

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria
Ingeniería Agronómica



Proyecto Especial de Graduación
Efecto de la Inclusión de un Complejo Multi-Enzimático en Dietas para
Gallinas Ponedoras Dekalb® White

Estudiantes

Jibely Daniela Martínez Acosta
Martha Milagros Vilchez Herrera

Asesores

Patricio E. Paz, Ph.D.
Rogel Castillo, M.Sc.

Honduras, agosto 2024

Autoridades

SERGIO ANDRÉS RODRÍGUEZ ROYO

Rector

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

CELIA O. TREJO RAMOS

Directora Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

ANA M. MAIER ACOSTA

Secretario General, a.i.

Contenido

Contenido.....	4
Índice de Cuadros.....	5
Resumen	6
Abstract.....	7
Introducción.....	8
Materiales y Métodos	11
Resultados y Discusión.....	14
Conclusiones	18
Recomendación	19
Referencias.....	Error! Bookmark not defined.

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Dietas para gallinas ponedoras Dekalb® White (27-36 semanas) con diferentes niveles de inclusión del complejo enzimático Allzyme Spectrum®	12
Cuadro 2. Efecto de la inclusión del complejo multi-enzimático Allzyme Spectrum® en las dietas de gallinas ponedoras Dekalb® White sobre el peso de huevo (semana 1-10)	14
Cuadro 3. Efecto de la inclusión del complejo multi-enzimático Allzyme Spectrum® en las dietas de gallinas ponedoras Dekalb® White sobre la calidad externa e interna del huevo en las semanas 5 y 10	16

Resumen

La investigación de alternativas para aumentar la digestibilidad en la dieta de gallinas ponedoras a un menor costo de alimentación ha sido un tema de importancia a nivel mundial para el sector avícola. El objetivo de este ensayo fue evaluar el efecto de diferentes niveles de inclusión del complejo multi-enzimático Allzyme Spectrum® en el peso y la calidad externa e interna del huevo, en gallinas ponedoras Dekalb® White. Un total de 700 gallinas de 27 semanas de vida se distribuyeron aleatoriamente en cuatro tratamientos, 175 gallinas alojadas en 35 jaulas por tratamiento, durante 10 semanas. Se analizó el peso de huevo semanalmente y la calidad del huevo en las semanas cinco y 10. Los tratamientos (porcentaje de inclusión de Allzyme Spectrum®) consistieron en: T1- 0%, T2- 0.015%, T3- 0.020%, y T4- 0.025%. El peso del huevo demostró diferencias ($P \leq 0.05$) en la semana 8, 9 y 10 en comparación con las demás semanas. La calidad externa e interna del huevo no demostró diferencia significativa en ningún indicador en la semana 5, sin embargo, en la semana 10, todos los indicadores (peso del huevo, altura del albumen, unidades Haugh y color de yema) mostraron diferencias ($P \leq 0.05$) a excepción del grosor de cáscara. Asimismo, con la inclusión de la enzima Allzyme Spectrum® en el nivel de 0.025% se obtuvo una reducción del costo de la dieta.

Palabras clave: Digestibilidad, enzimas, gallinas ponedoras, huevo.

Abstract

The research of alternatives to increase digestibility in the diet of laying hens at a lower feed cost has been a topic of importance worldwide for the poultry industry. The objective of this experiment was to evaluate the effect of different inclusion levels of Allzyme Spectrum[®], a multienzyme complex on egg weight and external and internal egg quality, in Dekalb[®] White laying hens. A total of 700, 27-week-old hens were randomly distributed into four treatments, 135 birds in 35 cages per treatment, for 10 weeks. The treatments included different levels of inclusion of the multienzyme complex, being T1-0%, T2-0.015%, T3-0.020% and T4-0.025%. Egg weight showed differences ($P \leq 0.05$) at weeks 8, 9 and 10 compared to the other weeks. External and internal egg quality did not show significant difference in any indicator at week 5, however, at week 10, all egg quality indicators (egg weight, albumen height, Haugh units and yolk color) showed differences ($P \leq 0.05$) except for shell thickness. Likewise, with the inclusion of the Allzyme Spectrum[®] enzyme at the level of 0.025%, a reduction in the cost of the diet was obtained.

Keywords: Digestibility, egg, enzymes, laying hens.

Introducción

La producción avícola es una actividad económica que se dedica a la cría y cuidado de aves domésticas con fines comerciales, tanto para la producción de carne como huevos. Esta actividad es muy importante en todo el mundo, ya que proporciona una fuente valiosa de proteína animal para la alimentación humana, que es el huevo (Zoovet, 2023). El sector avícola sigue creciendo e industrializándose en muchas partes del mundo debido a la presión del crecimiento demográfico, el aumento del poder adquisitivo y los procesos de urbanización (Gutiérrez, 2020).

El sector avícola se enfrenta constantemente al desafío de mantener índices productivos con un costo de producción competitivo. Una estrategia para mejorar la eficiencia alimenticia es a través del uso de enzimas exógenas, cuya finalidad es lograr un óptimo aprovechamiento de los nutrientes provenientes de las materias primas. Al utilizar enzimas exógenas en la dieta de gallinas ponedoras, favorece una mejor digestibilidad de los nutrientes, debido a que son catalizadores biológicos que promueven a la utilización de ciertos componentes los cuales terminan reduciendo el costo final del alimento balanceado, asimismo, reduce el impacto ambiental de los desechos orgánicos que no fueron aprovechados por el ave (Chotinsky, 2015).

En las aves, las enzimas endógenas son producidas dentro del propio organismo y juegan un papel clave en el proceso digestivo y en la absorción de nutrientes. Cuando no se produce una determinada enzima o la cantidad requerida para mejorar la digestión de la dieta, es necesario suplementar la dieta con enzimas exógenas. Estas enzimas son proteínas compuestas por aminoácidos o sus derivados que catalizan una reacción química específica (Campbell y Bedford, 1992).

Las enzimas exógenas ingeridas por las aves van a complementar a las endógenas; y cuando la cantidad es insuficiente van a suplementar a las enzimas que las aves no sintetizan (como las celulasas). Algunas de las ventajas de incluir enzimas exógenas en el alimento balanceado son: eliminar los factores anti-nutricionales, reducir la excreción de nitrógeno y fósforo a través de las heces y disminuir los costos de la alimentación de manera sostenible (Adeola y Cowieson, 2011)

Uno de los nutrientes más importantes dentro de la alimentación avícola es la proteína y más específicamente la proteína ideal, que se refiere al balance exacto de los aminoácidos para satisfacer los requerimientos de mantenimiento y ganancia máxima de proteína corporal. Dicho nutriente es especialmente importante en la alimentación de la gallina de postura, ya que este tipo de aves es solo eficiente en un 55% para convertir la proteína de la dieta a proteína del huevo y de mantenimiento (Hernández, 2020).

Dicho esto, se puede afirmar que una mayor digestibilidad depende del valor nutricional de la dieta, y con una suplementación con enzimas puede mejorar hasta un 90%. Esto está relacionado con aminoácidos y polisacáridos sin almidón (Non Starch Polysaccharides, NSPs), ya que, en el caso de los aminoácidos, estos pueden estar no disponibles naturalmente en la dieta, por lo que puede ser más tardado para una gallina digerirlos. Los NSPs pueden representar un impacto negativo ya que pueden aumentar las pérdidas endógenas o afectar en la digestión individual de ciertos aminoácidos (Oller, 2017).

Dada la alta demanda de huevo, e importancia de la calidad de este, se debe considerar la alimentación como factor clave en la producción de huevos. La calidad física del huevo está directamente determinada según la alimentación, ya que define el peso, color de la yema, altura de albumina, unidades Haugh y grosor de la cascara de los huevos. Una dieta rica en carotenoides, que son los componentes naturales responsables de producir la pigmentación de las yemas, es fundamental para la constitución de esas características. Estos también afectan el transporte de vitamina A, que ayuda a proteger las células de las aves contra el estrés oxidativo y mejora su sistema inmunológico (Certified Humane, 2024).

Es por esto que, la presente investigación tuvo la finalidad de evaluar el efecto de Allzyme Spectrum® en el alimento de las gallinas ponedoras Dekalb® White de 27 a 36 semanas en la calidad física del huevo.

El objetivo específico fue determinar el nivel de inclusión ideal de Allzyme Spectrum® en el peso del huevo durante 10 semanas, determinando el color de la yema, altura albumina, unidades Haugh y grosor de la cáscara en la semana 5 y 10 del experimento.

Materiales y Métodos

Ubicación Experimental

Todos los procedimientos adoptados para la realización de este experimento fueron aprobados por la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras y se llevaron a cabo de acuerdo con los Lineamientos para Animales de Experimentación. El experimento se realizó en el Centro de Investigación y Enseñanza Avícola de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, ubicado en el Valle de Yegüare, km 30 de la carretera Tegucigalpa-Danlí, Honduras. La unidad avícola se encuentra ubicada a 800 metros sobre el nivel del mar, con una precipitación promedio anual de 1100 mm, y una temperatura promedio de 26 °C.

Animales y Tratamientos

Un total de 700 gallinas ponedoras Dekalb® White de 27 semanas de edad fueron distribuidas por un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos, 175 gallinas en 35 jaulas por tratamiento, y cada repetición estuvo compuesta por una jaula. La duración del experimento fue de 70 días (10 semanas). La dieta se formuló según los requerimientos nutricionales descritos en la guía de manejo nutricional de la línea genética en estudio. Los ingredientes de las dietas se enumeran en el Cuadro 1. A continuación se especifican los cuatro tratamientos del experimento:

Tratamiento 1 (T1)

Dieta Control

Tratamiento 2 (T2)

0.015% de inclusión del complejo enzimático Allzyme Spectrum®

Tratamiento 3 (T3)

0.020% de inclusión del complejo enzimático Allzyme Spectrum®

Tratamiento 4 (T4)

0.025% de inclusión del complejo enzimático Allzyme Spectrum®

Condiciones Experimentales

Cinco aves se alojaron en jaulas metálicas de 55 × 60 × 35 cm, las cuales recibieron 100 g de alimento/gallina/día en comederos lineales y el agua se suministró *ad libitum* a través de dos tetinas/jaula. Además, las aves recibieron un régimen de iluminación de 16 h/día en un galpón de costados abiertos. El período de adaptación fue durante las primeras dos semanas. Las gallinas no recibieron medicamentos ni tratamientos veterinarios preventivos o clínicos durante la investigación.

Cuadro 1.

Dietas para gallinas ponedoras Dekalb® White (27-36 semanas) con diferentes niveles de inclusión del complejo enzimático Allzyme Spectrum®

Ingredientes	Dietas Experimentales – Inclusión Allzyme Spectrum® (%)			
	T1 – 0%	T2 – 0.015%	T3 – 0.020%	T4 – 0.025%
Harina de Maíz	49.9874	54.1762	55.5846	56.9969
Harina de Soja	31.2056	30.2172	29.8905	29.5666
Aceite de Palma Africana	4.884	2.5536	1.7748	0.9941
Allzyme Spectrum®	0.00	0.015	0.02	0.025
Premezcla	0.25	0.25	0.25	0.25
Colina	0.05	0.05	0.05	0.05
Mycosorb A+	0.07	0.07	0.07	0.07
Carbonato fino	5.4015	5.343	5.3239	5.3047
Carbonato grueso	5.4015	5.343	5.3239	5.3047
Fosfato Monocálcico	1.871	1.147	0.8988	0.647
Bicarbonato de Sodio	0.19	0.19	0.19	0.19
Sal común	0.32	0.32	0.32	0.32
L-lisina	0.039	0.025	0.0165	0.013
DL-metionina	0.295	0.275	0.266	0.253
L-treonina	0.035	0.025	0.021	0.015
Costo (USD/t)	534.02	511.02	503.09	495.02
<i>Contribuciones nutricionales</i>				
Energía metabolizable (kcal/kg)	2750	2750	2750	2750
Proteína cruda	18.00	18.00	18.00	18.00
Calcio	4.32	4.32	4.32	4.32
Fósforo disponible	0.51	0.51	0.51	0.51
Lisina	0.89	0.89	0.89	0.89
Metionina + Cistina	0.78	0.78	0.78	0.78
Treonina	0.63	0.63	0.63	0.63
Valina	0.70	0.71	0.71	0.71
Triptófano	0.18	0.18	0.18	0.18
Sodio	0.19	0.19	0.19	0.19
Cloro	0.18	0.18	0.18	0.18
Ácido Linoleico	1.54	1.37	1.32	1.28
Fibra cruda	2.27	2.32	2.33	2.34

El complejo multienzimático Allzyme Spectrum[®], fue desarrollado a través de la fermentación en estado sólido (SSF, por sus siglas en inglés) de una cepa selecta de *Aspergillus niger*; lo cual permite mediante las enzimas obtenidas de este hongo (Fitasa, Proteasa, Pectinasa, β -Glucanasa, Celulasa y Amilasa), impulsar el retorno de energía y la liberación de fósforo en la alimentación, contribuyendo a la eficiencia de la digestibilidad de los nutrientes ingeridos por el animal.

Calidad del Huevo

La calidad externa e interna de los huevos se analizó el mismo día de la recolección en las semanas 5 y 10 mediante el analizador automático TSS EggQuality (York, Inglaterra) y el software Eggware v 4x. El peso del huevo se determinó en una báscula digital OHAUS (Nueva Jersey) con una precisión de ± 0.1 g. Para el grosor de la cáscara del huevo (polo medio) se utilizó un micrómetro con una precisión de ± 0.001 mm. Para la calidad interna del huevo, la altura del albumen se midió utilizando un indicador de altura QHC con una precisión de ± 0.01 mm (analizador automático TSS EggQuality, York, Inglaterra). El color de la yema se evaluó mediante un colorímetro electrónico CCC, que usa la escala de Roche de 15 colores.

Diseño Experimental y Análisis Estadístico

Los datos se procesaron mediante un análisis de varianza siguiendo un diseño completamente al azar usando el software estadístico SAS On Demand for Academics. Cuando los efectos fueron significativos, las medias se separaron mediante la prueba Duncan con $P \leq 0.05$.

Resultados y Discusión

En el Cuadro 2 se observa el efecto de la inclusión del complejo multi-enzimático Allzyme Spectrum® sobre el peso del huevo en gallinas ponedoras durante 10 semanas. Durante las primeras siete semanas del estudio, no se observaron diferencias ($P > 0.05$) entre los tratamientos aplicados. Sin embargo, en las semanas 8, 9 y 10 se observaron diferencias ($P \leq 0.05$) en el peso del huevo en los diferentes tratamientos. Específicamente, en la semana 10 (semana 36 de edad de las gallinas ponedoras), el tratamiento 4 con una inclusión de 0.025% de Allzyme Spectrum®, registró los mejores pesos de huevo.

Cuadro 2.

Efecto de la inclusión del complejo multi-enzimático Allzyme Spectrum® en las dietas de gallinas ponedoras Dekalb® White sobre el peso de huevo (semana 1-10).

Tratamiento	Semana									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T1 -Control	54.12	55.90	55.36	56.72	56.73	57.18	57.75	58.73 ^{ab}	59.78 ^a	58.33 ^b
T2 - 0.015%	53.51	55.56	55.60	56.21	56.99	56.99	56.92	58.15 ^b	60.89 ^a	58.90 ^b
T3 - 0.020%	53.84	55.02	55.44	56.12	56.41	56.75	57.09	57.72 ^b	60.22 ^a	58.93 ^b
T4- 0.025%	53.59	55.39	55.66	55.25	56.46	55.92	57.61	60.21 ^a	57.83 ^b	62.89 ^a
Valor P	0.62	0.56	0.97	0.19	0.92	0.28	0.64	0.01	0.0003	0.04
EE±	0.17	0.22	0.24	0.24	0.32	0.24	0.27	0.29	0.26	0.68

Nota. *P= Probabilidad; *EE= Error Estándar

De acuerdo con los resultados de la investigación, la adición del complejo multi-enzimático en las dietas de gallinas ponedoras Dekalb® White coincide con los resultados de Khan (2011) quien observó que la calidad del huevo en gallinas ponedoras suplementadas con un complejo enzimático, en comparación con aves no suplementadas, aumentó significativamente en el peso.

El peso del huevo está estrechamente relacionado con los niveles de inclusión de ingredientes proteicos y niveles de carbohidratos incluidos en las dietas. Según Ortíz -Vao (2018), los nutrientes que ayudan a modular el tamaño del huevo son: proteína bruta, aminoácidos principalmente los azufrados, grasa de la ración y ácido linoleico. Además, el autor señala que, junto a estos tres nutrientes, cualquier aditivo que ayude a mejorar la digestibilidad de los nutrientes puede

contribuir a incrementar el peso del huevo. Por su parte, Lera (2020), enfatiza que el aprovechamiento de los nutrientes por parte de las gallinas ponedoras es de vital importancia para obtener buena producción y peso huevo.

Debido a ello, el objetivo es formular dietas que maximicen la digestibilidad de los nutrientes, ya que, uno de los principales factores que impactan en la salud intestinal es la nutrición. En consecuencia, como lo menciona Bertsch (2020), la salud intestinal es esencial para productividad de huevos de las gallinas, pues cualquier desafío que afecte la salud intestinal tendrá consecuencias en la digestión y el aprovechamiento de los nutrientes.

En este sentido, el complejo enzimático Allzyme Spectrum® utilizado en la presente investigación, compuesto por enzimas como fitasa, pectinasa, proteasa, beta-glucanasa, celulasa y amilasa, tiene como finalidad mejorar la digestibilidad de los principales nutrientes de la dieta.

En la evaluación del peso del huevo de la presente investigación, las diferentes dietas fueron formuladas de manera balanceada. Para evaluar la adición del complejo multi-enzimático Allzyme Spectrum® sobre el peso del huevo. Para ello, se comparó el peso obtenido en la semana 10 de las dietas que incluían la enzima, con el peso del huevo de la dieta control, la cual tiene como resultado el rango promedio de peso del huevo esperado de una gallina ponedora de esa edad, tal como lo afirma la Guía de Manejo de gallinas Dekalb® White (Institut de Sélection Animale, 2024).

El peso del huevo es un indicador esencial respecto a la calidad física del mismo. Esto se debe a que la parte interna del huevo, que constituye el 90% del peso total, se compone principalmente de clara (60%) y yema (30%), mientras que la cáscara y las membranas representan alrededor del 10% (Instituto de Estudios del Huevo, 2009). La composición de estos componentes internos, como la proporción de clara y yema, es un factor importante a considerar para la industria alimentaria.

En el Cuadro 3 se observa el efecto del complejo multi-enzimático Allzyme Spectrum® en la calidad externa e interna del huevo en la semana 5 y 10, después de iniciar el experimento. Durante la semana 5 ningún indicador presentó diferencias significativas según el tratamiento, sin embargo,

en la semana 10 los indicadores de peso del huevo, altura de albumen, unidades Haugh y color de yema, presentaron diferencias ($P \leq 0.05$). La inclusión de Allzyme Spectrum® al 0.025% presentó un mayor peso del huevo.

Cuadro 3.

Efecto de la inclusión del complejo multi-enzimático Allzyme Spectrum® en las dietas de gallinas ponedoras Dekalb® White sobre la calidad externa e interna del huevo en las semanas 5 y 10.

Semana	TRT	Peso Huevo (g)	Altura del Albumen (mm)	Unidades Haugh	Color de la Yema (DSM)	Grosor de Cáscara (micras)
5	T1 - Control	56.73	7.39	75.40	3.63	0.34
	T2 - 0.015%	57.00	7.38	73.06	3.57	0.31
	T3 - 0.020%	56.39	7.49	75.85	3.55	0.32
	T4 - 0.025%	56.46	7.50	75.87	3.50	0.32
	Valor P	0.85	0.14	0.28	0.66	0.24
	EE±	0.39	0.02	0.12	0.07	0.003
10	T1 - Control	58.33 ^b	7.46 ^a	75.39 ^a	2.64 ^b	0.29
	T2 - 0.015%	58.05 ^b	7.43 ^{ab}	75.35 ^a	3.06 ^a	0.30
	T3 - 0.020%	58.93 ^b	7.27 ^b	74.69 ^{ab}	3.10 ^a	0.31
	T4 - 0.025%	62.89 ^a	7.27 ^b	73.86 ^b	2.86 ^{ab}	0.31
	Valor P	0.04	0.02	0.004	0.01	0.16
	EE±	0.68	0.03	0.17	0.05	0.003

Nota. *P= Probabilidad; *EE= Error Estándar

El peso del huevo en la semana 31 de edad de las gallinas ponedoras (semana 5 del experimento) correspondió a lo indicado en la guía de manejo Dekalb® White según ISA (2024) y se encontró dentro del rango propuesto por la línea genética de 56.5 g. Geraldo et al. (2014) obtuvieron resultados parecidos, ya que notaron que la adición de un complejo multi-enzimático en sus dietas, no afectaba los indicadores de calidad del huevo. Al igual que en la semana 36 de edad (semana 10 del experimento), el peso se mantuvo en el rango de peso del huevo de acuerdo con su edad.

Otro de los parámetros es la altura del albumen que se ve influenciada por la edad de la gallina, el peso del huevo y la proteína en la dieta. Es decir, que la altura del albumen es menor a una mayor edad de la gallina, sin embargo, en este experimento se observaron valores similares a las otras semanas ya que, según su edad, se encuentran en su pico de producción.

Las unidades Haugh también son un indicador estandarizado de la frescura y calidad proteica del huevo. Los huevos con albúminas altas y mayores unidades Haugh pueden estar almacenados por más tiempo, de esta manera son más frescos para el consumidor (Hy-Line International, 2017). Al igual que en este estudio, Murakami et al. (2007) observó diferencias significativas en los valores de unidades Haugh en los huevos de gallinas ponedoras alimentadas con dietas suplementadas con un complejo enzimático.

El color de la yema es uno de los factores más cruciales que influyen en la elección del consumidor y el mercado, ya que cada región tiene preferencias distintas del color de la yema en sus alimentos. La yema se compone de grasas, proteínas, vitaminas, minerales y de los responsables de darle el color a la yema, que son los carotenoides (Arata y Santillan, 2021).

Al evaluar un complejo multi-enzimático en la dieta de gallinas ponedoras, se influye en la calidad interna y externa del huevo. La cáscara forma parte de los indicadores de calidad del huevo, por eso, una de las variables que se evaluó en este estudio fue el grosor de cáscara. Sin embargo, esta investigación demostró que la inclusión de un complejo enzimático no tuvo impacto en la calidad de la cáscara. Los resultados de este experimento concuerdan con la investigación de Cadillo et al. (2019) quienes no observaron diferencias significativas en el grosor de cáscara al añadir enzimas en la alimentación de gallinas ponedoras. Además, según Rivera Callpa (2015) la inclusión de enzimas contribuye a la rentabilidad, permitiendo mantener los parámetros productivos y calidad del huevo con mayor concentración de nutrientes y a menores costos de producción.

Conclusiones

Bajo las condiciones de este estudio, la inclusión de Allzyme Spectrum® en las dietas de gallinas ponedoras Dekalb® White no mejoró la calidad física del huevo.

La inclusión de Allzyme Spectrum® a un nivel de 0.025% presentó los mejores pesos de huevo con 10 semanas de su uso.

Recomendaciones

Incluir el complejo multi-enzimático Allzyme Spectrum® a un nivel de 0.025% para mejorar el peso y tamaño del huevo.

Realizar un análisis financiero para demostrar el impacto económico en la productividad de gallinas.

Para futuras investigaciones, realizar una clasificación por tamaño, ya que, en dependencia del peso y tamaño, afecta las características internas del huevo.

Referencias

- Adeola, O. y Cowieson, A. J. (2011). Opportunities and challenges in using exogenous enzymes to improve nonruminant animal production: Board-INVITED REVIEW. *Journal of Animal Science*, 89(10), 3189–3218. <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3715>
- Arata A., L. E. y Santillan R., A. S. (2021). *Efecto dietético de un complejo multi-enzimático en la productividad, calidad del huevo e impacto ambiental en gallinas ponedoras* [Tesis], Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. [bdigital.zamorano.edu. https://bdigital.zamorano.edu/items/d85d3e0f-d52a-4217-a25f-60a8858c9a76](https://bdigital.zamorano.edu/items/d85d3e0f-d52a-4217-a25f-60a8858c9a76)
- Bertsch, G. (2020, 29 de mayo). Salud intestinal en gallinas ponedoras. *Engormix*. https://www.engormix.com/avicultura/fitobioticos-avicultura/salud-intestinal-gallinas-ponedoras_a45398/
- Cadillo C., J., Cumpa G., M. y Galarza F., J. (2019). Rendimiento productivo y calidad de huevo en gallinas ponedoras alimentadas con torta de palmiste (*Elaeis guineensis*) y enzimas β -glucanasa y xilanasa. *Revista De Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 30(2), 682–690. <https://doi.org/10.15381/rivep.v30i2.16079>
- Campbell, G. L. y Bedford, M. R. (1992). Enzyme applications for monogastric feeds: A review. *Canadian Journal of Animal Science*, 72(3), 449–466. <https://doi.org/10.4141/cjas92-058>
- Certified Humane. (2024, 27 de febrero). *¿Qué factores afectan la calidad del huevo?* <https://certifiedhumanelatino.org/que-factores-afectan-la-calidad-del-huevo/>
- Chotinsky, D. (2015). The use of enzymes to improve utilization of nutrient in poultry diets. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 21(2), 429–435. <https://agrojournal.org/21/02-36.pdf>
- Geraldo, A., Gomes, K. R. A., Fassani, É. J., Bertechini, A. G., Simão, S. D. y Nogueira, F. S. (2014). Carbohydrase and phytase supplementation in diets for semi-heavy laying hens. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 36(3), 285. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v36i3.21952>
- Gutiérrez, M. d. I. A. (2020, 16 de octubre). Día Mundial de la Alimentación: Aporte del Sector Avícola. *AgriNews*. <https://avinews.com/dia-mundial-alimentacion-aporte-sector-avicola/>
- Hernández, M. A. (2020, abril). Aspectos clave en la producción avícola. *Produccion Animal. Veterinaria Digital*. <https://www.veterinariadigital.com/articulos/aspectos-clave-en-la-produccion-avicola/>
- Hy-Line International (2017). La ciencia y calidad del huevo. *Hy-Line*. <https://www.hyline.com/Upload/Resources/TU%20EQ%20SPN.pdf>
- Institut de Sélection Animale. (2024). *Guía de Manejo Sistemas de producción alternativos*. ISA. https://www.solla.com/sites/default/files/productos/secciones/adjuntos/dekalb_white_product_guide_alternative_production_systems_sp_vs1.pdf
- Instituto de Estudios del Huevo (Ed.). (2009). *EL gran libro del huevo* (1ª edición). EVEREST, S.A.
- Khan, S. y c. (2011). Efectos de la suplementación con probióticos multienzimáticos y multiespecies sobre el rendimiento productivo, la calidad del huevo, el nivel de colesterol y el sistema inmunológico en gallinas ponedoras: v. 39, n. 4, pág. 386-398, 2011. *The Journal of Applied Poultry Research*, 39(4), 386–398.

- Lera, R. (2020). *Adaptar el peso del huevo a las necesidades del mercado mediante el manejo - Colaves*. <https://colaves.com/adaptar-el-peso-del-huevo-a-las-necesidades-del-mercado-mediante-el-manejo/>
- Murakami, A. E., Müller Fernandes, J. I., Sakamoto, M. I., Garcia de Souza, L. M. y Furlan, A. C. (2007). Efeito da suplementação enzimática no desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 29(2), 165–172. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303126487005>
- Oller, A. F. (2017, 15 de septiembre). Mejorando la digestibilidad en aves con la suplementación de enzimas. *NutriNews*. <https://nutrinews.com/mejorando-la-digestibilidad-en-aves-con-la-suplementacion-de-enzimas/>
- Rivera Callpa, C. M. (2015). *Evaluación de tres niveles de un aditivo multifuncional (AMF) en dietas de gallinas ponedoras Hy Line Brown* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. repositorio.lamolina.edu.pe. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/1749>
- Zoovet. (2023). *Manejo de la Producción Avícola*. <https://zoovetespasion.com/produccion-avicola>