



Efecto de la inclusión de xilanasa en dietas basadas en maíz sobre la producción de pollos de carne

Effect of the inclusion of xylanase in corn-based diets on the production of broilers

David Castillon ^{1*} 

RESUMEN

El objetivo fue evaluar el efecto que produce la inclusión de xilanasa en dietas basadas en maíz amarillo y con energía metabolizable disminuida sobre la producción de pollos de carne, determinando además la retribución económica de su inclusión en las dietas. Se utilizaron 176 pollos machos Cobb 500 de un día de edad (distribuidos completamente al azar en cuatro tratamientos con cuatro réplicas de 11 aves cada una), cada grupo fue alimentado ad libitum durante un periodo de 42 días. Las dietas experimentales fueron: T1 - dieta control; T2 - dieta disminuida en 50 kcal/kg de alimento más xilanasa 100 g/ton; T3 - dieta disminuida en 70 kcal/kg de alimento más xilanasa 100 g/ton; y T4 - dieta disminuida en 100 kcal/kg de alimento más xilanasa 100 g/ton. Se evaluaron los siguientes índices productivos: ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, mortalidad. Los índices productivos obtenidos presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) para los tratamientos dietarios, y la mejor retribución económica del alimento se observó en los pollos alimentados con la dieta del T3.

Palabras clave: xilanasa, maíz amarillo, energía metabolizable, pollos de carne.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the effect produced by the inclusion of xylanase in diets based on yellow corn and with decreased metabolizable energy on the production of broilers, also determining the economic retribution of its inclusion in the diets. 176 one-day-old male Cobb 500 chickens were used (distributed completely at random in 4 treatments with 4 replicates of 11 birds each), each group was fed ad libitum for a period of 42 days. The experimental diets were: T1 - control diet, T2 - diet decreased by 50 kcal / kg of food plus xylanase 100 g / ton, T3 - diet decreased by 70 kcal / kg of food plus xylanase 100 g / ton and T4 - diet decreased in 100 kcal / kg of food plus xylanase 100 g / ton. The productive indices were evaluated: weight gain, feed consumption, feed conversion, mortality. The productive indices obtained presented a significant difference ($p < 0,05$) for the dietary treatments, the best economic retribution of the feed was observed in the chickens fed the T3 diet.

Keywords: xylanase, yellow corn, metabolizable energy, broilers.

¹Instituto de Educación Superior Tecnológico Público “San José”, Huancavelica, Perú.

*Autor de correspondencia. E-mail: ydeivid_kb@hotmail.com

I. INTRODUCCIÓN

El alimento oscila entre el 70 y el 80 % del costo de producción del pollo de carne, y en consecuencia, en los últimos años la industria avícola ha puesto un marcado énfasis en suministrar alimentos de forma más eficiente (Torres, 2018). El maíz amarillo es una de las fuentes energéticas principales en la avicultura y dentro de la dieta para pollos de carne representa no menos del 50% del total de la misma (Summers, 2001). El precio del grano se ha elevado un 7,13% por año en esta última década (World Bank, 2015). Este grano contiene polisacáridos no almidones (PNA) que son un componente en la dieta disponible para los pollos de carne (Yu y Chung, 2004; Zhou *et al.*, 2009), ya que el sistema digestivo de dichas aves no dispone de las enzimas necesarias para la descomposición de los PNA (Choct, 2006; Yu., 2007; Yegani y Kover, 2013). El maíz amarillo contiene cerca de un 5% (base seca) de arabinosilanos insolubles, que si bien no generan viscosidad dentro del contenido gastro-intestinal, sí tienen la capacidad de encapsular nutrientes, y en consecuencia, que estos sean digeridos y asimilados en el tracto gastro-intestinal, afectando negativamente el rendimiento productivo de los pollos de engorde (Meng *et al.*, 2005; Meng y Slominski, 2005; Vidal, 2012). La enzima xilanasa se incluye en la nutrición avícola con la finalidad de disminuir los PNA, reduciendo así la viscosidad intestinal y mejorando la digestión de proteínas y almidón de los granos. Asimismo, mejora los índices zootécnicos del ave al aumentar la digestibilidad y el valor nutritivo de los alimentos (Bhat y Hazlewood 2001; Jaramillo *et al.*, 2018). El principal valor práctico de la utilización de las xilanasas es ofrecer un incremento en la digestibilidad de la energía en dietas a base de maíz, las cuales contienen granos de baja calidad (Rubio, 2010; Wyatt, 2014; Vasquez, 2013). La actividad de una enzima puede variar de acuerdo con varios factores tales como el pH de la solución, la temperatura y la cantidad de sustrato y/o producto de reacción presente (Rubio 2010; Tedeschi, 2016).

La energía es el componente nutricional más caro de

las dietas. Por consiguiente, si no hay espacio en el costo de producción para aumentar los costos de las dietas, la única salida es reducir sus niveles de energía, pero resultaría en una pérdida de resultados zootécnicos (Seijas, 2012). La importancia del uso de enzimas como la xilanasa está en el aprovechamiento de nutrientes de la dieta y su consecuente liberación de energía, así como su impacto en la retribución económica, inclusive tornándola amigable con el medio ambiente y reduciendo así los niveles de nutrientes en las excretas de las aves (Vidal 2012; Draghi 2016).

Para el presente trabajo de investigación se planteó como objetivo general evaluar el efecto que produce la inclusión de xilanasa en dietas basadas en maíz amarillo y con energía metabolizable disminuida sobre la producción de pollos de carne en la Unidad Experimental de Avicultura - UNALM - LIMA.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en la Unidad Experimental de Avicultura de la Facultad de Zootecnia - Universidad Nacional Agraria La Molina, ubicada en el distrito de La Molina de la ciudad de Lima (Perú), a una altitud de 243,7 m.s.n.m.

La fase experimental se llevó a cabo en el galpón de investigación N° 8, que cuenta con un área de 320 m² (8 metros de ancho y 40 de largo), donde se instalaron 16 corrales con cubículos y mallas, los cuales en la etapa inicial (1 a 21 días) contaron con un área de 1 m² y 2 m² para la etapa final (22 a 42 días). El piso de cada corral fue recubierto con cama de viruta.

Se utilizaron 176 pollos macho Cobb 500 de un día de edad (distribuidos completamente al azar en cuatro tratamientos con cuatro réplicas de 11 aves cada una), de la siguiente manera:

- Tratamiento 1 (T1): dieta control (sin la inclusión de xilanasa).
- Tratamiento 2 (T2): dieta disminuida en 50 kcal/kg de alimento, con la inclusión de xilanasa 100 g/ton de alimento.
- Tratamiento 3 (T3): dieta disminuida en 70 kcal/kg de alimento, con la inclusión de xilanasa

100 g/ton de alimento.

- Tratamiento 4 (T4): dieta disminuida en 100 kcal/kg de alimento, con la inclusión de xilanasa 100 g/ton de alimento.

La xilanasa utilizada en el estudio fue producida a partir de cepas de *Trichoderma reesei* (origen fúngico). La formulación de dietas se realizó con el programa de formulación de alimentos Mixit-2. De acuerdo

con los requerimientos nutricionales se emplearon tres tipos de dietas: inicio (1 a 10 días), crecimiento (11 a 22 días) y finalización (23 a 42 días). La presentación física del alimento utilizado en las tres etapas fue en harina, mientras que el alimento y el agua fueron ofrecidos *ad libitum*. La composición porcentual y valor nutricional de las dietas se observan en la Tabla 1.

Tabla 1. Composición centesimal y nutricional de las dietas utilizadas en el estudio

Materias primas (%)	Inicio (1 - 10 días)				Crecimiento (11 - 22 días)				Finalización (23 - 42 días)			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Maíz amarillo	59,405	57,594	57,914	58,199	64,037	62,227	61,503	62,089	68,616	64,897	65,553	63,979
Torta de soya	28,681	32,531	32,811	32,746	23,820	27,670	29,221	29,460	19,699	24,469	24,354	24,576
Harina de pescado	6,041	3,582	3,343	3,282	5,697	3,238	2,247	2,001	4,838	3,559	3,550	3,363
Subproducto de trigo	0,000	0,000	0,000	0,433	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,592
Aceite de palma	3,000	3,000	2,599	2,000	3,500	3,500	3,500	2,857	4,000	4,100	3,568	3,500
Carbonato de calcio	0,910	0,934	0,937	0,942	0,869	0,893	0,902	0,907	0,819	0,829	0,830	0,839
Fosfato dicálcico	0,899	1,176	1,202	1,202	0,828	1,105	1,216	1,242	0,760	0,879	0,878	0,882
Bicarbonato sodio	0,135	0,213	0,220	0,220	0,035	0,112	0,144	0,220	0,182	0,220	0,220	0,220
Sal común	0,220	0,220	0,220	0,220	0,300	0,300	0,300	0,252	0,220	0,220	0,220	0,220
Lisina HCL	0,007	0,013	0,015	0,017	0,031	0,038	0,040	0,043	0,048	0,000	0,000	0,000
L-Metionina	0,072	0,097	0,099	0,099	0,083	0,107	0,117	0,119	0,068	0,067	0,067	0,069
Premix vit/min	0,100	0,100	0,100	0,100	0,150	0,150	0,150	0,150	0,100	0,100	0,100	0,100
Cloruro de colina 60%	0,100	0,100	0,100	0,100	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Aflaban	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
Fungicida	0,050	0,050	0,050	0,050	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Coccidiostato	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
Bacitracina zinc 10% *	0,060	0,060	0,060	0,060	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070
Antioxidante	0,010	0,010	0,010	0,010	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Colicistina	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
Xilanasa	0,000	0,010	0,010	0,010	0,000	0,010	0,010	0,010	0,000	0,010	0,010	0,010
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Costo \$/. (kg)	1,61	1,6	1,6	1,6	1,58	1,57	1,56	1,56	1,53	1,54	1,53	1,53
Valor nutricional calculado												
E M, kcal/kg	3035	2985	2965	2935	3108	3058	3038	3008	3180	3130	3110	3080
Proteína %	22	22	22	22	20	20	20	20	18	18	18	18
Lisina %	1,32	1,32	1,32	1,32	1,19	1,19	1,19	1,19	1,05	1,05	1,05	1,05
Metionina %	0,50	0,50	0,50	0,50	0,48	0,48	0,48	0,48	0,43	0,43	0,43	0,43
Treonina %	0,86	0,86	0,86	0,86	0,78	0,78	0,78	0,78	0,71	0,71	0,71	0,71
Calcio %	0,90	0,90	0,90	0,90	0,84	0,84	0,84	0,84	0,76	0,76	0,76	0,76
Fosforo disponible %	0,45	0,45	0,45	0,45	0,42	0,42	0,42	0,42	0,38	0,38	0,38	0,38
Sodio %	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20

Cada semana se evaluaron las siguientes mediciones: ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad. Se utilizó el diseño completamente al azar (DCA), con cuatro tratamientos y cuatro réplicas por tratamiento. El análisis de varianza

y la comparación de medias de los datos se realizaron mediante el programa estadístico Statistical Analysis System (SAS Institute, 2002). La comparación de medias de consumo de alimento y ganancia de peso se llevó a cabo con la Prueba de Duncan. Los datos de la

mortalidad se evaluaron con la prueba chi-cuadrado (X^2).

Modelo aditivo lineal:

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

Donde:

Y_{ij} : respuesta del efecto observado correspondiente a la j - ésima repetición en la que se probó el i - ésimo tratamiento.

μ : efecto de la media integral

t_i : efecto del i - ésimo efecto del tratamiento

e_{ij} : efecto del error experimental del i - ésimo tratamiento de la j - ésima repetición.

Para realizar el cálculo de la retribución económica del alimento, se consideró como ingreso los kg. de pollo

producidos y como egresos el consumo de alimento (kg).

$$\text{Retribución económica } T(i) = \text{Ingreso}(i) - \text{Egreso}(i)$$

Donde:

Ingresos: precio de kg de carne de pollo (S. /kg)

Egresos: costo de carne de pollo (S. /kg)

$T(i)$: tratamiento 1, 2, 3 y 4.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 2 se muestran los índices productivos obtenidos en el estudio de los pollos de carne al incluir xilanasa en dietas basadas en maíz amarillo y con energía metabolizable disminuida durante un periodo de crianza de 42 días.

Tabla 2. Índices productivos de pollos de carne alimentados con las dietas experimentales (periodo 42 días)

Mediciones	Tratamiento			
	1	2	3	4
Peso inicial, g	46,500	46,445 ^a	46,4075 ^a	46,4775 ^a
Peso final, g	2903,57	2943,64 ^a	2948,47 ^a	2883,47 ^b
Ganancia de peso, g	2857,07 ^{ab}	2897,19 ^a	2902,06 ^a	2836,99 ^b
Consumo de alimento, g	5072,51 ^a	4970,46 ^b	4967,16 ^b	5045,50 ^{ab}
Conversión alimenticia, g	1,77550 ^a	1,71575 ^b	1,71200 ^b	1,77850 ^a
Mortalidad (n° aves)	1 ^a	2 ^a	0 ^a	1 ^a

^{ab} Valores con letras diferentes en la misma fila son significativamente diferentes ($p < 0,05$)

Ganancia de peso

En la Tabla 2 podemos observar que las ganancias de peso obtenidos con la inclusión de la enzima xilanasa y reducción en niveles de energía metabolizable en la dieta no presentaron diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$) con la dieta control, los tratamientos T2, T3 y T4 lograron alcanzar la performance de la dieta control. Sin embargo, si existió diferencia numérica, el T3 alcanzó la mayor ganancia de peso.

Los datos de este experimento coinciden con los reportados por Mendes *et al.* (2011), quienes utilizaron una xilanasa de origen bacteriano en dietas en base a maíz y torta de soya con diferentes niveles de EM, reportan

que la ganancia de peso cuando la dieta basada en soya y maíz es suplementada con la enzima xilanasa no hubo ninguna diferencia significativa ($p < 0,05$), que los pollos de carne alimentados con la dieta sin suplemento de xilanasa, datos evaluados a los 28 días de edad de los pollos de engorde.

Resultados similares fueron obtenidos por Zanella *et al.*, (1999), quienes tras suplementar un complejo enzimático (xilanasas, proteasas y amilasas) en dietas de maíz/soya con una reducción energética de 100 Kcal de EM/Kg de alimento, en las tres etapas de alimentación (inicio, crecimiento y finalizador) tampoco encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre

los tratamientos para los parámetros de ganancia y peso vivo, demostrándose así, que la utilización del complejo enzimático logra mejorar la utilización de nutrientes para compensar la reducción energética.

De igual manera, Junqueira (2007), quien en su estudio redujo el 5% de EM de la dieta con la adición de xilanasa a razón de 100 gr/ton. de alimento, no encontró diferencias significativas ($p > 0,05$) entre la dieta reducida en 5% de EM frente a una dieta control en la ganancia de peso de pollos de engorda, pero como se esperaba, la reducción de la EM de la dieta en 5% sin adición de xilanasa resultó en una menor ganancia de peso, datos evaluados a los 49 días de edad de las aves.

Consumo de alimento

El consumo de alimento acumulado, tal como se observa en la Tabla 2, fue afectado significativamente ($p < 0,05$) por los tratamientos dietarios. El menor consumo de alimento lo obtuvieron los pollos del T3 con 4967,16 gramos y no presentan diferencias estadísticas significativas con T2 y T4. Los pollos del T1 obtuvieron el mayor consumo de alimento. Estos resultados se deben a la acción de la enzima xilanasa, liberando energía metabolizable de las dietas basadas en maíz amarillo y actuando sobre los PNAs (arabinoxilanos insolubles específicamente) hace que los animales obtengan los requerimientos del mencionado nutriente consumiendo menos alimento comparado con las dietas convencionales.

Estos datos concuerdan con los datos reportados en la literatura de Koreleski (2007), el cual indica que hay diferencias significativas para este índice productivo ($p < 0,05$) al evaluar dietas preparadas en base de maíz y pasta de soya con un control positivo (formulación estándar) y un control negativo (-150 kcal/kg EM), con adición de xilanasa, resultando que los pollos de engorde a los 42 días de edad alimentados con una dieta estándar tienen un mayor consumo de alimento en comparación con el control negativo (con uso de xilanasa).

Por el contrario, la investigación ejecutada por Romani (2019), sostiene que valores promedio del consumo de alimento analizados en las pruebas de varianza

indican que este parámetro no está significativamente influenciado ($p > 0,05$) por ninguno de los tratamientos, al evaluar dietas negativas -100 kcal EM/ kg de alimento con enzimas exógenas (β -mananasa, xilanasa y una conjugación de ambas) frente a una dieta control.

Conversión alimenticia

En la Tabla 2 se aprecia al comparar los tratamientos estudiados que, al igual que el consumo de alimento acumulado, la conversión alimenticia acumulada también fue afectada significativamente ($p < 0,05$) por los tratamientos dietarios. Los menores y mejores índices de conversión alimenticia se presentaron en el T3 y T2. Mientras que en el estudio realizado por Romani (2019), no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los tratamientos por el efecto de la inclusión de enzimas exógenas comerciales

Las tendencias de los resultados obtenidos concuerdan con el estudio de Suarez (2017), donde la conversión alimenticia de pollos parrilleros machos fue influenciada ($p < 0,05$) por la inclusión de multienzimas (xilanasa, amilasa y proteasa) en dietas para pollos parrilleros, observándose que los pollos alimentados con dietas sin y con suplementación de multienzimas reportaron mejor conversión alimenticia. Asimismo, añade que los pollos alimentados sin suplementación y con bajos niveles de energía metabolizable reportaron deficiente conversión alimenticia.

Mortalidad

Según se observa en la Tabla 2 el porcentaje de mortalidad obtenido en el presente estudio no presenta diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) entre los cuatro tratamientos. Esto nos da a entender que la presencia (T2, T3 y T4) o ausencia (T1) de la enzima xilanasa en la dietas no afectó la supervivencia de los pollos de engorde, durante el periodo de estudio de 42 días.

Retribución económica

En la Tabla 3 se presenta el análisis económico utilizado en el estudio. Se observa que los tratamientos 3 y 2 obtuvieron mayor retribución económica en 6,14% y 4,94%, respectivamente, en comparación con el tratamiento 1. Esto se debe a que la enzima xilanasa, al

permitir una mayor eficiencia de aprovechamiento al liberar mayor cantidad de EM para el pollo de carne, permite reducir el costo de las dietas, además que los pollos de los tratamientos 2 y 3 presentaron un mayor peso final y el costo por kilogramo de alimento fue menor en todas las fases de alimentación. Por otro

lado, es necesario indicar que el T4 presentó un menor ingreso económico en comparación con los demás tratamientos debido a que la dieta de este último tratamiento tiene el mayor nivel de reducción de EM/kg de alimento.

Tabla 3. Retribución económica del alimento

Ítems	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
Ingresos				
Peso final a 42 días (kg)	2,904	2,944	2,948	2,883
Precio por kg por pollo (S.)*	5,00	5,00	5,00	5,00
Ingreso bruto por pollo (S.)	14,52	14,72	14,74	14,42
Egresos				
Consumo de alimento inicio (kg/pollo)	0,332	0,331	0,329	0,330
Consumo de alimento crecimiento (kg/pollo)	1,076	1,075	1,071	1,081
Consumo de alimento acabado (kg/pollo)	3,665	3,564	3,567	3,635
Costo /kg de alimento inicio (S.)	1,61	1,60	1,60	1,60
Costo /kg de alimento crecimiento (S.)	1,58	1,57	1,56	1,56
Costo /kg de alimento acabado (S.)	1,53	1,54	1,53	1,53
Costo de alimento inicio S./ pollo	0,53	0,53	0,53	0,53
Costo de alimento crecimiento S./ pollo	1,70	1,69	1,67	1,69
Costo de alimento acabado S./ pollo	5,61	5,49	5,46	5,56
Costo total de alimento por pollo (S.)	7,84	7,71	7,65	7,78
Retribución económica del alimento				
Por pollo (S.)	6,68	7,01	7,09	6,64
Porcentaje relativo (%)	100,00	104,94	106,14	99,40

IV. CONCLUSIONES

Se evidencia que el efecto de la inclusión de xilanasa y con reducción de energía metabolizable disminuida sobre los índices productivos de pollos de carne fue significativa ($p < 0,05$). Por todo lo analizado, se concluye que los mejores índices productivos fueron presentados por los pollos de carne alimentados con la dieta del T3 seguido del T2, superando a los tratamientos T1 y T4. Se concluye que la inclusión de xilanasa en dietas con reducción de 70 Kcal EM/kg de alimento tiene efecto positivo sobre el comportamiento productivo de los pollos de carne, en comparación con los demás tratamientos y dieta control. Asimismo, la retribución económica del alimento se incrementa en 6,14% en comparación con la dieta control utilizada.

V. CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Todos los autores participaron en la conceptualización, metodología, investigación, redacción del manuscrito inicial, revisión bibliográfica, y en la revisión y aprobación del manuscrito final.

VI. CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bhat, M. K. y G. P. Hazlewood. 2001. "Enzymology and other characteristics of cellulases and xylanases". En *Enzymes in Farm Animal Nutrition*. Bedford, M. R. y G. G. Partridge (eds). Oxon (Reino Unido): CABI Publishing.
- Choct, M. 2006. "Enzyme for the feed industry: Past,

- present and future”. *Worlds Poultry Science Journal* 62 (1): 5 - 15. DOI: 10.1079/WPS200480.
- Draghi, G. 2016. “Arabinosidos: El factor antinutricional principal”. En *XVII Seminario Internacional de Porcicultura & Expo Porcina*. Lima (Perú).
- Jaramillo M., M. X. Rodriguez, y D. F. Rodriguez. 2018. “Rol de las enzimas en la alimentación de mono-gástricos, con énfasis en pollos de engorde”. *Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal* 2 (3): 25 - 42.
- Junqueira, M. 2007. *Inclusión de ECONASE® XT en pollos de engorda alimentados con una dieta de maíz y pasta de soya*. Informe técnico. UNESP Jaboticabal (Brasil).
- Korelesky, J. 2007. *Inclusión de ECONASE® XT en pollos de engorda alimentados con una dieta de maíz y pasta de soya*. Informe técnico. Rossocha (Polonia).
- Mendes, A., M. Lordelo, y J. Bodin. 2011. “Xilanasas de origen bacteriano en dietas en base de maíz y torta de soja; evaluación de la eficacia sobre los rendimientos zootécnicos de los pollos engorde”. En *XLVIII Simposio Científico de Avicultura*. Santiago de Compostela (Portugal).
- Meng, X. y B. A. Slominski. 2005. “Nutritive values of corn, soybean meal, canola meal, and peas for broiler chickens as affected by a multicarbohidrase preparation of cell wall degrading enzymes”. *Poultry Science* 84 (8): 1242 - 51. DOI: 10.1093/ps/84.8.1242.
- Meng, X., B. A. Slominski, C. M. Nyachoti, L. D. Campbell, y W. Guenter. 2005. “Degradation of cell wall polysaccharides by combinations of carbohidrase enzymes and their effect on nutrient utilization and broiler chicken performance”. *Poultry Science* 84 (1): 37 - 47. DOI: 10.1093/ps/84.1.37.
- Romani, C. 2019. *Efecto de la inclusión de carbohidrasas exógenas comerciales en dietas de inicio sobre la performance de pollos en inicio*. Tesis de grado. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima (Perú).
- Rubio, J. 2010. *Modo de acción y beneficio económico en la utilización de fitasas y xilanasas en pollo de engorde*. <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/modo-accion-beneficio-economico-t28597.htm> (Consultada el 25 de setiembre de 2020).
- SAS Institute. 2002. *SAS User's Guide: Statistics*. SAS Inst. Inc. Car, EEUU.
- Seijas, E. 2012. *Aditivos funcionales. Enzima Xilanasas*. <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/aditivos-funcionales-enzima-xilanasas-t29455.htm> (Consultada el 25 de setiembre de 2020).
- Suarez, L. 2017. *Evaluación de la inclusión de multienzimas en dietas para pollos parrilleros*. Tesis de grado. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María (Perú).
- Summers, J. D. 2001. “Maize: Factors affecting its digestibility and variability in its feeding value”. En *Enzymes in Farm Animal Nutrition*. Bedford, M. R y G. G. Partridge (eds). Oxon (United Kingdom): Oxon (Reino Unido): CABI Publishing.
- Tedeschi, T. 2016. *El desafío de la determinación de la actividad de xilanasas en muestras de alimento*. <http://www.actualidadavipecuaria.com/articulos/el-desafio-de-la-determinacion-de-la-actividad-de-xilanasas-en-muestras-de-alimento.html> (Consultada el 25 de diciembre de 2016)
- Torres, D. 2018. “Nutritional requirements of crude protein and metabolizable energy for broilers”. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental* 9 (1): 105 - 113. DOI: 10.22490/21456453.2052
- Vásquez, A. 2013. *Producción de xilanasas por Asper-*

- gillus sp. En fermentación sumergida y fermentación en medio sólido*. Tesis de maestría. Universidad Iberoamericana. Ciudad de México (México).
- Vidal, F. 2012. "Uso de xilanasas en dietas con maíz para pollos" En *Mundo Avicultor y Porcicultor*. Chunga, P., O. Berrocal, J. Laurente, J. C. Chunga y A. Agurto (eds). Lima (Perú): MAP la revista.
- Vidal, M. 2012. *Efecto del uso de dos fuentes de enzimas digestivas exógenas sobre el comportamiento productivo de pollos de carne*. Tesis de grado. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima (Perú).
- World Bank. 2015. *Index Mundi – precio maíz mensual*. <http://www.indexmundi.com/es/precios-de-mercado/?mercancia=maiz&meses=120> (Consultada el 25 de octubre de 2020).
- Wyatt, C. 2014. *La clave para lograr ganancias constantes y confiables con alimentos suplementados con enzimas, las características de la Xilanasa*. <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/clave-lograr-ganancias-constantest31435.htm> (Consultada el 6 de octubre de 2020).
- Yegani, M., and D. R. Korver. 2013. "Effects of corn source and exogenous enzymes on growth performance and nutrient digestibility in broiler chickens". *Poultry Science* 92 (1): 1208 - 1220. DOI: 10.3382/ps.2012-02390.
- Yu, B. and T. K. Chung. 2004. "Effects of multiple-enzyme mixtures on growth performance of broilers fed corn-soy meal diets". *Journal of Applied Poultry Research* 13 (2): 178–182. DOI: 10.1093/japr/13.2.178.
- Yu, B., S.T. Wu, C.C. Liu, R. Gauthier and P.W.S. Chiou. 2007. "Effects of enzyme inclusion in a maize–soybean diet on broiler performance". *Animal Feed Science and Technology* 134 (3 - 4): 283 - 294 DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2006.09.017.
- Zanella, I.; Sakomura, N. K.; Silversides, F.; Figueirdo, A., & Pack, M. (1999). Effect of Enzyme Supplementation of Broiler Diets Based on Corn and Soybeans. *Poultry Science* 78 (1): 561-568. DOI: 10.1093/ps/78.4.561.
- Zhou, Y., Z. Jiang, D. Lv and T. Wang. 2009. "Improved energy-utilizing efficiency by enzyme preparation supplement in broiler diets with different metabolizable energy levels". *Poultry Science* 88 (2): 316 - 322. DOI: 10.3382/ps.2008-00231.