.67**
	1960	1622	82.76
	2532	2118.00	83.65
	2538	2100.00	82.74
	2343.33	**1946.67**	**83.05**
	2570	2131.00	82.92
	2580	2115.00	81.98
	2428	2059.00	84.80
	2526.00	**2101.67**	**83.23**
SUM.	**11463.33**	**9552.67**	**416.65**
PROM.	**2292.67**	**1910.53**	**83.33**

Anexo 10. *Análisis de variancia del consumo de alimento de los tratamientos*

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Tratamientos	2	248769.59	124384.79	0.72	0.5054 ns
Error	12	2065417.75	172118.15		
Total	14	2314187.34			

C.V. = 6.70 %

Anexo 11. *Análisis de variancia de la ganancia de peso al final de los tratamientos*

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Tratamientos	2	33457.91	16728.95	0.64	0.5450 ns
Error	12	314273.74	26189.48		
Total	14	347731.65			

C.V. = 8.25 %

Anexo 12. *Análisis de variancia del índice de conversión alimenticia de los tratamientos*

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Tratamientos	2	0.02	0.01	0.53	0.5992 ns
Error	12	0.27	0.02		
Total	14	0.29			

C.V. = 4.41 %

Anexo 13. *Análisis de variancia del índice de porcentaje de carcasa de los tratamientos*

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Tratamientos	2	11.45	5.73	6.04	0.0153 ns
Error	12	11.38	0.95		
Total	14	22.84			

C.V. = 1.18 %

Anexo 14. *Consumo de alimento (g) registrado durante las nueve semanas de evaluación, promedio y desviación estándar*

Tratamiento	1 S	2 S	3 S	4 S	5 S	6 S	7 S	8 S	9 S	Promedio (g)	Promedio ± DE (g)
T-1 (0.0 % Artizyme)	428.13	597.00	602.20	683.67	705.07	703.20	786.87	798.47	811.67	679.59	679.59 ± 122.65
T-2 (0.03 % Artizyme)	408.87	621.00	566.33	680.53	737.27	725.93	780.67	804.07	757.40	675.79	675.79 ± 125.83
T-3 (0.04 % Artizyme)	437.93	603.40	657.93	702.00	760.33	744.33	811.40	835.47	817.93	707.86	707.86 ± 127.23

Nota. La desviación estándar (DE) corresponde al cálculo muestral utilizando n−1, considerando las nueve semanas como observaciones. Los valores se expresan en gramos (g).

Resultados: T-1= 679.59 ± 122.65 g; T-2 = 675.79 ± 125.83 g; T-3 = 707.86 ± 127.23 g.

Anexo 15. *Ganancia de peso (g) registrado durante las nueve semanas de evaluación, promedio y desviación estándar*

Tratamiento	Artizyme (%)	Ganancia de peso semanal (g)	Promedio (g)	Desviación estándar (g)	Promedio ± DE (g)
T-1	0,00	142,80; 216,27; 233,07; 208,80; 194,60; 166,20; 222,60; 221,47; 172,73	197,62	30,71	**197,62 ± 30,71**
T-2	0,03	153,60; 230,27; 245,87; 234,67; 218,40; 174,53; 194,73; 180,67; 184,67	201,93	31,55	**201,93 ± 31,55**
T-3	0,04	150,40; 245,60; 260,33; 240,20; 222,13; 183,20; 215,07; 198,53; 176,87	210,26	36,03	**210,26 ± 36,03**

Nota. La desviación estándar corresponde a la desviación estándar muestral (n−1), calculada a partir de los nueve registros semanales de cada tratamiento.

Anexo 16. *Rendimiento de carcasa (%) registrado durante las nueve semanas de evaluación, promedio y desviación estándar*

Tratamiento	Nivel de Artizyme (%)	Rendimiento de carcasa (%)	Promedio (%)	Desviación estándar (%)	Promedio ± DE (%)
T-1	0,00	82,79; 79,32; 80,62; 81,32; 81,90	81,19	1,31	**81,19 ± 1,31**
T-2	0,03	82,45; 82,09; 81,10; 83,48; 82,16	82,26	0,85	**82,26 ± 0,85**
T-3	0,04	82,55; 84,15; 83,67; 83,05; 83,23	83,33	0,61	**83,33 ± 0,61**

Nota. Los valores corresponden a cinco observaciones por tratamiento. La desviación estándar corresponde a la desviación estándar muestral (n−1).

UNSCH FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. ABEL UCHARIMA TOMAIRO
R.D. N° 415-2026-UNSCH-FCA-D

En la ciudad de Ayacucho, a los dos días del mes de setiembre del año dos mil veintiséis, siendo las dieciséis horas, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del Dr. Felipe Escobar Ramírez Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias; los miembros del jurado conformado por el M.Sc. Wilber Samuel Quijano Pacheco, Mg. Rogelio Sobero Ballardo como asesor, Dra. Alicia Colos Arango y el Mg. Alfredo Pozo Curo; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulado: **Suplementación de enzimas exógenos (Artezyme) en la dieta de crecimiento y acabado de aves criollas (*Gallus gallus*) – 2024,** para obtener el Título Profesional de Médico Veterinario, presentado por el Bachiller **ABEL UCHARIMA TOMAIRO.**

El señor Decano previa verificación de los documentos exigidos solicitó se proceda con la sustentación y posterior defensa de la tesis en un periodo de cuarenta y cinco minutos de acuerdo al reglamento de grados y títulos vigente. Terminado la exposición, los miembros del Jurado, formularon sus preguntas, aclaraciones y/o observaciones correspondientes. Luego se invitó a los miembros del jurado pasar a otra aula para la deliberación y calificación del trabajo de tesis, teniendo el siguiente resultado:

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
M.Sc. Wilber Samuel Quijano Pacheco	14	13	12	13
Mg. Rogelio Sobero Ballardo	16	16	16	16
Dra. Alicia Colos Arango	12	12	12	12
Mg. Alfredo Pozo Curo	12	13	15	13
PROMEDIO GENERAL				**14**

OBSERVACION: Por acuerdo unánime de los miembros del jurado, el título del trabajo de investigación debe ser: **Suplementación de enzimas exógenos en la dieta de crecimiento y acabado de aves criollas (*Gallus gallus*) – 2024**

Acto seguido se invita a la sustentante y público en general para dar a conocer el resultado final. Firman el acta.

M.Sc. Wilber Samuel Quijano Pacheco
Presidente

Mg. Rogelio Sobero Ballardo
Asesor

Dra. Alicia Colos Arango
Jurado

Mg. Alfredo Pozo Curo
Jurado

Mtro. Rodolfo Alca Mendoza
Secretario Docente

UNSCH FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe, miembro de la comisión de docentes instructores responsables de operativizar, verificar, garantizar y controlar la originalidad de los trabajos de **TESIS** de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, autorizado mediante RD N° 437-2026-UNSCH-FCA-D; hace constar que el trabajo titulado;

Suplementación de enzimas exógenos en la dieta de crecimiento y acabado de aves criollas (*Gallus gallus*) – 2024

Autor : Abel Ucharima Tomairo
Asesor : Rogelio Sobero Ballardo

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de tesis, aprobando mediante de RCU 039-2021-UNSCH-CU, arrojando un resultado de **Dieciocho (18%)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajo estándar**.

En consecuencia, se otorga la presente Constancia de Originalidad para los fines pertinentes.

Nota: Se adjunta el resultado con identificador de la entrega: 3068601907

Ayacucho, 23 de octubre de 2026

Mg. Alfredo Pozo Curo
Docente instructor, FCA-UNSCH

Suplementación de enzimas exógenos en la dieta de crecimiento y acabado de aves criollas (Gallus gallus) – 2024

por Abel Ucharima Tomairo

Fecha de entrega: 23-oct-2026 03:30p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 3068601907
Nombre del archivo: TESIS_ABEL_UCHARIMA_TOMAIRO_EPMV.pdf (2.41M)
Total de palabras: 23627
Total de caracteres: 128828

Suplementación de enzimas exógenos en la dieta de crecimiento y acabado de aves criollas (Gallus gallus) – 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%	17%	3%	10%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	7%
2	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	4%
3	repositorio.uchile.cl Fuente de Internet	1%
4	revistas.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.espam.edu.ec Fuente de Internet	1%
7	www.clubensayos.com Fuente de Internet	1%
8	cnbfisicaquichesandoval.jimdo.com Fuente de Internet	1%
9	repositorio.unas.edu.pe Fuente de Internet	<1%
10	axoncomunicacion.net Fuente de Internet	<1%
11	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1%
12	reunionescientificas2024.inifap.gob.mx Fuente de Internet	<1%
13	dspace.ueb.edu.ec Fuente de Internet	<1%
14	cuencagrijalva.ecosur.mx Fuente de Internet	<1%

15	cybertesis.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	www.elsitioavicola.com Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas	Activo	Excluir coincidencias	< 30 words
Excluir bibliografía	Activo		

Suplementación de enzimas exógenos en la dieta de crecimiento y acabado de aves criollas (*Gallus gallus*) – 2024

Exogenous enzyme supplementation in the grower and finisher diets of indigenous chickens (*Gallus gallus*) – 2024

Abel Ucharima Tomairo [1] abel.ucharima.24@unsch.edu.pe

Rogelio Sobero Ballardo[2] rogelio.sobero@unsch.edu.pe

Áreas de investigación: Medio Ambiente
Línea de investigación: Sistemas de Producción Pecuaria

RESUMEN

La investigación se realizó en el distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, región Ayacucho (Perú), a 2755 m s. n. m., con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes niveles de inclusión de una enzima exógena (Artezyme) sobre los parámetros productivos de aves criollas durante las etapas de crecimiento y acabado, se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA), con un modelo aditivo lineal; con tres tratamientos: T1 (0% de Artezyme), T2 (0,03 % de Artezyme) y T3 (0,04 % de Artezyme), con 45 aves de 37 días de edad, distribuidas en 3 tratamientos con 5 repeticiones de 3 aves cada una. Las aves fueron alojadas en jaulas de malla de acero inoxidable de 70 × 60 × 50 cm, y evaluadas durante nueve semanas. Los resultados mostraron que el consumo total fue de 6116,27; 6082,07 y 6370,70 g para los tratamientos T1, T2 y T3, respectivamente. La ganancia de peso alcanzó valores de 1778,53; 1817,40 y 1892,33 g; la conversión alimenticia fue de 3,44; 3,35 y 3,20, el rendimiento de carcasa fue de 81,19 %, 82,26 % y 83,33 % para T1, T2 y T3, no se encontraron diferencias estadísticas significativas (P > 0,05) entre los tratamientos para ninguno de los parámetros evaluados. Se concluye que la inclusión de Artezyme en niveles de 0,03 % y 0,04 % no produjo mejoras estadísticamente significativas en los parámetros productivos evaluados.

Palabras clave: aves criollas, enzimas exógenas, parámetros productivos.

ABSTRACT

The study was conducted in the Ayacucho district, Huamanga province, Ayacucho region (Peru), at an altitude of 2,755 meters above sea level. Its objective was to evaluate the effect of different inclusion levels of an exogenous enzyme (Artezyme) on the productive parameters of native (creole) poultry during the growth and finishing stages. A Completely Randomized Design (CRD) was employed, using a linear additive model with three treatments: T1 (0% Artezyme), T2 (0.03% Artezyme), and T3 (0.04% Artezyme). A total of 45 birds, 37 days of age, were distributed across these three treatments, with 5 replicates per treatment, each consisting of 3 birds. The birds were housed in stainless steel wire mesh cages (70 × 60 × 50 cm) and monitored over a nine-week period. The results showed total feed intake values of 6,116.27 g, 6,082.07 g, and 6,370.70 g for treatments T1, T2, and T3, respectively. Weight gain reached 1,778.53 g, 1,817.40 g, and 1,892.33 g; the feed conversion ratio was 3.44, 3.35, and 3.20; and carcass yield was 81.19%, 82.26%, and 83.33% for T1, T2, and T3, respectively. No statistically significant differences (P > 0.05) were found among the treatments for any of the parameters evaluated. It is concluded that the inclusion of Artezyme at levels of 0.03% and 0.04% did not result in statistically significant improvements in the productive parameters assessed.

Keywords: indigenous poultry, exogenous enzymes, productive parameters.

Escuela Profesional de Medicina Veterinaria, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga-Perú. Tesista[1] Asesor[2]

I. INTRODUCCIÓN

La vida de diferentes seres unicelulares o pluricelulares dependen de una serie compleja de reacciones químicas perfectamente ordenadas, este orden es debido a que esas reacciones químicas están catalizadas por proteínas denominadas enzimas, cuyas propiedades permiten modular las velocidades de estas reacciones.

Uno de los propósitos es dar a conocer la importancia de las enzimas dentro del metabolismo celular, con ello podremos entender el comportamiento del organismo de las aves criollas. En mayor parte estas reacciones no se darían en ausencia de las enzimas o procederían a velocidades despreciables, cada ser vivo tiene más de un millar de enzimas diferentes y de la acción enzimática de una determinada célula condiciona sus posibilidades y determinar sus funciones biológicas.

Las enzimas contienen los mismos aminoácidos que el resto de las proteínas. Unas enzimas se presentan en forma soluble y otras forman parte de la estructura de las diferentes membranas celulares o de las agrupaciones proteicas que constituyen las fibras o de las partículas. En algunos, casos la enzima y el sustrato, sustancia que se convierte en producto, constituyen el conjunto funcional mínimo que no requiere de ninguna sustancia para ser activo, sin embargo, para muchas enzimas la actividad de catalizadores depende de la presencia de las moléculas, orgánicas no proteicas y que se conocen con el nombre de coenzimas. Las funciones de las enzimas son: Degradar polisacáridos no amiláceos presentes en subproductos y granos locales; así mismo reducir la necesidad de fósforo inorgánico y otros nutrientes minerales y evitan su excreción al ambiente. También aumentan la disponibilidad de nutrientes encapsulados en la pared celular vegetal.

Las enzimas dentro de la nutrición animal juega un rol importante en todo el proceso bioquímico de la digestión, las aves criollas aun no tienen sus requerimientos nutricionales por lo que sus fórmulas alimenticias muchas veces lo usan de las gallinas de postura o de los pollos de carne, o algún requerimiento como sugerencia, ante ello se pretende estudiar un conglomerado de enzimas exógenas para ver su influencia en los parámetros productivos de estas aves y determinar o descarta el nivel recomendado de su uso en la dieta de las aves de corral.

Objetivo general

Evaluar los parámetros productivos en el crecimiento y acabado suplementando con enzimas exógenas en la dieta de aves criollas.

Objetivos específicos

1. Establecer el consumo de alimento balanceado en el crecimiento y acabado suplementando con enzimas exógenas en la dieta de aves criollas.
2. Determinar la ganancia de peso en el crecimiento y acabado suplementando enzimas exógenas en la dieta de aves criollas.
3. Determinar la conversión alimenticia en el crecimiento y acabado suplementando enzimas exógenas en la dieta de aves criollas.
4. Establecer el rendimiento de carcasa en el crecimiento y acabado suplementando enzimas exógenas en la dieta de aves criollas.
5. Establecer los costos de alimentación en el crecimiento y acabado suplementando enzimas exógenas en la dieta de aves criollas.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Ubicación del área de estudio

La investigación se realizó en el Centro Experimental Pampa del Arco, propiedad de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, ubicado en el distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga en la región de Ayacucho con una temperatura promedio de 17 °C, con una altitud de 2 760 msnm, con una humedad relativa de 56%, luminosidad de 10 – 12 horas/día y una precipitación pluvial anual de 1 117 mm.

Escuela Profesional de Medicina Veterinaria, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga-Perú. Tesista[1] Asesor[2]

2.2. Materiales y equipos

2.2.1. Materiales

- Arpilleras: blancas y negras, con dimensiones de 40 m de largo por 3,5 m de ancho, utilizadas para cubrir y delimitar el área del experimento.
- Jaulas metálicas: confeccionadas en alambre inoxidable, con medidas de 50 cm de ancho, 60 cm de largo y 50 cm de alto, empleadas para el alojamiento de las aves.
- Balde plastificado: de 20 litros de capacidad, destinado al almacenamiento y suministro de agua potable a los bebederos.
- Bebederos tipo tetina: 15 unidades, ubicadas dentro de cada jaula, correspondientes a una repetición experimental.
- Aves criollas: 45 hembras de 37 días de edad, utilizadas como sujetos experimentales.
- Desinfectante: 0,5 litros, empleado para la limpieza y desinfección del área y los implementos.
- Tubos de PVC: de 3 pulgadas de diámetro, con un extremo cortado para ser utilizados como comederos improvisados.

2.2.2. Equipos

- Equipo de pesaje electrónica de capacidad de 5 kg. (5 gramos de precisión)
- Equipo de pesaje digital analítica para pesar los micronutrientes del alimento balanceado (0.05 gramos de precisión)
- Cámara fotográfica de celular.
- Laptop e impresora.

2.2.3. Ingredientes para alimenticios

- Maíz amarillo molido
- Subproducto de trigo (afrecho)
- Torta de soya 46% de proteína
- Harina de pescado (Prime)
- Carbonato de calcio
- Fosfato dicálcico
- Sal
- Aceite de soya
- Secuestrante de micotoxinas
- Pre-mix (premezcla de vitaminas y minerales)
- Metionina
- Lisina
- Cloruro de colina

2.3. Animales experimentales

El experimento se realizó con 45 aves criollas de 37 días de edad y un peso vivo promedio de 381,80 g, distribuidas aleatoriamente en tres tratamientos, cada uno compuesto por cinco repeticiones de tres aves, sumando un total de 15 aves por tratamiento. La evaluación de los animales se llevó a cabo durante 63 días. Para garantizar la correcta identificación y seguimiento de cada individuo, a cada ave se le colocó un brazalete numerado en la pata, permitiendo su asignación precisa dentro de los tratamientos experimentales.

2.4. Tratamientos experimentales

El trabajo de investigación se evaluó 3 tratamientos y 5 repeticiones por tratamiento, cada repetición estaba constituido de 3 aves. Donde el:

- T-1 No se le incluyó ningún porcentaje de Artezyme (enzimas exógenas)
- T-2 Con inclusión de 0.03 % de Artezyme (enzimas exógenas)
- T-3 Con inclusión de 0.04 % de Artezyme (enzimas exógenas)

El uso de 0.03 y 0.04 se utilizó según las indicaciones del producto, que recomiendan para aves comerciales y con los mismos porcentajes se evaluó en aves criollas ya que estas especies son muy heterogenias en su comportamiento productivo

2.5. Procedimiento experimental

2.5.1. Descripción del galpón

El estudio se desarrolló en el galpón de aves del Centro experimental pampa del arco de la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria de la UNSCH, con dimensiones de 15 m de largo, 6 m de ancho, 3,20 m de altura en la parte baja y 4,20 m en los aleros superiores. La infraestructura estuvo constituida por muros de ladrillo con cemento hasta 50 cm de altura (zócalo), mientras que las áreas superiores fueron cubiertas con malla de nylon, permitiendo ventilación. El techo fue de teja prefabricada, el piso de barro y la puerta de madera. Para garantizar la bioseguridad y condiciones higiénicas, el galpón se desinfectó 5 a 7 días antes del inicio del experimento, utilizando inicialmente lanzallamas, seguido

Escuela Profesional de Medicina Veterinaria, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga-Perú. Tesista[1] Asesor[2]

de la aplicación de un desinfectante yodado. Adicionalmente, en la entrada del galpón se colocó una bandeja con cal para la desinfección del calzado del personal, asegurando así un ambiente controlado durante el experimento.

2.5.2. Descripción de las jaulas

Después de la alimentación con la dieta inicial durante la etapa preexperimental (1 a 37 días de edad), se seleccionaron 15 aves para cada tratamiento, distribuyéndose de acuerdo con las repeticiones experimentales. Las aves fueron alojadas en jaulas metálicas sobre piso continuo, adaptadas del sistema de postura para el desarrollo del experimento. Cada jaula, construida en alambre inoxidable, tenía dimensiones de 50 cm de ancho × 60 cm de largo × 50 cm de alto y estaba equipada con bebederos tipo tetina y comedores fabricados con tubos de PVC de 5 pulgadas, con un extremo cortado para facilitar la alimentación. En cada jaula se colocaron 3 aves, con un peso promedio de 381.8 g, garantizando un manejo uniforme y controlado para la evaluación de los tratamientos.

2.5.3. Formulación de raciones balanceadas

La formulación del alimento balanceado se efectuó mediante el uso del programa Mixit-2, del Laboratorio de Nutrición Animal de la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Este software permitió calcular con precisión los requerimientos de macronutrientes y micronutrientes teniendo en consideración el 10% menos de los requerimientos nutricionales normales según el NRC. de los pollos de carne, ya que no existe los requerimientos nutricionales de las aves criollas por ninguna entidad nutricional. Los ingredientes empleados fueron adquiridos en una tienda especializada en insumos alimenticios de la ciudad (Empresa MOLISOL), seleccionándose cuidadosamente aquellos de alta calidad y confiabilidad, con el fin de asegurar la consistencia y el valor nutritivo de la ración experimental.

2.5.4. De la adquisición de animales

La adquisición de las aves criollas hembras se realizó a los 30 días de edad, con un peso promedio de 350 g, y a los 37 días de edad se les trasladó a las jaulas con 381.80 g de peso vivo promedio, las aves provenientes de la Empresa Avícola MOLISOL S.A.C., ubicada en el distrito de San Juan Bautista, Ayacucho, la cual produce los animales de manera tecnificada y comercializa los ejemplares según pedido. Para el presente estudio, se seleccionaron 45 aves, del mismo en sexo, genética, edad y peso, garantizando así uniformidad en los animales experimentales.

2.5.5. De la etapa experimental

Durante la etapa experimental, las 45 aves hembras se colocaron en las respectivas jaulas, pesando individualmente cada ave, para luego pesarlos semanalmente, así mismo el alimento balanceado suministrado se registró su consumo, diario, el alimento balanceado que se derramaba fuera del comedero se descontaba, se utilizaron cortinas para controlar las corrientes de viento y el calor de galpón ubicado en la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria de la UNSCH.

2.5.6. De la alimentación

El alimento balanceado fue formulado y elaborado en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria. La mezcla de los ingredientes se realizó manualmente con lampa, preparando las raciones correspondientes a los tres tratamientos experimentales. las enzimas exógenas (Artezyme) se incorporaron junto con los demás insumos, a razón de 0.00; 0.03 y 0.04%. Cada tratamiento fue identificado y almacenado en costales rotulados, según su formulación respectiva. La alimentación se suministró dos veces al día, a las 8:00 a.m. y 4.30 p.m., a libre discreción. El alimento rechazado o desperdiciado fuera de los comederos se descontó y se pesó diariamente para determinar el consumo real de alimento balanceado, cuyos registros fueron posteriormente consolidados y tabulados de forma semanal para su análisis estadístico.

2.6. Parámetros evaluados

- Consumo de alimento balanceado
- Ganancia de peso
- Índice de conversión alimenticia

Escuela Profesional de Medicina Veterinaria, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga-Perú. Tesista[1] Asesor[2]

- Rendimiento de carcasa
- Costo de alimentación

2.7. Análisis e interpretación de resultados

A las aves se les identificó mediante brazaletes enumerados y colocados en las patas, lo que permitió la identificación de cada ave y así un tener un control adecuado y ordenado de recolección de datos. Posteriormente, los datos obtenidos fueron digitalizados y organizados en una base de datos utilizando el programa Microsoft Excel, y los análisis estadísticos se realizaron empleando el software infoStat.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Consumo de alimento balanceado

En la Tabla 5 se observa el consumo semanal de alimento balanceado ofrecido para los tres tratamientos. Desde la primera semana, el T–3 resultó de mayor consumo, seguido por el T–1 y, finalmente, el T–2, alcanzando consumos finales de 6370.73 g, 6116.27 g y 6082.07 g, respectivamente. Los resultados y las diferencias en gramos entre los tratamientos fueron: 254.46 g entre T–3 y T–1; 288.66 g entre T–3 y T–2 y 34.20 g entre T–1 y T–2. Asimismo, se evidencia que los consumos semana a semana siguieron un patrón de forma ascendente, en algunas semanas consumieron alimento, pero con cantidades inferiores a la anterior semana tales el T-1 en la sexta y quinta semana, y en T-2 en la tercera con relación a la segunda semana y en la novena con relación a la octava semana; así mismo en cuanto a cantidades en kg, lo que indica variabilidad en la aceptación del alimento a lo largo de la evaluación. También se aprecia que el tratamiento que inició con mayor consumo, mantuvo dicha tendencia hasta el final. De igual manera, se infiere que la palatabilidad del alimento, independientemente de la presencia o ausencia del Artezyme, no generó diferencias marcadas en el consumo, por lo que estos no parecen influir significativamente en la aceptación del alimento balanceado. El consumo promedio de alimento fue de 679.59 ± 122.65 g en T-1, 675.79 ± 125.83 g en T-2 y 707.86 ± 127.23 g en T-3. T-3 presentó el mayor consumo promedio, mientras que T-2 mostró el menor. Las desviaciones estándar indican una variabilidad similar entre los tratamientos, con una ligera mayor dispersión en T-3, evidenciando variaciones del consumo a lo largo de las nueve semanas de evaluación.

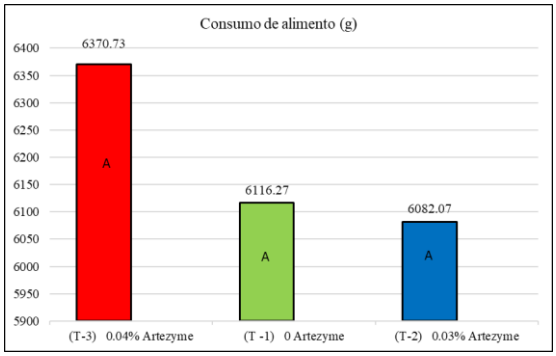
Tabla 5

Consumo de alimento balanceado semanal promedio en los tratamientos evaluados

Tratam.	Consumo	S E M A N A S									Consumo total de A.B. (g)	Prom. ± D.E
		1 S.	2 S.	3 S.	4 S.	5S.	6 S.	7 S.	8 S.	9 S.		
T-1 0.0 % de Artizyme	Cons. de alimento	428.13	597.00	602.20	683.67	705.07	703.20	786.87	798.47	811.67	**6116.27**	679.59 ± 122.65
	Cons. de alimento Acum.	428.13	1025.13	1627.33	2311.00	3016.06	3719.26	4506.13	5304.60	**6116.26**		
T-2 .03% de Artizyme	Cons. de alimento	408.87	621.00	566.33	680.53	737.27	725.93	780.67	804.07	757.40	**6082.07**	**675.79 ± 125.83**
	Cons. de alimento Acum.	408.87	1029.87	1596.20	2276.74	3014.00	3739.94	4520.60	5324.67	**6082.07**		
T-3 0.04% de Artizyme	Cons. de alimento	437.93	603.40	657.93	702.00	760.33	744.33	811.40	835.47	817.93	**6370.73**	**707.86 ± 127.23**
	Cons. de alimento Acum.	437.93	1041.33	1699.26	2401.26	3161.60	3905.93	4717.33	5552.80	**6370.73**		

Figura 1

Consumo total de alimento balanceado promedio por ave en los tratamientos evaluados



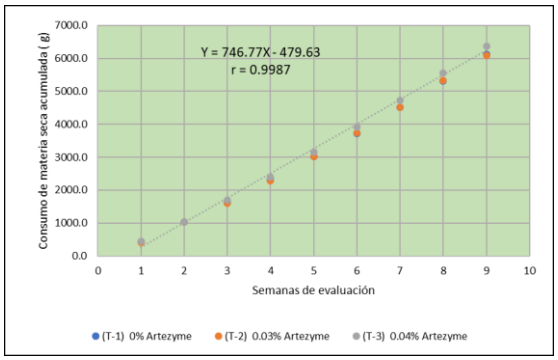
En la figura 1 se menciona sobre el consumo total de alimento balanceado entre los tratamientos evaluados, se observa que el T-3 con 0.04 % Artezyme, registró el mayor consumo con 6370.73 g, seguido del T-1 con 6116.27 g y finalmente el T-2 con 6082.07 g no habiendo diferencias estadísticas significativas (P>0.05) entre los tratamientos evaluados, entendiéndolo que cualquiera de los porcentajes incluidos se podría utilizarlo o quizás no es necesario incluirlo en una dieta de aves.

Escuela Profesional de Medicina Veterinaria, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga-Perú. Tesista[1] Asesor[2]

Asimismo, la variabilidad semanal observada indica que los consumos tuvieron una tendencia lineal ascendente en todos los tratamientos con algunos promedios por encime del promedio y otros por debajo, lo que es común en aves criollas, debido a su respuesta más heterogénea frente a factores como ambiente o genética. Los datos con inclusión de 0.04% de Artezyme mostró un ligero mejor resultado en relación a los dos tratamientos con 0.00 y 0.03 % de Artezyme, resultando un coeficiente de variación de 6.70 %, valor que nos indica una ligera confianza y precisión al momento de conducir el trabajo experimental.

Figura 2

Regresión del consumo de alimento balanceado semanal promedio de los tratamientos evaluados de las aves criollas en la etapa de crecimiento y acabado



En la figura 2 se presenta la tendencia del consumo acumulado de alimento balanceado, durante nueve semanas de evaluación para los tres tratamientos: 0.00 % (T-1)**,** 0.03 %, (T-2) **y** 0.04 % (T-3) de Artezyme**.** Las curvas de los tres tratamientos muestran un comportamiento ascendente y lineal cercano entre los resultados semanales a lo largo del estudio, evidenciando que el consumo acumulado se incrementa conforme avanza la edad de las aves.

La regresión lineal mostrada en la figura corresponde al comportamiento promedio del consumo acumulado, con la ecuación: Y = 746.77X – 479.63, la cual indica que, por cada semana adicional, el consumo acumulado se incrementa, aunque con cierta variación porcentual.

El coeficiente de correlación r = 0.9987 demuestra una relación extremadamente fuerte y positiva entre el tiempo (semanas) y el consumo de alimento balanceado, confirmando que el crecimiento del consumo sigue un patrón lineal semana a semana.

Al observar la posición de los puntos, se aprecia que el tratamiento con 0.04 % de Artezyme (T-3) tiende a ubicarse ligeramente por encima de los demás, especialmente hacia las últimas semanas, lo cual coincide con sus mayores valores de consumo total. Los tratamientos 0.00 % (T-1) **y** 0.03 % (T-2) mantienen trayectorias muy similares entre sí, con diferencias mínimas en su comportamiento. En conjunto, la figura evidencia que la suplementación con enzimas no altera la tendencia lineal del consumo acumulado.

Al respecto, Adeola y Cowieson (2011) en su revisión sobre el uso de enzimas en aves, encontraron que el uso de complejos enzimáticos mejora significativamente la digestibilidad de los carbohidratos no amiláceos (NSP), lo que se traduce en un mayor aprovechamiento de la energía disponible. Esto es consistente con el comportamiento observado en el presente estudio, donde el tratamiento con 0.04 % de Artezyme presentó una mayor acumulación de consumo, pero sin diferencias estadísticas significativas (P> 0.05) con los demás tratamientos

Sin embargo, estudios como el de Bedford (2018) señalan que la respuesta al uso de enzimas no siempre es lineal ni constante entre diferentes especies o genéticas de aves. así mismo argumenta que, en algunas situaciones, la alimentación y la genética de las aves juegan un papel crucial en la eficacia de las enzimas. Este punto es relevante en el presente trabajo de investigación, ya que se utilizaron aves criollas, una genética que puede responder de manera diferente a las enzimas que las líneas comerciales, lo cual se refleja en las pequeñas diferencias observadas entre los tratamientos. Aunque los tratamientos con enzimas mostraron una ligera superioridad en el consumo acumulado, las variaciones en la respuesta alimentaria pueden explicarse por la

Escuela Profesional de Medicina Veterinaria, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga-Perú. Tesista[1] Asesor[2]

heterogeneidad genética y la capacidad de las aves criollas para adaptarse a su ambiente y al tipo de alimentación.

En relación con el consumo de alimento, Cowieson y Roos (2006) señalaron que la suplementación con enzimas exógenas no necesariamente produce variaciones significativas en el consumo de alimento de las aves. Asimismo, Slominski (2011) destaca que la incorporación de enzimas puede favorecer el aprovechamiento de los nutrientes, especialmente cuando las dietas contienen cantidades importantes de fibra y carbohidratos no amiláceos. En la presente investigación, no se encontraron diferencias estadísticas significativas en el consumo de alimento entre los tratamientos con diferentes niveles de suplementación enzimática.

3.2. Ganancia de peso vivo

En la tabla 6 se muestra la ganancia de peso semanal de las aves durante 9 semanas de estudio, se aprecia para en T-1, T-2 y T-3 los pesos iniciales: 351.47; 393.60 y 400.33 g y con pesos finales de 2130; 2211.00 y 2292.67 g. El tratamiento T-1 (0.0 % de Artezyme) presentó una ganancia de peso acumulada progresiva, alcanzando un valor final de 1778.53 g. Las ganancias semanales mostraron variaciones a lo largo del periodo experimental, con incrementos más marcados durante las semanas intermedias y una ligera disminución hacia las últimas semanas, comportamiento típico del crecimiento fisiológico de aves criollas. En el tratamiento T-2 (0.03 % de Artezyme) se observó una ligera mayor ganancia de peso final en comparación con el tratamiento control, alcanzando 1817.40 g al finalizar el periodo. Las ganancias semanales fueron mayores a las del T-1 en la mayoría de las semanas, evidenciando un ligero consumo positivo por la inclusión enzimática sobre la eficiencia de crecimiento. Por su parte, el tratamiento T-3 (0.04 % de Artezyme) registró un ligero mayor ganancia de peso final, con un valor de 1892.33 g. Las ganancias semanales fueron consistentemente mayores, especialmente entre la tercera y sexta semana de iniciado la evaluación, lo que sugiere un mejor aprovechamiento de los nutrientes y una mayor deposición de tejido corporal asociada a la mayor dosis de enzimas. Así mismo la ganancia de peso semanal presentó un promedio de 197,62 ± 30,71 g en el T-1 (0,0 % de Artizyme), 201,93 ± 31,55 g en el T-2 (0,03 % de Artizyme) y 210,26 ± 36,03 g en el T-3 (0,04 % de Artizyme). Estos valores muestran que el promedio de ganancia de peso fue de 197,62 a 210,26 g, mientras que la desviación estándar varió entre 30,71 y 36,03 g en los tratamientos evaluados.

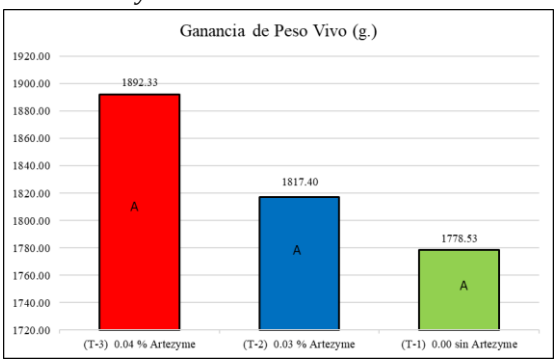
Tabla 6

Rendimiento de carcasa (%) en los tratamientos evaluados de las aves criollas en la etapa de crecimiento y acabado

Tratam.	Consumo	S E M A N A S									Consumo total de A.B. (g)	Prom. ± D.E
		1 S.	2 S.	3 S.	4 S.	5S.	6 S.	7 S.	8 S.	9 S.		
T-1 0.0 % de Artizyme	Cons. de alimento	428.13	597.00	602.20	683.67	705.07	703.20	786.87	798.47	811.67	**6116.27**	**679.59 ± 122.65**
	Cons. de alimento Acum.	428.13	1025.13	1627.33	2311.00	3016.06	3719.26	4506.13	5304.60	**6116.26**		
T-2 .03% de Artizyme	Cons. de alimento	408.87	621.00	566.33	680.53	737.27	725.93	780.67	804.07	757.40	**6082.07**	**675.79 ± 125.83**
	Cons. de alimento Acum.	408.87	1029.87	1596.20	2276.74	3014.00	3739.94	4520.60	5324.67	**6082.07**		
T-3 0.04% de Artizyme	Cons. de alimento	437.93	603.40	657.93	702.00	760.33	744.33	811.40	835.47	817.93	**6370.73**	**707.86 ± 127.23**
	Cons. de alimento Acum.	437.93	1041.33	1699.26	2401.26	3161.60	3905.93	4717.33	5552.80	**6370.73**		

Figura 3

Ganancia de peso promedio en los tratamientos evaluados de las aves criollas en la etapa de crecimiento y acabado



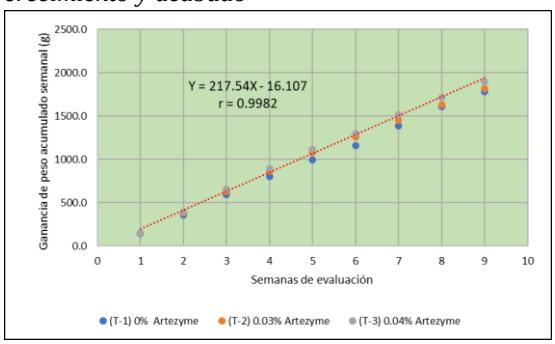
En la Figura 3 **s**e presentan los valores de ganancia de peso vivo final correspondientes a los tratamientos T-1 (0.00 % de Artezyme), T-2 (0.03 % de Artezyme) y T-3 (0.04 % de Artezyme). El análisis de varianza (ANVA)

Escuela Profesional de Medicina Veterinaria, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga-Perú. Tesista[1] Asesor[2]

realizado indica que no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos T-1, T2 y T-3 (P > 0.05)**,** coincidentemente los resultados han sido ascendentes según los tratamientos evaluados, lo cual se evidencia por la asignación de la misma letra estadística. A pesar de que el peso fue mayor en el tratamiento T-3; mostró una ligera mayor ganancia de peso vivo, en comparación al T-2 y T-1, pero estas diferencias no fueron suficientes para establecer significancia estadística. Del experimento realizado en la ganancia de peso se obtuvo coeficiente de variación de 8.25 %**,** valor que refleja una precisión aceptable para este tipo de estudios en aves criollas y que indica una variabilidad moderada dentro de las repeticiones y entre los ambientes evaluados. Esta variabilidad puede atribuirse, en parte, a que las aves criollas no han sido seleccionadas genéticamente hasta la actualidad para maximizar la ganancia de peso, lo que genera respuestas productivas heterogéneas.

Figura 4

Regresión de la ganancia de peso acumulado semanal de las aves criollas en la etapa de crecimiento y acabado



La figura 4 muestra el análisis de regresión lineal de la ganancia de peso acumulada semanal en aves criollas durante nueve semanas de evaluación para los tratamientos con 0.00 %, 0.03 % y 0.04 % de Artezyme. En todos los tratamientos se observa una tendencia ascendente y prácticamente lineal de la ganancia de peso conforme avanza las semanas, lo que evidencia un crecimiento progresivo y constante de las aves a lo largo del periodo experimental. La ecuación de regresión obtenida (Y = 217.54X – 16.107) indica que, por cada semana adicional de evaluación, la ganancia de peso acumulada se incrementa en aproximadamente 217.54 g, lo cual refleja una tasa de crecimiento sostenida. Asimismo, el coeficiente de correlación (r = 0.9982) demuestra una relación altamente positiva y significativa entre las semanas de evaluación y la ganancia de peso, confirmando que el tiempo explica casi en su totalidad la variación observada en este parámetro productivo.

Al comparar los tratamientos, se aprecia que las tres líneas siguen pendientes muy similares, lo que concuerda con los resultados del análisis de varianza, donde no se detectaron diferencias estadísticas significativas (P > 0.05) entre niveles de suplementación con Artezyme. No obstante, se observa una ligera superioridad numérica del tratamiento con 0.04 % de Artezyme, especialmente en las últimas semanas, lo cual sugiere un posible efecto positivo de la enzima sobre el crecimiento, aunque insuficiente para generar diferencias estadísticamente significativas. En conjunto, el análisis de regresión confirma que la ganancia de peso vivo en aves criollas sigue un patrón de crecimiento lineal durante el periodo evaluado, independientemente del nivel de suplementación enzimática, y respalda la consistencia y confiabilidad de los datos obtenidos en el presente estudio.

Adeola y Cowieson (2011) señalan que la respuesta productiva de los animales a la suplementación con enzimas exógenas depende de diversos factores, entre ellos la composición nutricional de la dieta, la disponibilidad de los sustratos sobre los que actúan las enzimas y las condiciones de manejo. En la presente investigación, la ganancia de peso mostró una tendencia similar entre los tres tratamientos evaluados, sin evidenciar diferencias significativas atribuibles a los distintos niveles de suplementación enzimática. Este resultado podría estar relacionado con la similitud en la composición nutricional de las dietas experimentales y con las condiciones de alimentación y manejo proporcionadas durante el ensayo. Por consiguiente, bajo las condiciones en las que se

Escuela Profesional de Medicina Veterinaria, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga-Perú. Tesista[1] Asesor[2]

desarrolló el estudio, la incorporación de diferentes niveles de enzimas exógenas no habría generado una respuesta diferencial significativa en la ganancia de peso de las aves. Adeola y Cowieson (2011) señalan que la suplementación con enzimas exógenas representa una estrategia nutricional para mejorar el aprovechamiento de los nutrientes y el rendimiento productivo de los animales monogástricos. Sin embargo, su efectividad depende de la composición de la dieta, las características de las enzimas utilizadas y las condiciones de alimentación, por lo que la respuesta productiva puede variar entre estudios. En la presente investigación, la ganancia de peso semanal promedio fue de 197,62 ± 30,71 g en el tratamiento testigo (T1), 201,93 ± 31,55 g en el tratamiento con 0,03 % de Artezyme (T2) y 210,26 ± 36,03 g en el tratamiento con 0,04 % de Artezyme (T3). Se observó una tendencia numérica creciente, de modo que el T3 presentó el mayor promedio, superando al T1 en 6,40 % y al T2 en 4,12 %. Esta respuesta podría estar relacionada con una mayor disponibilidad de nutrientes como consecuencia de la acción de las enzimas incorporadas en la dieta; los resultados indican que no se demostró un efecto estadísticamente significativo de los niveles de Artezyme sobre la ganancia de peso, posiblemente sea por la formula dietaria, ambiente ó genética de las aves.

Por otro lado, Cowieson y Roos (2006) indican que las enzimas multicomponentes actúan principalmente liberando nutrientes previamente no disponibles, como energía y aminoácidos, lo que puede mejorar el desempeño productivo. Sin embargo, estos autores destacan que la magnitud de la respuesta depende en gran medida de la genética y del tipo de producción del ave. En este sentido, el uso de aves criollas en el presente estudio; las cuales no están diseñados genéticamente para maximizar la ganancia de peso, podría explicar la respuesta moderada observada y la ausencia de diferencias estadísticas significativas entre tratamientos.

De manera similar, Slominski (2011) señala que, en genotipos no especializados o de carácter rústico, la respuesta a la suplementación enzimática suele reflejarse principalmente en una mayor eficiencia en el aprovechamiento de los nutrientes, más que en incrementos significativos del peso corporal. Este planteamiento es consistente con los resultados obtenidos en el presente estudio, ya que el análisis de regresión mostró un crecimiento constante y altamente correlacionado con el tiempo; sin embargo, no se evidenciaron diferencias estadísticas significativas entre los niveles de inclusión de Artezyme.

Finalmente, Olukosi et al. (2015) señalan que, aunque la inclusión de enzimas mejora la disponibilidad energética de la dieta, factores como la composición del alimento base, la edad del ave y las condiciones ambientales influyen de manera determinante en la respuesta productiva. En el presente estudio, la similitud de las pendientes de regresión entre tratamientos sugiere que la suplementación con Artezyme no alteró el patrón fisiológico normal de crecimiento de las aves criollas, sino que acompañó un desarrollo corporal sostenido y estable a lo largo del periodo experimental.

3.3. Conversión alimenticia

En la Tabla 7 se muestran los valores correspondientes al consumo total de alimento balanceado, la ganancia de peso total y la conversión alimenticia de las aves criollas sometidas a los diferentes tratamientos con niveles crecientes de suplementación con enzimas exógenas (Artezyme). El tratamiento T-1 (0.0 % de Artezyme) presentó un consumo total de 6116.27 g y una ganancia de peso de 1778.53 g, obteniendo una conversión alimenticia de 3.44, obteniendo una ligera menor conversión en la utilización del alimento en comparación con los tratamientos suplementados. Por su parte, el tratamiento T-2 (0.03 % de Artezyme) registró un consumo total de 6080.07 g y una ganancia de peso de 1817.40 g, alcanzando una conversión alimenticia de 3.35; finalmente, el tratamiento T-3 (0.04 % de Artezyme) mostró un ligero

Escuela Profesional de Medicina Veterinaria, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga-Perú. Tesista[1] Asesor[2]

mejor índice de conversión alimenticiaen a los dos tratamientos, con un valor de 3.20, con una menor cantidad de alimento consumido (6064.01 g) y la mayor ganancia de peso total (1892.33 g).

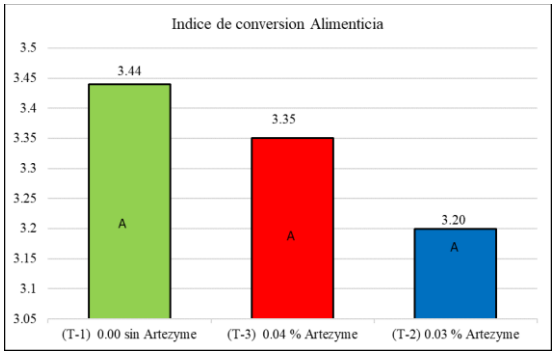
Tabla 7

Conversión alimenticia semanal de los tratamientos evaluados de las aves criollas en la etapa de crecimiento y acabado

Tratamiento	Consumo total de Alimento Balanceado. (g)	Ganancia de Peso Total (g)	Conversión Alimenticia
(T-1) 0.00% Artezyme	6116.27	1778.53	3.44 A
(T-2) 0.03% Artezyme	6080.07	1817.40	3.35 A
(T-3) 0.04 % Artezyme	6064.01	1892.33	3.20 A

Figura 5

Índice de conversión alimenticia de los tratamientos evaluado en aves criollos



En la Figura 5 de acuerdo con los resultados del análisis de varianza (ANVA) aplicado a la conversión alimenticia, en aves criollas durante las etapas de crecimiento y acabado, se concluye que la no suplementación y la suplementación con enzimas exógenas (Artezyme) en niveles de 0.00%, 0.03 % y 0.04 % no generó diferencias estadísticas significativas (P > 0.05) entre los tres tratamientos La ausencia de diferencias significativas indica que, bajo las condiciones experimentales del presente estudio, los tratamientos evaluados, tuvieron un comportamiento estadísticamente similar, lo cual indica que la respuesta productiva de las aves estuvo influenciada principalmente por factores biológicos y ambientales propios en el ambiente de dichas aves criollas, más que por el efecto directo de la suplementación enzimática.

Asimismo, el coeficiente de variación que se ha obtenido en el experimento es de (4.41%) y se encuentran dentro de rangos aceptables para estudios con aves criollas, lo que evidencia una precisión experimental adecuada y valida la confiabilidad de los resultados. En consecuencia, desde el punto de vista estadístico, se acepta la hipótesis nula, concluyéndose que la inclusión de Artezyme en los niveles evaluados no produjo efectos significativos sobre la conversión alimenticia.

Los resultados obtenidos en el presente estudio indican que la suplementación con enzimas exógenas (Artezyme) en niveles de 0.03 % y 0.04 % no generó diferencias estadísticas significativas (P > 0.05) en los parámetros productivos evaluados, tales como consumo de alimento, ganancia de peso vivo y conversión alimenticia, en comparación con el tratamiento control. Estos hallazgos coinciden con lo reportado por Bedford (2018), quien señala que el efecto de las enzimas exógenas en aves puede ser variable y depende en gran medida de la calidad del ingrediente base, la composición de la dieta y el potencial genético del ave.

De manera similar, Adeola y Cowieson (2011) mencionan que, cuando las dietas están formuladas para cubrir adecuadamente los requerimientos nutricionales, la suplementación enzimática puede no reflejar diferencias significativas en el desempeño productivo, aunque sí puede mejorar de forma numérica la eficiencia alimenticia. Este comportamiento concuerda con los resultados del presente trabajo de investigación, donde se observó una tendencia numérica favorable en la ganancia de peso y conversión alimenticia en los tratamientos suplementados, sin alcanzar lógicamente a la significación estadística.

Asimismo, Slominski (2011) reporta que, en aves no seleccionadas genéticamente, como las aves criollas, existe una mayor variabilidad biológica, lo que puede enmascarar los efectos de los aditivos nutricionales, y reduciendo la probabilidad de detectar diferencias significativas. Este aspecto explica en parte la variabilidad observada en el presente estudio,

Escuela Profesional de Medicina Veterinaria, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga-Perú. Tesista[1] Asesor[2]

dado que las aves criollas no han sido sometidas a programas estrictos de mejoramiento genético orientados a maximizar la ganancia de peso o la eficiencia alimenticia. Por otro lado, Cowieson y Roos (2006) señalan que las enzimas exógenas tienden a mostrar efectos más marcados en dietas con altos niveles de factores antinutricionales, especialmente polisacáridos no amiláceos. En el presente trabajo de investigación, el tipo de ave evaluado, ya que es genéticamente no ha sido creado para tener una velocidad de crecimiento acelerado, por ello pudo haber limitado el impacto de la suplementación enzimática, lo que explicaría la ausencia de diferencias estadísticas significativas entre tratamientos evaluados.

Finalmente, Olukosi et al. (2015) indican que, aun cuando no se detecten diferencias estadísticas, las mejoras numéricas consistentes en conversión alimenticia pueden tener relevancia práctica desde el punto de vista productivo y económico, especialmente en sistemas de producción semi-intensivos o rurales, como aquellos donde comúnmente se explotan las aves criollas en cantidades relevantes. En este sentido, los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, con el mayor porcentaje de la inclusión de Artezyme al 0.04%, contribuyó a una ligera mejor eficiencia de utilización del alimento y ganancia de peso, aunque su efecto no fue estadísticamente positivo.

3.4. Rendimiento de carcasa

En la Tabla 8 se muestran los resultados correspondientes al peso final, peso de carcasa y el rendimiento de carcasa de las aves criollas sometidas a los diferentes tratamientos durante el periodo experimental. El tratamiento T-1 presentó un peso final de 2140.33 g, un peso de carcasa de 1904.20 g con un rendimiento de carcasa de 81.19 %, siendo este el valor más bajo registrado entre los tratamientos evaluados. Este comportamiento indica una menor eficiencia en la conversión del peso vivo en carcasa comercializable en el grupo control. En el tratamiento T-**2**, la ganancia de peso alcanzó 2211.00 g, con un peso de carcasa de 2135.53 g, obteniéndose un rendimiento de carcasa de 82.26 %, lo que evidencia un mejor resultado en este parámetro, en comparación con el tratamiento sin suplementación de Artezyme. Por su parte, el tratamiento T-3 registró la mayor ganancia de peso (2292.67 g) con un peso de carcasa de 1910.53 por lo tanto reporta el mejor rendimiento de carcasa (83.33 %), lo que indica una mejor eficiencia en la deposición de tejido útil. A pesar de presentar un peso final similar al tratamiento control, el mayor rendimiento porcentual indica una mayor proporción de carcasa respecto al peso vivo. Los resultados muestran una tendencia ascendente en el rendimiento de carcasa a medida que se incrementó el nivel de inclusión de Artezyme en los tratamientos, comportamiento similar también al observado en los demás parámetros productivos. Así mismo los resultados de la desviación estándar fueron de 81.19 ± 1.31 para T-1, 82.26 ± 0.85 para T-2 y 83.33 ± 0.61 para T-3. La desviación estándar indica cuánto varían los valores de las cinco repeticiones respecto al promedio. El T-3 presentó la menor variación (±0.61), por lo que sus resultados fueron más uniformes, mientras que el T-1 mostró una mayor variación (±1.31) entre sus repeticiones.

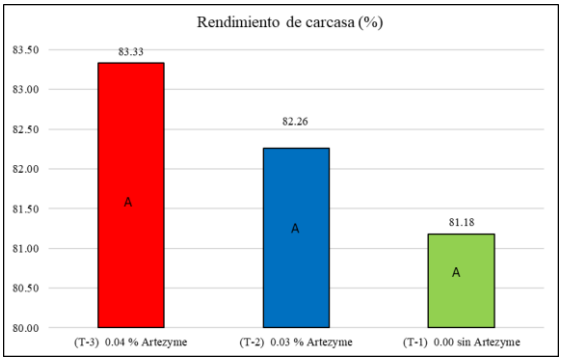
Tabla 8

Rendimiento de carcasa (%) en los tratamientos evaluados de las aves criollas en la etapa de crecimiento y acabado

Tratamiento	Ganancia de peso (g)	Peso final (g)	Porcentaje de carcasa (%)	D.S
T-1	2140.33	1904.20	81.19	1.31
T-2	2211.00	2135.53	82.26	0.85
T-3	2292.67	1910.53	83.33	0.61

Figura 6

Rendimiento de carcasa (%) en los tratamientos evaluados de las aves criollas



Escuela Profesional de Medicina Veterinaria, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga-Perú. Tesista[1] Asesor[2]

En la Figura 6 se presentan los valores promedios del rendimiento de carcasa (%) de las aves criollas sometidas a dietas con inclusión de 0.00 %, 0.03 % y 0.04 % de Artezyme. El análisis de varianza (ANVA) realizado para este parámetro reporta que no existen diferencias estadísticas significativas entre el T-1, T-2 y T-3 ($P > 0.05$), lo cual se evidencia mediante la asignación de la misma letra estadística (A) a los promedios. Estos resultados indican que, bajo las condiciones del presente estudio, la suplementación con Artezyme en los niveles evaluados en la dieta no influyó estadísticamente en el rendimiento de carcasa. La no significancia observada puede atribuirse a la genética propia de las aves criollas y a factores ambientales que influyeron para la homogeneidad de los resultados.

De manera similar, Bedford (2018) menciona que el efecto de los complejos enzimáticos sobre el rendimiento de carcasa puede ser limitado en condiciones donde la dieta base presenta una buena aceptación, ya que las enzimas no generan un beneficio adicional suficientemente marcado como para reflejarse en diferencias estadísticas. Esta situación podría explicar la ausencia de significancia en el presente estudio, pese a observarse una tendencia numérica favorable en los tratamientos suplementados.

Asimismo, Slominski (2011) reporta que, en aves con bajo nivel de selección genética, como las aves criollas, existe una mayor variabilidad biológica en la deposición de tejido muscular, lo que incrementa la dispersión de los datos y reduce la probabilidad de detectar diferencias estadísticas significativas en el rendimiento de carcasa. Esta teoría resulta relevante para interpretar los resultados obtenidos, dado que las aves criollas no han sido mejoradas genéticamente para maximizar el rendimiento cárnico.

Por otro lado, Cowieson y Roos (2006) indican que los efectos positivos de las enzimas sobre el rendimiento de carcasa se evidencian principalmente en dietas con altos niveles de factores anti nutricionales, como los polisacáridos no amiláceos. En el presente trabajo de investigación, los insumos y nutrientes de la dieta pudo haber limitado la aceptación de los nutrientes, reduciendo así el impacto potencial de la suplementación enzimática.

Finalmente, Olukosi et al. (2015) señalan que, aunque las mejoras en el rendimiento de carcasa no siempre sean estadísticamente significativas, las tendencias numéricas positivas observadas en tratamientos suplementados pueden tener importancia práctica en sistemas de producción tradicional.

3.5. Costos de alimentación

Tabla 9

Costos del alimento balanceado en (S/.) de la etapa de crecimiento y acabado por animal y total en el T-1 (0.00% de Artezyme)

T-1 (0.00% de Artezyme)					
Alimento y aditivo	**Consumo de alimento balanceado (S/.)**	**Costo por kg (S/.)**	**Costo/ave (S/.)**	**N° de aves**	**Costo total (S/.)**
Alimento Balanceado	6.616.27	2.2	14.5550	15	218.32
Artezyme	0.00000	0.00	0.00	0.00	0.00
T O T A L (S/)					**218.32**

Tabla 10

Costos del alimento balanceado en (S/.) de la etapa de crecimiento y acabado por animal y total en el T-2 (0.03% de Artezyme)

T-2 (0.03% de Artezyme)					
Alimento y aditivo	**Consumo de alimento balanceado (S/.)**	**Costo por kg (S/.)**	**Costo/ave (S/.)**	**N° de aves**	**Costo total (S/.)**
Alimento Balanceado	6.082.07	2.20	13.38	15.00	200.70
Artezyme	0.00401	60.00	0.24	15.00	3.61
T O T A L (S/)					**204.31**

Tabla 11

Costos del alimento balanceado en (S/.) de la etapa de crecimiento y acabado por animal y total en el T-3 (0.04% de Artezyme)

T-3 (0.03% de Artezyme)					
Alimento y aditivo	**Consumo de alimento balanceado (S/.)**	**Costo por kg (S/.)**	**Costo/ave (S/.)**	**N° de aves**	**Costo total (S/.)**
Alimento Balanceado	6.360.73	2.20	13.99	15.00	209.88
Artezyme	0.005596	60.00	0.34	15.00	5.04
T O T A L (S/)					**214.92**

Los costos de la alimentación reportaron un costo por kilogramo la suma de S/2.2 soles en promedio entre el alimento de crecimiento y acabado al cual en los tratamientos T-2 y T-3

Escuela Profesional de Medicina Veterinaria, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga-Perú. Tesista[1] Asesor[2]

se incluyeron la enzima exógena artezyme cuyo costo por kilogramos fue de S/60.00 nuevos soles. En cada tratamiento hubo 15 aves criollos en estudio, en el T-1 con 0.00% de artezyme la cantidad de alimento consumido fue de 6.616.27 kg; el costo de alimento de cada ave criolla es de S/. 14.55 para llegar a un costo total de alimentación en 15 aves la suma de S/. 218.32 nuevos soles; en el T-2 con 0.03% de artezyme la cantidad de alimento consumido fue de 6.082.07 kg; el costo de alimento de cada ave criolla es de S/. 13.38 para llegar a un costo total de alimentación en 15 aves la suma de S/. 200.70 nuevos soles más S/. 5.00 el costo de artezyme al haber consumido 0.24 kg haciendo un total del costo de alimentación la suma de S/. 204.31 nuevos soles y finalmente en el T-3 con 0.04% de artezyme la cantidad de alimento consumido fue de 6.360.73 kg. El costo de alimento de cada ave criolla es de S/. 13.99 para llegar a un costo total de alimentación en 15 aves la suma de S/. 209.88 nuevos soles más S/. 5.00 el costo del artezyme al haber consumido 0.34 kg haciendo un total del costo de alimentación la suma de S/. 214.92 nuevos soles. Concluyendo que el alimento que costo ligeramente superior fue el que no tuvo artezyme par haber consumido en una mayor cantidad; seguido por e T-3 y T-2 respectivamente.

Al respecto Abreu et al. (2008) indica que, en la industria avícola, el porcentaje que representan los costos de alimentación respecto al costo total de producción se ubica consistentemente entre el 70% para el pollo de engorde, y entre el 60 y 70% en la avicultura general.

Así mismos Leeson, (2016) menciona que los costos del alimento se estiman constituye entre el 60 y 70% del costo de producción de las aves en producción. Por ello aún modestas mejoras en el programa de nutrición pueden tener un impacto altamente significativo sobre los costos.

CONCLUSIONES

1. La inclusión de la enzima endógena (Artezyme) en niveles de 0,03 % y 0,04 % durante las etapas de crecimiento y acabado de aves criollas no produjo diferencias estadísticas significativas (P > 0,05) en el consumo de alimento respecto al tratamiento control. Esto indica que la suplementación enzimática no afectó la aceptación ni el consumo voluntario de las dietas suministradas
2. Los tratamientos suplementados con porcentajes de 0.03 y 0.04 % Artezyme no presentaron ganancias de peso significativo estadísticamente, lo que evidencia que, bajo las condiciones experimentales del estudio, el uso de la enzima no mejoró de manera concluyente el crecimiento de las aves.
3. La conversión alimenticia mostró una tendencia favorable con la inclusión de Artezyme, registrándose el mejor índice (3,20) en el tratamiento con 0,04 %, en comparación con el tratamiento control (3,44). No obstante, el análisis estadístico no detectó diferencias significativas (P > 0,05), por lo que la eficiencia de utilización del alimento fue similar entre los tratamientos.
4. En el rendimiento de carcasa se obtuvo un resultado estadísticamente superior con la inclusión de artezyme al 0.04% en la dieta en comparación a la inclusión de 0.00% y 0.03%

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abreu, G., Zambrano, J., & Alfonso, A. (2008). Costos de producción en la cría de pollos de engorde. *Revista Venezolana de Gerencia*, *13* (42), 246-259.

Adeola, O., & Cowieson, A. J. (2011). Board-invited review: Opportunities and challenges in using exogenous enzymes to improve nonruminant animal production. *Journal of Animal Science*, *89*(10), 3189–3218. https://doi.org/10.2527/jas.2010-3715

Escuela Profesional de Medicina Veterinaria, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga-Perú. Tesista[1] Asesor[2]

Bedford, M. R. (2018). The evolution and application of enzymes in poultry nutrition. *Poultry Science, 97*(5), 1881–1889. https://doi.org/10.3382/ps/pey016

Cowieson, A. J., & Roos, F. F. (2006). Bioefficacy of xylanase in poultry diets. *World's Poultry Science Journal, 72*(4), 633–646. https://doi.org/10.1017/S0043933916000646

Leeson, S. (2016). Aprovechando al máximo el programa de nutrición. *El Sitio Avícola*.

NRC (National Research Council). (2021). Nutrient Requirements of Poultry (10th rev. ed.). The National Academies Press.

Olukosi, O. A., Beeson, L. A., Englyst, K., & Romero, L. F. (2015). Effects of exogenous enzymes on nutrient digestibility, energy utilization, and performance of broiler chickens fed wheat-based diets. *Poultry Science, 94*(8), 1878–1887. https://doi.org/10.3382/ps/pev138

Slominski, B. A. (2011). Recent advances in research on enzymes for poultry diets. *Poultry Science, 90*(9), 2013–2023. https://doi.org/10.3382/ps.2011-01315

Escuela Profesional de Medicina Veterinaria, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga-Perú. Tesista[1] Asesor[2]