

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

PROGRAMA DE ESTUDIO DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE MÉDICO
VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Efectos de la adición de Xilanasa en el valor energético de dietas para pollos de engorde a base de maíz y soya sobre parámetros productivos y rentabilidad económica

Área de Investigación:

Producción animal Sustentable

Autor:

Molocho Lozada, Imer Odan

Jurado Evaluador:

Presidente: Castillo Soto, Wilson Lino

Secretario: Rojas Paredes, Marco Antonio

Vocal: Eslava Ampuero, Irwing Ricardo

Asesor:

Ortiz Tenorio, Luis Abraham

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7990-814X>

Trujillo – Perú

2023

Fecha de sustentación: 2023/07/27

Imer Odán Molocho Lozada

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%

INDICE DE SIMILITUD

9%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.upao.edu.pe

Fuente de Internet

3%

2

hdl.handle.net

Fuente de Internet

1%

3

repositorio.uncp.edu.pe

Fuente de Internet

1%

4

studyres.com

Fuente de Internet

1%

5

www.gesis.org

Fuente de Internet

1%

6

dspace.unitus.it

Fuente de Internet

1%

7

repositorio.unal.edu.co

Fuente de Internet

1%

8

ijsret.com

Fuente de Internet

1%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Apagado

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Luis Abraham Ortiz Tenorio, docente del Programa de Estudio Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada "Efectos de la adición de Xilanas en el valor energético de dietas para pollos de engorde a base de maíz y soya sobre parámetros productivos y rentabilidad económica ", autor Imer Odan Molocho Lozada, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 9%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el 17 de junio de 2023.
- He revisado con detalle dicho reporte y la tesis, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.

Trujillo, 25 de setiembre de 2023

Asesor: Luis Abraham Ortiz Tenorio

DNI: 27048968

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7990-814X>

Firma:



Handwritten signature of Luis Abraham Ortiz Tenorio in blue ink, positioned above a horizontal dotted line.

Autor: Imer Odan Molocho Lozada

DNI: 47160221

Firma:



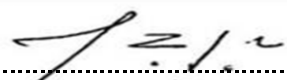
Handwritten signature of Imer Odan Molocho Lozada in blue ink, positioned above a horizontal dotted line.

La presente tesis ha sido revisada y aprobada por el siguiente Jurado:



Ing. Dr. Castillo Soto, Wilson Lino

PRESIDENTE



Ing. Mg. Rojas Paredes, Marco Antonio

SECRETARIA



MV. Mg. Eslava Ampuero, Irwing Ricardo

VOCAL



MV. Mg. Ortiz Tenorio, Luis Abraham

ASESOR

DEDICATORIA

A la perseverancia de mis queridos padres, quienes desde mi tierna infancia me supieron conducir por el camino del estudio y la superación y que no doblegaron sus esfuerzos hasta ver cristalizado sus más grandes anhelos.

A mis queridos hermanos Alain y Mada por su incondicional apoyo, cuyo ejemplo de sacrificio y trabajo ha hecho en mí el logro de objetivos y metas que hoy con razón se cumple mis anheladas aspiraciones.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Privada Antenor Orrego, por acogerme en sus prestigiosas aulas, a mis buenos maestros que han hecho de mí un fiel seguidor de sus consejos y profesionalismo, que con seguridad los valorare por el resto de mi vida.

A mis asesores que cada instante me condujeron por el camino más certero que permitió que el presente trabajo termine cumpliendo todos los objetivos propuestos y además a crear en mí un horizonte de consolidación profesional que con mucho orgullo los valorare a lo largo de toda mi vida.

INDICE

i

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS	ii
INDICE.....	iii
ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE ANEXOS.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. Pollo de engorde.....	3
2.2. Parámetros productivos del pollo de engorde.....	3
2.3. Sistema digestivo de las aves.....	4
2.4. Polisacáridos no Amiláceos (PNAs).....	5
2.5. Enzimas exógenas	7
2.6. Xilanasas en avicultura	7
2.7. Modo de acción de la Xilanasa.....	9
2.8. Factores de la actividad enzimática de la Xilanasa.....	10
III. MATERIALES Y MÉTODOS	11
3.1. Lugar de ejecución.....	11
3.2. Animales de estudio	11
3.3. Animales y Alimentación	12
3.4. Sanidad	14
3.5. Variable Independiente	15
3.6. Tratamientos.....	15
3.7. Variables Dependientes	15
3.8. Diseño experimental y análisis estadístico.....	16
IV. RESULTADOS	17
4.1. Parámetros productivos	17
4.2. Rendimiento económico.....	20
V. DISCUSIONES	21

5.1. Parámetros productivos	21
5.2. Rendimiento económico.....	23
VI. CONCLUSION	24
VII. RECOMENDACIONES.....	25
VIII. BIBLIOGRAFÍA	26
IX. ANEXOS.....	35

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Parámetros productivos de pollos de engorde Cobb 500.....	4
Cuadro 2. Parámetros productivos de pollos de engorde Ross 308.	4
Cuadro 3. Efecto de xilanasas en avicultura.	9
Cuadro 4. Composición porcentual y nutricional de dietas para pollos de engorde en fase de inicio (0 a 10 días de edad).	12
Cuadro 5. Composición porcentual y nutricional de dietas para pollos de engorde en fase de crecimiento (11 a 22 días de edad).	13
Cuadro 6. Composición porcentual y nutricional de dietas para pollos en fase de engorde (23 a 42 días de edad).	14
Cuadro 7. Efectos de la adición de Xilanasa sobre el peso semanal, en pollo de engorde de 1 a 6 semanas de edad.	17
Cuadro 8. Efectos de la adición de Xilanasa sobre la ganancia de peso (g) semanal, en pollo de engorde de 1 a 6 semanas de edad.	18
Cuadro 9. Efectos de la adición de Xilanasa sobre el consumo de alimento (g) semanal, en pollo de engorde de 1 a 6 semanas de edad.	18
Cuadro 10. Efectos de la adición de Xilanasa sobre la Conversión alimenticia (g/g) por semana, en pollo de engorde de 1 a 6 semanas de edad.	19
Cuadro 11. Efecto de la xilanasa en dietas hipocalóricas sobre el desempeño productivo total en pollos de engorde de 1 a 42 días de edad.	20
Cuadro 12. Beneficio neto por pollo según tratamiento.	20

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Resultados promedios en la fase de inicio, según cada tratamiento.....	35
Anexo 2. Resultados promedios en la fase de crecimiento, según cada	35
Anexo 3. Resultados promedios en la fase de engorde, según cada tratamiento	36
Anexo 4. Resultados promedios en la totalidad de las fases, según cada	36
Anexo 5. Evidencias de ejecución de la tesis.....	37

RESUMEN

En la avicultura de engorde, la formulación de dietas balanceadas a costos óptimos, cada día es de mayor desafío, por el aumento de precio de los insumos, así como su alterada disponibilidad, han encarecido las dietas alimenticias. El objetivo de nuestro estudio fue evaluar el efecto de la inclusión de xilanasa en dietas de pollos de engorde de menor valor calórico con menos insumos energético sobre el desempeño productivo y rentabilidad. Se emplearon 120 pollos bebé de 1 día de edad de la línea Cobb500, los cuales se distribuyeron en tres tratamientos, DB: Dieta base (Sin xilanasa), DB80: Dieta base con xilanasa menos 80 kcal/kg y DB120: Dieta base con xilanasa menos 120 kcal/kg, con cinco repeticiones. El trabajo se realizó durante los meses de junio y julio del 2022 (1 a 42 días de edad); en la granja La Soledad; ubicado en km 592 Chicama; provincia de Ascope departamento de la Libertad. Los resultados fueron analizados a través del análisis de varianza y no mostraron diferencia estadística en ninguna de las variables estudiadas; no obstante, los tratamientos con xilanasa con dietas hipocalóricas de DB80 kcal/kg y DB120 kcal/kg mostraron mayor peso final y mayor ganancia de peso, (3.11kg; 3.17kg y 72.65g; 73.96g respectivamente), en relación con la dieta base sin xilanasa (DB: 3.07kg y 71.71g). En cuanto al consumo de alimento, los resultados fueron favorables para los tratamientos con xilanasa DB80: 132.38g y DB120: 132.81g, en comparación con el tratamiento sin xilanasa DB:128.98g. La conversión alimenticia fue similar para todos los tratamientos (DB:1.80, D80:1.82, DB120:1.80). Obteniéndose mayor rentabilidad en los tratamientos con xilanasa, con 55.15 y 58.98%; frente a 52.74% del tratamiento sin xilanasa. Por lo tanto, se concluye que la inclusión de xilanasa en dietas con menor valor energético genera el aporte energético necesario, que no afecta negativamente el desempeño productivo y aumenta la rentabilidad.

Palabras clave: xilanasa, avicultura, pollos de engorde, energía, producción

ABSTRACT

In broiler poultry, the formulation of balanced diets at optimal costs is becoming more challenging every day, due to the increase in the price of inputs, as well as their altered availability, have made diets more expensive. The objective of our study was to evaluate the effect of the inclusion of xylanase in broiler diets of lower caloric value with less energy inputs on productive performance and profitability. 120 1-day-old baby chickens of the Cobb500 line were used, which were distributed in three treatments, DB: Base diet (Without xylanase), DB80: Base diet with xylanase with less than 80 kcal/kg and DB120: Base diet with xylanase minus 120 kcal/kg with five replicates. The work was carried out during the months of June and July 2022 (1 to 42 days old); at La Soledad farm; located at km 592 Chicama; province of Ascope department of Liberty. The results were analyzed through the analysis of variance and did not show a statistical difference in any of the variables studied; however, xylanase treatments with hypocaloric diets of DB80 kcal/kg and DB120 kcal/kg showed higher final weight and greater weight gain (3.11kg; 3.17kg and 72.65g; 73.96g respectively), in relation to the base diet without xylanase (DB: 3.07kg and 71.71g). Regarding feed consumption, the results were favorable for the treatments with xylanase DB80: 132.38g and DB120: 132.81g, compared to the treatment without xylanase DB: 128.98g. Feed conversion was similar for all treatments (DB:1.80, D80:1.82, DB120:1.80). Obtaining greater profitability in the treatments with xylanase, with 55.15 and 58.98%; compared to 52.74% of the treatment without xylanase.

Therefore, it is concluded that the inclusion of xylanase in diets with lower energy value generates the necessary energy intake, which does not negatively affect productive performance and increases profitability. Finally, it is recommended to evaluate the effect of xylanase in diets with less energy inputs on the microbiota and intestinal integrity.

Keywords: xylanase, poultry, broilers, energy, production

I. INTRODUCCIÓN

La avicultura en nuestro país proporciona puestos de trabajo y alimentos de alto valor nutricional en la alimentación humana (MINAGRI et al., 2017). En los diez primeros meses del año 2022, la producción de pollo ha crecido un 2.3% respecto al mismo periodo del año 2021, el cual refleja que el sector avícola representa 26.3% para el mes de setiembre del Valor Bruto (VB) de la producción agropecuaria (De los Ángeles et al., 2022).

Actualmente, la producción de pollos de engorde es la rama más intensiva de la ganadería, por su reproducción muy rápida, períodos cortos de cría y una inversión relativamente baja, lo que, en comparación con otras ramas de la producción ganadera (Puvača et al., 2018; Lika et al., 2021), permiten una rotación más rápida y, por lo tanto, una producción eficiente y económica. Por otro lado, la carne de pollo se caracteriza por su riqueza nutricional (Lorenzo et al., 2014), fácil digestibilidad (Marangoni et al., 2015) y alto valor energético (Beauclercq et al., 2016).

Sin embargo, con el alto precio del maíz importado, las dietas de pollos también incrementan, lo cual se traduce en altos costos de producción y mínimas ganancias para el productor (Sattar et al., 2021). Asimismo, la energía es uno de los componentes más caros en las dietas para animales de alto rendimiento. Por lo tanto, una dieta formulada con un contenido energético más bajo implica un precio de costo más bajo (Rovers y Excentials, 2014).

En adición, las aves de corral no producen carbohidrasas endógenas capaces de hidrolizar polisacáridos no amiláceos (NSP), como los arabinoxilanos, presentes en los cereales viscosos (Dillon et al., 2015). Del mismo modo, los NSP pueden disminuir la capacidad del ave para utilizar de manera eficiente la proteína y la energía de estos materiales de alimentación (Choct et al., 2006).

Todo esto obliga a buscar aditivos como las enzimas que permitan bajar los costos y a la vez mejorar la digestibilidad de los insumos base como el

maíz y la soya.

Por otro lado, la utilización de enzimas en la industria avícola permite generar tendencias de uso por su efectividad a nivel de los parámetros productivos de las aves, en especial de los pollos de engorde, sin embargo, las enzimas no tan sólo permiten la utilización de nuevos ingredientes de forma económica, sino que, tienen un efecto positivo sobre el medio ambiente, pues en algunos casos permiten reducir la contaminación asociada con la producción animal (Alagawany et al., 2018).

El presente trabajo de investigación se enfocó en evaluar el efecto de la adición de Xilanasa en dietas para pollos de engorde a base de maíz y soya con menor nivel de inclusión de estos insumos, sobre los parámetros productivos y rentabilidad económica.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Pollo de engorde

El crecimiento de la producción avícola ha sido mayor que en otras especies ganaderas (Bessei et al., 2018). A nivel mundial, se sacrifican 66 mil millones de pollos de engorde por año (FAO et al., 2017), siendo los mayores productores: Estados Unidos, China, la Unión Europea y Brasil (Mottet y Temptio, 2017).

Las líneas genéticas de pollo de engorde más populares en el mundo son Cobb500 y Ross308 (Hartcher y Lum., 2020). La selección genética en los últimos 60 años ha llevado a tasas de crecimiento rápido y a un mayor rendimiento de carne en pollos de engorde, reduciendo drásticamente la edad de sacrificio, el consumo de alimento y requerimiento de energía para alcanzar el peso de mercado (Bradshaw et al., 2002; Tallentire et al., 2016). Las tasas de crecimiento aumentaron más de un 400 % entre los años 1957 y 2005 (Zuidhof et al., 2014), y el ~90 % de este aumento se debió a la selección genética y el resto a la dieta (Havenstein et al., 2003).

2.2. Parámetros productivos del pollo de engorde

En la actualidad, el pollo de engorde tiene alta eficiencia alimenticia como se evidencia en la conversión alimenticia de 1.64 en línea cobb500 y 1.53 en ross308 a las 6 semanas de edad de pollos de engorde machos, cuando alcanzan ~3kg (Cuadro 1 y 2). Asimismo, los machos tienen mejor desempeño productivo que las hembras, mostrando mayor peso final, ganancia de peso y conversión alimenticia (Cuadro 1 y 2).

Cuadro 1. Parámetros productivos de pollos de engorde Cobb 500.

Edad	Peso vivo (g)		Consumo de alimento acumulado (g)		Ganancia de peso (g)		Conversión alimenticia acumulada (g/g)	
	M	H	M	H	M	H	M	H
Semana 1	194	191	146	145	30	29	0.75	0.76
Semana 2	534	521	547	535	60	58	1.02	1.03
Semana 3	1042	995	1263	1215	81	74	1.21	1.22
Semana 4	1675	1554	2273	2146	97	83	1.36	1.38
Semana 5	2392	2153	3540	3258	106	87	1.48	1.51
Semana 6	3147	2757	4999	4520	108	85	1.59	1.64

M: machos, H: hembras. Fuente: Cobb500 (2022).

Cuadro 2. Parámetros productivos de pollos de engorde Ross 308.

Edad	Peso vivo (g)		Consumo de alimento acumulado (g)		Ganancia de peso (g)		Conversión alimenticia acumulada (g/g)	
	M	H	M	H	M	H	M	H
Semana 1	213	214	160	170	33	33	0.752	0.792
Semana 2	549	532	543	531	59	55	0.991	0.999
Semana 3	1067	998	1205	1129	85	75	1.129	1.131
Semana 4	1739	1575	2180	1986	103	87	1.253	1.261
Semana 5	2509	2211	3455	3082	114	92	1.377	1.394
Semana 6	3316	2856	4980	4369	115	91	1.502	1.530

M: machos, H: hembras. Fuente: Ross308 (2022).

2.3. Sistema digestivo de las aves

El tracto gastrointestinal (TGI) de las aves es más corto comparado con el de los mamíferos, lo cual, se traduce en menor área, tiempo y eficiencia para la digestión y la absorción de nutrientes. Sin embargo, su aparato digestivo degrada parcialmente los nutrientes de la dieta, en un tiempo aproximado de dos horas y media. No obstante, esto puede cambiar con el tipo y cantidad de alimento, y el

estado fisiológico del ave (Macari et al., 1994).

El TGI es un ducto recubierto por células epiteliales que cumplen funciones especiales como: la trituración, secreción, digestión, absorción, transporte y defensa. La superficie interna intestinal posee vellosidades intestinales; que a su vez, tienen microvellosidades (Adedokun y Olojede, 2019). Los microorganismos del TGI modulan el sistema inmunológico, el metabolismo e influyen en el desarrollo y formación estructural del intestino. Así mismo, nutricionalmente, retiene la energía y productos nitrogenados, modula la absorción de ácidos grasos, glucosa, vitaminas y minerales. El sistema inmunológico del TGI es de los más grandes puesto que contiene mayor cantidad de células inmunológicas (Shira y Friedman, 2018).

2.4. Polisacáridos no Amiláceos (PNAs)

Los PNAs abarcan la celulosa, arabinosilanos, beta-glucanos y pectinas. Insumos como el maíz y la soya poseen alto contenido de PNAs que interfieren con la digestión (Tiwari et al., 2020).

La pared celular vegetal se divide en pared primaria y secundaria. La primera es capaz de crecer activamente, mientras que la segunda se va formando hasta que la célula alcanza la madurez. Las paredes celulares primarias están compuestas por polisacáridos hemicelulósicos, microfibrillas de celulosa y polisacáridos pécticos (Tiwari et al., 2020). Las paredes celulares secundarias contienen lignina y polisacáridos como celulosa y hemicelulosa (Tiwari et al., 2020). Varias hemicelulosas constituyen la pared celular secundaria, tales como: xilano, heteroxilano, xiloglucano, arabinogalactanos y glucomanano (Zhong y Ye, 2015).

El xilano es un esqueleto homopolimérico de subunidades de β - (1,4) -D-xilosa, sustituido por una diversidad diferente de cadenas laterales, predominantemente unidades de α -L-arabinosilo y α -D-glucuronosilo (Knob et al., 2013; Geiser et al., 2013). Según la composición y las diferentes cadenas laterales adjuntas, los xilanos se clasifican en cuatro familias principales (Hilpmann et al., 2016; Dos Santos et al., 2018): Arabinosilanos (AX), sustituidos con la cadena lateral de las subunidades α -L arabinofuranosilo; Glucuronosilanos (GX), que

contienen ácido α -D-glucurónico y su derivado 4-O-metil éter; Glucuroarabinoxilanos (GAX), que contienen α -L-arabinosa y ácido α -D-glucurónico; y Galactoglucuronoarabinoxilanos (GGAX), residuos de β -Dgalactopiranosilo presentes en cadenas laterales de oligosacáridos complejos.

Los arabinoxilanos (AX) de cereales (también conocidos como pentosanos) se componen de una lineal β -1,4-ligado columna vertebral xilosa que puede estar sustituido en la posición 2 'OH y / o 3'-OH, en general, con residuos de arabinosa individuales (Marquez-Escalante et al., 2018). A diferencia del almidón con enlaces α , que se hidroliza a glucosa mediante enzimas endógenas, los enlaces β en arabinoxilano y otros polisacáridos no almidonados (NSP) deben ser degradados por enzimas microbianas. Por tanto, los monogástricos no pueden obtener energía directamente de los arabinoxilanos. Los efectos antinutricionales de los arabinoxilanos y otras NSP se han revisado previamente (Huntley y Patience, 2018). Los estudios realizados en pollos de engorde encontraron que AX no se digiere en el intestino delgado y produce un timbre viscoso en el intestino, lo que lleva a la proliferación de bacterias patógenas, inflamación intestinal y deterioro de la función de barrera en el intestino y lesiones intestinales graves (Teirlynck et al., 2009a; Teirlynck et al., 2009b).

La xilosa, como componente principal de los polímeros de xilano vegetal, es uno de los carbohidratos más abundantes, solo superado por la glucosa (Huntley y Patience, 2018).

Sin embargo, los pollos de engorde carecen de enzimas endógenas para digerir PNAs (Singh et al., 2017). Por lo que es necesario el suministro de enzimas exógenas.

2.5. Enzimas exógenas

El uso de enzimas como b-glucanasa y el uso de xilanasas en dietas para pollo de engorde aumentó la eficiencia productiva y digestibilidad de los aminoácidos (Matthiesen et al., 2020).

Los complejos enzimáticos (Amilasas, beta glucanasas, celulasas, pectinasas, fitasas, proteasas y xilanasas) tienen varios beneficios que han sido reportados en aves de corral tales como: incremento de nutrientes disponibles (aminoácidos, calcio y fosforo), disminución de FAN presentes en los ingredientes del alimento, aumento de la producción, aumento de la flexibilidad en el uso de ingredientes para los fabricantes de alimentos, incremento uniforme en el performance animal, reducción de problemas de cama húmeda, reducción del impacto medioambiental y disminución del costo de la dieta (Walk y Poernama, 2019). Estas enzimas son producidas por fermentación en estado sólido, la cual produce enzimas de mejor calidad (Olukomaiya et al., 2019).

2.6. Xilanasas en avicultura

Las xilanasas se clasifican como glucosidasas que catalizan la hidrólisis de los enlaces 1,4- β -D-xilosídicos en el polímero xilano. Las endo-xilanasas se caracterizan por hidrolizar enlaces en el interior de los polímeros de xilano y las exo-xilanasas actúan hidrolizando el xilano desde el extremo reductor o no reductor. Inicialmente, las xilanasas y celulasas se agruparon en seis familias; actualmente existen 168 familias de glucósidos hidrolasas (GH) reconocidas en la base de datos CAZy (Drula et al., 2022; CAZy et al., 2022). Algunas familias que tienen estructuras tridimensionales relacionadas se agrupan en niveles jerárquicos más altos conocidos como clanes (CAZy et al., 2022). Hasta la fecha, se tienen 18 clanes diferentes (GH-A a GH-R) y la mayoría de los clanes contienen de dos a tres familias, además de GH-A, que contiene 24 familias. Las xilanasas suelen reservarse para las familias 10 y 11 (CAZy et al., 2022).

Las xilanasas es un grupo de enzimas que consta de endo -1,4- β - D -xilanasas, β - D-xilosidasas, α -glucuronidasa, α - L -arabinofuranosidasas, p -esterasa cumarica y esterasa de ácido ferúlico que participan en la despolimerización de xilano en monosacárido y xilooligosacáridos sencillos (Romero-Fernández et al., 2018).

La endo-1,4- β -xilanasasa rompe el enlace β -1,4-glicosídico interno de la estructura del xilano y produce pequeñas fracciones de los xilooligosacáridos como xilosa, xilobiosa y xilotriosa con mayor grado de polimerización (Burlacu et al., 2016). Generalmente, las endoxilanasas muestran una óptima actividad enzimática en intervalo de pH entre 4,0 y 6,5 y temperaturas entre 40 y 80°C (Linares-Pastén et al., 2018).

La β -D-xilosidasa divide el extremo no reductor de los xilooligosacáridos, como los residuos de xilosa (Daas et al., 2017). Después de la hidrólisis secuencial de xilano por xilanasas, entra a tallar la β -xilosidasa ya que degrada los oligómeros cortos en monómeros (Daas et al., 2017).

Las arabinofuranosidasas son las enzimas que hidrolizan los residuos terminales α -1,2-, α -1,3- y α -1,5 α -larabinofuranosilo de diferentes oligosacáridos y polisacáridos como arabinoxilano, y arabinanos con modos de acción endo y exo (Contesinia et al., 2017).

Las α -glucuronidasas son necesarias para la escisión del enlace α 1,2-glicosídico entre el ácido D-glucurónico o su 4-O-metil éter y la unidad de xilopiranosilo del extremo no reductor terminal de los pequeños xilooligosacáridos (Linares-Pastén et al., 2018).

Las xilanasas han demostrado ser una gran alternativa para mejorar el aprovechamiento de los nutrientes y con ello el desempeño productivo de las aves, esto se da mediante diversos mecanismos como disminuir la viscosidad, favorecer el crecimiento de las bacterias benéficas, aumentar los ácidos grasos volátiles (Cuadro 3).

Cuadro 3. Efecto de xilanasas en avicultura.

Animal	Dosis	Efectos	Referencias
Pollos engorde Ross 508	de 16000 BXU/kg	Disminuyó la viscosidad de contenido ileal (19%) y ácido láctico en ciego. Además, aumentó los residuos solubles de arabinosa y xilosa en el íleon, <i>Bifidobacterium spp</i> , ácidos acético y butírico en el ciego.	Lee et al. (2017)
Pollos engorde 308	de 16000 BXU/kg	Aumentó la retención de materia seca, energía retenida como grasa (5%) y eficiencia de la energía retenida como grasa (6%).	Olukosi y Bedford (2019)
Pollos engorde Lohman	de 16000 BXU/kg	Aumentó de consumo y ganancia de peso, y mejoró la conversión alimenticia (2%).	Walk y Poernama (2019)
Pollos engorde Cobb 500	de 0, 8000 y 16000 XU/kg	Aumentó linealmente la ganancia de peso, producción de acetato y la población de <i>Ruminonoccaceae</i> .	Singh et al. (2021)
Pollos engorde Ross 708	de 10000 XU/kg + <i>Bacillus spp</i> multicepa (1×10^8 UFC/kg)	Aumentó la ganancia de peso y redujo la conversión alimenticia. Redujo lesiones intestinales y población de <i>Clostridium</i> , <i>E. coli</i> .	Nusairat et al. (2022)

2.7. Modo de acción de la Xilanasas

La utilización de enzimas en las dietas de animales monogástricos ha aumentado considerablemente, con el objetivo de disminuir los costos de la dieta, mejorar el desempeño de los animales, eliminar FAN y la reducir la excreción de residuos contaminantes (Hoeck et al., 2021).

Las xilanasas actúan de dos maneras, cortando el centro de la xilosa (actividad endo) para generar arabinoxilo-oligosacáridos de cadena más corta o cortando los extremos de la cadena (actividad exo) para producir azúcares sin xilosa (Kumla et al., 2020). Las xilanasas incrementan la energía digestible en dietas que poseen granos de baja calidad, lo cual justifica su inclusión en

formulaciones dietéticas (Walters et al., 2018).

2.8. Factores de la actividad enzimática de la Xilanasas

Linares-Pastén et al., (2018) mencionan que, las xilanasas de origen fúngico tienen mayor actividad en medios de pH ligeramente ácidos (4.5 - 6.5). Las de origen bacterianos se desempeñan mejor en pH más alcalinos, y tienen menos acción en tramos anteriores de TGI. Por otro lado, las enzimas de origen fúngico se desempeñan mejor en pH más ácidos y disminuyen su actividad bajo condiciones neutras (Linares-Pastén et al., 2018).

La actividad enzimática es dependiente del pH, la temperatura y la cantidad de sustrato. La acción de la xilanasas es óptima a un pH de 5.3 y temperatura hasta 50° C (Dhiman y Mukherjee, 2018). La temperatura óptima de las xilanasas bacterianas y fúngicas varía entre 40 y 60°C. Por otro lado, las xilanasas fúngicas son más termoestables que las bacterianas, asimismo, muestran pH óptimos de 3 a 6 (Dhiman y Mukherje, 2018).

Asimismo, los inhibidores de xilanasas demostraron ser otro obstáculo a superar. Estos inhibidores se han encontrado en el trigo (McLauchlan et al., 1999; Goesert et al., 2001), la cebada (Goesert et al., 2002), el centeno (Goesert et al., 2004) y el maíz (Fierens et al., 2007). Se descubrió que el trigo posee tres inhibidores estructuralmente diferentes, el inhibidor de xilanasas de *T. aestivum* (TAXI) (McLauchlan et al., 1999), el inhibidor de xilanasas similar a la taumatina (TLXI) (Flatman et al., 2002) y la proteína inhibidora de xilanasas (XIP) (Gebruers et al., 2010).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

La fase experimental, se realizó en un galpón de la granja La Soledad; ubicado en km 592 Chicama; provincia de Ascope. Departamento de la Libertad a una altitud de 125 mil metros sobre el nivel del mar con una temperatura generalmente varía de 16 °C a 26 °C y rara vez baja a menos de 15 °C o sube a más de 28 °C.

3.2. Animales de estudio

Se utilizó un galpón de 6 m² x 4 m² con techo de manta negra protegido con break para agua, laterales con mantas de color negro y blanco, piso de cemento, bebederos automáticos, cilindro y mangueras de gas lámparas para controlar temperatura, válvulas de gas, comederos. Termómetros digitales para controlar T° ambiente y humedad de cama. se separa en 15 jaula diseñadas con malla metálica y madera. La ventilación será regulada por cortinas para mantener la temperatura estable.

Dentro del galpón se distribuyó en corrales, en los cuales habitarán 8 pollos por corral con cinco repeticiones por corral y tres tratamientos. Las dimensiones fueron de 1 m² y cama de 8 cm de pajilla de arroz.

El manejo rutinario comprendió: agua (administración y regulación); alimento (distribución y administración por la mañana y tarde; así como el movimiento para estimulación); limpieza de camas; medicación en caso de enfermedades; manejo de mantas (de acuerdo a temperatura, humedad y ventilación); manejo de aves muertas y plagas (moscas, roedores).

3.3. Animales y Alimentación

Se utilizó 120 pollos machos de la línea Cobb 500, desde el primer día de nacidos hasta los 42 días de vida. A partir del primer día se realizó el experimento. En la alimentación de los pollos se utilizaron tres etapas de alimentación, las cuales serán inicio (0 a 10 días de edad), crecimiento (11 a 22 días de edad) y finalización (23 a 42 días de edad), cuadros 4, 5 y 6; con tres dietas: Dieta base sin enzima (DB), Dieta base con enzima menos 80 kcal/kg (DB80), Dieta base con adición menos de 120 kcal/kg (DB120). Se utilizó la enzima xilanasa.

Cuadro 4. Composición porcentual y nutricional de dietas para pollos de engorde en fase de inicio (0 a 10 días de edad).

Ingredientes ¹	Tratamientos		
	DB	DB80	DB120
Maíz Amarillo 8%	54.400	56.230	57.082
Torta de soya 45%	36.343	36.683	36.871
Soya integral	1.188	0.481	0.000
Aceite de soja	3.064	1.622	1.000
Carbonato de calcio 38%	1.979	1.980	2.000
Fosfato dicálcico	1.196	1.196	1.196
Cloruro de sodio (NaCl)	0.204	0.201	0.182
Bicarbonato de sodio	0.464	0.468	0.532
DL – Metionina	0.293	0.290	0.289
L – Lisina	0.176	0.142	0.141
L – Treonina	0.036	0.025	0.025
Premezcla Pollo	0.100	0.100	0.100
Anticoccidial	0.080	0.080	0.080
Colina 60%	0.170	0.170	0.170
Lincomicina	0.050	0.050	0.050
Butirato de Sodio	0.050	0.050	0.050
Fitasa	0.007	0.007	0.007
Xilanasa	0.000	0.025	0.025
Secuestrante de micotoxinas	0.200	0.200	0.200
Valor nutritivo²			
Energía Metabolizable (kcal/kg)	3035	2955	2915
Proteína Cruda (%)	22	22	22
Metionina (%)	0.584	0.582	0.582
Metionina + Cistina (%)	0.880	0.880	0.880
Lisina (%)	1.210	1.180	1.180
Calcio (%)	1.320	1.320	1.328
Fósforo Disponible (%)	0.450	0.450	0.450

¹Composición de nutrientes según Rostagno (2017).

²requerimientos recomendados basado en Cobb 500 (2022).

Cuadro 5. Composición porcentual y nutricional de dietas para pollos de engorde en fase de crecimiento (11 a 22 días de edad).

Ingredientes ¹	Tratamiento		
	DB	DB80	DB120
Maíz Amarillo 8%	58.317	60.335	60.488
Torta de soya 45%	30.483	31.159	31.124
Soya integral	3.496	2.134	2.143
Aceite de soja	3.256	1.889	1.381
Carbonato de calcio 38%	0.866	0.866	1.215
Fosfato dicálcico	1.070	1.071	0.918
Cloruro de sodio (NaCl)	0.420	0.417	0.400
Bicarbonato de sodio	1.179	1.184	1.386
DL – Metionina	0.248	0.247	0.247
L – Lisina	0.098	0.106	0.106
Premezcla Pollo	0.100	0.100	0.100
Salmonicina 12%	0.060	0.060	0.060
Colina 60%	0.150	0.150	0.150
Lincomicina	0.050	0.050	0.050
Fitasa	0.007	0.007	0.007
Xilanasa	0.000	0.025	0.025
Secuestrante de micotoxinas	0.200	0.200	0.200
Valor nutritivo²			
Energía Metabolizable (kcal/kg)	3108	3028	2988
Proteína Cruda (%)	20	20	20
Metionina (%)	0.52	0.52	0.52
Metionina + Cistina (%)	0.80	0.80	0.80
Lisina (%)	1.05	1.05	1.05
Calcio (%)	0.85	0.85	0.86
Fósforo Disponible (%)	0.42	0.42	0.42

¹Composición de nutrientes según Rostagno (2017).

²Requerimientos recomendados basado en Cobb 500 (2022).

Cuadro 6. Composición porcentual y nutricional de dietas para pollos en fase de engorde (23 a 42 días de edad).

Ingredientes ¹	Tratamientos		
	DB	DB80	DB120
Maíz Amarillo 8%	63.872	65.621	66.754
Torta de soya 45%	28.547	27.839	29.003
Soya integral	1.282	1.781	0.000
Aceite de soja	3.123	1.551	1.000
Carbonato de calcio 38%	0.786	0.788	0.787
Fosfato dicálcico	0.881	0.882	0.883
Cloruro de sodio (NaCl)	0.353	0.352	0.384
Bicarbonato de sodio	0.000	0.000	0.000
DL – Metionina	0.213	0.212	0.211
L – Lisina	0.075	0.082	0.086
Premezcla Pollo	0.100	0.100	0.100
Salmonicina 12%	0.060	0.060	0.060
Colina 60%	0.150	0.150	0.150
Lincomicina	0.050	0.050	0.050
Pigmentante	0.150	0.150	0.150
Fitasa	0.007	0.007	0.007
Xilanasa	0.000	0.025	0.025
Secuestrante de micotoxinas	0.200	0.200	0.200
Valor nutritivo ²			
Energía Metabolizable (kcal/kg)	3167.00	3087.00	3047.00
Proteína Cruda (%)	19.00	19.00	19.00
Metionina (%)	0.48	0.48	0.48
Metionina + Cistina (%)	0.74	0.74	0.74
Lisina (%)	0.95	0.95	0.95
Calcio (%)	0.76	0.76	0.76
Fósforo Disponible (%)	0.38	0.38	0.38

¹Composición de nutrientes según Rostagno (2017).

²Requerimientos recomendados basado en Cobb 500 (2022).

3.4. Sanidad

El calendario de vacunación se utilizó el recomendado por Cevac para, Hipraviar, Bronquitis Infecciosa, Newcastle (CEVAC, 2010).

3.5. Variable Independiente

- ✓ Enzima xilanasa.

3.6. Tratamientos

Los tratamientos consistieron en la adición de Xilanasa en dosis de 250g/t en dieta hipocalóricas de pollos de engorde y que corresponden a:

- DB: Dieta base (sin xilanasa).
- DB80: Dieta con xilanasa 250 g/t con menos 80 kcal/kg
- DB120: Dieta con xilanasa 250 g/t con menos 120 kcal/kg

3.7. Variables Dependientes

a) Productivos:

- ✓ Ganancia de peso (g)
- ✓ Consumo de alimento (g)
- ✓ Conversión alimenticia (g/g)

Los pollos fueron pesados al final de cada etapa. El consumo de alimento, la ganancia de peso, conversión alimenticia y mortalidad se evaluaron al final de cada fase y durante el periodo total.

b) Rendimiento económico:

- ✓ Análisis económico.

Los cálculos para el beneficio neto de cada tratamiento se analizaron mediante la siguiente ecuación:

$$BN_j = PY_j - (CV_j + CF_j)$$

Donde:

BN_j = Beneficio neto en S/ por animal

j = Tratamiento

P = Precio por kg del pollo (S/)

Y_j = Peso final del pollo (kg)

CV_j = Costo variable pollo (S/)

CF_j = Costo fijo por pollo (S/)

Para la estimación del beneficio, los costos variables consistieron en la alimentación base, el alimento balanceado con y sin xilanasa para cada tratamiento.

3.8. Diseño experimental y análisis estadístico

Los animales estuvieron distribuidos a través de un diseño completamente al azar durante la etapa de crianza de 1 a 6 semanas, con tres tratamientos y 5 repeticiones. Cada unidad experimental estuvo representada por 10 aves, distribuidos al azar.

Modelo Aditivo Lineal para el Diseño completamente al Azar:

$$y_i = u + t_i + e_i$$

Donde:

y_i = Observación de la variable.

u = corresponde al promedio de la población.

t_i = mide el efecto del nivel de xilanasa en la dieta.

e_i = mide el efecto aleatorio del error.

Las variables se evaluaron mediante el Análisis de Varianza (ANOVA) usando el programa estadístico Infostat y las medias de tratamientos comparados con la prueba de Tukey.

IV. RESULTADOS

4.1. Parámetros productivos

En el Cuadro 7, se muestra el efecto de la Xilanasa sobre el peso semanal de las dietas de pollos de engorde de 1 a 6 semanas de edad, donde no se observa diferencia estadística ($p > 0.05$) entre las dietas control y las dietas que usan niveles energéticos diferentes entre las semanas 2 a 6 de edad; pero si con resultados significativo en la semana 1 de edad para los tratamientos con dietas hipo calóricas DB80 y DB120.

Cuadro 7. Efectos de la adición de Xilanasa sobre el peso semanal, en pollo de engorde de 1 a 6 semanas de edad.

Semanas	Tratamientos ¹			E.E ²	p-valor ³
	DB	DB80	DB120		
sem1	177.16a	189.02b	179.45ab	3.39	0.0351
sem2	388.11a	407.50a	401.50a	10.58	0.4179
sem3	784.23a	823.42a	806.43a	20.73	0.4099
sem4	1412.00a	1535.78a	1506.98a	36.12	0.0505
sem5	2250.63a	2344.48a	2355.60a	46.03	0.2124
sem6	3074.83a	3112.65a	3167.88a	5.56	0.5411

¹DB: Dieta base (Sin xilanasa), DB80: Dieta base con xilanasa menos 80 kcal/kg y DB120: Dieta base con xilanasa menos 120 kcal/kg.

²E.E: error estándar.

³p-valor según la prueba estadística Tukey

En el Cuadro 8, se reporta el efecto de la Xilanasa sobre la ganancia de peso semanal de las dietas de pollos de engorde de 1 a 6 semanas de edad, donde se aprecia que en la semana 1 existe una diferencia estadística ($p < 0.0105$) entre las dietas control y las dietas que usan xilanasa y, siendo el resultado no significativo ($p < 0.05$) entre las semanas 2 a 6 de edad para los tratamientos con dietas hipocalóricas (DB80 y DB120).

Cuadro 8. Efectos de la adición de Xilanasa sobre la ganancia de peso (g) semanal, en pollo de engorde de 1 a 6 semanas de edad.

Semanas	Tratamiento ¹			E.E ²	p-valor ³
	DB	DB80	DB120		
sem1	114.35a	127.78b	117.87ab	3.34	0.0105
sem2	210.96a	218.48a	222.05a	11.11	0.7717
sem3	396.12a	415.93a	404.93a	21.45	0.8076
sem4	627.76a	708.35a	700.54a	39.91	0.2931
sem5	838.63a	812.70a	848.63a	43.51	0.8341
sem6	824.20a	768.18a	812.28a	59.14	0.7799

¹DB: Dieta base (Sin xilanasa), DB80: Dieta base con xilanasa menos 80 kcal/kg y DB120: Dieta base con xilanasa menos 120 kcal/kg.

²E.E: error estándar.

³p-valor según la prueba estadística Tukey

En el Cuadro 9, se reporta el efecto de la Xilanasa sobre consumo de alimento semanal de las dietas de pollos de engorde de 1 a 6 semanas de edad, donde en las semanas 1, 2, 3 no hubo diferencia estadística ($p > 0.05$) entre las dietas control y las dietas que usan niveles energéticos diferentes; sin embargo, los consumos de alimento de las semanas 4, tratamiento DB, y 5, tratamiento DB80 reportaron variación significativa ($p < 0.05$).

Cuadro 9. Efectos de la adición de Xilanasa sobre el consumo de alimento (g) semanal, en pollo de engorde de 1 a 6 semanas de edad.

Semanas	Tratamientos ¹			E.E ²	p-valor ³
	DB	DB80	DB120		
sem1	146.00a	146.00a	146.01a	4.79	0.9900
sem2	401.25a	401.5a	407.5a	4.80	0.5827
sem3	668.03a	667.28a	667.53a	3.30	0.0667
sem4	1103.40b	1233.76a	1228.43a	27.86	0.0013
sem5	1402.25a	1358.02b	1402.60a	6.93	0.0001
sem6	1699.50a	1735.26a	1738.33a	12.36	0.0512

¹DB: Dieta base (Sin xilanasa), DB80: Dieta base con xilanasa menos 80 kcal/kg y DB120: Dieta base con xilanasa menos 120 kcal/kg.

²E.E: erros estándar.

³p-valor: según la prueba estadística Tukey.

En el cuadro 10, se muestra el efecto de la Xilanasa sobre la Conversión alimenticia (g/g) por semana según tratamiento, demostrando que no hay diferencia estadística ($p > 0.05$) entre las dietas control y las dietas que usan niveles energéticos diferentes.

Cuadro 10. Efectos de la adición de Xilanasa sobre la Conversión alimenticia (g/g) por semana, en pollo de engorde de 1 a 6 semanas de edad.

Semanas	Tratamientos ¹			E.E ²	p-valor ³
	DB	DB80	DB120		
sem1	1.31a	1.16a	1.30a	0.06	0.1263
sem2	2.16a	2.10a	2.14a	0.16	0.9650
sem3	1.97a	1.87a	1.94a	0.16	0.9806
sem4	1.98a	2.04a	2.32a	0.21	0.4792
sem5	2.02a	1.79a	2.06a	0.16	0.4445
sem6	2.63a	2.88a	2.49a	0.29	0.6365

¹DB: Dieta base (Sin xilanasa), DB80: Dieta base con xilanasa menos 80 kcal/kg y DB120: Dieta base con xilanasa menos 120 kcal/kg.

²E.E: error estándar.

³p-valor según la prueba estadística Tukey

Desempeño productivo total (1 a 42 días)

En el cuadro 11, se muestra el desempeño productivo de los pollos de engorde sometidos a diferentes tratamientos durante un periodo total (1 a 6 semanas) observo que con excepción del consumo de alimento (g), las variables evaluadas en este periodo no mostraron diferencia estadística significativa ($p = < 0.05$) en los cuales se aprecia que con niveles de energía de menos 80 y 120 kcal/kg se obtuvieron los mayores pesos, en comparación a la dieta control.

Cuadro 11. Efecto de la xilanasa en dietas hipocalóricas sobre el desempeño productivo total en pollos de engorde de 1 a 42 días de edad.

Variables	Tratamientos ¹			E.E ²	p-valor ³
	DB	DB80	DB120		
Peso vivo (kg)	3.07a	3.11a	3.17a	0.06	0.5411
Consumo diario (g)	128.98b	132.38a	132.81a	3.08	0.0500
Ganancia diaria de peso (g)	71.71a	72.65a	73.96a	1.42	0.5335
Conversión alimenticia (g/g)	1.80a	1.82a	1.80a	0.04	0.8332

¹DB: Dieta base (Sin xilanasa), DB80: Dieta base con xilanasa menos 80 kcal/kg y DB120: Dieta base con xilanasa menos 120 kcal/kg.

²E.E: erros estándar.

³p-valor según la prueba estadística Tukey.

4.2. Rendimiento económico

En el cuadro 12, se muestra el análisis del beneficio neto de la siguiente investigación, mostrando que los pollos sometidos a dietas hipocalóricas con adición de xilanasa, muestran mejor rendimiento económico (ingreso total, costo total, utilidad y rentabilidad) para las aves que recibieron 250 g de xilanasa /t en dietas de menos 120 kcal/k (DB120) en comparación con la dieta base; 58.98% y 52.74% de rentabilidad respectivamente.

Cuadro 12. Beneficio neto por pollo según tratamiento.

Tratamientos ¹	Ingreso total por ave (S/.)	Costo total por ave (S/.)	Beneficio total por ave (S/.)	Rentabilidad (%)
DB	27.34	17.90	9.44	52.74
DB80	27.57	17.77	9.80	55.15
DB120	28.06	17.65	10.42	58.98

¹DB: Dieta base sin xilanasa, DB80: Dieta base con xilanasa menos 80 kcal/kg y DB120: Dieta base con xilanasa menos 120 kcal/kg.

V. DISCUSION

5.1. Parámetros productivos

5.1.1. Peso semanal.

Respecto a la ganancia de peso, los tratamientos que utilizaron dietas hipoenergéticas no mostraron diferencia estadística entre ellos al usar la xilanasa en las dietas; pero si con resultados significativo en la semana 1 de edad para los tratamientos con dietas hipocalóricas DB80 y DB120. Este efecto positivo de primera semana se debería a que el sistema digestivo no está completamente desarrollado, y favorece la inclusión de la enzima en la función digestiva al evitar elevar el ácido gástrico y enzimas digestivas, amortiguando el alto valor de pH en el tracto gastrointestinal y la proliferación de microorganismos dañinos (Celi et al., 2017).

5.1.2. Ganancia de peso y Conversión alimenticia.

Con respecto a la relación existente entre la conversión alimenticia y ganancia de peso semanal con el uso de xilanasa en dietas hipocalóricas, se observa que los resultados obtenidos no son estadísticamente significativos en relación con la dieta base, sin xilanasa; lo cual indica que la adición de la enzima compensa el valor energético faltante en las dietas, que al liberar nutrientes como proteína y aminoácidos la xilanasa empleada en el presente estudio libera 0.245% de proteína cruda, 0.01% de lisina y otros aminoácidos en menor porcentaje. Por lo tanto, el valor energético de las dietas se compensa, permitiendo que las aves no alteren su desarrollo corporal, y la conversión alimenticia tenga valores aceptables, como así fueron los tratamientos DB80 y DB120 (Cuadros 8 y 9), ya que la ganancia de peso y peso final favorables influyen directamente en la conversión alimenticia. Estudios relacionados a estos parámetros como el de Olukosi y Bedford

(2019), reportaron que la utilización de xilanasa aumentó la retención de materia seca ($p < 0.05$), energía neta de producción ($p < 0.05$), energía retenida como grasa ($p < 0.05$) y eficiencia de la energía retenida como grasa ($p < 0.05$). Del mismo modo, Walk y Poernama (2019), demostraron que la inclusión de xilanasa aumentó la ganancia de peso ($p < 0.0001$). Asimismo, Singh y otros (2021), reportaron que el empleo de xilanasa aumentó linealmente la ganancia de peso ($p < 0.01$), producción de acetato ($p < 0.01$) y la población de Ruminonocceae ($p < 0.01$).

5.1.3. Consumo de alimento y conversión alimenticia.

Respecto al consumo de alimento bajo el efecto de la Xilanasa en las dietas de pollos de engorde de 1 a 6 semanas de edad, los resultados de las semana 1, 2, 3 no tuvieron diferencia estadística ($p > 0.05$) entre las dietas control y las dietas que usan niveles energéticos diferentes; sin embargo, los consumos de alimento de las semanas 4, tratamiento DB, y 5, tratamiento DB80 reportan variación en el consumo con resultado de diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) (Cuadro 7). Primeramente los valores disminuidos en el consumo en estas semanas no siguen un patrón de afectación, más bien se muestra como un resultado puntual de esa semana, pudiéndose deber a otros factores de manejo o ambiente, más que al efecto de la xilanasa en la dieta; ya que en términos generales el consumo del alimento se mantiene normal; favoreciendo la conversión alimenticia, ya que el parámetro consumo influye en este valor zootécnico; así como lo pueden corroborar los hallazgos reportados de Walk y Poernama (2019), quienes demostraron que la inclusión de xilanasa aumentó el consumo ($p < 0.0001$) y mejoró la conversión alimenticia ($p < 0.0001$). Y con Jazi et al. (2018), quienes estudiaron el reemplazo de harina de soya (HS) por harina de soya fermentada (HSF), donde las codornices del tratamiento con HSF tuvieron mejor conversión alimenticia.

Sin embargo, se conoce que la utilización de productos de soja en las dietas de aves en dosis elevadas, limita la palatabilidad y digestibilidad por la presencia de anti-nutrientes (FAN), principalmente inhibidores de

enzimas proteolíticas (Aderibigbe et al., 2020) y PNAs que reducen la digestibilidad de los nutrientes (Salim et al., 2010). Por lo que la menor inclusión de soya integral en las dietas hipoenergéticas de nuestro estudio pudo favorecer la integridad intestinal y aprovechamiento de los nutrientes, y con ello equiparar las dietas control, favoreciendo los parámetros zootécnicos.

5.2. Rendimiento económico

En cuanto al rendimiento económico, las de mayor rentabilidad fueron las dietas hipocalóricas con xilanasas, comparado con la dieta base. Esto se explica por los valores favorables de peso final y consumo de alimento que, al no presentar una diferencia significativa en cada tratamiento, benefician el rendimiento productivo total (Cuadro 9); así, las diferencias en los costos variables, debidas a la adición de xilanasas varían favorablemente en el precio de la dieta hipocalórica, que a la vez permitió obtener una mayor rentabilidad, favorecido por el peso final. Y esto es importante ya que se conoce que la alimentación avícola representa el 70 % de los costos de producción y la energía representa más del 75 % del costo del alimento (Saleh et al., 2004; Noblet et al., 2015). Investigaciones recientes reportaron que el incremento de energía en la dieta entre 0,29 y 0,46 MJ/kg redujo el consumo de alimento y la conversión alimenticia (Gopinger et al., 2017; Johnson et al., 2020), por tanto, las dietas hipocalóricas benefician los resultados productivos y económicos del pollo de engorde.

VI. CONCLUSIONES

- La inclusión de xilanasa en dietas hipocalóricas no afectó negativamente los parámetros zootécnicos de las aves, favoreciendo el rendimiento productivo total.
- La inclusión de xilanasa en dietas con menos aporte energético genera un mayor beneficio económico.

VII. RECOMENDACIONES

- Evaluar el efecto de diferentes xilanasas en dietas con diferentes niveles de energía.
- Evaluar el efecto de xilanasas en la microbiota intestinal e integridad intestinal.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Adedokun, S.A., Olojede, O.C. 2019. Optimizing Gastrointestinal Integrity in Poultry: The Role of Nutrients and Feed Additives. *Frontiers in Veterinary Science*, 5.
- Aderibigbe, A., Cowieson, A. J., Sorbara, J. O., Pappenberger, G., Adeola, O. (2020). Growth performance and amino acid digestibility responses of broiler chickens fed diets containing purified soybean trypsin inhibitor and supplemented with a monocomponent protease. *Poultry Science*, 99(10), 5007-5017. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.06.051>
- Alagawany, M., Elnesr, Sh. S., Farag, M. R. 2018. The role of exogenous enzymes in promoting growth and improving nutrient digestibility in poultry. *Iranian Journal of Veterinary Research*, 19(3): 157-164.
- Beauclercq, S., Nadal-Desbarats, L., Hennequet-Antier, C., Collin, A., Tesseraud, S., Bourin, M., Le Bihan-Duval, E., Berri, C. 2016. Serum and Muscle Metabolomics for the Prediction of Ultimate PH, a Key Factor for Chicken-Meat Quality. *J. Proteome Res.*, 15, 1168–1178. <https://doi.org/10.1021/acs.jproteome.5b01050>
- Bessei, W. (2018). “Impact of Animal Welfare on Worldwide Poultry Production.” *World’s Poultry Science Journal* 74: 211–224. <https://doi.org/10.1017/S0043933918000028>
- Bradshaw, R.H., Kirkden, R.D., Broom, D.M. (2002). “A Review of the Aetiology and Pathology of Leg Weakness in Broilers in Relation to Welfare.” *Avian and Poultry Biology Reviews*; 13: 45–103. <https://doi.org/10.3184/147020602783698421>
- Burlacu, A., Cornea, C.P., Roming, F.I. (2016). Microbial xylanase: a review. *Scientific Bulletin Sci B Biotechnol.* 20: 2285–1364.

- CAZy. 2022. Glycoside Hydrolase family classification. Disponible en: <http://www.cazy.org/Glycoside-Hydrolases.html>
- Celi, P., Cowieson, A.J., Fru-Nji, F., Steinert, R.E., Klünter, A.M., Verlhac, V. (2017). Gastrointestinal functionality in animal nutrition and health: new opportunities for sustainable animal production. *Anim Feed Sci Tech.* 234:88–100. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.09.012>
- Choct, M. (2006). Enzymes for the feed industry: past, present and future. *Worlds Poult. Sci. J.* 62:5–16. <https://doi.org/10.1079/WPS200480>
- Cobb 500. (2022). Suplemento informativo sobre rendimiento y nutrición de pollos de engorde. Disponible en: https://www.cobb-vantress.com/es_MX/products/cobb500/
- Contesinia, F.J., Liberato, M.V., Rubio, M.V., Calzado, F., Zubieta, M.P., Riaño, D.M., Squina, F.M., Bracht, F., Skaf, M.S., Damásio, A.R. (2017). Structural and functional characterization of a highly secreted α -L-arabinofuranosidase (GH62) from *Aspergillus nidulans* grown on sugarcane bagasse. *Biochim Biophys Acta Proteins Proteom.* 1865(12):1758–1769.
- De los Ángeles Gutiérrez, M. (2022, 7 de diciembre). Perú registra un crecimiento de 2,3% en la producción de pollo de engorde. *aviNews*, la revista mundial de avicultura. <https://avinews.com/peru-se-evidencia-un-crecimiento-de-23-en-la-produccion-de-pollo-de-engorde/>
- Daas, M. J. A., Martínez, P. M., van de Weijer, A. H. P., van der Oost, J., de Vos, W. M., Kabel, M. A., van Kranenburg, R. (2017). Biochemical characterization of the xylan hydrolysis profile of the extracellular endo-xylanase from *Geobacillus thermodenitrificans* T12. *BMC Biotechnology*, 17(1), 44.
- Dhiman, S., Mukherjee, G. (2018). Recent Advances and Industrial Applications of Microbial Xylanases: A Review. In: *Fungi and their Role in Sustainable Development: Current Perspectives*. Ed. por Gehlot, P., Singh, J. Springer Singapur. 329 - 348 p.

- Dillon, G.P., Filer, K., Gaffney, M., Moran, C.A. (2015). Validation of an analytical method for the determination of the activity of xylanase in animal feed additives and in animal feedingstuffs. *Journal of Applied Animal Nutrition*. 3:1–11. <https://doi.org/doi:10.1017/jan.2014.12>
- Drula, E., Garron, M.-L., Dogan, S., Lombard, V., Henrissat, B., Terrapon, N. (2022). The carbohydrate-active enzyme database: Functions and literature. *Nucleic Acids Research*, 50(D1): D571-D577.
- El comercio. (2021). Los precios de la soja y el maíz se contraen. Disponible en: <https://elcomercio.pe/economia/precios-del-maiz-y-soja-caen-trigo-sub-noticia/>
- Fierens, E., Rombouts, S., Gebruers, K., Goesaert, H., Brijs, K., Beaugrand, J., Volckaert, G., Van Campenhout, S., Proost, P., Courtin, C. M., Delcour, J. A. (2007). TLXI, a novel type of xylanase inhibitor from wheat (*Triticum aestivum*) belonging to the thaumatin family. *Biochemical Journal*, 403(3): 583-591.
- Flatman, R., McLauchlan, R.W., Juge, N., Furniss, C., Berrin, J.-G., Hughes, R.K., Manzanares, P., Ladbury, J.E., O'Brien, R., Williamson, G. (2002). Interactions defining the specificity between fungal xylanases and the xylanase-inhibiting protein XIP-I from wheat. *Biochemical Journal*, 365(3): 773-781.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO. (2017). Disponible en: <http://www.fao.org>
- Gebruers, K., Dornez, E., Bedő, Z., Rakszegi, M., Courtin, C.M., Delcour, J.A. (2010). Variability in Xylanase and Xylanase Inhibition Activities in Different Cereals in the HEALTHGRAIN Diversity Screen and Contribution of Environment and Genotype to This Variability in Common Wheat. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(17): 9362-9371.
- Goesaert, H., Debyser, W., Gebruers, K., Proost, P., Van Damme, J., Delcour, J.A. (2001). Purification and Partial Characterization of an Endoxylanase Inhibitor from Barley. *Cereal Chemistry*, 78(4): 453-457.

- Goesaert, H., Elliott, G., Kroon, P.A., Gebruers, K., Courtin, C.M., Robben, J., Delcour, J.A., Juge, N. (2004). Occurrence of proteinaceous endoxylanase inhibitors in cereals. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Proteins and Proteomics*, 1696(2): 193-202.
- Goesaert, H., Gebruers, K., Courtin, C.M., Proost, P., Van Damme, J., Delcour, J.A. (2002). A Family of 'TAXI'-like Endoxylanase Inhibitors in Rye. *Journal of Cereal Science*, 36(2): 177-185.
- Gopinger, E., Krabbe, E.L., Surek, D., Lopes, L.S., Avila, V.S. (2017). Live performance, carcass, and bone quality responses of grower and finisher broilers to dietary metabolizable energy levels. *Bras. J. Poult. Sci.*, 19:559-566. <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2017-0508>
- Hartcher, K. M., Lum, H. K. (2020). Genetic selection of broilers and welfare consequences: A review. *World's Poultry Science Journal*, 76(1), 154-167. <https://doi.org/10.1080/00439339.2019.1680025>
- Havenstein, G. B., Ferket, P.R., Qureshi, M.A. (2003). "Growth, Livability, and Feed Conversion of 1957 versus 2001 Broilers When Fed Representative 1957 and 2001 Broiler Diets." *Poultry Science* 85: 1500–1508. <https://doi.org/10.1093/ps/82.10.1500>
- Hoeck, V. V., Somers, I., Abdelqader, A., Wealleans, A. L., Craen, S. V. de, Morisset, D. (2021). Xylanase impact beyond performance: A microbiome approach in laying hens. *PLOS ONE*, 16(9): e0257681.
- Huntley, N.F., Patience, J.F. (2018). Xylose: Absorption, fermentation, and post-absorptive metabolism in the pig. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 9(1): 4.
- Jazi, V., Ashayerizadeh, A., Toghyani, M., Shabani, A., Tellez, G., Toghyani, M. (2018). Fermented soybean meal exhibits probiotic properties when included in Japanese quail diet in replacement of soybean meal. *Poultry Science*, 97(6), 2113-2122. <https://doi.org/10.3382/ps/pey071>

- Johnson, C.A., Duong, T., Latham, R.E., Shirley, R.B., Lee, J.T. (2020). Effects of amino acid and energy density on growth performance and processing yield of mixed-sex Cobb 700 × MV broiler chickens. *J Appl Poultry Res*, 29:269-283. <https://doi.org/10.1016/j.japr.2019.10.014>
- Kumla, J., Suwannarach, N., Sujarit, K., Penkhrue, W., Kakumyan, P., Jatuwong, K., Vadthananarat, S., Lumyong, S. (2020). Cultivation of Mushrooms and Their Lignocellulolytic Enzyme Production Through the Utilization of Agro-Industrial Waste. *Molecules*, 25(12): 2811.
- Lee, S.A., Apajalahti, J., Vienola, K., González-Ortiz, G., Fontes, C.M.G.A., Bedford, M. R. (2017). Age and dietary xylanase supplementation affects ileal sugar residues and short chain fatty acid concentration in the ileum and caecum of broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*, 234: 29-42.
- Lika, E., Kostić, M., Vještica, S., Milojević, I., Puvača, N. (2021). Honeybee and Plant Products as Natural Antimicrobials in Enhancement of Poultry Health and Production. *Sustainability*, 13, 8467. <https://doi.org/10.3390/su13158467>
- Linares-Pastén, J.A., Aronsson, A., Karlsson, E.N. (2018). Structural Considerations on the Use of Endo-Xylanases for the Production of prebiotic Xylooligosaccharides from Biomass. *Current Protein & Peptide Science*, 19(1), 48-67.
- Lorenzo, J.M., Sarriés, M.V., Tateo, A., Polidori, P., Franco, D., Lanza, M. (2014). Carcass Characteristics, Meat Quality and Nutritional Value of Horsemeat: A Review. *Meat Sci*, 96, 1478–1488. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.12.006>
- Ma, B., Zhang, L., Li, J., Xing, T., Jiang, Y., Gao, F. (2021). Heat stress alters muscle protein and amino acid metabolism and accelerates liver gluconeogenesis for energy supply in broilers. *Poultry Science*, 100(1), 215-223. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.09.090>
- Marangoni, F., Corsello, G., Cricelli, C., Ferrara, N., Ghiselli, A., Lucchin, L., Poli, A. (2015). Role of Poultry Meat in a Balanced Diet Aimed at Maintaining Health

and Wellbeing: An Italian Consensus Document. *Food Nutr. Res.*, 59, 27606.
<https://doi.org/10.3402/fnr.v59.27606>

- Marquez-Escalante, J., Carvajal-Millan, E., López-Franco, Y.L., Valenzuela-Soto, E.M., Rascón-Chu, A., Marquez-Escalante, J., Carvajal-Millan, E., López-Franco, Y.L., Valenzuela-Soto, E.M., Rascón-Chu, A. (2018). Efecto prebiótico de los Arabinosilanos y los Arabinosilo-Oligosacáridos y su relación con la promoción de la buena salud. *CienciaUAT*, 13(1), 146-164.
- Matthiesen, C.F., Pettersson, D., Smith, A., Pedersen, N.R., Storm, C. (2020). Exogenous xylanase improves broiler production efficiency by increasing proximal small intestine digestion of crude protein and starch in wheat-based diets of various viscosities. *Animal Feed Science and Technology*. 114739.
- McLauchlan, W.R., Garcia-Conesa, M.T., Williamson, G., Roza, M., Ravestein, P., Maat, J. (1999). A novel class of protein from wheat which inhibits xylanases1. *Biochemical Journal*, 338(2): 441-446.
- Mottet, A., G. Temptio. (2017). "Global Poultry Production: Current State and Future Outlook and Challenges." *World's Poultry Science Journal* 73: 245–256.
<https://doi.org/10.1017/S0043933917000071>
- Noblet, J. (2015). Comparative Interests and Limits of Metabolizable Energy and Net Energy for Evaluating Poultry and Pig Feeds. 20th European Symposium on Poultry Nutrition, August 2015, Prague, Czech Republic. hal-02742572.
- Nusairat, B., Odetallah, N., Wang, J.-J. (2022). Live Performance and Microbial Load Modulation of Broilers Fed a Direct-Fed Microbials (DFM) and Xylanase Combination. *Veterinary Sciences*, 9(3): 142.
- Olukomaiya, O., Fernando, C., Mereddy, R., Li, X., Sultanbawa, Y. (2019). Solid-state fermented plant protein sources in the diets of broiler chickens: A review. *Animal Nutrition*. 5(4): 319-330.
- Olukosi, O.A., Bedford, M.R. (2019). Comparative effects of wheat varieties and xylanase supplementation on growth performance, nutrient utilization, net

energy, and whole-body energy and nutrient partitioning in broilers at different ages. *Poultry Science*, 98(5): 2179-2188.

Puvača, N. (2018). Honeybee and Medicinal Plants Products in Poultry Postantibiotic Era Production. *J. Agron. Technol. Eng. Manag*, 1, 8–17.

Romero-Fernández, M., Moreno-Perez, S., Orrego, A.H. (2018). Designing continuous flow reaction of xylan hydrolysis for xylooligosaccharides production in packed-bed reactors using xylanase immobilized on methacrylic polymer-based supports. *Bioresour Technol* 266:249–258.

Ross 308. (2022). Performance Objectives. Disponible en: http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/Ross_Broiler/RossexRoss308AP-BroilerPerformanceObjectives2022-EN.pdf

Rostagno, H., Texeira, L.F., Doncele, J., Hannas, M.I., Lopes, D., Kazue, N., Perazzo, F.G., Saraiva, A., Texeira, M.L., Borges, P., Oliveira, R.F., Toledo, S., Oliveira, C. (2017). Tablas Brasileiras para aves y cerdos, composición de alimentos y requerimientos nutricionales. (4a ed.). Brasil: Universidad Federal de Viçosa, MG

Rovers, M., Excentials, O. (2014). Saving energy and feed cost with nutritional emulsifier. *International Poultry Production*, 22(4), 7-8.

Saleh, E.A., Watkins, S.E., Waldroup, A.L., Waldroup, P.W. (2004). Effects of dietary nutrient density on performance and carcass quality of male broilers grown for further processing. *Int Poult Sci* 3:1-10.

Salim, H.M., Kruk, Z.A., Lee, B.D. (2010). Nutritive value of corn distillers dried grains with solubles as an ingredient of poultry diets: A review. *Worlds Poult. J.* 66, 411–432.

Sattar, A. A., Mahmud, R., Mohsin, Md. A. S., Chisty, N. N., Uddin, Md. H., Irin, N., Barnett, T., Fournie, G., Houghton, E., & Hoque, Md. A. 2021. COVID-19 Impact on Poultry Production and Distribution Networks in Bangladesh. *Frontiers in*

- Shira, E. B., Friedman, A. (2018). Innate immune functions of avian intestinal epithelial cells: Response to bacterial stimuli and localization of responding cells in the developing avian digestive tract. *PLOS ONE*, 13(7): e0200393.
- Singh, A.K., Berrococo, J.F.D., Dersjant-Li, Y., Awati, A., Jha, R. (2017). Effect of a combination of xylanase, amylase and protease on growth performance of broilers fed low and high fiber diets. *Animal Feed Science and Technology*. 232: 16-20.
- Singh, A.K., Mishra, B., Bedford, M.R., Jha, R. (2021). Effects of supplemental xylanase and xylooligosaccharides on production performance and gut health variables of broiler chickens. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 12(1): 98.
- Tallentire, C.W., Leinonen, I., Kyriazakis, I. (2016). "Breeding for Efficiency in the Broiler Chicken: A Review." *Agronomy for Sustainable Development* 36: 66.
- Teirlynck, E., Bjerrum, L., Eeckhaut, V., Huygebaert, G., Pasmans, F., Haesebrouck, F., Dewulf, J., Ducatelle, R., Immerseel, F.V. (2009a). The cereal type in feed influences gut wall morphology and intestinal immune cell infiltration in broiler chickens. *British Journal of Nutrition*, 102(10): 1453-1461.
- Teirlynck, E., Haesebrouck, F., Pasmans, F., Dewulf, J., Ducatelle, R., Van Immerseel, F. (2009b). The cereal type in feed influences *Salmonella* Enteritidis colonization in broilers. *Poultry Science*, 88(10): 2108-2112.
- Tiwari, U.P., Fleming, S.A., Rasheed, M.S.A., Jha, R., Dilger, R.N. (2020). The role of oligosaccharides and polysaccharides of xylan and mannan in gut health of monogastric animals. *Journal of Nutritional Science*, 9.
- Walk, C.L., Poernama, F. (2019). Evaluation of Phytase, Xylanase, and Protease in Reduced Nutrient Diets Fed to Broilers. *Journal of Applied Poultry*, 28(1): 85-93.

- Walters, H.G., Brown, B., Augspurger, N., Brister, R., Rao, S., Lee, J.T. (2018). Evaluation of NSPase inclusion in diets manufactured with high- and low-quality corn on male broilers. *Journal of Applied Poultry Research*. 27(2): 228-239.
- Zhong, R., Ye, Z.-H. (2015). Secondary Cell Walls: Biosynthesis, Patterned Deposition and Transcriptional Regulation. *Plant and Cell Physiology*, 56(2): 195-214.
- Zuidhof, M.J., Schneider, B.L., Carney, V.L., Korver, D.R., Robinson, F.E. (2014). "Growth, Efficiency, and Yield of Commercial Broilers from 1957, 1978, and 2005." *Poultry Science* 93: 2970–2982.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Resultados promedios en la fase de inicio, según cada tratamiento y repeticiones.

Tratamientos	Repeticiones	Ganancia de peso	Consumo de alimento	Índice de conversión
DB	1	210.44	383.25	1.85
DB	2	210.41	383.00	1.87
DB	3	221.05	381.88	1.78
DB	4	188.04	389.63	2.10
DB	5	215.73	382.00	1.84
DB120	1	224.38	380.00	1.74
DB120	2	206.41	381.00	1.98
DB120	3	214.76	381.00	1.84
DB120	4	185.65	379.13	2.11
DB120	5	207.86	382.38	1.86
DB80	1	216.68	380.13	1.79
DB80	2	213.58	379.00	1.79
DB80	3	203.43	379.00	1.94
DB80	4	204.39	378.00	1.91
DB80	5	214.89	383.00	1.81

¹DB: Dieta base (Sin xilanasa), DB80: Dieta base con xilanasa menos 80 kcal/kg y DB120: Dieta base con xilanasa menos 120 kcal/kg.

Anexo 2. Resultados promedios en la fase de crecimiento, según cada tratamiento y repeticiones.

Tratamientos	Repeticiones	Ganancia de peso (g)	Consumo de alimento (g)	Índice de conversión (g/g)
DB	1	507.11	1061.00	2.18
DB	2	467.24	1042.43	2.63
DB	3	536.04	1044.48	2.02
DB	4	538.19	1038.12	2.01
DB	5	331.83	1047.65	3.34
DB120	1	462.65	1016.46	2.01
DB120	2	475.48	1012.60	2.34
DB120	3	495.85	1011.48	2.44
DB120	4	603.05	1015.26	1.78
DB120	5	561.76	1014.73	1.85
DB80	1	385.81	1027.00	2.95
DB80	2	422.10	1020.00	2.65
DB80	3	251.60	1021.00	1.48
DB80	4	590.06	1025.00	1.87
DB80	5	595.29	1025.00	1.78

¹DB: Dieta base (Sin xilanasa), DB80: Dieta base con xilanasa menos 80 kcal/kg y DB120: Dieta base con xilanasa menos 120 kcal/kg.

Anexo 3. Resultados promedios en la fase de engorde, según cada tratamiento y repeticiones.

Tratamientos	Repeticiones	Ganancia de peso (g)	Consumo de alimento (g)	Índice de conversión (g/g)
DB	1	2089.04	4401.25	2.20
DB	2	2443.91	4405.50	1.81
DB	3	2161.40	4410.50	2.23
DB	4	2338.76	4402.06	1.91
DB	5	2261.96	4398.25	2.02
DB120	1	1515.79	3920.00	1.62
DB120	2	2556.78	3918.00	1.55
DB120	3	2330.13	3914.75	2.07
DB120	4	2218.41	3918.00	1.84
DB120	5	2320.45	3918.75	1.72
DB80	1	2129.84	3875.19	2.03
DB80	2	2207.96	3869.00	1.78
DB80	3	2374.81	3871.25	1.67
DB80	4	2109.25	3871.00	2.09
DB80	5	2363.65	3874.22	1.65

¹DB: Dieta base (Sin xilanasa), DB80: Dieta base con xilanasa menos 80 kcal/kg y DB120: Dieta base con xilanasa menos 120 kcal/kg.

Anexo 4. Resultados promedios en la totalidad de las fases, según cada tratamiento y repeticiones.

Tratamientos	Repeticiones	Ganancia de peso (g)	Consumo de alimento (g)	Índice de conversión (g/g)
DB	1	2844.69	5845.50	2.10
DB	2	3142.03	5830.93	1.86
DB	3	2943.13	5836.85	2.04
DB	4	3091.45	5829.80	1.91
DB	5	2852.54	5827.90	2.09
DB120	1	2773.90	5316.46	2.02
DB120	2	3274.43	5311.60	1.64
DB120	3	3081.65	5307.23	1.86
DB120	4	3033.38	5312.38	1.80
DB120	5	3118.10	5315.85	1.72
DB80	1	2771.30	5282.31	2.02
DB80	2	2875.71	5268.00	1.85
DB80	3	3229.39	5271.25	1.65
DB80	4	2944.36	5274.00	1.89
DB80	5	3194.69	5282.22	1.66

¹DB: Dieta base (Sin xilanasa), DB80: Dieta base con xilanasa menos 80 kcal/kg y DB120: Dieta base con xilanasa menos 120 kcal/kg.

Anexo 5. Evidencias de ejecución de la tesis.

