

**UNIVERSIDAD PERUANA CAYETANO
HEREDIA**

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia



“Efecto del uso de harina de subproducto animal y harina de pescado en el alimento de gallinas de postura comercial sobre los parámetros productivos, contenido de hierro en huevo y retribución económica del alimento”

Tesis para optar el Título Profesional de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

José Yone Vásquez Huacal

Bachiller en Medicina Veterinaria y Zootecnia

Asesor

Dr. Luís Alfredo Nakandakari Arashiro

LIMA - PERÚ

2022

REPORTE TURNITIN

The screenshot displays the Turnitin Feedback Studio interface. The main document area shows a thesis title in Spanish: "Efecto del uso de harina de subproducto animal y harina de pescado en el alimento de gallinas de postura comercial sobre los parámetros productivos, contenido de hierro en huevo y retribución económica del alimento". Below the title, it identifies the author as José Yone Vásquez Huacal, a Bachelor's student in Veterinary Medicine and Zootechnology, advised by Dr. Luis Alfredo Nakandakari Arashiro, in Lima, Peru, 2022. The document is for a professional title. The right-hand panel, titled "Match Overview", shows a 9% similarity score. It lists five matches from internet sources: 1. repositorio.upch.edu.pe (5%), 2. repositorio.unas.edu.pe (1%), 3. renati.sunedu.gob.pe (1%), 4. hdl.handle.net (1%), and 5. repositorio.lamolina.ed... (1%). The interface also shows the user's name "JOSE YONE VASQUEZ HUACAL" and "TESIS" at the top, and a "Match Overview" tab at the top right. The bottom status bar indicates "Page: 1 of 31", "Word Count: 5805", and "Text-Only Report | High Resolution On".

feedback studio | JOSE YONE VASQUEZ HUACAL | TESIS

Match Overview

9%

Currently viewing standard sources

View English Sources (Beta)

Matches

Match Number	Source	Percentage
1	repositorio.upch.edu.pe Internet Source	5%
2	repositorio.unas.edu.pe Internet Source	1%
3	renati.sunedu.gob.pe Internet Source	1%
4	hdl.handle.net Internet Source	1%
5	repositorio.lamolina.ed... Internet Source	1%

Page: 1 of 31 | Word Count: 5805 | Text-Only Report | High Resolution On

DEDICATORIA

La presente investigación va dedicado a mi mamá por darme la vida, apoyarme e inculcarme a ser mejor persona y a sobresalir a pesar de las dificultades y, al Dr. Luis Nakandakari por su dedicación, apoyo y constancia que tuvo para la realización de este proyecto.

AGRADECIMIENTO

Mi más grande y sincero agradecimiento al Fondo Tejada Porturas 2020 por el financiamiento a esta investigación y al Dr. Luis Alfredo Nakandakari Arashiro por todo el apoyo brindado a la realización de este proyecto.

ÍNDICE

REPORTE TURNITIN	1
DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE.....	4
RESUMEN	6
ABSTRACT.....	7
INTRODUCCIÓN	8
MATERIALES Y MÉTODOS	11
Lugar de estudio	11
Diseño de estudio	11
Población objetivo, tamaño de muestra y alojamiento	11
Tratamientos experimentales	12
Manejo de aves.....	15
Evaluación de parámetros.....	16
Contenido de hierro en huevo (mg/100 g):.....	17
Retribución económica del alimento (S/.)	18
Análisis de datos.....	18
Consideraciones Éticas	18
RESULTADOS.....	19

DISCUSIÓN	21
CONCLUSIONES	24
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25
ANEXOS	29
Anexo 1.....	29
Anexo 2.....	29
Anexo 3.....	30
Anexo 4.....	31
Anexo 5.....	31

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto del uso de harina de subproducto animal (HSA) y harina de pescado (HP) en alimento sobre los parámetros productivos, el contenido de hierro en el huevo y la retribución económica del alimento en gallinas de postura comercial por un periodo de 6 semanas. A un total de 720 gallinas (Dekalb Brown) de 32 semanas de edad se suministró 3 tratamientos dietéticos: dieta control a base de maíz amarillo duro y torta de soya, tratamiento 2 a base de la dieta basal + 2.5% de harina de pescado y el tratamiento 3 a base de la dieta basal + la adición de 2.5% harina de subproducto animal. A cada tratamiento se le asignó 6 repeticiones con 40 aves por repetición bajo similares condiciones de manejo y ambiente de crianza. Se realizaron las siguientes mediciones: producción total de huevos, consumo de alimento ave/día, masa de huevo, índice de conversión alimenticia, concentración de hierro en huevo y retribución económica del alimento. Se realizó el análisis de varianza (ANOVA) de una vía a las observaciones paramétricas y el análisis de Kruskal Wallis para los datos no paramétricos, la diferencia entre medias se determinó por medio de la prueba de Tukey con un nivel de confianza del 95% ($p < 0.05$). Se encontró diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) por efecto de los tratamientos sobre las variables producción total de huevos, consumo de alimento, masa de huevo e índice de conversión alimenticia. No se encontró diferencia estadística ($p > 0.05$) a la evaluación del contenido de hierro en el huevo de gallina, ni a la retribución económica del alimento. En virtud de los resultados se concluye que las gallinas alimentadas con las fuentes de proteína animal no mostraron una mejora en los parámetros productivos como producción total de huevos ni el índice de conversión de alimento con respecto al grupo control y la fuente de proteína animal no difiere en el contenido de hierro en el huevo ni en la retribución económica del alimento con respecto al control.

Palabras clave: *Harina de pescado, harina de subproducto animal, gallinas de postura, hierro en huevo y retribución económica.*

ABSTRACT

The objective of current the study was to evaluate the effect of the use of animal by-product meal (APM) and fishmeal (FM) in feed on the productive parameters, the iron content in the egg and the economic retribution of the feed in commercial laying hens for a period of 6 weeks. A total of 720 hens (Dekalb Brown) of 32 weeks of age were given 3 dietary treatments: control diet based on hard yellow corn and soybean cake, treatment 2 based on the basal diet + 2.5% fishmeal and treatment 3 based on the basal diet + the addition of 2.5% animal by-product meal. Each treatment was assigned six replicates with 40 birds per replicate under similar management conditions and environment. The following measurements were made: total egg production, feed consumption per bird/day, egg mass, feed conversion ratio, iron concentration in the egg and economic retribution of the feed. One-way analysis of variance (ANOVA) was performed for parametric observations and Kruskal Wallis analysis for non-parametric data, the difference between means was determined by Tukey test with a confidence level of 95% ($p < 0.05$). A statistically significant difference ($p < 0.05$) was found due to the effect of the treatments on the variables total egg production, feed consumption, egg mass and feed conversion ratio. However, no statistical difference was found ($p > 0.05$) to the evaluation of the iron content in the chicken egg, nor to the economic compensation of the food. Based on the results, it is concluded that the hens fed with the animal protein sources did not show an improvement in the productive parameters, such as, total egg production or the feed conversion rate with respect to the control group and, the animal protein source did not differs in the iron content in the egg or in the economic retribution of the food with respect to the control.

Keywords: *Fishmeal, animal by-product meal, laying hens, iron in eggs and economic compensation.*

INTRODUCCIÓN

El huevo de gallina es un alimento económico que presenta una proteína con alto valor biológico, el cual se debe a la calidad de su aminograma; es por ello que se emplea como referencia al evaluar la calidad de otras fuentes de proteínas. También presenta otros nutrientes importantes para la nutrición humana como vitaminas y minerales, así como ácidos grasos esenciales (Buckiuniene *et al.*, 2016). Asimismo, es considerado como un alimento funcional, ya que por medio de la manipulación del alimento que consumen las gallinas podemos enriquecer el contenido del huevo con el nutriente de interés (Nimalaratne y Wu, 2015). Por ejemplo, estudios científicos han demostrado aumentar los niveles de ácidos grasos poliinsaturados de la serie de los omega-3 como el eicosapentanoico (EPA) en el huevo, para lo cual las gallinas fueron alimentadas con niveles crecientes de EPA y de esta forma el huevo enriquecido es el vehículo ideal para el consumo de este nutriente por las personas (Lee *et al.*, 2019; Moran *et al.*, 2020).

El hierro (Fe) es un nutriente esencial en la nutrición de gallinas ponedoras y forma parte de los sistemas enzimáticos encargados de la producción de energía y metabolismo de proteínas (Leeson y Summers, 2001). También presenta actividad antioxidante e inmunoestimulante (Xie *et al.*, 2019). Según la National Research Council (NRC, 1994), el requerimiento mínimo de hierro en el alimento de gallinas ponedoras es de 56 ppm. En un estudio realizado por Morck y Austic (1981), demostraron que una dosis de 15 ppm de hierro en el alimento causaba una caída drástica del hematocrito en gallinas ponedoras. Asimismo, los autores encontraron que una dosis entre 35 a 45 ppm de hierro era necesario para mantener un nivel adecuado del hematocrito. Por otro lado, los manuales o guías de alimentación de las líneas genéticas más comunes en el país recomiendan una

dosis entre 25 a 65 ppm de hierro en el alimento (Lohman Tierzucht., 2013; Hy Line International, 2018).

Las raciones de alimento para gallinas ponedoras están constituidas por un 55 a 60 % de maíz amarillo duro y 22 a 25% de torta de soya, con un contenido promedio de 23,5 mg/kg y 160 mg/kg de hierro para el maíz y la torta de soya respectivamente. Por otro lado, el contenido de hierro en los insumos de origen animal es mucho mayor, por ejemplo, en la harina de subproducto animal (carne, hueso, sangre, pluma, vísceras y sus combinaciones) el contenido de hierro es de 220 a 240 mg/kg y en la harina de pescado es de 444 mg/kg. Sumado a ello hay que resaltar que la biodisponibilidad del hierro es pobre en los insumos vegetales en comparación a los insumos de origen animal. Esto se debe a que ambos insumos (maíz amarillo y torta de soya) presentan hierro en forma no hem, el cual tiene un mecanismo de absorción limitado a nivel del intestino delgado, mientras que el hierro hem presente en los insumos de origen animal el cual tiene una tasa de absorción 2 a 3 veces mayor al del hierro no hem (Cardero *et al.*, 2009; Rostango, 2017).

El uso de insumos proteicos de origen animal en las raciones para gallinas de postura comercial es reducido por un tema de costo, debido a que las fuentes de proteína vegetal son más económicas por tonelada de producto en comparación a las fuentes de origen animal. Cabe señalar que el nivel o porcentaje de proteína, así como de otros nutrientes como el hierro, es mayor en estos insumos proteicos derivados de animales, lo cual tiene un impacto directo en la calidad de la cáscara (Beski *et al.*, 2015; Rostagno, 2017). No obstante, en la literatura científica no se encuentran estudios donde se haya evaluado la inclusión de harina de origen animal y su efecto sobre el contenido de hierro en el huevo.

Un mayor contenido y biodisponibilidad de hierro en las harinas de fuente animal podría tener un impacto sobre la salud y producción de las aves, al mismo tiempo de aumentar el nivel de hierro en el huevo (huevo enriquecido) y también la calidad nutricional de este alimento que siempre está presente en la canasta básica familiar (consumo per cápita de 224 huevos/habitante al año según Minagri, 2019). Por lo antes mencionado, el objetivo del presente estudio fue el de evaluar el efecto del uso de harina de subproducto animal y harina de pescado en alimento sobre los parámetros productivos, el contenido de hierro en el huevo y la retribución económica del alimento, en gallinas de postura comercial por un periodo de 6 semanas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de estudio

El estudio se realizó en las instalaciones de la empresa IPROSUR E.I.R.L., granja avícola de postura comercial ubicada en la provincia de Chincha, departamento de Ica. Tuvo una duración de 6 semanas y se llevó a cabo entre los meses de septiembre y octubre del 2021. Las evaluaciones de las concentraciones del hierro en el alimento y huevo se realizaron en el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA) de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM).

Diseño de estudio

Se empleó un diseño completamente aleatorizado o randomizado (DCA) con tres tratamientos y seis repeticiones por tratamiento. Cada repetición estuvo conformada por 40 gallinas (240 gallinas por tratamiento). Los tratamientos y repeticiones fueron elegidos al azar.

Población objetivo, tamaño de muestra y alojamiento

Se utilizó una población de 720 gallinas de postura comercial (*Gallus gallus domesticus*) de la línea Dekalb Brown, de 32 semanas de edad, distribuidas en tres tratamientos (n=240) y 40 gallinas por repetición. Todas las aves pertenecieron a un mismo lote de producción, se encontraban aparentemente sanas y presentaron un buen estado corporal, (condición corporal, adecuado emplume, crestas, picos, patas y sin rasgos de lesiones), además, fueron desparasitadas previo al inicio del estudio. Se excluyeron a las gallinas que no cumplieron con los criterios de inclusión antes mencionada, sobre todo gallinas con pobre conformación corporal y que no estén en producción (gallinas con crestas pequeñas y patas amarillas).

Para el cálculo del tamaño de muestra se siguió el criterio de diferencias de medias, empleando como valor referencial el estándar de la línea genética Dekalb Brown con un nivel de confianza de 95% y una potencia de 80% para poder determinar los parámetros de peso vivo (n=30) y 30 huevos por repetición para las variables peso de huevo y masa de huevo.

Las aves fueron alojadas en un galpón convencional con ventilación natural, equipadas con jaulas de alambre galvanizado con rejilla (pendiente del 5%) y equipadas con un comedero tipo canaleta lineal y el agua se administró por bebederos tipo niple. Se alojaron 5 aves por jaula, con una densidad de 600 cm² por ave. Cabe señalar que un grupo de 8 jaulas continuas conformaron una unidad experimental o repetición, por tal motivo se delimitó dicha área y rótulo con cartulina, plumón y colgado con nylon. En dicho rótulo se identificó el tratamiento y el número de repetición. Además, se delimitó el área del comedero que corresponde a la unidad experimental, para ello se empleó cartón grueso, el cual fue amarrado al comedero por medio de nylon a cada límite (derecho e izquierda) del comedero. Similar delimitación se realizó con el área de la rejilla de huevos.

Tratamientos experimentales

Se emplearon tres tratamientos o dietas experimentales, para ello se formuló una dieta control o basal siguiendo las recomendaciones nutricionales de la línea genética Dekalb Brown (2750 Kcal/kg de MS, 17 % de proteína cruda, 4.2% de calcio, 0.37% de fósforo disponible y 0.18% de sodio), y otras dos dietas de prueba, una con harina de pescado y la otra con harina de subproducto animal como se describe a continuación:

- T1: Dieta control (DC), dieta basal con maíz amarillo duro y torta de soya.

- T2: Dieta con harina de pescado (DHP), dieta basal con la adición de 2.5% de harina de pescado.
- T3: Dieta con harina de subproducto animal (DHSA), dieta basal con la adición de 2.5% de harina de subproducto animal.

La composición de cada dieta experimental se detalla en el **Cuadro 1**.

Cuadro 1. Composición porcentual de las dietas experimentales

Ingrediente (%)	T1*	T2	T3
Maíz amarillo duro	56.36	58.88	58.23
Torta de soya 46%	25.50	21.5	22.00
Carbonato de calcio grueso (4 mm)	7.50	7.50	7.50
Carbonato de calcio fino	2.50	2.50	2.50
Harina de pescado	0.00	2.50	0.00
Harina de subproducto animal	0.00	0.00	2.50
Subproducto de trigo	5.00	5.00	5.00
Aceite crudo de palma	1.30	0.60	0.70
Fosfato dicálcico (18.5%)	0.68	0.40	0.50
Sal industrial	0.30	0.27	0.27
Premezcla vitamínico-mineral	0.10	0.10	0.10
Secuestrante de micotoxina	0.20	0.20	0.20
Bicarbonato de sodio	0.15	0.15	0.15
DL-metionina al 99%	0.10	0.09	0.04

Butirato de sodio recubierto	0.10	0.10	0.10
Ácido propiónico	0.10	0.10	0.10
Promotor de crecimiento natural	0.05	0.05	0.05
Cloruro de colina al 60%	0.05	0.05	0.05
Fitasa 5000 (300 FTU)	0.01	0.01	0.01

T1, dieta basal con maíz y torta de soya; T2, dieta basal + 2.5% de harina de pescado; T3, dieta basal + harina de subproducto animal.

Se tomó una muestra de un kg de cada dieta experimental y se envió a analizar el contenido nutricional (análisis químico proximal y contenido de hierro) al Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA) de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). Los resultados se muestran en el **(Cuadro 2)**.

Cuadro 2. Resultados del análisis químico proximal y contenido de hierro en cada uno de los tres tratamientos.

	T1	T2	T3
Humedad, %¹	11.65	11.78	11.15
Proteína total (Nx6.25), %	16.21	15.96	16.07
Grasa, %	2.96	2.59	2.66
Fibra cruda. %	1.83	1.95	1.68
Ceniza, %	10.17	9.31	10.05
ELN, %	57.18	58.41	58.39
Hierro, mg/100 g.	103.77	133.01	89.39

T1, dieta basal con maíz y torta de soya; T2, dieta basal + 2.5% de harina de pescado; T3, dieta basal + 2.5% harina de subproducto animal.

¹ Metodología empleada en los análisis: humedad, AOAC (2005), 950.46; proteína total, AOAC (2005), 984.13; grasa, AOAC, (2005), 2003.05; fibra cruda, AOAC (2005), 962.09; ceniza, AOAC (2005), 942.05 y hierro, AOAC (1990), 944.02.

Manejo de aves

El manejo de la alimentación, medioambiente, sanitarios y recolección de huevos fue similar para todas las aves durante el estudio.

Alimentación: Las aves fueron alimentadas una vez al día entre las 7 y 8 am, se consideró un reparto u oferta promedio de 120 g/ave/día, un 6.2% más que la recomendación de la guía de manejo. La presentación del alimento fue en harina y el alimento sobrante fue recogido al día siguiente antes de dar el nuevo alimento. El agua de bebida fue a libre disposición, limpia, fresca, acidificada y clorada (3-5 ppm de cloro libre).

Medioambiente: Se manejó una temperatura entre 18 - 24°C al interior del galpón, la ventilación fue regulada por medio de cortinas laterales, para ello se colocó un termómetro digital en medio del galpón. Se registró las temperaturas máximas y mínimas con intervalos de cinco horas por la mañana, mediodía y la tarde.

Sanitario: El acceso al galpón durante el estudio estuvo restringido y por bioseguridad se colocó un pediluvio a la entrada del galpón que contuvo una solución a base de un desinfectante (glutaraldehído al 20%) el cual se cambiaba cada siete días.

Recolección y almacenamiento de huevos: Diariamente se recolectaron los huevos en el siguiente horario: 9:00 am, 2:00 p.m. y 4:00 p.m. Se recolectaban todos los huevos producidos en el día para luego tomar una muestra de 30 huevos por repetición para las mediciones respectivas.

Evaluación de parámetros

Producción de huevos (%): Se evaluó diariamente y se registró el promedio semanal por cada repetición, Para ello se recogió todos los huevos del día (incluyendo los huevos blancos, rotos, quiñados y sucios) y se dividió entre el número de aves de ese día.

$$\text{Producción de huevos (\%)} = \frac{\text{Total de huevos por repetición} \times 100}{\text{Número de aves}}$$

Consumo de alimento (g): Diariamente, se pesó y registró la cantidad de alimento ofrecido y se recolectó el alimento sobrante. Al final de la semana, se cuantificó la cantidad total de alimento ofrecido y la cantidad total de alimento sobrante en toda la semana.

$$\text{Consumo de alimento total} = \text{Total de alimento ofrecido} - \text{total de alimento sobrante}$$

Masa de huevo (g): Al cierre de cada semana se seleccionó y pesó una muestra de 30 huevos y luego se dividió entre 30, dando como resultado el peso promedio de huevo de cada repetición, Para ello se empleó una balanza digital con una capacidad de una medida

de 2 kilos con 0.1 g de precisión. Posterior a ello, el peso del huevo se multiplicó por el porcentaje de producción, dando como resultado la masa de huevo.

$$\text{Peso promedio de huevo (g)} = \text{Peso de 30 huevos (g)} / 30$$

$$\text{Masa de huevo (g)} = (\text{Peso promedio de huevo} \times \text{porcentaje de producción}) / 100$$

Índice de conversión de alimento (Kg/Kg): Se obtuvo dividiendo el consumo de alimento sobre la masa del huevo.

$$\text{Índice de conversión de alimento (Kg/Kg)} = \text{consumo de alimento total} / \text{masa de huevo}$$

Ganancia de peso (g): Se seleccionó una muestra de 30 aves por repetición, luego se pesaron las aves con la ayuda de una balanza colgante de la marca Salter® con capacidad de 5 kg y 0.01 kg de precisión. La ganancia de peso se obtuvo por diferencia entre el peso final menos el peso inicial.

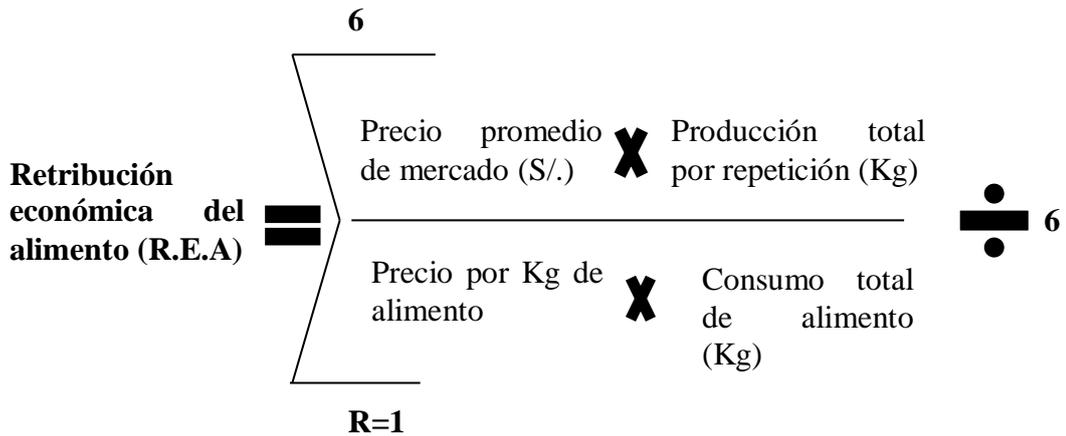
$$\text{Ganancia de peso (g)} = \text{peso final} - \text{peso inicial}$$

Contenido de hierro en huevo (mg/100 g):

Se seleccionó una muestra de 16 huevos por cada repetición, luego se colocó dentro de una bolsa tipo ziploc y se rotuló con la identificación de cada repetición. Dichas muestras se enviaron al LENA de la UNALM para la determinación del contenido de hierro por medio de un espectrofotómetro de absorción atómica.

Retribución económica del alimento (S/.)

Es el promedio de la sumatoria del producto de la producción total de huevo por el precio del kg de huevo, dividido entre el producto del consumo total de alimento por el precio de kg de alimento.



Análisis de datos

Los datos obtenidos se analizaron con el programa estadístico Minitab® 17. Para el caso de las mediciones paramétricas se evaluó primero la normalidad y homogeneidad de varianza, luego de cumplir los supuestos, se determinó el análisis de varianza (ANOVA) de una vía. En el caso de mediciones no paramétricas se empleó el análisis de Kruskal Wallis. La diferencia entre medias se determinó por la prueba de Tukey considerando una diferencia estadística con un nivel de confianza de 95% ($p < 0.05$).

Consideraciones Éticas

El presente estudio fue aprobado por el Comité Institucional de Ética para el uso de Animales (CIEA) de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (203910).

RESULTADOS

El **Cuadro 3** muestra el efecto de las dos fuentes de proteína de origen animal sobre los parámetros productivos en gallinas de postura comercial. Se encontró diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) por efecto de los tratamientos sobre las variables producción total de huevos, consumo de alimento, masa de huevo e índice de conversión alimenticia. La diferencia estadística no fue a favor de los tratamientos que se añadió proteína animal.

Cuadro 3. Comportamiento productivo de gallina de postura comercial de 32 a 37 semanas de edad, alimentadas con dos fuentes diferentes de proteína de origen animal ($p < 0,005$).

Variables	Tratamientos		
	T1	T2	T3
Producción total de huevos (%) ¹	97.12 ^a	96.22 ^b	94.77 ^c
Consumo de alimento ave/día (g)	120 ^a	120 ^a	119.34 ^b
Masa de huevo (g)	61.22 ^a	59.56 ^b	57.52 ^c
Índice de conversión de alimento (Kg/Kg)	1.96 ^a	2.02 ^b	2.08 ^c
Ganancia de peso (g)	23.8	37.1	23.3

T1, dieta basal con maíz y torta de soya; T2, dieta basal + 2.5% de harina de pescado; T3, dieta basal + 2.5% harina de subproducto animal.

¹Los valores son promedios de las 6 repeticiones de 40 aves cada una (240 por tratamiento)

^{a,b,c} Letras diferentes simbolizan diferencias significativas ($p < 0.05$)

Por otro lado, no se encontró diferencia estadística ($p>0.05$) a la evaluación del contenido de hierro en el huevo de gallina, ni a la retribución económica del alimento como se observa en los **Cuadros 4 y 5**.

Cuadro 4. Concentración de hierro (mg/100g) en huevo en gallinas de postura comercial (32 a 37 semanas de edad), alimentadas con dos fuentes diferentes de proteína de origen animal ($p=0,219$).

Variable	Tratamientos		
	T1	T2	T3
Concentración de hierro (mg/100g)	4.25	3.71	5.85

T1, dieta basal con maíz y torta de soya; T2, dieta basal + 2.5% de harina de pescado; T3, dieta basal + 2.5% harina de subproducto animal.

¹Los valores son promedios de las 6 repeticiones de 40 aves cada una (240 por tratamiento)

^{a,b,c}Letras diferentes simbolizan diferencias significativas ($p<0.05$).

Cuadro 5. Retribución económica del alimento en gallinas de postura comercial (32 a 37 semanas de edad) alimentadas con dos fuentes diferentes de proteína de origen animal.

Variable	Tratamientos		
	T1	T2	T3
Retribución económica (S/.) ^{1,2}	1.21	1.19	1.17

T1, dieta basal con maíz y torta de soya; T2, dieta basal + 2.5% de harina de pescado; T3, dieta basal + 2.5% harina de subproducto animal.

¹Costo de alimento balanceado por tratamiento: T1= 1.779 soles; T2= 1.756 soles; T3= 1.731soles.

²El precio del kilo de huevo fue de 4.21 soles

DISCUSIÓN

Los reportes científicos realizados hasta la actualidad en relación a harina de subproducto de animal y harina de pescado en gallinas de postura comercial no han mostrado comparaciones simultáneas como si se ha logrado realizar en el presente estudio. Pero la literatura científica si evalúa por separado ambos tipos de harinas sobre el comportamiento productivo y retribución económica del alimento, más no sobre el contenido de hierro en el huevo.

Cabe precisar que las dietas experimentales empleadas fueron isoenergéticas e isoproteicas y para ello se hizo uso de los valores nutricionales de las Tablas Brasileñas para Aves y Cerdos (Rostango *et al.* 2017) y el programa de formulación de raciones al mínimo costo Dapp N-utrition v.2.0 (2003).

Con respecto al uso de las harinas de fuente animal sobre el comportamiento productivos, los resultados obtenidos concuerda con lo reportado por Geshlog *et al.* (2011), donde evaluaron el efecto de la harina de subproductos avícolas a razón de 0, 2, 4, 6 y 8% en el alimento de gallinas ponedoras Hy Line W-36 (42 a 52 semanas), sobre el rendimiento productivo, calidad del huevo y parámetros sanguíneos, y a medida que aumenta el porcentaje de la harina de subproductos avícolas, los parámetros productivos como el porcentaje de producción de huevo, consumo de alimento y masa del huevo se reducen significativamente, pero la conversión de alimento desmejora al incrementarse. Sin embargo, los autores sugieren un uso no mayor al 2% para no tener efectos negativos sobre el rendimiento zootécnico, y en el presente estudio se empleó un nivel de 2.5% de harina de subproducto animal.

Por otro lado, el comportamiento de los resultados hallados difiere de los reportados en los estudios realizados por Senkoylu *et al.* (2005) y Silva *et al.* (2017). Senkoylu *et al.* (2005), evaluaron el uso de harina de subproducto avícola (5%) y harina de plumas (5%) así como la combinación de ambas harinas a razón de un 4% cada una, sobre los parámetros productivos en gallina de postura de la línea Bovans White, los autores no encontraron efecto significativo con respecto al control (a base de proteína vegetal más un 1% de harina de pescado) sobre las variables producción de huevos, consumo de alimento y masa del huevo. Pero, la conversión de alimento fue mejor para las aves que recibieron ambas harinas con respecto a las que no recibieron. En el estudio realizado por Silva *et al.* (2017), donde evaluaron el efecto de una harina de subproducto de pescado (50% de proteína cruda) a razón de 0, 1, 2, y 4% en el alimento sobre los parámetros productivos en gallinas Dekalb White, encontraron efecto positivo de la adición del subproducto de pescado sobre el rendimiento productivo y costo del alimento.

Al analizar los resultados encontrados y compararlos con los otros estudios antes mencionados, podemos decir que al usar dietas isoenergéticas e isoproteicas y un consumo de alimento significativamente diferente entre los tratamientos 1 y 2 con respecto al 3, la disminución de la producción y masa de huevos, así como el aumento de la conversión del alimento se puede deber a causa de un deterioro de la salud intestinal. Este deterioro aparentemente subclínico estaría relacionado al contenido de harina de pescado y harina de subproducto animal presente en los tratamientos 2 y 3 respectivamente. Al respecto, Drew *et al.* (2004) evaluaron el nivel (23.0, 31.5 y 40.0%) y la fuente (soya o harina de pescado) de proteína en la dieta de pollos de carne, encontrando que a mayor nivel y empleando harina de pescado aumenta el recuento de *Clostridium spp* en el intestino grueso, lo cual se

puede deber al alto contenido de aminoácidos como glicina y metionina en la harina de pescado. En un meta-análisis realizado por Sjöfjan *et al.* (2021), mencionan que hay una relación directa entre una buena salud e integridad intestinal y una mayor producción de huevos, y que el uso de probióticos fomenta una buena salud intestinal al impedir el crecimiento exponencial de *Clostridium spp* y otras bacterias.

Investigaciones realizadas por Park *et al.* (2004), Xie *et al.* (2019) demuestran que es posible enriquecer el huevo de gallina con una suplementación de hierro orgánico o quelado (con aminoácido o proteínato) en el alimento. Sin embargo, este beneficio no se encontró en el presente estudio al no encontrar diferencia entre los tratamientos evaluados. Lo último se puede deber a la disbacteriosis y posterior enteritis subclínica a causa del uso de proteína animal en el alimento, lo cual pudo afectar la absorción de hierro a nivel del intestino delgado y su posterior acumulación en el huevo.

Finalmente, la fuente de proteína animal no tuvo efecto significativo sobre la retribución económica del alimento en comparación a la dieta control a base de proteína vegetal, lo cual difiere de lo encontrado por Silva *et al* (2017), quienes hallaron una reducción significativa del costo del alimento y por ende una mayor retribución económica del alimento conforme aumenta el nivel de inclusión de la harina de subproducto de pescado. Ellos concluyen que hay un beneficio económico del uso de esta harina en la alimentación de gallinas de postura. El nivel de producción y masa de huevo tiene un efecto directo sobre la retribución económica del alimento, es por ello, que, en la presente investigación al afectarse

negativamente las variables antes mencionadas, también se afectó la retribución económica.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se realizó la presente investigación, se concluye lo siguiente:

- Las gallinas alimentadas con las fuentes de proteína animal no mostraron una mejora en los parámetros productivos como producción total de huevos ni el índice de conversión de alimento con respecto al grupo control.
- La fuente de proteína animal no difiere en el contenido de hierro en el huevo ni en la retribución económica del alimento con respecto al control.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Buckiuniene V., Gruzaukas R., Kliseviciute V., Raceviciute-Stupeliene A., Svirmickas G., Bliznikas S., Miezeliene A., Alencikiene G. y Grashorn M.A. (2016). Effect of organic and inorganic iron on iron content, fatty acid profile, content of malondialdehyde, texture and sensory properties of broiler meat. *Europ. Poult.Sci.*8
2. Nimalaratne, C. y Wu, J. (2015). Hen Egg as an Antioxidant Food Commodity: A Review. *Nutrients*, 7(10):8274-8293.
3. Lee S., Whenham N. y Bedford M. (2019). Review on docosahexaenoic acid in poultry and swine nutrition: Consequence of enriched animal products on performance and health characteristics. *Animal Nutrition*, 5(1), 11-21.
4. Moran C.A., Morlacchini M., Keegan J.D., Rutz F. y Fusconi G. (2020). Docosahexaenoic acid enrichment of layer hen tissues and eggs through dietary supplementation with heterotrophically grown *Aurantiochytrium limacinum*. *Journal of Applied Poultry Research*. 29(1), 152-161.
5. Leeson S y Summers J.D. (2001). *Nutrition of the chickens*. 4th Ed. University Books. Ontario-Canada.
6. Xie, C., Elwan, H., Elnesr, S. S., Dong, X. Y., & Zou, X. T. (2019). Effect of iron glycine chelate supplementation on egg quality and egg iron

- enrichment in laying hens. *Poultry science*, 98(12), 7101–7109.
<https://doi.org/10.3382/ps/pez421>
7. National Research Council. (1994). *Nutrient Requirements of Poultry*. 9th Ed. National Academy Press. Washington D.C – USA.
 8. Morck, T. y Austic, R. (1981). Iron requirements of White Leghorn hens. *Poult science*, 60(7), 1497–1503.
 9. Lohmann Tierzucht. (2013). *Management Guide*. [Internet]. [acceso 15 noviembre 2020]. Disponible en:
<https://ibertec.es/docs/productos/lbcbrown.pdf>.
 10. Hy Line International. (2018). *Guía de manejo en sistemas alternativos*. [Internet]. [acceso 09 marzo 2022]. Disponible en:
<https://www.hyline.com/filesimages/Hy-Line-Products/Hy-Line-Product-PDFs/Brown/BRN%20COM%20SPN.pdf>.
 11. Cardero Y., Sarmiento R., Selva A. (2009). Importancia del consumo de hierro y vitamina C para la prevención de anemia ferropénica. *MEDISAN*. 13(6).
 12. Rostagno H. (2017). *Tablas Brasileñas para aves y cerdos – composición de alimentos y requerimientos nutricionales*. 4ta Ed. Universidad Federal de Vicosa – Brasil.

13. Beski S., Swick R. y Iji P. (2015). Specialized protein products in broiler nutrition: A review. *Animal nutrition*. 1:47-53.

14. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2019). Minagri impulsa un mayor consumo de huevo para elevar la calidad de la alimentación. <https://www.midagri.gob.pe/portal/datero/762-notas-de-prensa/notas-de-prensa-2019/24898-minagri-impulsa-un-mayor-consumo-de-huevo-para-elevar-la-calidad-de-la-alimentacion#:~:text=En%20el%20Per%C3%BA%20el%20a%C3%B1o,%2C%20Brasil%2C%20Argentina%20y%20Colombia.>

15. DAPP N-utrition. (2003). Software para formulación de raciones a mínimo costo. Versión 2.0. Argentina. [Internet]. Disponible en: http://www.dapp.com.ar/nut_home.htm.

16. Geshlog M., Jonmohammadi, H., Taghizadeh, A. & Rafat, S. (2011). Effects of poultry by-product meal on performance, egg quality and blood parameters of commercial laying hens at the 42-52 weeks of age. *Animal Science Researches (Faculty of Agriculture, University of Tabriz)*, 21(1), 29-42. <https://www.sid.ir/en/journal/ViewPaper.aspx?id=209012>.

17. Senkoylu, N., Samli, H.E., Akyurek, H., Agma, A. & Yasar, S. (2005). Performance and Egg Characteristics of Laying Hens Fed Diets Incorporated with Poultry By-Product and Feather Meals. *Journal of Applied Poultry Research*, 14(3), 542-547. <https://doi.org/10.1093/japr/14.3.542>.

18. Silva, A. F., Cruz, F. G. G., Rufino, J. P. F., Miller, W. M. P., Flor, N. S., & Assante, R. T. (2017). Fish by-product meal in diets for commercial laying hens. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 39(3), 273-279. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v39i3.34102>.
19. Drew, M. D., Syed, N. A., Goldade, B. G., Laarveld, B., & Van Kessel, A. G. (2004). Effects of dietary protein source and level on intestinal populations of *Clostridium perfringens* in broiler chickens. *Poultry science*, 83(3), 414–420. <https://doi.org/10.1093/ps/83.3.414>.
20. Sjořjan, O., Adli, D. N., Sholikin, M. M., Jayanegara, A., Irawan, A. (2021). The effects of probiotics on the performance, egg quality and blood parameters of laying hens: A meta-analysis. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 30(1), 11-18. <https://doi.org/10.22358/jafs/133432/2021>.
21. Park, S.W., Namkung, H., Ahn, H.J., & Paik, I.K. (2004). Production of Iron Enriched Eggs of Laying Hens. *Asian-australasian Journal of Animal Sciences*, 17, 1725-1728.

ANEXOS

Anexo 1. Parámetros productivos semanales obtenidos del experimento con relación a la edad de gallinas de postura en los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Producción de huevo total (%)					
	Edad					
	32 sem	33 sem	34 sem	35 sem	36 sem	37 sem
T1	97.20	96.43	97.38	97.62	97.32	96.79
T2	97.86	95.36	95.12	96.49	96.49	96.01
T3	96.90	96.00	95.34	94.34	92.93	93.05
Tratamientos	Consumo de alimento (g)					
	32 sem	33 sem	34 sem	35 sem	36 sem	37 sem
	T1	120	120	120	120	120
T2	120	120	120	120	120	120
T3	119.51	119.45	119.48	119.33	119.20	119.1
Tratamientos	Índice de conversión de alimento (Kg/Kg)					
	32 sem	33 sem	34 sem	35 sem	36 sem	37 sem
	T1	1.98	2.00	1.95	1.94	1.95
T2	1.99	2.04	2.04	2.02	2.00	2.00
T3	2.03	2.05	2.07	2.10	2.11	2.12
Tratamientos	Peso de huevo (g)					
	32 sem	33 sem	34 sem	35 sem	36 sem	37 sem
	T1	62.53	62.45	63.30	63.30	63.15
T2	61.77	61.70	61.82	61.60	62.13	62.40
T3	60.82	60.72	60.55	60.32	61.03	60.63
Tratamientos	Masa de huevo (g)					
	32 sem	33 sem	34 sem	35 sem	36 sem	37 sem
	T1	60.78	60.23	61.64	61.80	61.46
T2	60.44	58.84	58.79	59.44	59.95	59.91
T3	58.94	58.38	57.73	56.91	56.71	56.45

T1, dieta basal con maíz y torta de soya; T2, dieta basal con maíz y torta de soya + 2.5% de harina de pescado; T3, dieta basal con maíz y torta de soya + harina de subproducto animal.

Anexo 2. Pesos al inicio y final del experimento en las diferentes repeticiones por cada tratamiento.

Repetición*	Peso Inicial			
	Tratamiento			
	T1	T2	T3	
R1	1823	1766	1701	
R2	1836	1843	1761	
R3	1802	1738	1778	
R4	1764	1842	1704	
R5	1666	1790	1760	
R6	1804	1739	1815	
	Peso Final			
	R1	1827	1783	1783
	R2	1828	1839	1765
	R3	1828	1852	1788
	R4	1745	1855	1772
	R5	1798	1862	1750
	R6	1812	1750	1800

* Cada repetición estuvo conformada por 40 gallinas.

Anexo 3. Análisis estadístico usando el software Minitab ® 17 para los parámetros productivos obtenidos del experimento.

Variable	Normalidad		Homogeneidad		ANOVA		Tukey Diferencias
	P value	- AD	P value	- Bartlet t	P value	- F	
Paramétrica							
Prod. Total huevos (%)	0.005	29.518	0.000	58.72	<0.005	32.27	Diferencia estadística
Peso de huevo (g)	0.005	6.537	0.000	23.85	<0.005	372.08	Diferencia estadística
Masa de huevo (g)	0.005	5.578	0.000	47.30	<0.005	176.51	Diferencia estadística
Consumo alimento ave/día (g)	0.005	253.6	----	---	<0.005	50.92	Diferencia estadística
ICA (Kg/Kg)	0.005	8.475	0.000	77.99	<0.005	141.80	Diferencia estadística
Ganancia de peso (g)	0.005	4.09	0.285	2.51	0.854	10.47	No diferencia estadística

Anexo 4. Análisis estadístico usando el software Minitab ® 17 para la variable concentración de hierro.

Variable	Normalidad		Homogeneidad		ANOVA		Tukey
	P - value	AD	P -value	Bartlett	P - value	F	Diferencias
Paramétrica Hierro (mg/100g)	0.261	0.439	0.429	1.69	0.219	1.68	No diferencia estadística

Anexo 5. Análisis estadístico usando el software Minitab ® 17 para la variable retribución económica del alimento.

Variable	Normalidad		Homogeneidad		ANOVA		Tukey
	P - value	AD	P -value	Bartlett	P - value	F	Diferencias
Paramétrica Retribución económica (S/.)	0.850	0.205	0,338	0,217	0.075	3,09	No diferencia estadística