



Abanico Veterinario. Enero-Diciembre, 2026; 16:1-12. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2026.9>

Artículo Original. Recibido: 20/02/2026. Aceptado: 17/08/2026. Publicado: 24/09/2026. Clave: e2026-101.

https://www.youtube.com/watch?v=EgJ_kFnCRCK

Adición de enzimas exógenas en dietas para gallinas sobre su rendimiento productivo

Addition of exogenous enzymes in diets for laying hens on performance

Cortes-Cuevas Arturo* ^{ID}, Olvera-García Paola ^{ID}, Miguel-Iriarte Jorge ^{ID}, Ávila-González Ernesto ^{ID}



Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola. Calle Manuel M. López s/n, Zapotitlán Tláhuac, Tláhuac, 13300 Ciudad de México, México. *Autor responsable y de correspondencia: Cortes-Cuevas Arturo. E-mail: cortescuevasarturo@yahoo.com, Lizbeth.p.olvera-garcia@iff.com, mvz.jorge.miguel@gmail.com, avilaernesto@yahoo.com

RESUMEN

Se evaluaron enzimas xilanasas, amilasas, proteasas y fitasas en dietas para gallinas sobre su comportamiento productivo. Se emplearon 432 gallinas Bovans, en seis tratamientos con arreglo factorial 2x3, con seis repeticiones de 12 gallinas cada uno. El factor A fueron dietas con 15 y 17% de proteína cruda (PC) y -150 kcal/kg de energía metabolizable (EM); el factor B fue con y sin 600 unidades fíticas (FTU) de fitasas y la adición on top de XAP (xilanasas, amilasas y proteasas). Los resultados obtenidos en ocho semanas de experimento no mostraron diferencia ($P>0.05$) entre las dietas con y sin fitasas; estas últimas permitieron la reducción de 0.16% de calcio, 0.18% de fósforo, 75 kcal/kg de EM, 0.81% de proteína y 0.037% de aminoácidos. El peso del huevo y la conversión se afectaron ($P<0.05$) en las aves que recibieron las dietas con 15% de PC. La inclusión de XAP, mejoró el porcentaje de postura ($P<0.05$), el peso del huevo y la conversión alimenticia ($P<0.05$) en las dietas con menos proteína y EM. La resistencia del cascarón aumentó ($P<0.05$) en las dietas con fitasas. El empleo de XAP y fitasas disminuyó la inclusión de pasta de soya, ortofosfato, aceite, sal en la dieta.

Palabras clave: fitasas, XAP, gallinas de postura, comportamiento productivo, calidad del huevo.

ABSTRACT

The enzymes xylanase, amylase, protease, and phytase were evaluated in chicken diets for their effect on productive performance. 432 Bovans hens were used in six treatments arranged in a 2x3 factorial design, with six replicates of 12 chickens each. Factor A was diets with 17% or 15% crude protein (CP) and -150 kcal/kg of metabolizable energy (ME); the factor B was diets with and without 600 phytic units (FTU) of phytases and the addition of XAP (xylanases, amylases, and proteases). The results obtained in eight weeks of experimentation showed no difference ($P>0.05$) between the diets with and without phytases; the latter resulted in a reduction of 0.16% in calcium, 0.18% in phosphorus, 75 kcal/kg of ME, 0.81% in protein, and 0.037% in amino acids. Egg weight and feed conversion ratio were affected ($P<0.05$) in the birds that received the diets with 15% CP. The inclusion of XAP improved the percentage of egg production ($P<0.05$), egg weight, and feed conversion ratio ($P<0.05$) in the diets with less protein and ME. Shell strength



increased ($P < 0.05$) in diets with phytases. The use of XAP and phytases decreased the inclusion of soybean meal, orthophosphate, oil, and salt in the diet.

Keywords: phytases, XAP, laying hens, productive performance, egg quality.

INTRODUCCIÓN

En los sistemas de producción animal, el insumo que representa el mayor costo de producción en la producción de huevo para plato es el alimento, por lo que la rentabilidad de una granja puede depender de este costo y algo importante el valor nutritivo de los ingredientes en una dieta. Si el alimento no es digerido por el animal, hay un costo adicional para el productor y el medio ambiente ([Ravindran, 2013](#)). Complementar el alimento con enzimas exógenas específicas (fitasas, xilanasas, amilasas, proteasas) mejoran el valor nutricional de los ingredientes del alimento y aumentan su digestibilidad ([Pongmance et al., 2020](#); [Abdollahi et al., 2021](#); [Hervo et al., 2023](#); [Poudel et al., 2023](#)). Otros beneficios de la utilización de enzimas exógenas son: flexibilidad de utilizar materias primas alternativas no convencionales, con la posibilidad de incluir ingredientes de baja digestibilidad y con ello poder reducir los costos; además se puede reducir la variación nutricional de estos ingredientes que pueden modificar a favor de la microbiota intestinal, lo que va a favorecer una salud e integridad intestinal ([Arabshaahi et al., 2021](#)). Por otro lado, la reducción de fósforo en excretas representa un menor impacto negativo al medio ambiente causado por el nitrógeno y fósforo ([Sommerfeld et al., 2020](#); [Abdollahi et al., 2021](#); [Poudel et al., 2023](#)).

Respecto al fósforo, el empleo de fitasas en la industria de los alimentos se ha incrementado en los últimos años debido a su eficacia en liberar fósforo a partir de fitato encontrado en los granos y cereales del alimento, esto se debe a que mejora la digestibilidad de fósforo, calcio, magnesio, zinc, energía y proteína ([Bougouin et al., 2014](#)). Algunos estudios señalan que la adición de fitasa en dietas para gallinas, mejoran la producción de huevo y la mineralización de los huesos debido a una mayor digestibilidad del fósforo de la dieta ([Zhai et al., 2022](#); [Hervo et al., 2023](#); [Moura et al., 2023](#)). Por otra parte, la inclusión de fitasa mejora el grosor del cascarón y la concentración de la albúmina ([Eltahan et al., 2023](#)).

Con estos antecedentes, se realizó el presente estudio con la finalidad de evaluar el efecto de incluir fitasas, xilanasas, amilasas y proteasas en dietas maíz-soya reducidas en proteína y energía, emplear los valores de la matriz de las diferentes enzimas sobre el rendimiento productivo y calidad del huevo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de estudio

La investigación se realizó en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola (CEIEPAV) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, ubicado en la calle Manuel M. López s/n,



colonia Zapotitlán, delegación Tláhuac, en la Ciudad de México, a una altura 2,250 msnm, con una temperatura media anual de 18°C y una precipitación pluvial anual de 747 mm (FMVZ, 2026).

Manejo de los animales y alojamiento

Todos los procedimientos de manejo de las aves cumplieron con los requisitos señalados por el Comité Institucional para el Cuidado y Uso de los Animales Experimentales (CICUAE- FMVZ- UNAM con base en la Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999, Protocolo No. 623).

Se emplearon 432 gallinas de postura Bovans White, de 62 semanas de edad, distribuidas completamente al azar en 6 tratamientos con 6 réplicas, cada una con 12 gallinas fue la unidad experimental. La duración del experimento fue de 8 semanas, se proporcionó agua *ad libitum* y el alimento fue restringido a 110 g por ave/día. Se empleó un calendario de iluminación de 16 horas luz/ave/día hasta el término del estudio.

Diseño de experimento y dietas

Se empleó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2 x 3; donde el factor A fueron las dietas (control y reducida en PC y EM) y el factor B fue la inclusión de enzimas: sin enzimas, con fitasa y con fitasa; y XAP (xilanasas, amilasas y proteasas). Se emplearon dos dietas (Tablas 1 y 2): la primera dieta control con 17% de PC y 2,850 Kcal/kg de EM y la segunda dieta reducida con 15% de PC y 2,700 Kcal/kg de EM con base en maíz-pasta de soya, con y sin la adición de fitasas (600 FTU/kg) que utiliza la matriz (Tabla 3) de liberación de nutrientes de esta última y la adición *on top* de enzimas XAP (xilanasas 1,500 U/kg, amilasas 150 U/kg y proteasas 3,000 U/kg). En la Tabla 3, se pueden observar las matrices de liberación de nutrientes para la fitasa y las enzimas XAP. Las dietas se describen a continuación:

T1: Control, dieta maíz-soya con 17% de PC y 2850 kcal/kg de EM, sin enzimas

T2: Como 1 con fitasa

T3: Como 1 con fitasa + XAP *on top*

T4: Reducida, dieta maíz-soya con 15% de PC y 2750 kcal/kg de EM

T5: Como 4 con fitasa

T6: Como 4 con fitasa + XAP *on top*

Parámetros productivos por evaluar

Se llevaron registros de peso del huevo, masa de huevo, porcentaje de postura, consumo de alimento y conversión alimenticia. Además, se realizó la evaluación de las Unidades Haugh, color de la yema mediante el abanico de DSM (Acrónimo de la empresa DSM-firmenich), grosor del cascarón con un micrómetro digital y resistencia del cascarón con un texturómetro marca Digital Egg tester DET 6,000.



Análisis estadístico

Los datos de las variables obtenidas fueron analizados con un Análisis de Varianza bajo un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2x3, donde un factor fue (dietas control y reducida en PC y EM) y el otro factor (la no adición de enzimas, la inclusión de fitasas y la adición de fitasas + enzimas exógenas). En caso de existir diferencias estadísticas significativas en el ANDEVA, se fijó un nivel de significancia del 5% para todas las técnicas estadísticas empleadas ($P < 0.05$). Los datos fueron sometidos a un análisis de comparación de medias de Tukey, en caso de existir diferencia significativa a las variables de los factores, se utilizó dicha prueba. Para realizar el análisis estadístico de los datos, se empleó el paquete estadístico SPSS versión 17.0.

Tabla 1. Composición nutricional de las dietas experimentales para gallina de postura Bovans White

Ingredientes	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Maíz amarillo	593.265	654.486	654.486	648.836	711.733	711.733
Pasta de soya (48%)	246.392	218.782	218.782	209.583	163.90	163.900
Calcio fino	50.165	50.723	50.723	50.226	50.740	50.740
Calcio grueso	50.165	50.723	50.723	50.226	50.740	50.740
Aceite de soya	32.107	7.308	7.308	9.986	0.000	0.000
Fosfato 18/20	16.120	6.342	6.342	16.302	6.823	6.823
Cloruro de Sodio	4.065	3.578	3.578	4.088	3.578	3.578
Premezcla vitamínica ¹	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
DL-Metionina 99%	1.471	1.434	1.434	2.313	2.419	2.419
Freetox	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Pigmentante	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800
Lisina HCl	0.000	0.315	0.315	1.457	2.620	2.620
L-Treonina	0.000	0.000	0.000	0.733	1.134	1.134
Bacitracina	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300
Antioxidante	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150
Fitasa	0.000	0.060	0.060	0.000	0.060	0.060
Complejo XAP	0.000	0.000	0.075	0.000	0.000	0.075

¹= *Vitamina A 10,000,000 UI; vitamina D3 2,500,000 UI; vitamina E 6,000 UI; vitamina K 2.5g; tiamina 1.6g; riboflavina 5 g; cianocobalamina 0.10g, ácido fólico 0.50 g; piridoxina 1.5 g; pantotenato de calcio 10 g; niacina 30g; cloruro de colina 60% 200 g, hierro 80g; manganeso 60g; cobre 10g; yodo 0.3g; cinc 50g; selenio 0.30g; antioxidante 125g; vehículo C.b.p 1.000.00g.

RESULTADOS

Los resultados promedio del desempeño productivo acumulado durante ocho semanas de experimentación se pueden observar en la Tabla 4. No se encontró diferencia estadística ($P > 0.05$) entre las dietas con 17 y 15% de proteína y menor contenido de energía metabolizable (100 kcal/kg) para porcentaje de postura, masa de huevo ave/día.



Tabla 2. Análisis calculados de las dietas experimentales para gallina de postura Bovans White

Análisis Calculados						
Energía Met (kcal/kg)	2850	2850	2850	2700	2700	2700
PNA (%)	7.17	7.15	7.15	6.98	6.72	6.72
Proteína cruda (%)	17.0	17.0	17.0	15.0	15.0	15.0
Fósforo no fítico (%)	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Calcio total (%)	4.20	4.20	4.20	4.20	4.20	4.20
Lisina (%)	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89
Met + Cist. (%)	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72
Treonina (%)	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66
Ácido linoleico (%)	2.29	1.69	1.69	1.34	1.34	1.34
Sodio (%)	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18

Tabla 3. Especificaciones de la liberación de nutrientes de las matrices de fitasa (Axtra Phy 10000 TPT) y XAP (Axtra XAP 101 TPT)

Axtra Phy ®10000 TPT Matrix				Axtra XAP ®101 TPT Matrix			
Inclusión	FTU/Kg g/Ton	600 60	Liberación por dosis	Inclusión	g/t	75	Liberación por dosis
Fósforo total	%	3100	0.19	Xilanasas	U/kg	1500	-----
Fósforo dis	%	2945	0.18	Amilasa	U/kg	150	-----
Calcio	%	2653	0.16	Proteasa	U/kg	3000	-----
Energía Metabolizable	kcal/kg	124947	75	Energía Metabolizable	kcal/kg	107724	80
Proteína cruda	%	13535	0.81	Lisina Dig	%	316.1	0.024
Lisina Dig	%	610	0.036	Metionina Dig	%	144.9	0.011
Metionina Dig	%	191	0.011	Met + Cis Dig	%	344.7	0.026
Cistina Dig	%	429	0.025	Treonina Dig	%	391.8	0.029
Met + Cis Dig	%	620	0.037	Triptofano Dig	%	108.5	0.081
Treonina Dig	%	531	0.032	Arginina Dig	%	411.6	0.031
Isoleucina Dig	%	583	0.035	Glicina+Serina Dig	%	647.6	0.048
Triptofano Dig	%	83	0.004	Valina Dig	%	479.1	0.036
Valina Dig	%	694	0.041	Isoleucina Dig	%	385.6	0.029
Arginina Dig	%	479	0.028	Leucina Dig	%	1241.1	0.093
Sodio	%	333	0.020	Histidina Dig	%	273.6	0.021
				Fenilalanina Dig	%	263.4	0.020
				Fen+Tirocina Dig	%	831.3	0.062



Sin embargo, el peso del huevo y la conversión fueron afectados por la disminución de proteína y energía metabolizable ($P<0.05$). Por otra parte, no existió diferencia entre las dietas con y sin fitasas. El porcentaje de postura incrementó y mejoró la conversión alimenticia en las gallinas suplementadas con fitasas y XAP ($P<0.05$).

Tabla 4. Resultados promedio de los efectos principales de parámetros productivos en ocho semanas de experimentación en gallinas Bovans White

Factor	Postura (%)	Peso del huevo (g)	Masa huevo ave/día (g)	Consumo ave/día (g)	Conversión alimenticia (kg/kg)
Dieta					
PC y EM					
17% y 2850 kcal/kg	89.5	61.9 ^a	55.0	102.8	1.866 ^a
15% y 2700 kcal/kg	87.5	60.9 ^b	53.0	102.5	1.948 ^b
Enzimas					
Sin fitasas	87.7 ^a	61.8 ^a	54.2	102.5	1.931 ^b
Con fitasas	87.2 ^a	61.6 ^a	53.3	103.8	1.952 ^b
Con fitasas + XAP	90.5 ^b	61.7 ^a	55.4	102.2	1.839 ^a
Fuente de variación	Probabilidad				
Dieta	0.081	0.002	0.249	0.649	0.009
Enzimas	0.042	0.856	0.287	0.140	0.008
Dieta*Enzimas	0.088	0.979	0.174	0.170	0.139
EEM	0.318	0.123	0.237	0.506	0.010

a, b. Letras diferentes indican diferencia estadística $P\leq 0.05$.

En la Tabla 5, se muestran los datos promedio obtenidos en las pruebas de calidad de huevo. Para Unidades Haugh, color de la yema del huevo y grosor de cascarrón, los datos fueron similares. Para resistencia del cascarrón, se observó efecto ($P<0.05$), fue mayor en los tratamientos con fitasas.

DISCUSIÓN

Para minimizar el empleo de fosfato inorgánico como fuente principal de fósforo en dietas para gallinas, es común suplementarlas con enzimas exógenas como las fitasas que liberan los grupos fosfatos del ácido fítico encontrado en los cereales y semillas oleaginosas como el maíz y la pasta de soya. Además, el empleo de fitasas reduce la excreción de fósforo que evita contaminación de lagos y ríos que incrementan el crecimiento de plantas acuáticas que causan la eutrofización (Moura *et al.*, 2023). Adicional al efecto quelante de la molécula de fitato, existe evidencia de que los polisacáridos no amiláceos solubles (PNAs), son responsables también de la quelación de nutrientes.



Tabla 5. Datos promedio de los efectos principales de evaluación de la calidad del huevo en gallinas Bovans White

Factor	Unidades Haugh	Color de yema (DSM)	Grosor de cascarón (mm)	Resistencia del cascarón (g/cm²)
Dieta				
PC y EM				
17% y 2850 kcal/kg	83.1	12.2	345.2	4198.8
15% y 2700 kcal/kg	85.4	12.1	348.7	3965.0
Enzimas				
Sin fitasas	85.1	12.1	350.3	3761.4 ^a
Con fitasas	85.5	12.3	344.9	4256.0 ^b
Con fitasas + XAP	82.1	12.0	345.7	4228.3 ^b
Fuente de variación		Probabilidad		
Dieta	0.347	0.632	0.545	0.147
Enzimas	0.466	0.744	0.712	0.021
Dieta*Enzimas	0.288	0.112	0.881	0.117
EEM	0.506	0.263	0.005	0.028

a, b. Letras diferentes indican diferencia estadística ($P \leq 0.05$).

Los PNAs solubles y el ácido fítico se encuentran en la capa celular de la aleurona de los granos (Frølich, 1990). Parkkoen *et al.* (1997), mencionan que la xilanasa aumenta la permeabilidad de la capa de aleurona de la pared celular, sitio dónde se almacena el fitato. El empleo de 600 FTU/kg de fitasas en la presente investigación, permitió reducir la cantidad de ortofosfato en las dietas, sin presentar algún efecto negativo sobre los parámetros productivos.

Datos similares a los señalados anteriormente han sido informado por otros investigadores como Park *et al.* (2024) quienes evaluaron niveles crecientes de fósforo en dietas para gallinas adicionadas con 500 FTU/kg de fitasas y encontraron que no hubo efecto negativo en los parámetros productivos con la adición de la fitasa y observaron una mayor resistencia a la ruptura de la tibia.

Eltahan *et al.* (2023) estudiaron en gallinas de postura tres niveles de fósforo, con y sin la inclusión de fitasa a 1,000 FTU/kg en las dietas; estos autores observaron que la adición de fitasas en las diferentes dietas con fósforo mejoró la producción de huevo y el grosor del cascarón. Cabe destacar que en el presente trabajo no se encontró efecto en grosor del cascarón; sin embargo, se reflejó en mayor resistencia a la ruptura del cascarón al emplear fitasas a 600 FTU/kg, dosis recomendada por la empresa productora de la fitasa empleada. En una investigación llevada a cabo por Moura *et al.* (2023) midieron la inclusión de fitasas a 300, 600 y 900 FTU/kg en dietas reducidas en fósforo



(0.12%), proteína (0.8%) y EM (75 kcal/kg); encontraron que el uso de fitasas a 900 FTU/kg mejoró el porcentaje de postura, consumo de alimento y masa de huevo en comparación con 300 y 600FTU/kg. Sin embargo, en este estudio, la adición de fitasas con 600 FTU/kg en dietas reducidas con 2% de proteína y 150 kcal/kg de EM, se mejoró el porcentaje de postura y la conversión alimenticia sin existir efecto en el consumo de alimento, peso promedio del huevo y masa de huevo, probablemente debido a que las fitasas al mejorar el porcentaje de postura y conversión alimenticia, los nutrientes liberados no tuvieron efecto para incrementar el peso del huevo y la masa de huevo.

Por otra parte, la inclusión de enzimas exógenas fitasas y XAP (xilanasas, amilasas y proteasas) en las dietas reducidas en 2% de proteína y 150 kcal/kg de EM probablemente tuvieron efecto sobre el peso del huevo, conversión alimenticia y la calidad de huevo, debido a la liberación de energía metabolizable y aminoácidos. El efecto positivo en los diferentes parámetros productivos se puede explicar debido que al adicionar enzimas exógenas como las xilanasas que degradan a los polisacáridos no amiláceos contenido en las dietas, los cuales son componentes anti nutricionales presentes en los granos y leguminosas empleados en alimentos balanceados para las aves que no pueden ser digeridos por las gallinas. Por lo tanto, adicionar dichas enzimas pueden digerir a los polisacáridos y liberar mayor cantidad de EM ([Gorenz et al., 2022](#)), además, de producir un efecto benéfico en la composición y actividad de la microbiota intestinal.

[Morgan et al. \(2022a\)](#) llevaron a cabo un estudio en gallinas donde adicionaron xilanasas en dietas comerciales para gallinas Isa Brown, los resultados del estudio indicaron que la inclusión de xilanasas incrementó el rendimiento productivo, la calidad interna y externa del huevo; así como la digestibilidad de los ingredientes (trigo, sorgo, maíz, pasta de soya y pasta de canola) de la dieta comercial. Se sabe que la principal función de las xilanasas y amilasas es hidrolizar compuestos como los xilanos y almidones. Para el caso de los xilanos, son los principales polisacáridos no amiláceos, cuyos componentes son la celulosa y hemicelulosa encontrados en las paredes celulares de los vegetales ([Bello et al., 2023](#)).

Por otra parte, los almidones se encuentran en el endospermo de los granos como el maíz, sorgo y trigo, lugar donde actúan las amilasas exógenas para complementar la acción de las amilasas pancreáticas para liberar azúcares más simples como la glucosa y de esta manera liberar mayor cantidad de EM. Además, las amilasas exógenas complementan la acción de la amilasa pancreática ([Stefanello et al., 2019](#); [Aderibigbe et al., 2020](#); [Schramm et al., 2021](#)). En algunos trabajos realizados en pollos de engorda con alfa amilasas en dietas maíz-soya, encontraron mayor ganancia de peso, eficiencia alimenticia, mayor longitud de las vellosidades intestinales así como una mayor



digestibilidad de los almidones, con mayor liberación de EM (Aderibigbe *et al.*, 2020; Schramm *et al.*, 2021; Morgan *et al.* 2022b).

Los resultados en los parámetros productivos del presente estudio fueron similares entre los tratamientos con 17% de PC y el tratamiento con 15% de PC y menor contenido de energía al suplementarlos con fitasas y XAP, por lo que, la inclusión de dichas enzimas permitió disminuir el porcentaje de ingredientes utilizados en las dietas y disminuir el costo de las dietas. Este efecto puede ser explicado también, ya que la adición de enzimas proteasas exógenas, degradan proteínas de cadena larga a péptidos más simples en aminoácidos, lo que incrementa la digestibilidad y la biodisponibilidad de los aminoácidos en el tracto intestinal, y sobre todo es más evidente su efecto benéfico en dietas reducidas en proteína; además, las proteasas actúan contra factores antinutricionales proteicos tales como los inhibidores de tripsina en la pasta de soya (Puodel *et al.*, 2023; Liu *et al.*, 2024).

CONCLUSIONES

La inclusión de 600 unidades de fitasas y xilanasas 1,500 U, amilasas 150 U y proteasas 3,000 U por kg de alimento presentaron efecto positivo en las dietas al disminuir 2 % de proteína y 150 kcal/kg de energía metabolizable sobre los parámetros productivos y la calidad del huevo. El empleo de fitasas y xilanasas - amilasas - proteasas permitieron disminuir la inclusión de pasta de soya (12%), ortofosfato (39%), aceite de soya (78%) y sal (12%), con el fin de ajustar la formulación y mejorar la eficiencia económica del proceso.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos para la MVZ EPA. Alma Selene Vázquez Delgado por colaborar en el registro y cálculos de los parámetros productivos y la evaluación de la calidad del huevo en el laboratorio del CEIEPAV.

CONFLICTO DE INTERESES

Todos los autores declaran que no existe ningún conflicto de interés.

LITERATURA CITADA

ABDOLLAHI A, Karimi A, Sadeghi AA, Bedford MR, Ashengroph M. 2021. The effects of the fiber source and xylanase supplementation on production, egg quality, digestibility, and intestinal morphology in the aged laying hen. *Poultry Science*. 100(3):100936. ISSN: 0032-5791. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.12.033>



ARABSHAAHI HA, Ghasemi HA, Hajkhodadadi I, Farahani AHK. 2021. Effects of multicarbohydrases and butyrate glycerides on productive performance, nutrient digestibility, gut morphology and ileal microbiota in late- phase laying hens fed corn- or wheat-based diets. *Poultry Science*. 100(5):101066. ISSN: 0032-5791. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101066>

BELLO A, Giménez-Rico RD, Gilani S, Hillen BC, Venter KM, Plumstead P, Dersjant-Li Y. 2023. Application of enzyme matrix values for energy and nutrients to a wheat-corn-soybean meal-based broiler diet supplemented with a novel phytase, with or without a xylanase-B-glucanase, achieved a production benefit over a nutritionally adequate unsupplemented diet. *Poultry Science*. 102:1-9. ISSN: 0032-5791. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.103131>

BOUGOUIN A, Appuhamy JADRN, Kebreab E, Dijkstra J, Kwakkel RP, France J. 2014. Effects of phytase supplementation on phosphorus retention in broilers and layers; A meta-analysis. *Poultry Science*. 93: 981-1992. ISSN: 0032-5791. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03820>

ELTAHAN HM, Cho S, Rana MM, Saleh AA, Elkomi AE, Wadaan MAM, Alagawany M, Kim IH, Eltahan HM. 2023. Dietary exogenous phytase improves egg quality, reproductive hormones, and prolongs the lifetime of the aging Hy-Line brown laying hens fed nonphytate phosphorus. *Poultry Science*. 102(9):102895. ISSN: 0032-5791. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.102895>

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ). 2026. Localización geográfica del C.E.I.E.P.Av.-Tláhuac, CDMX. <https://www.fmvz.unam.mx/fmvz/centros/ceiepav/localizacion.html>

FRØLICH W. 1990. Chelating properties of fiber and phytate. New developments in dietary fiber: physiological, physicochemical and analytical aspects. I. Furda and C. J. Brine, ed. Premium Press, New York, NY. Pp. 83-93. ISBN: 0306435837. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4684-5784-1>

GORENZ B, Iseri V, Rubach J, Dilger RN. 2022. Xylanases supplementation of pelleted wheat-based diets increases growth efficiency and apparent metabolizable energy and decreases viscosity of intestinal contents in broilers. *Poultry Science*. 101:1-10. ISSN: 0032-5791. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.102220>



HERVO F, Létourneau-Montminy MP, Meme N, Méda B, Duelos MJ, Narcy A. 2023. Effect of phytase and limestone particle size on mineral digestibility, performance, eggshell quality, and bone mineralization in laying hens. *Poultry Science*. 102(5):102613. ISSN: 0032-5791. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.102613>

LIU H, Faruk MU, Teixeira L, Fávero A, Vieira SL. 2024. Research Note: Proteases effect on soybean meal: enzyme product and area of production differences on standardized ileal amino acids digestibility of broiler chickens. *Poultry Science*. 103:1-9. ISSN: 0032-5791. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.104493>

MORGAN NK(a), Bhuiyan MM, Hopcroft R. 2022. Non-starch polysaccharide degradation in the gastrointestinal tract of broiler chickens fed commercial-type diets supplementation with either a single dose of xylanase, a double dose of xylanase, or a cocktail of non-starch polysaccharide-degradative enzymes. *Poultry Science*. 101:1-8. ISSN: 0032-5791. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.101846>

MORGAN NK(b), Wallace A, Bedford MR, González-Ortiz. 2022. Impact of fermentable fiber, xylo-oligosaccharides and xylanase on laying hen productive performance and nutrient utilization. *Poultry Science*. 101:1-9. ISSN: 0032-5791. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.102210>

MOURA TF, Reis MP, Horna FA, Nóbrega IPT, Bello A, Donato DCZ, White E, Li YD, Sakomura NK. 2023. A novel consensus bacterial 6-phytase variant improve the responses of laying hens fed an inorganic phosphorus-free diet with reduced energy and nutrients from 23-72 wk of age. *Poultry Science*. 102(10):102949. ISSN: 0032-5791. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.102949>

PARK J, Yun-Ji H, Da-Hye K, Kim YB, Byung-Yeon K, Ju-Young S, Kyung-Woo L. 2024. Nutritional and physiological responses to dietary phosphorus levels and phytase in pullets and laying hens. *Poultry Science*. 103:1-9. ISSN: 0032-5791. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.103886>

PARKKOEN TA, Tervila-Wiko M, Hopeakoski-Nurminen A, Morgan K, Poutanen KA. 1997. Changes in wheat microstructure following *in vitro* digestion. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science*. 47:43–47. ISSN: 0906-4710. <https://doi.org/10.1080/09064719709362437>



PONGMANCE K, Kuhn I, Korver DR. 2020. Effects of phytase supplementation on eggshell and bone quality, and phosphorus and calcium digestibility in laying hens from 25 to 37 wk of age. *Poultry Science*. 99(5):2595-2607. ISSN: 0032-5791. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.12.051>

POUDEL I, Hodge VR, Wamsley KGS, Roberson KD, Adhikari PA. 2023. Effects of protease enzyme supplementation and varying levels of amino acid inclusion of productive performance, egg quality, and amino acid digestibility in laying hens from 30 to 50 weeks of age. *Poultry Science*. 102(3):102465. ISSN: 0032-5791. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.102465>

RAVINDRAN V. 2013. Feed enzymes: the science, practice, and metabolic realities 1. *The Journal of Applied Poultry Research*. 22(3): 628–636. ISSN: 1056-6171. <https://doi.org/10.3382/japr.2013-00739>

SCHRAMM VG, Massuquetto A, Bassi LS, Zavelinski VAB, Sorbara JOB, Cowieson AJ, Felix AP, Maiorka A. 2021. Exogenous α -amylase improves the digestibility of corn and corn-soybean meal diets for broilers. *Poultry Science*. 100:1-1-8. ISSN: 0032-5791. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101019>

SOMMERFELD V, Huber K, Bennewitz J, Camarinha-Silva A, Hasselmann M, Ponsuksili S, Seifert J, Wimmers K, Rodehutscord M. 2020. Phytase degradation, myo-inositol release, and utilization of phosphorus and calcium by two strains of laying hens in five production periods. *Poultry Science*. 99(12): 6797-6808. ISSN: 0032-5791. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.08.064>

STEFANELLO C, Vieira SL, Soster P, Dos Santos BM, Dalmoro YK, Facero A, Cowieson AJ. 2019. Utilization of corn-based diets supplemented with an exogenous α -amylase for broilers. *Poultry Science*. 98:5862-5869. ISSN: 0032-5791. <https://doi.org/10.3382/ps/pez290>

Errata Erratum

<https://abanicoacademico.mx/revistasabanico-version-nueva/index.php/abanico-veterinario/errata>