



Revista Micaela

ISSN: 2955-8646 (en línea) / 2709-8990 (Impresa)
Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac
Vice Rectorado de Investigación – Perú

Vol. 7 Num. 1 (202) - Publicado: 22/04/2026
<https://doi.org/10.57166/micaela.v7.n1.2026>

Páginas: 1-11

Recibido 30/01/2026; Aceptado 21/04/2026

<https://doi.org/10.57166/micaela.v7.n1.2026.193>

Autores:

1. **ORCID iD** <https://orcid.org/0009-0008-7666-8679>
Eudocia A. Barrientos-Condori, Egresada de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Perú. 181255@unamba.edu.pe
2. **ORCID iD** <https://orcid.org/0000-0002-6932-2265>
Jhonatan S. Inca-Moreano, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Perú.
jinca@unamba.edu.pe
3. **ORCID iD** <https://orcid.org/0000-0002-3439-2626>
Isai Ochoa-Pumaylle, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Perú.
iochoa@unamba.edu.pe

Efecto de la inclusión de harina de larvas de mosca doméstica en dietas sobre la producción, calidad y composición nutricional de huevos de codornices post-pico de producción.

“Effect of the inclusion of housefly larva meal in diets on the production, quality, and nutritional composition of eggs from post-peak laying quails”

Resumen. Se evaluó el efecto de la inclusión del 10% de harina de larvas de mosca doméstica en las dietas de codornices (*Coturnix japonica*) durante la etapa post-pico de producción. Se utilizó un diseño completamente al azar evaluando una dieta control y una dieta con harina de larvas. Se evaluaron la producción de huevos, calidad externa e interna del huevo, así como su composición nutricional. Los datos se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) y las medias se compararon mediante la prueba de Tukey. La dieta con 10 % de harina de larvas incrementó significativamente la producción de huevo, la calidad externa del huevo se mantuvo en términos comerciales, aunque se observaron ligeras variaciones morfométricas sin impacto negativo. La calidad interna no presentó diferencias entre tratamientos, manteniéndose adecuados valores de Unidad Haugh y relaciones estructurales. En cuanto a la composición nutricional, el análisis descriptivo mostró tendencias de variación en algunos componentes, particularmente en el extracto etéreo, sin cambios evidentes en la proteína total. En conclusión, la inclusión del 10 % de harina de larvas de mosca doméstica constituye una alternativa prometedora para mejorar el rendimiento productivo en codornices post-pico, sin afectar negativamente la calidad del huevo.

Palabras Clave: Harina de larvas de mosca doméstica, producción de huevo, codorniz japonesa.

Abstract. The effect of including 10% housefly larval meal in the diets of Japanese quail (*Coturnix japonica*) during the post-peak laying stage was evaluated. A completely randomized design was used to compare a control diet with a diet containing larval meal. Egg production, external and internal egg quality, and nutritional composition were assessed. Data were subjected to analysis of variance (ANOVA), and means were compared using Tukey's test. The diet containing 10% larval meal significantly increased egg production. External egg quality remained within commercial standards, although slight morphometric variations were observed without negative effects. Internal egg quality did not differ between treatments, with Haugh unit values and structural ratios remaining within appropriate ranges. Regarding nutritional composition, descriptive analysis indicated trends toward variation in some components, particularly ether extract, with no evident changes in total protein content. In conclusion, the inclusion of 10% housefly larval meal represents a promising alternative for improving productive performance in post-peak Japanese quail without adversely affecting egg quality.

Keywords: Housefly larva meal, egg production, Japanese quail.



1 Introducción

El incremento de la demanda de proteínas de origen animal ha intensificado la búsqueda de fuentes proteicas alternativas, sostenibles y eficientes para la alimentación animal [1]. En este contexto, la utilización de insectos y sus formas larvianas como ingrediente alimentario sostenible ha emergido como una estrategia prometedora debido a su alto contenido proteico, perfil de aminoácidos esenciales, eficiencia en la conversión de sustratos orgánicos y menor impacto ambiental en comparación con fuentes proteicas convencionales como la harina de soya o la harina de pescado [2], [3].

Diversos estudios han demostrado que las harinas de las formas larvianas de insectos pueden incorporarse exitosamente en los alimentos de las aves sin afectar el rendimiento productivo, la salud intestinal, la calidad de la carne y los huevos [4], [5], [6], mejorando la digestibilidad de nutrientes y aportando compuestos bioactivos con potencial funcional [7]. Estas características posicionan a los insectos y sus formas larvianas como una alternativa viable dentro de los sistemas de producción avícola orientados a la sostenibilidad [1]. La harina de larvas de mosca soldado negra (*Hermetia illucens*) ha sido ampliamente evaluada en codornices, evidenciándose efectos favorables o neutros sobre la producción de huevos, el peso de huevo y otras características de calidad, lo que refuerza el potencial de la harina de insectos en sistemas de producción de huevo alternativos [6], [8], [9].

Las formas larvianas de la mosca doméstica (*Musca domestica L.*) han recibido creciente atención científica debido a su rápido ciclo de vida, capacidad de bioconversión de residuos orgánicos y elevado valor nutricional [10]. Estudios clásicos y recientes han reportado que la harina de larvas de mosca doméstica presenta contenidos elevados de proteína cruda, lípidos y minerales, así como una adecuada digestibilidad de aminoácidos en aves de corral [11], [12]. Asimismo, se ha observado que su uso parcial como sustituto de ingredientes proteicos tradicionales no afecta negativamente el desempeño productivo en pollos y gallinas [5], [13]. Recientemente, se ha caracterizado de manera integral la producción, composición proximal, perfil de aminoácidos, ácidos grasos y calidad microbiológica de la harina de larvas de mosca doméstica producida en zonas altoandinas del Perú, demostrando su alto valor nutricional y seguridad alimentaria [14], [15]. No obstante, aún es necesario generar evidencia experimental que evalúe su aplicación directa en dietas avícolas, particularmente en especies como la codorniz japonesa (*Coturnix japonica*), cuya producción de huevo representa un sistema eficiente y de creciente importancia comercial.

Aunque diversos estudios han evaluado el uso de harinas de insectos en codornices, la mayoría se ha concentrado en especies como *Hermetia illucens*. En contraste, la evidencia sobre el uso de harina de larvas de mosca doméstica en codornices japonesas ponedoras sigue siendo limitada, particularmente durante la etapa post-pico de producción, que constituye una fase crítica por la disminución fisiológica de la postura. En este contexto, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la inclusión del 10 % de harina de larvas de mosca doméstica en dietas para codornices japonesas post-pico de producción sobre el rendimiento productivo, la calidad del huevo y su composición nutricional. Como hipótesis de investigación, se planteó que la inclusión de este ingrediente en la dieta mejoraría los parámetros productivos, especialmente la producción de huevos, sin afectar negativamente la calidad externa, la calidad interna ni la composición nutricional del huevo.

2 Método

2.1 Ubicación

El estudio se desarrolló en un galpón experimental instalado en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, ubicada en la ciudad de Abancay, región Apurímac, Perú.

La ciudad de Abancay se localiza en la zona sur del Perú, en la región andina, a una altitud aproximada de 2 378 m.s.n.m., caracterizándose por su clima templado subhúmedo, con temperaturas medias entre 12 y 20 °C y una estacionalidad de lluvias entre los meses de noviembre y marzo [16]. Estas condiciones agroclimáticas son representativas de los sistemas de producción avícola de altura en el ámbito andino.

El galpón experimental fue acondicionado con un microclima para la crianza de codornices, garantizando condiciones controladas de ventilación, iluminación y bioseguridad, de acuerdo con los requerimientos de espacio de la especie. Las codornices fueron criadas en jaulas que permitieron la adecuada distribución de las aves, el suministro adecuado de alimento y agua, así como la recolección sistemática de datos de producción y la calidad de huevo durante el periodo de estudio.

2.2 Producción de larvas de mosca doméstica

La producción de larvas de mosca doméstica se realizó en un módulo experimental bajo condiciones controladas de temperatura y humedad. El módulo tuvo temperaturas entre 20 a 30 °C, y una humedad relativa aproximada de 65%, monitoreadas mediante termohigrómetro digital con registros diarios.

Un total de 250 moscas adultas fueron alimentadas ad libitum con una mezcla de azúcar y leche en polvo (1:1) para estimular la ovoposición. Para este proceso se utilizaron bandejas de poliestireno que contenían estiércol porcino rehidratado sustrato de oviposición. Tras la eclosión, las larvas y el sustrato fueron transferidos a cajas térmicas de poliestireno expandido, donde se añadió sustrato orgánico de forma periódica hasta completar el periodo de crecimiento de las larvas [15].

Las larvas se desarrollaron durante ocho días, tras lo cual se realizó la cosecha larvaria mediante tamizado. Las larvas fueron recolectadas y congeladas a -20 °C hasta su procesamiento.

2.3 Preparación de harina de larvas de mosca doméstica

Las larvas de mosca doméstica cosechadas fueron sometidas a un proceso de deshidratación utilizando una estufa con sistema de circulación de aire forzado (Memmert®, Schwabach, Germany), a una temperatura de 70 °C durante un periodo de 12 horas, hasta alcanzar un contenido de humedad aproximado del 10%. Este procedimiento permitió garantizar la estabilidad del producto y reducir el riesgo de deterioro microbiológico.

Posteriormente, las larvas deshidratadas fueron molidas en el laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, empleando un molino de martillos modelo MMV-06, con una capacidad de procesamiento de 100 kg h⁻¹, hasta obtener una harina de textura homogénea.

La harina de larvas obtenida fue envasada de forma hermética en bolsas de polietileno de alta densidad con capacidad de 500 g, luego fueron rotuladas según el lote de producción. Por último, las muestras fueron almacenadas en un ambiente seco hasta la preparación de las dietas experimentales.

2.4 Formulación de dietas experimentales

Las dietas experimentales evaluadas en el presente estudio se detallan en la Tabla 1. Se formularon dos tratamientos: una dieta control, sin inclusión de harina de larvas y una dieta experimental que incorporó un 10% de harina de larvas como fuente proteica alternativa. Ambas dietas fueron diseñadas para ser isoenergéticas e isoproteicas, cumpliendo con los requerimientos nutricionales establecidos para codornices en etapa de producción, garantizando así que las diferencias observadas en los parámetros productivos y la calidad de huevo se atribuyan al efecto de la inclusión de la harina de larvas.

Tabla 1. Ingredientes y composición porcentual de las dietas experimentales.

Ingrediente	Dieta control (T1) %	Dieta con 10% harina de larvas (T2) %
Maíz grano	55.5	50.6
Harina de soya	34.6	18.0
Harina de larvas de mosca doméstica	0.0	10.0
Afrecho de trigo	0.1	11.0
Aceite de soya	2.7	2.7
Fosfato dicálcico	1.3	1.1
Carbonato de calcio	4.8	4.9
Sal común	0.1	0.1
Bicarbonato de sodio	0.1	0.1
DL-metionina	0.2	0.3
L-lisina HCl	0.1	0.5
L-treonina	0.1	0.2
Cloruro de colina (60%)	0.1	0.1
Premix vitamínico-mineral ¹	0.1	0.1
Zinc bacitracina ²	0.1	0.1
Secuestrante de micotoxinas ³	0.1	0.1
Antioxidante ⁴	0.1	0.1
Total (%)	100	100

¹PROAPAK® POSTURA Cada 1 Kg de PROAPAK® POSTURA contiene: Postura: Vitamina A (10 000 000 UI), Vitamina D₃ (3 000 000 UI), Vitamina E (15 000 UI), Vitamina K (2.5 g), Vitamina B₁ (2 g), Vitamina B₂ (6 g), Vitamina B₃ (20 g), Vitamina B₅ (6 g), Vitamina B₇ (0.15 g), Vitamina B₉ (0.5 g), Vitamina B₁₂ (0.0012 g), Manganeso (60 g), Zinc (60 g), Hierro (40 g), Cobre (6 g), Yodo (1 g), Selenio (0.3 g), Cobalto (0.15 g) y Excipientes c.s.p. (1 kg). MONTANA, Lima, Perú.

²BACZINC® Cada 100g de BACZINC® contiene: Zinc bacitracina (10.0 g) Excipientes c.s.p. (100.0 g). MONTANA, Lima, Perú.

³MICOTOX contiene Zeolita natural modificada (Clinoptilolita) (85% min) y Excipientes c.s.p. (100%). FORTEBIRD, Sevilla, España.

⁴TECXNATUR® Cada 1 kg de TECXNATUR® contiene: Cantaxantina encapsulada al 10% (500.0 g), Montebixin 330 (tocoferol y toco-
triol de origen natural al 7.12%) (70.2 g) y Excipientes c.s.p. (1 kg). MONTANA, Lima, Perú.

Tabla 2. Composición nutricional de las dietas experimentales.

Nutrientes	Control (T1)	Dieta con 10% harina de larvas (T2)
Energía metabolizable (Kcal/kg)	2900	2900
Proteína cruda (%)	20	20
Calcio total (%)	2.5	2.5
Fósforo disponible (%)	0.35	0.35
Lisina digestible (%)	1.07	1.00
Metionina digestible (%)	0.45	0.45
Treonina digestible (%)	0.78	0.74

2.5 Evaluación de la composición nutricional del huevo

La evaluación de la composición nutricional del huevo se realizó mediante análisis proximal, siguiendo métodos oficiales de la Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2005) [17]. La determinación de humedad se efectuó conforme al método 950.46, la proteína total por el método 984.13, el extracto etéreo mediante el método 2003.05, la fibra cruda de acuerdo con el método 962.09 y la ceniza según el método 942.05. El extracto libre de nitrógeno (ELN) fue calculado por diferencia a partir de los componentes previamente determinados.

2.6 Animales experimentales

Las aves que se utilizaron en el experimento fueron codornices japonesas (*Coturnix japonica*), especie utilizada en estudios productivos y nutricionales debido a su rápida madurez sexual y elevada tasa de postura. Al inicio del ensayo, las aves presentaban 24 semanas de edad, correspondiendo a una fase productiva avanzada dentro del ciclo de producción de huevos. Previo al inicio de la recolección de datos, las codornices fueron sometidas a un periodo de adaptación de 15 días, durante el cual se permitió su aclimatación al ambiente, manejo y alimentación en el galpón. Este periodo tuvo como objetivo reducir el estrés, garantizando así la estabilidad fisiológica y productiva de las codornices antes de las evaluaciones experimentales.

La primera medición de las variables se realizó a las 27 semanas de edad, extendiéndose el registro de datos hasta la semana 32, abarcando un total de seis semanas de medición. Durante este periodo se evaluaron la producción y calidad del huevo de las codornices.

El ensayo se desarrolló siguiendo criterios de bienestar animal aplicables a aves de producción, garantizando condiciones adecuadas de alojamiento, densidad, ventilación, acceso continuo a agua y alimento, y monitoreo del estado sanitario de las codornices durante todo el periodo experimental. El manejo de los animales fue realizado por personal capacitado y bajo supervisión veterinaria, procurando minimizar el estrés y evitar procedimientos que ocasionaran dolor o sufrimiento innecesario.

2.7 Diseño experimental

El tamaño muestral se definió considerando el diseño completamente al azar, la disponibilidad de animales, la capacidad de alojamiento y la necesidad de mantener condiciones homogéneas de manejo durante el ensayo. Se evaluaron dos tratamientos con seis repeticiones por tratamiento, siendo la unidad experimental una jaula con 10 codornices. Esta estructura permitió disponer de un número adecuado de unidades experimentales para analizar las variables productivas y de calidad del huevo mediante ANOVA, manteniendo al mismo tiempo condiciones apropiadas de manejo y bienestar animal.

Las aves fueron alojadas en jaulas con dimensiones aproximadas de 22.5 cm de alto, 60.05 cm de largo y 53.5 cm de ancho, con un comedero de 12.5 cm de ancho. La densidad de alojamiento y el espacio por ave se establecieron respetando las recomendaciones técnicas para codornices en etapa de producción, con el fin de garantizar condiciones adecuadas de manejo y bienestar animal durante todo el experimento.

2.8 Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron analizados utilizando el software Statistical Analysis System (SAS), versión 9.4. Previamente, se verificaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas. Posteriormente, las variables productivas y de calidad de huevo fueron analizadas mediante un análisis de varianza (ANOVA), de acuerdo con un diseño completamente al azar, considerando el efecto de los tratamientos dietarios.

Cuando se detectaron diferencias significativas entre tratamientos, las medias fueron comparadas utilizando la prueba de Tukey, con un nivel de significancia de ($P < 0.05$). Los resultados se expresaron como medias acompañadas de su respectiva desviación estándar.

La hipótesis nula (H_0) estableció que no existirían diferencias significativas entre el tratamiento control y el tratamiento con inclusión de harina de larvas para las variables evaluadas, mientras que la hipótesis alternativa (H_1) planteó que sí existirían diferencias significativas entre tratamientos.

3 Resultados

3.1 Producción de huevo post pico de producción

Durante la etapa post-pico productivo, las codornices alimentadas con una dieta que incluyó 10% de harina de larvas de mosca doméstica, en sustitución parcial de la torta de soya, presentaron un incremento significativo en el número de huevos producidos por ave, en comparación con el grupo control (Figura 1).

El tratamiento con inclusión de harina de larvas registró una producción promedio de $17,13 \pm 4,11$ huevos por ave, mientras que el grupo control alcanzó únicamente $7,97 \pm 1,50$ huevos por ave. Se observaron diferencias significativas entre tratamientos ($P = 0.0004$).

Este resultado es relevante considerando que el periodo evaluado corresponde a una fase fisiológica caracterizada por una disminución natural de la capacidad productiva en codornices. La mayor producción registrada en las aves alimentadas con un 10% de harina de larvas de mosca doméstica sugiere que la harina de larvas constituye una fuente proteica y funcional eficaz, capaz de atenuar el declive productivo típico de la etapa post-pico de producción.



Figura 1. Producción de huevos por tratamiento en codornices post-pico de producción. Valores expresados como media \pm desviación estándar ($n = 6$ repeticiones por tratamiento; unidad experimental = una jaula con 10 codornices). Letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0.05$).

3.2 Calidad externa del huevo

La Tabla 3 muestra las características de calidad externa de huevo de codornices alimentadas con una dieta control y con una dieta que incluyó 10 % de harina de larvas de mosca doméstica en sustitución parcial de la torta de soya, durante la etapa post-pico productivo. La inclusión de harina de larvas no afectó significativamente la mayoría de las variables evaluadas ($P > 0.05$), lo que indica que la sustitución proteica no compromete la calidad externa de huevo. El peso de huevo, el ancho, el diámetro axial, el área superficial, así como las variables relacionadas con la yema y la cáscara (peso y grosor), no mostraron diferencias significativas entre tratamientos.

Sin embargo, se observaron diferencias significativas ($P < 0.05$) en dos variables. La longitud de huevo fue ligeramente mayor en el grupo control ($32,21 \pm 1,32$ mm) en comparación con el tratamiento con harina de larvas ($31,75 \pm 1,38$ mm). En contraste, el perímetro axial del huevo fue significativamente superior en las aves que recibieron la dieta con 10 % de harina de larvas ($5,51 \pm 0,94$ mm) respecto al grupo control ($5,21 \pm 0,75$ mm), lo cual sugiere una modificación leve en la conformación del huevo sin detrimento estructural. Asimismo, aunque la altura de la yema presentó una tendencia a disminuir en el tratamiento con harina de larvas, esta diferencia no alcanzó significancia estadística ($P = 0.0535$), manteniéndose dentro de rangos aceptables de calidad.

Estos resultados indican que la inclusión del 10 % de harina de larvas de mosca doméstica mantiene la calidad externa del huevo, con variaciones morfométricas menores que no afectan negativamente su integridad ni su valor comercial, respaldando su uso como alternativa viable a la torta de soya en dietas de codornices en etapa post-pico productivo.

Tabla 3. Calidad externa del huevo según tipo de dieta.

Variable de calidad externa	Control (Media \pm DE)	10% de harina de larvas (Media \pm DE)	p-valor
Peso de huevo (g)	10.73 \pm 0.85	10.97 \pm 0.89	0.092
Longitud de huevo (mm)	32.21 \pm 1.32 a	31.75 \pm 1.38 b	0.033
Ancho de huevo (mm)	25.12 \pm 1.37	24.95 \pm 1.00	0.3672
Perímetro axial de huevo (mm)	5.21 \pm 0.75 b	5.51 \pm 0.94 a	0.0299
Diámetro axial de huevo (mm)	36.60 \pm 3.26	37.13 \pm 3.95	0.3588
Área superficial de huevo (cm ²)	4.69 \pm 0.60	4.73 \pm 0.75	0.7287
Peso de la yema (g)	4.06 \pm 1.03	3.95 \pm 0.93	0.4725
Diámetro de la yema (mm)	24.28 \pm 1.53	24.13 \pm 2.09	0.5884
Altura de la yema (mm)	10.77 \pm 0.79	10.52 \pm 0.88	0.0535
Peso de la cáscara (g)	0.72 \pm 0.13	0.72 \pm 0.10	0.8488
Grosor de la cáscara (mm)	0.39 \pm 0.09	0.37 \pm 0.10	0.3507

3.3 Calidad interna de huevo

Los resultados indican que no se presentaron diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos para ninguna de las variables de calidad interna evaluadas (Tabla 4). El índice de forma de huevo, la altura de albumen, el grosor de la cáscara, así como los porcentajes de cáscara, albumen y yema, mostraron valores comparables entre ambos grupos experimentales, lo que evidencia una respuesta homogénea frente a la inclusión de la harina de larvas en la dieta. De igual manera, los indicadores clásicos de calidad interna, como la Unidad Haugh, el índice de albumen y el índice de yema, no evidenciaron variaciones significativas entre T1 y T2. Los valores obtenidos para Unidad Haugh fueron elevados en ambos tratamientos, lo que refleja una adecuada frescura y calidad interna de huevo, independientemente del tipo de dieta suministrada.

Asimismo, la relación yema/albumen, parámetro asociado al equilibrio estructural del contenido interno del huevo, no fue afectada por la inclusión del ingrediente alternativo, manteniéndose dentro de rangos normales reportados para codornices en etapa post-pico productivo. Los resultados demuestran que la inclusión del 10 % de harina de larvas de mosca doméstica no altera la calidad interna de huevo, confirmando que su uso como sustituto parcial de la torta de soya es nutricionalmente seguro y tecnológicamente viable, incluso en una fase productiva caracterizada por un declive fisiológico de la postura.

Tabla 4. Calidad interna del huevo según tipo de dieta.

Variable de calidad interna	T1 (Media ± DE)	T2 (Media ± DE)	p-valor
Índice de forma del huevo – IFH (%)	78.09 ± 5.01	78.65 ± 3.59	0.414
Altura del albumen (mm)	23.61 ± 1.40	23.99 ± 1.45	0.092
Grosor de cáscara (mm)	0.03 ± 0.005	0.03 ± 0.004	0.679
Porcentaje de cáscara (%)	6.71 ± 1.09	6.62 ± 0.88	0.540
Porcentaje de albumen (%)	48.67 ± 6.60	50.41 ± 8.51	0.150
Porcentaje de yema (%)	37.68 ± 8.57	36.01 ± 8.35	0.213
Unidad Haugh	91.28 ± 3.06	91.25 ± 3.74	0.948
Índice de albumen	12.91 ± 1.97	12.86 ± 2.30	0.885
Índice de yema	44.56 ± 4.48	43.92 ± 5.43	0.414
Relación yema/albumen	80.50 ± 26.69	76.32 ± 33.66	0.385

3.4 Composición nutricional del huevo

Debido a que se contó con un número reducido de muestras para la evaluación de composición nutricional, los resultados fueron analizados de manera descriptiva, sin la aplicación de pruebas estadísticas de comparación entre tratamientos. Los valores se expresan como medias ± desviación estándar y permiten observar tendencias generales en la composición proximal del huevo.

El contenido de proteína total se mantuvo similar entre ambos tratamientos, lo que sugiere que la sustitución parcial de la torta de soya no afecta negativamente este componente nutricional clave. Por otro lado, el extracto etéreo presentó valores mayores en los huevos de codornices alimentadas con la dieta que incluyó harina de larvas, lo cual podría estar asociado al mayor aporte lipídico característico de este ingrediente alternativo. Asimismo, se observó un incremento en el contenido de fibra cruda y ceniza en el tratamiento experimental, reflejando posibles variaciones en la fracción estructural y mineral del huevo.

En conjunto, estos resultados descriptivos indican que la inclusión del 10 % de harina de larvas en la dieta de codornices puede modificar la composición de lípidos, sin comprometer el contenido proteico del huevo. No obstante, se recomienda que futuros estudios consideren un mayor tamaño muestral que permita realizar análisis estadísticos inferenciales y confirmar las tendencias observadas.

Tabla 5. Composición nutricional del huevo según tipo de dieta.

Componente nutricional	Control	10% de harina de larvas
Humedad	4.63 ± 0.04	5.70 ± 0.01
Proteína total	43.44 ± 0.06	43.75 ± 0.06
Extracto etéreo	36.75 ± 0.32	40.72 ± 0.07
Fibra cruda	0.60 ± 0.01	1.18 ± 0.28
Ceniza	3.49 ± 0.01	3.64 ± 0.11
ELN	11.10 ± 0.21	5.01 ± 0.06

4 Discusiones

4.1 Producción de huevos post pico de producción

Los resultados muestran que la inclusión del 10 % de harina de larvas de mosca doméstica en la dieta de codornices no solo es viable como sustituto de la torta de soya, sino que además mejora significativamente la producción de huevo por ave durante la etapa post-pico productivo, lo que lo convierte en una alternativa nutricional para sistemas avícolas en fases avanzadas de producción. El efecto positivo observado podría atribuirse a la alta digestibilidad de la proteína, al perfil balanceado de aminoácidos esenciales y a la presencia de compuestos bioactivos en la harina de larvas [1], [15], los cuales favorecerían el metabolismo reproductivo y el mantenimiento de la función ovárica en aves de mayor edad productiva.

El incremento significativo en la producción de huevos observado en las codornices alimentadas con una dieta que incluyó 10 % de harina de larvas concuerda con hallazgos reportados en estudios recientes que evalúan el uso de insectos como ingredientes alternativos en nutrición de aves de postura [8], [9], [18], [19]. La etapa post-pico productivo en codornices se caracteriza por una disminución progresiva de la tasa de postura, asociada a cambios fisiológicos y hormonales propios del envejecimiento reproductivo [20]. En este contexto, reportaron que la inclusión de harina de larvas de *Tenebrio molitor* [21] y larvas de *Hermetia illucens* [8] en dietas de codornices ponedoras permitió mantener e incluso mejorar la producción de huevos en fases avanzadas del ciclo productivo, atribuyendo este efecto a la alta digestibilidad de la proteína y al adecuado perfil de aminoácidos esenciales.

La inclusión de harina de larvas en la dieta tuvo un efecto significativo sobre la persistencia de la postura durante la fase post-pico, registrando una producción significativamente superior ($P < 0.05$) de 17.13 huevos/ave en comparación con los 7.97 huevos/ave del grupo control. Estos resultados concuerdan con Khan et al. (2016) [22], quienes sostienen que la sustitución parcial de la torta de soya por harina de insectos es viable y capaz de sostener el rendimiento productivo en aves.

Sin embargo, la magnitud de la diferencia observada en este estudio sugiere que la harina de larvas no solo actuó como una fuente proteica alternativa, sino que atenuó eficazmente el declive fisiológico natural de la curva de postura. Este efecto superior podría atribuirse al perfil de aminoácidos y a la alta digestibilidad de la proteína de la harina de larvas [1], [14], [23], factores críticos para mantener la síntesis de huevo cuando las reservas corporales del ave disminuyen por la edad. Asimismo, el aporte de lípidos y energía de la harina de larvas, señalado por Veldkamp y Bosch (2015)[24], habría proporcionado el soporte metabólico necesario para evitar la caída abrupta de la producción observada en el grupo alimentado con la dieta control.

4.2 Calidad externa del huevo

Respecto a la calidad externa del huevo de codorniz, la inclusión del 10% de harina de larvas de mosca doméstica no afectó los parámetros comerciales críticos como el peso de huevo, el peso de la cáscara ni su grosor ($P > 0.05$), garantizando la integridad del producto final. Estos hallazgos coinciden con lo reportado por Cullere et al. (2016) [6] y Zotte et al. (2019) [8], quienes indican que la sustitución de fuentes proteicas convencionales por harina de insectos no compromete la deposición de calcio ni la formación estructural de la cáscara en dietas balanceadas.

No obstante, se observó una modificación significativa en la morfometría del huevo: las aves suplementadas produjeron huevos con menor longitud (31.75 mm; $P < 0.05$) pero mayor perímetro axial (5.51 mm; $P < 0.05$) en comparación al grupo control. Esto sugiere una tendencia hacia una conformación más esférica (mayor índice de forma) en el grupo experimental. Aunque Dalle Zotte et al.[8] señalan que la forma es un rasgo mayormente genético, estas variaciones menores podrían estar asociadas a cambios en la consistencia del albumen o la motilidad del oviducto influenciados por la dieta, sin que esto represente un detrimento en la calidad comercial o la resistencia al transporte.

4.3 Calidad interna del huevo

Respecto a la calidad interna, la estabilidad fue absoluta. La Unidad Haugh se mantuvo por encima de 91 en ambos tratamientos ($P > 0.05$), lo cual clasifica a los huevos como de excelente calidad. La ausencia de cambios en el índice de albumen y la relación yema/albumen confirma que el perfil de aminoácidos de la harina de larvas de mosca doméstica sostuvo adecuadamente la síntesis de proteínas del albumen [8] [25], mientras que el aporte lipídico de larvas no alteró negativamente la proporción de la yema, validando su viabilidad para su uso en la producción animal.

En codornices se ha reportado cambios en el índice de forma del huevo siendo más alargados en etapas tardías, asociados con deterioro de la glándula del cascarón y cambios fisiológicos propios del envejecimiento reproductivo [26]. Asimismo, se ha descrito que la inclusión de harinas de larvas con grasa puede modular esta característica, aunque generalmente con modificaciones leves y dentro de rangos normales [27].

4.4 Composición nutricional del huevo

El análisis proximal de los huevos de codorniz reveló tendencias numéricas que reflejan la naturaleza composicional de la dieta experimental. Aunque el análisis fue descriptivo, se observó un incremento notable en el contenido de extracto etéreo (grasa) en los huevos del grupo suplementado (40.72 %) respecto al control (36.75 %). La literatura indica que la inclusión de harinas de insectos en dietas de aves puede alterar la composición de lípidos en la yema del huevo, reflejando la contribución de los lípidos presentes en la propia harina de insectos a la fracción lipídica del huevo.

Liu et al. (2021) [28] observaron que distintos niveles de harina de larvas de *Hermetia illucens* en dietas de aves de corral influyeron en la composición de ácidos grasos del contenido lipídico de la yema, lo que respalda que la transferencia de lípidos dietarios puede modificar la fracción grasa del huevo en función del ingrediente proteico utilizado en la ración. Por otro lado, el contenido de proteína total se mantuvo notablemente estable entre tratamientos (43.75 % vs 43.44 %), lo que confirma que la harina de larvas provee aminoácidos con una biodisponibilidad equiparable a la de la torta de soya para la síntesis de proteína de huevo [29].

Los resultados del presente estudio deben interpretarse considerando algunas limitaciones. En particular, la evaluación de la composición nutricional del huevo se realizó con un número reducido de muestras, debido a la cantidad de muestra seca requerida para efectuar un mayor número de repeticiones; por ello, este análisis tuvo un alcance únicamente descriptivo. No obstante, la evaluación del nivel de inclusión del 10 % se desarrolló en una fase productiva específica, por lo que la extrapolación de estos hallazgos a otras condiciones debe realizarse con cautela. En consecuencia, se recomienda realizar estudios adicionales con un mayor tamaño muestral, especialmente para el análisis nutricional del huevo, a fin de confirmar los resultados obtenidos.

5 Conclusiones

La harina de larvas de mosca doméstica (*Musca domestica*) demostró ser un sustituto parcial viable de la torta de soya, mejorando la productividad en fases críticas (post-pico productivo) sin comprometer la calidad externa, interna ni proteica del huevo.

- La inclusión del 10% de harina de larvas incrementó significativamente la producción de huevo post-pico de producción, atenuando el declive natural de la postura.
- La sustitución proteica no alteró el peso de huevo ni la calidad de la cáscara. Se observó una modificación morfológica significativa (huevos más esféricos) que no afectó su integridad física ni comercial.
- La calidad interna se mantuvo estable; la Unidad Haugh y las proporciones de yema y albumen no mostraron diferencias significativas, garantizando la frescura y funcionalidad del producto igual que la dieta convencional.
- En la composición nutricional del huevo se observaron tendencias de variación entre tratamientos, particularmente en el contenido de grasa y fibra, mientras que la proteína total permaneció similar; no obstante, estos resultados requieren confirmación mediante estudios con mayor número de muestras.

6 Biografías

- Eudocia Alejandrina Barrientos Condori, Bachiller en Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. Este trabajo de investigación forma parte del requisito para obtener el título de Médico Veterinario y Zootecnista.
- Jhonatan Steve Inca Moreano. Docente del Departamento Académico de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.
- Isai Ochoa Pumaylle, Docente del Departamento Académico de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.

7 Referencias

- [1] H. P. S. Makkar, G. Tran, V. Heuzé, and P. Ankers, "State-of-the-art on use of insects as animal feed," *Animal Feed Science and Technology*, vol. 197, pp. 1–33, Nov. 2014, doi: 10.1016/j.anifeeds.2014.07.008.
- [2] Q. U. A. Sajid, M. U. Asghar, H. Tariq, M. Wilk, and A. Platek, "Insect meal as an alternative to protein concentrates in poultry nutrition with future perspectives (an updated review)," *Agriculture*, vol. 13, no. 6, art. no. 1239, Jun. 2023, doi: 10.3390/agriculture13061239.
- [3] A. van Huis et al., *Edible Insects: Future Prospects for Food and Feed Security*. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2013, FAO Forestry Paper 171.
- [4] A. Parra, "Efecto de la inclusión de harina de larva de mosca soldado negra (*Hermetia illucens*) en la nutrición de codorniz japonesa (*Coturnix coturnix japonica*) en la etapa de cría en la finca Tonchalá, corregimiento Carmen de Tonchalá-Norte de Santander, Colombia," trabajo de grado, Universidad de Pamplona, Villa del Rosario, Colombia, 2020.
- [5] J. Hwangbo, E. C. Hong, A. Jang, H. K. Kang, J. S. Oh, B. W. Kim, and B. S. Park, "Utilization of house fly-maggots, a feed supplement in the production of broiler chickens," *Journal of Environmental Biology*, vol. 30, no. 4, pp. 609–614, Jul. 2009.
- [6] M. Cullere, G. Tasoniero, V. Giaccone, R. Miotti-Scapin, E. Claeys, S. De Smet, and A. Dalle Zotte, "Black soldier fly as dietary protein source for broiler quails: Apparent digestibility, excreta microbial load, feed choice, performance, carcass and meat traits," *Animal*, vol. 10, no. 12, pp. 1923–1930, Dec. 2016, doi: 10.1017/S1751731116001270.
- [7] J. Novodvorski, L. D. Castilha, and A. A. Silva, "Insect meal in poultry feed: a potential protein source," *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, vol. 45, no. 1, art. no. e60317, 2023, doi: 10.4025/actascianimsci.v45i1.60317.
- [8] A. Dalle Zotte, Y. Singh, J. Michiels, and M. Cullere, "Black soldier fly (*Hermetia illucens*) as dietary source for laying quails: Live performance, and egg physico-chemical quality, sensory profile and storage stability," *Animals*, vol. 9, no. 3, art. no. 115, Mar. 2019, doi: 10.3390/ani9030115.
- [9] V. Razmaitė, A. Šiukšėius, V. Pileckas, and S. Bliznikas, "Effects of Dietary Resveratrol and Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) Larvae Meal Supplements on Quail Egg Production, Quality, and Consumer Acceptance," *Animals*, vol. 15, no. 1, art. no. 42, Jan. 2025, doi: 10.3390/ani15010042.
- [10] H. Čičková, G. L. Newton, R. C. Lacy, and M. Kozánek, "The use of fly larvae for organic waste treatment," *Waste Management*, vol. 35, pp. 68–80, Jan. 2015, doi: 10.1016/j.wasman.2014.09.026.
- [11] E. Pieterse and Q. Pretorius, "Nutritional evaluation of dried larvae and pupae meal of the housefly (*Musca domestica*) using chemical- and broiler-based biological assays," *Animal Production Science*, vol. 54, no. 3, pp. 347–355, 2014, doi: 10.1071/AN12370.
- [12] H. N. Hall, H. V. M. O'Neill, D. Scholey, E. J. Burton, M. Dickinson, and E. C. Fitches, "Amino acid digestibility of larval meal (*Musca domestica*) for broiler chickens," *Poultry Science*, vol. 97, no. 4, pp. 1290–1297, Apr. 2018, doi: 10.3382/ps/pex433.
- [13] B. Hamani, A. G. Taffa, S. Issa, C. Mahamadou, J. Detilleux, and N. Moula, "Effects of Feeding Housefly (*Musca domestica*) Larvae on the Butchery Skills and Meat Sensory Characteristics of Local Chickens in Niger," *Veterinary Sciences*, vol. 9, no. 10, art. no. 553, Oct. 2022, doi: 10.3390/vetsci9100553.
- [14] I. Ochoa, E. Valderrama, E. M. Ayquipa, L. A. Cárdenas, D. Zea, Z. Huamani, and G. Castellaro, "Productive Yield, Composition and Nutritional Value of Housefly Larva Meal Reared in High-Altitude Andean Zones of Peru," *Animals*, vol. 15, no. 14, art. no. 2054, Jul. 2025, doi: 10.3390/ani15142054.
- [15] Y. A. Salas-Puga, Z. Huamani-Huamani, J. I. Cruz-Colque, and I. Ochoa-Pumaylle, "Composición nutricional, perfil de ácidos grasos y presencia de Salmonella spp. de la harina de pupas de mosca doméstica (*Musca domestica*)," *Micaela Revista de Investigación - UNAMBA*, vol. 5, no. 2, pp. 72–79, 2024, doi: 10.57166/micaela.v5.n2.2024.160.
- [16] Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), *Caracterización climática de las regiones Apurímac y Cusco, Serie de Investigación Regional, no. 1*. Lima, Peru: Programa de Adaptación al Cambio Climático (PACC-Perú), 2012.
- [17] AOAC International, *Official Methods of Analysis of AOAC International*, 18th ed. Gaithersburg, MD, USA: AOAC International, 2005.
- [18] P. R. br. Harianja, U. Budi, N. br. Ketaren, and W. Hutajulu, "Effectiveness of Giving Black Soldier Fly Maggot Flour in Basal Rations on the Quality of Quail (*Coturnix-coturnix japonica*) Eggs," *Journal Peternakan Integratif*, vol. 12, no. 2, pp. 80–86, Aug. 2024, doi: 10.32734/jpi.v12i2.17536.
- [19] A. Kalan and R. Göçmen, "Effects of Supplementation Black Soldier Fly Larvae (*Hermetia illucens* L.) to The Diets of Breeder Japanese Quails on Performance, Egg Quality, and Incubation Parameters," *Selcuk Journal of Agricultural and Food Sciences*, Dec. 2023, doi: 10.15316/sjafs.2023.050.
- [20] Y. Ma, L. Lu, Q. Chen, X. Hua, X. Zhang, X. Zhao, and X. Liu, "Comparison of laying performance and egg quality between peak and late laying phases in Korean quail," *Poultry Science*, vol. 104, art. no. 105262, Aug. 2025, doi: 10.1016/j.psj.2025.105262.
- [21] J. V. S. Prates, Y. C. Braga, D. D. Pereira, and D. V. da Costa, "Insect protein in Japanese quail feed: a review," *Research, Society and Development*, vol. 12, no. 1, art. no. e21212139386, 2023, doi: 10.33448/rsd-v12i1.39386.
- [22] M. Khan, N. Chand, S. Khan, S. Naz, A. F. Alrefaei, A. Chandrasekaran, and R. U. Khan, "Partial replacement of soybean meal with *Musca domestica* larvae meal in broiler diets: implications for growth performance, nutrient utilization, hemato-

- biochemical profile and organoleptic characteristics,” *Archives Animal Breeding*, vol. 67, pp. 247–257, 2024, doi: 10.5194/aab-67-247-2024.
- [23] A. O. Aniebo, E. S. Erondu, and O. J. Owen, “Proximate composition of housefly larvae (*Musca domestica*) meal generated from mixture of cattle blood and wheat bran,” *Livestock Research for Rural Development*, vol. 20, no. 12, 2008.
- [24] T. Veldkamp and G. Bosch, “Insects: a protein-rich feed ingredient in pig and poultry diets,” *Animal Frontiers*, vol. 5, no. 2, pp. 45–50, Apr. 2015, doi: 10.2527/af.2015-0019.
- [25] Z. Berrama, S. Souames, R. Merati, H. M. Korteby, M. S. Chirane, N. Negab, K. Hettab, H. Idris, N. Morzouglal, and S. Temim, “Effects of laying cycle periods on egg quality, egg chemical composition, and reproductive performance of Japanese quail breeders reared in Northern Algeria,” *World's Veterinary Journal*, vol. 11, no. 3, pp. 439–447, 2021.
- [26] N. Sah and B. Mishra, “Regulation of egg formation in the oviduct of laying hen,” *World's Poultry Science Journal*, vol. 74, no. 3, pp. 509–522, Sep. 2018, doi: 10.1017/S0043933918000442.
- [27] Y. Singh, M. Cullere, D. Bertelli, S. Segato, G. Franzo, A. Frangipane di Regalbono, P. Catellani, C. Taccioli, S. Cappellozza, and A. Dalle Zotte, “Potential of Full-Fat Silkworm-Based Diets for Laying Quails: Performance and Egg Physical Quality,” *Animals*, vol. 13, no. 9, art. no. 1510, 2023, doi: 10.3390/ani13091510.
- [28] X. Liu, X. Liu, Y. Yao, X. Qu, J. Chen, K. Xie, X. Wang, Y. Qi, B. Xiao, and C. He, “Effects of different levels of *Hermetia illucens* larvae meal on performance, egg quality, yolk fatty acid composition and oxidative status of laying hens,” *Italian Journal of Animal Science*, vol. 20, no. 1, pp. 256–266, 2021, doi: 10.1080/1828051X.2021.1878946.
- [29] Q. U. A. Sajid, M. U. Asghar, H. Tariq, M. Wilk, and A. Płatek, “Insect Meal as an Alternative to Protein Concentrates in Poultry Nutrition with Future Perspectives (An Updated Review),” *Agriculture*, vol. 13, no. 6, art. no. 1239, 2023, doi: 10.3390/agriculture13061239.