



PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y COMPOSICIÓN DE LA CANAL DE *COTURNIX COTURNIX JAPONICA* ALIMENTADOS CON *LEUCAENA LEUCOCEPHALA* Y *MORINGA OLEIFERA* PRODUCTIVE PARAMETERS AND CARCASS COMPOSITION OF *COTURNIX COTURNIX JAPONICA* (QUAIL) FED *LEUCAENA LEUCOCEPHALA* (LEUCAENA) AND *MORINGA OLEIFERA* (MORINGA)

¹SUSY E. LÓPEZ-SALAZAR¹, ²CAROLINA FLOTA-BAÑUELOS^{2*}, ³SILVIA FRAIRE-CORDERO²,
⁴F.J. SOLORIO-SÁNCHEZ FRANCISCO³, ⁵J. CANUL-SOLÍS⁴

¹Posgrado en Bioprospección y Sustentabilidad Agrícola en el Trópico-Colegio de Postgraduados Campus Campeche.
 Carretera Haultunchén-Edzná km 17.5, C.P. 24450. Sihochac, Champotón, Campeche, México

²Secretaría de Ciencias, Humanidades, Tecnología e Innovación-Colegio de Postgraduados Campus Campeche.
 Carretera Haultunchén-Edzná km 17.5, C.P. 24450. Sihochac, Campeche, México

³Universidad Autónoma de Yucatán, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, km 15.5,
 Carretera Mérida-Xmatkuil, C.P. 97100. Mérida, Yucatán, México

⁴Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tizimin, Yucatán. Avenida Cupul km 2.5, Tizimin, 97700, Yucatán, México

*Email: cflota@colpos.mx

Aunque los granos y concentrados son la base del alimento para aves, actualmente se está fomentando el uso de plantas forrajeras multipropósito para mantener la eficiencia productiva. El presente estudio se realizó para determinar la ingesta de alimento, ganancia diaria y final de peso, conversión alimenticia y composición de la canal de codornices japonesas suplementadas con harina de follaje de *Moringa oleifera* y *Leucaena leucocephala*. Para esto, se utilizaron 270 pollitos de codorniz con peso corporal promedio de 19 ± 0.5 g. Los pollitos se dividieron aleatoriamente en tres grupos: Control (ACOM), Moringa (MO) y Leucaena (LEU), con seis repeticiones de 15 individuos por grupo, y recibieron agua *ad libitum*. Se evaluaron el peso corporal final, ganancia diaria de peso, consumo de alimento, relación de conversión alimenticia y calidad de la canal. Los datos se analizaron con el software Statistic v7.1 con un diseño completamente al azar y la comparación de medias mediante Tukey. El mayor peso corporal final y el mayor consumo de alimento se observó en el grupo ACOM, seguido por MO. La canal con mayor peso y las vísceras más ligeras correspondieron a ACOM. Sin embargo, el peso de la carne fue similar en todos los tratamientos. El contenido de proteína, extracto etéreo, cenizas y pH no se modificaron por las dietas que contenían harina de follaje. Se puede incluir hasta un 50 % de harina de follaje en las dietas de codorniz, con una reducción del consumo de alimento concentrado, manteniendo la calidad de la carne y aumentando el rendimiento de la canal.

Grains and concentrates are the basis of poultry feed, currently the use of multipurpose forage plants is encouraged to maintain productive efficiency. The study was conducted to determine the feed intake, daily and final weight gain, feed conversion ratio and carcass composition of Japanese quails supplemented with foliage meal of *Moringa oleifera* and *Leucaena leucocephala*, for which 270 quail chicks with average body weight of 19 ± 0.5 g were used. Chicks were randomly divided into three groups: Control (ACOM), Moringa (MO) and Leucaena (LEU), with six repetitions of 15 individuals per group. Individuals in each group had *ad libitum* water. Final body weight, daily weight gain, feed intake, feed conversion ratio and carcass quality were evaluated. The data were analyzed using the Statistic v7.1 software under a completely randomized design and comparison of Tukey's means. The heaviest final body weight and highest feed consumption were observed in the ACOM group, followed by MO. The heaviest carcass and the lightest viscera corresponded to ACOM; But, the weight of the meat was similar in all treatments. Protein content, ether extract, ash, and pH were not modified by the diets containing foliage meal. Up to 50 % of foliage meal can be included in quail diets, reducing the consumption of concentrate feed, maintaining meat quality and increasing carcass yield.

Palabras clave: calidad de la canal, plantas forrajeras, producción de codornices

Recibido: 03 de mayo de 2025

Aceptado: 30 de julio de 2025

Conflictos de interés: Los autores declaran que no existe ningún conflicto de intereses.

Declaración de Contribución de Autoría CRediT: Conceptualización, Metodología, Redacción-borrador original: Susy E. López-Salazar. Conceptualización, Metodología, Software, Validación, Redacción-borrador original: Carolina Flota-Bañuelos. Metodología: Silvia Fraire-Cordero. Metodología, Redacción-borrador original: F.J. Solorio-Sánchez Francisco. Software, Validación, Redacción-borrador original: J. Canul-Solís.



Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



Introducción

En México, la producción de aves de corral en 2024 fue de 4 013 215.817 toneladas (SIAP 2024). El estado de Campeche contribuyó con 0.6 % a la productividad, y aumentó en los últimos cinco años de 22 761.903 a 24 031.919 toneladas. De las especies de aves de corral más criadas y consumidas en Campeche, se encuentra la gallina (*Gallus gallus*), seguida del pavo (*Meleagris gallopavo*), principalmente en patios traseros, ya que contribuyen a la economía familiar a través de las ventas (Portillo-Salgado et al. 2018). En cuanto al consumo de estas aves, los valores oscilan entre 65 y 1.2 kg por año per cápita, aumentando en la temporada de diciembre (Magaña et al. 2022). Tanto el pollo como el pavo son especies de gran interés comercial, pero en las comunidades rurales se requiere una especie prolífica y de rápido crecimiento para satisfacer las necesidades de las familias en poco tiempo. Por lo tanto, la codorniz (*C. coturnix japonica*) es una opción viable, debido a su temprana producción de huevos, alto valor nutricional en proteínas, vitaminas y minerales, y bajo contenido de colesterol, así como a su rápido crecimiento para el suministro de carne (Saeed et al. 2025).

Las prácticas de alimentación para aves de corral comerciales se limitan al consumo de granos y concentrados (Getahun et al. 2025). Para reducir la dependencia de estos productos, existen diversas estrategias que mantienen o aumentan la eficiencia de producción, como el uso de probióticos (Mulyono 2025), *Vicia faba* L., *Pisum sativum*, *Cicer arietinum* L., harina de copra y harina de palmiche (Babatunde et al. 2021). En años recientes se ha reportado que la inclusión de plantas forrajeras mejora la calidad nutricional en la dieta de las aves (Barbarosa et al. 2022). Entre las especies forrajeras tropicales, Valdivié-Navarro et al. (2020) y Faustin-Evaris et al. (2022) mencionan que es favorable incluir *M. oleifera* en la dieta de las aves, porque incrementa la tasa de conversión del alimento y la digestibilidad de la dieta holística (Egbu et al. 2024). Además, esta incorporación de follaje podría mejorar el contenido de ácidos grasos poliinsaturados, la estabilidad oxidativa, el color del músculo pectoral y la grasa abdominal (Cui et al. 2018). De manera similar, se reportan mejoras en la calidad del huevo y en la actividad anti-estrés (Gayathri et al. 2020). En este sentido, la inclusión de especies arbustivas como *L. leucocephala* a niveles bajos en la dieta de gallinas ponedoras ha mostrado resultados prometedores en el aumento de peso, el peso corporal y el consumo de alimento (Utami y Akbar 2025).

Con respecto al suministro de especies forrajeras en la dieta de las aves, se ha demostrado que la transformación del follaje en harina produce efectos positivos en la salud, la supervivencia, la tasa de crecimiento, la eficiencia en el uso del alimento y mejora la producción de huevos, lo que conlleva un impacto económico positivo, al reducir significativamente los costos de alimentación y producción (Valdivié-Navarro

et al. 2020). Estos beneficios se observaron en gallinas ponedoras comerciales alimentadas con inclusiones de hasta 6 % de *M. oleifera* (da Silva et al. 2024) y harina fermentada de *L. leucocephala* (Utami y Akbar 2025), sin causar efectos negativos en el rendimiento o la calidad del huevo. A pesar de los resultados alentadores obtenidos en aves, existen pocos estudios sobre el desempeño productivo de *C. coturnix* al incluir estas especies de follaje en la dieta. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue evaluar los parámetros productivos y la composición de la canal de *Coturnix coturnix japonica* alimentadas con *L. leucocephala* y *M. oleifera*.

Materiales y Métodos

Área de estudio: El trabajo se llevó a cabo en las instalaciones avícolas del Colegio de Postgraduados, Campus Campeche, ubicado en 19°29'51.79" N y 90° 32'45.01" O, en Sihochac, Champotón, México (INEGI 2017), con una temperatura anual de 26 °C y a 24 msnm (García 2004).

Manejo de animales y diseño del tratamiento: Un total de 270 codornices de 18 días de edad con un peso corporal promedio de 19 g se distribuyeron aleatoriamente en tres tratamientos, con tres repeticiones (jaulas) por tratamiento y 30 aves por jaula. Los tratamientos se clasificaron como ACOM = Alimento Comercial (600 g d⁻¹ por repetición=1800 g d⁻¹), MO: *M. oleifera* molida (300 g d⁻¹ por repetición = 900 g d⁻¹) + ACOM (300 g d⁻¹ por repetición = 900 g d⁻¹) y LEU: *L. leucocephala* molida (300 g d⁻¹ por repetición = 900 g d⁻¹) + ACOM (300 g d⁻¹ por repetición = 900 g d⁻¹).

El período experimental duró 84 días, más un período de adaptación de cinco días. Las aves fueron alojadas en jaulas con un área de 0.67 m² por codorniz, que incluían bebederos tipo copa para agua y comederos de PVC. Los animales se trataron de acuerdo con las directrices y regulaciones para la experimentación animal del Colegio de Postgraduados (COLPOS 2019), con la aprobación oficial CCACC2017-069 y siguiendo las directrices de manejo y bienestar animal del NRC (2010).

Recolección de follaje y composición química: Las hojas de *M. oleifera* se recolectaron de un huerto de cinco años, ubicado en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Yucatán, México. Las hojas de *L. leucocephala* se recolectaron de un huerto de cuatro años en el Colegio de Postgraduados. El follaje se secó al sol por 48 horas, se trituroó con un molinillo Bomeri® modelo PD65RM que tiene dos tolvas y un tamiz de 3 mm. Posteriormente, el follaje se cortó y tamizó con una malla de tamaño 7 hasta obtener una textura similar a la harina.

El contenido de proteína cruda (PC) se calculó según el método de Kjeldahl, el extracto etéreo (EE) se cuantificó mediante el método de Soxhlet, el contenido de cenizas se determinó por el método de combustión, la fibra detergente ácida (FDA) y la fibra detergente neutra (FDN) se

determinaron con el método AOAC (2019). Para la energía bruta (EB) se utilizó un calorímetro de bomba adiabático (Parr-328, Parr Instruments Co., IL, EE.UU.) (AOAC 2019). Las dietas cumplieron con los requerimientos nutricionales de codornices de 19 días de edad (NRC 1994) (tabla 1).

Tabla 1. Composición química (%) del alimento utilizado en el experimento

Contenido nutricional	ACOM	MO	LEU
Materia seca (%)	88.00	88.05	88.15
Proteína cruda (%)	21.00	23.15	22.35
FDA (%)	26.09	27.11	25.69
FDN (%)	39.12	44.42	40.38
EE (%)	2.20	2.70	3.30
Cenizas (%)	8.00	6.80	8.18
Energía bruta (kJ/kg)	77.61	77.69	82.42

*Laboratorio de la Facultad de Medicina Veterinaria y Ciencia Animal, UADY Yucatán, México

Consumo de alimento, ganancia de peso diaria, ganancia de peso final y conversión alimenticia: El consumo de alimento (materia seca: MS) de cada tratamiento se midió diariamente pesando el alimento ofrecido y restando la cantidad rechazada, en una báscula digital Torrey® de 20 kg. Para evaluar la ganancia de peso corporal y el peso corporal final, se pesaron todas las aves de cada tratamiento cada siete días durante 12 semanas, tras un periodo previo de ayuno. La conversión alimenticia (CA) se calculó con el consumo medio de alimento, dividido entre la ganancia media de peso corporal de cada tratamiento.

Composición de la canal de codorniz: Al final del experimento, se seleccionaron 30 aves al azar por tratamiento, las cuales se sometieron a ayuno de 12 horas para minimizar la interferencia del contenido intestinal con el peso de los animales. Estas se sacrificaron humanamente de acuerdo con las directrices de Bienestar Animal del Colegio de Postgraduados (COLPOS 2019), con aprobación oficial CCACC2017-069, basadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-033-SAG/ZOO-2014. Después de retirar las partes no comestibles (plumas, patas, cabeza), se pesaron la canal, la piel, la carne, los huesos y las vísceras, en una balanza analítica (260 g x 0.0001 g) modelo ADVENTURER PRO AV264C O' HAUS. El rendimiento de la canal y los porcentajes de rendimiento se calcularon mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{peso de la canal}}{(\text{peso vivo})} \times 100$$

Composición química de la carne: Después de que se sacrificaron los animales, las muestras de carne de cada

tratamiento se homogeneizaron para determinar el pH, utilizando un medidor de pH Oakton EcoTestr pH®. Se evaluó PC mediante el método de Kjeldahl, y se midió ceniza y EE con la metodología establecida por la AOAC (2019).

Análisis estadístico: Se analizaron el consumo de alimento, la ganancia de peso diaria, la ganancia de peso final, conversión alimenticia, composición de la canal de codorniz (canal, piel, carne, huesos y vísceras) y la composición química de la carne (pH, PC, ceniza y EE) mediante un diseño completamente al azar. La comparación de medias se realizó según la prueba múltiple de Tukey con el software Statistica v7.1 (StatSoft 2005). La variabilidad de los datos se expresó como el error estándar (SE) y el nivel de significación de $p \leq 0.05$ se consideró como estadísticamente significativo.

Resultados y Discusión

Consumo total de alimento, ganancia de peso diaria, ganancia de peso final y conversión alimenticia: El consumo de harina de follaje ($p \leq 0.05$) y la ganancia de peso final ($p \leq 0.05$) de *C. coturnix* fueron mayores en el grupo que consumió alimento comercial (ACOM) que en los grupos alimentados con MO y LEU. Las ganancias diarias de peso corporal ($p \leq 0.05$) fueron mayores en los tratamientos alimentados con dietas ACOM y MO en comparación con LEU. La relación de conversión alimenticia fue mayor en las aves alimentadas con la dieta LEU ($p \leq 0.05$), pero este parámetro fue similar en ambos grupos de aves, ACOM y MO (tabla 2).

Los pesos corporales finales registrados en los tratamientos MO y LEU son similares a los que reportaron Perdomo *et al.* (2019), alcanzando pesos corporales finales de 147 g en promedio, en codornices de un día con peso inicial de 7.3 g y suplementos con follaje de *Morus alba*, y harina de hoja de yuca, estas aumentaron de peso y la conversión alimenticia con 176.4 y 3.04 g, respectivamente (Silva *et al.* 2017). Asimismo, cuando se ofrece 14 % de *M. oleifera* en la dieta de *C. coturnix*, incrementan el rendimiento de la canal en un 61 % (Castillo *et al.* 2018), mejorando la utilización de nutrientes y el desempeño productivo (Manju y Bidhan 2025a).

Con respecto a la dieta que contenía *L. leucocephala*, fue el follaje que menos consumieron, posiblemente debido a la presencia de mimosina u otro metabolito que puede causar efectos adversos (Bageel *et al.* 2020). Por ejemplo, en pollos de ceba, alimentados con dietas suplementadas con harina de hojas de la leguminosa *Acacia angustissima*, se observó una disminución cuadrática en el peso corporal final, el consumo de alimento y la ganancia de peso diaria (Gudiso *et al.* 2019), y en codornices, la inclusión de 4 a 8 % de harina de leucaena fermentada mejora la ingesta de nutrientes, la relación de conversión alimenticia y la producción de huevos (Utami y Akbar 2025). Por lo tanto, la incorporación de harina de leucaena hasta un 10 % de la dieta puede ser una opción viable para la alimentación de codornices, en comparación con una dieta estrictamente comercial.

Tabla 2. Consumo de alimento, ganancia de peso corporal y conversión alimenticia de las *C. coturnix japonica* alimentadas con *M. oleifera* y *L. leucocephala*

Variables	ACOM±SE	MO±SE	LEU±SE	Valor de P
Peso corporal inicial (g)	19 ± 0.24	19 ± 0.21	19 ± 0.31	0.882433
Peso corporal final (g)	183.50 ± 0.89 ^a	160.37 ± 2.35 ^b	141.75 ± 3.09 ^c	0.000001
Ganancia diaria de peso (g/ave/d)	1.95 ± 0.07 ^a	1.67 ± 0.001 ^{ab}	1.45 ± 0.001 ^b	0.000001
Consumo diario de harina de follaje (g/ave/d)	0	639.24 ± 3.29 ^a	608.82 ± 0.14 ^b	0.000001
Consumo total (g/ave/d)	1800 ± 42.53 ^a	1539.24 ± 12.71 ^b	1508.82 ± 1.87 ^c	0.000001
CA	9.23 ± 0.02 ^b	9.21 ± 0.05 ^b	10.40 ± 0.18 ^a	0.000001

ACOM: alimento comercial, MO: *M. oleifera*, LEU: *L. leucocephala*, SE indica error standard, CA: conversión alimenticia (g alimento consumido/g ganancia de peso por tratamiento). ^{a,b,c}. Letras diferentes en la misma línea indican diferencias significativas (p≤0.05)

Composición de la canal: Se observó que las aves del grupo ACOM obtuvieron el mayor peso de canal (p≤0.05) y peso óseo (p≤0.05), y el menor peso de vísceras (p≤0.05), en comparación con el resto de los tratamientos. Los pesos de vísceras y canal en aves de los tratamientos MO y LEU fueron similares, mientras que LEU mostró el menor peso óseo. No se observaron diferencias en el peso de la carne y la piel entre los tratamientos (tabla 3).

Al usar otros suplementos como *Tenebrio molitor*, *Zophobas morio*, en una proporción de 1 a 2 g/kg o extracto acuoso de canela (1.5 mL/L), en codornices, se obtuvo un peso de canal de 128-133 g (Khan et al. 2022, Al-Khalaifah et al. 2025 e Isam et al. 2025), similar al valor encontrado en este estudio.

Un aumento elevado en el peso de la canal y los huesos en el tratamiento ACOM puede revelar un alto contenido de grasa o colágeno, que generalmente se ve afectado por factores como la especie, la edad y el plan nutricional. En esta investigación, el bajo peso de los huesos en el tratamiento LEU se atribuye a la inclusión del 50 % de harina de follaje de leucaena, que proporciona una mayor cantidad de fibra y una digestibilidad deficiente en el tracto digestivo, incrementando la excreción de nutrientes, incluido el calcio. Además, las canales de las aves suplementadas con harina de follaje de moringa y leucaena presentaron el mayor rendimiento de canal, con 80 y 90 %, respectivamente. En este sentido, Castillo et al. (2018) registraron aumento en el peso de las canales de *C.*

coturnix, alcanzando hasta el 61 % del rendimiento de la canal, con dietas suplementadas con 14 % de polvo de *M. oleifera*. Mientras que la incorporación de valores menores como: 1, 3, 5, 7 y 9 % de harina de hojas de moringa en la dieta de *C. coturnix japonica* no afectó el peso de la canal, vísceras, pescuezo, espalda, ala, muslo, contramuslo y pechuga, sin embargo, el 3 % de la harina mejoró la relación carne-hueso (Manju y Bidhan 2025b). Algunos estudios indican que el aumento de la inclusión de leguminosas como *Tylosema esculentum* en dietas para codornices disminuyó la ganancia de peso corporal (Fatoki et al. 2023).

Composición química de la carne: No se encontró ningún efecto de la alimentación en la composición química de la carne para ninguno de los tratamientos (tabla 4).

Los valores de pH obtenidos en la presente investigación son similares a los reportados en codornices alimentadas con dietas con *Brassica napus* añadida en niveles de 2.5 a 17.5 %, con valores de pH de 6.38 a 6.56 (Mnisi y Mlambo 2018), así como en la carne de pollos de ceba alimentados con harina de hojas de *M. oleifera*, con valores de 5.45 a 6.40 (Cui et al. 2018). Sin embargo, en codornices suplementadas con harina de comino negro y harina de hojas de noni, el pH de la carne es más ácido (5.80 y 5.90) (Dengan y Kombinasi 2024). El contenido de cenizas en el estudio osciló entre 4.92 y 5.0 %, siendo superior a los reportados en diferentes líneas de codorniz y palomas, con cantidades de 1.29 a 2.26 % (Lukanov et al. 2023 y Muraduzzaman et al. 2023).

Tabla 3. Composición de la canal de *C. coturnix japonica* alimentadas con *M. oleifera* y *L. leucocephala*

Tratamiento	N	Canal (g) ±EE	Viscera (g) ±EE	Carne (g) ±EE	Hueso (g) ±EE	Piel (g) ±EE
ACOM	30	143 ± 6.34 ^a	13 ± 2.32 ^a	68 ± 1.83	47 ± 1.71 ^a	9 ± 0.92
MO	30	129 ± 1.76 ^b	21 ± 2.17 ^b	72 ± 1.33	17 ± 1.72 ^b	8 ± 0.56
LEU	30	127 ± 2.55 ^b	21 ± 2.39 ^b	73 ± 1.59	9 ± 0.87 ^c	9 ± 0.39
Valor de P		0.004114	0.047571	0.147567	0.000001	0.097529

ACOM: alimento comercial, MO: *M. oleifera*, LEU: *L. leucocephala*, EE: indica error standard. ^{a,b,c} Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas p≤0.05

Tabla 4. Composición química de la carne de *C. coturnix japonica* alimentadas con *M. oleifera* y *L. leucocephala*

Tratamiento	n	pH $\pm$ EE	Cenizas (%) $\pm$ EE	EE (%) $\pm$ EE	Proteína (%) $\pm$ EE
ACOM	30	6.33 $\pm$ 0.002	5.00 $\pm$ 0.026	7.80 $\pm$ 0.359	14.75 $\pm$ 0.03
MO	30	6.21 $\pm$ 0.002	4.97 $\pm$ 0.023	7.51 $\pm$ 0.238	14.31 $\pm$ 0.048
LEU	30	6.17 $\pm$ 0.002	4.92 $\pm$ 0.017	7.78 $\pm$ 0.059	13.99 $\pm$ 0.135
Valor de P		0.127587	0.087659	0.780673	0.427412

ACOM: alimento comercial, MO: *Moringa oleifera*, LEU: *Leucaena leucocephala*, EE: indica error standard de la media

Con respecto a la proteína, los valores observados en el presente trabajo son inferiores a los informados por Sabow (2020), donde el promedio fue de 22.52 g/100 g en tres especies de codornices alimentadas con dietas comerciales, así como en líneas de codornices especializadas, de doble propósito y de tipo europeo con promedios de 21.24, 21.65 y 20.08 % (Lukanov *et al.* 2023), y en palomas y codornices de ceba con 19.18 y 24.40 % (Muraduzzaman *et al.* 2023). Finalmente, el porcentaje de extracto etéreo fue mayor que los registrados en diferentes líneas de codorniz con rangos de 1.86 a 6.06 (Lukanov *et al.* 2023 y Muraduzzaman *et al.* 2023).

Conclusiones

La suplementación con 300 g/d de harina de follaje de *L. leucocephala* o *M. oleifera* en *Coturnix coturnix japonica* mantiene los parámetros productivos y la composición de la canal de estos animales. El rendimiento de la canal mejora un 80 %, sin modificar la proteína, las cenizas, el pH ni el extracto etéreo, lo que resulta en una alternativa viable para la alimentación.

Agradecimientos

Al proyecto SECIHTI 7178 “Contribución al uso sostenible de la biodiversidad y los sistemas socio-ecológicos a través de innovaciones productivas y ambientales”.

Referencias

AOAC. 2019. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists: Official Methods of Analysis of AOAC International. 21st Edition, AOAC, Washington, DC.

Al-Khalaifah, H., Ahmad, S., Ullah, R., Islam, Z., Sultan, A., Islam, Z., Abudabos, A., Naz, S., Khan, R.U. & Alhidary, I.A. 2025. Effects of *Tenebrio molitor* and *Zophobas morio* larvae meal Supplementation on Growth Performance, Carcass Traits, and Gut Histomorphology in Japanese Quails. *Poultry Science*, 104(2): 105803, ISSN: 1525-3171. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2025.105803>.

Babatunde, O.O., Park, C.S. & Adeola, O. 2021. Nutritional potentials of atypical feed ingredients for broiler chickens and pigs. *Animals*, 11(5): 1196, ISSN: 2076-2615. <https://doi.org/10.3390/ani11051196>.

Bageel, A., Honda, M.D.H., Carrillo, J.T. & Borthakur, D. 2020. Giant leucaena (*Leucaena leucocephala* subsp. glabrata): a versatile tree-legume for sustainable agroforestry. *Agroforestry Systems*, 94: 251-268, ISSN: 1572-9680. <https://doi.org/10.1007/s10457-019-00392-6>.

Barbarosa, A.P., Tavakoli, M., Khusro, A., Seidavi, A., Elghandour, M.M., Salem, A.Z., Márquez, M.O., & Rivas, C.R. 2022. Beneficial and adverse effects of medicinal plants as feed supplements in poultry nutrition: A review. *Animal Biotechnology*, 33(2): 369-391, ISSN: 1532-2378. <https://doi.org/10.1080/10495398.2020.1798973>.

Castillo, L., Portillo, L., León, F., Gutiérrez, D., Angulo, E., Muy-Rangel, M. & Heredia J. 2018. Inclusion of Moringa Leaf Powder (*Moringa oleifera*) in Fodder for Feeding Japanese Quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Brazilian Journal of Poultry Science*, 1: 15-18, ISSN: 1806-9061. <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2017-0410>.

COLPOS. Colegio de Postgraduados. 2019. Reglamento para el uso y cuidado de animales destinados a la investigación. Available at: http://www.colpos.mx/wb_pdf/norma_interna/ruc_animalesinvestigacion.pdf.

Cui, Y.M., Wang, J., Lu, W., Zhang, H.J., Wu, S.G. & Qi, G.H. 2018. Effect of dietary supplementation with *Moringa oleifera* leaf on performance, meat quality, and oxidative stability of meat in broilers. *Poultry Science*, 97: 2836-2844, ISSN: 1525-3171. <https://doi.org/10.3382/ps/pey122>.

da Silva, J.R.V., Rabello, C.B.V., Ludke, M.D., Lopes, C.D.C., de Medeiros-Ventura, W.R.L., Soares, E.D.S. & Oliveira, H.S.D. 2024. Performance and quality of eggs of laying hens fed with *Moringa oleifera* leaf flour. *PloS one*, 19(12): e0314905, ISSN: 1932-6203. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0314905>.

Dengan, P.K.B.P. & Kombinas, P.T. 2024. Quail Carcass Performance Using Additional Feed Combination of Noni Leaf Flour and Black Cumin Flour. *Journal of Applied Veterinary Science and Technology*, 5(2): 109-114, ISSN: 2716-117X. <http://doi/10.20473/jav-est.V5.I2.2024.109-114>.

Egbu, C.F., Mulaudzi, A., Motsei, L.E. & Mnisi, C.M. 2024. *Moringa oleifera* products as nutraceuticals for sustainable poultry production. *Agriculture & Food Security*, 13(1): 54, ISSN: 2048-7010. <https://doi.org/10.1186/s40066-024-00508-x>.

- Fatoki, M.F., Kiarie, E.G. & Mnisi, C.M. 2023. Jumbo quail responses to diets containing raw or heat-treated Maramba bean (*Tylosema esculentum*) meal. *Translational Animal Science*, 7(1): 1-10, ISSN: 2573-2102. <https://doi.org/10.1093/tas/txad136>.
- Faustin-Evaris, E., Sarmiento-Franco, L.A., Capetillo-Leal, C.M. & Sandoval-Castro, C.A. 2022. Composition of slow-growing male chicken's meat and bone quality as affected by dietary *Moringa oleifera* Lam. meal. *Animals*, 12(24): 3482, ISSN: 2076-2615. <https://doi.org/10.3390/ani13081379>.
- García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Universidad Nacional Autónoma de México. México. Pp. 97. Available at: <http://www.publicaciones.igg.unam.mx/index.php/ig/catalog/book/83>.
- Gayathri, S., Babu, L. & Panda, A. 2020. Effect of dietary supplementation of *Moringa oleifera* leaf meal on egg quality, composition and anti-stress activity of Vanaraja laying hens. *Indian Journal of Animal Sciences*, 90: 207-211, ISSN: 2394-3327. <https://doi.org/10.5958/0974-181X.2020.00025.6>.
- Getahun, A., Kechero, Y., Yemane, N., Dessie, T. & Esatu, W. 2025. Nutritional evaluation and potential of locally available alternative feed resources for sustainable poultry production: a case study of smallholder farms in central and Southern Ethiopia. *Tropical Animal Health and Production*, 57(7): 317, ISSN: 1573-7438. <https://doi.org/10.1007/s11250-025-04549-7>.
- Gudiso, X., Hlatini, V., Chimonyo, M. & Mafongoya, P. 2019. Response of broiler (*Gallus gallus domesticus*) performance and carcass traits to increasing levels of *Acacia angustissima* leaf meal as a partial replacement of standard protein sources. *Journal of Applied Poultry Research*, 28: 13-22, ISSN: 1537-0437. <https://doi.org/10.3382/japr/pfx068>.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2017. Anuario estadístico y geográfico de Campeche. Campeche, México. Available at: https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/anuarios_2017/702825095109.pdf.
- Isam, O., AL-Doori, A.D., Al-Doori, A.A., Aldarraj, S.A. & Qais, A.S. 2025. Effect of aqueous extract of garlic, cinnamon and their mixture on the productive performance and carcass characteristics of Japanese quail. *International Journal of Veterinary Sciences and Animal Husbandry*, 10(1): 273-282, ISSN: 2456-2912. <http://www.veterinary-paper.com>.
- Khan, S., Tanweer, A.J., Rafiullah, I., Abbas, G., Khan, J., Imran, M.S. & Kamboh, A.A. 2022. Effect of supplementation of mealworm scales (*Tenebrio molitor*) on growth performance, carcass traits and histomorphology of Japanese quails. *Journal of Animal Health and Production*, 10(3): 381-389, ISSN: 2308-2801. <http://dx.doi.org/10.17582/journal.jahp/2022/10.3.381.389>.
- Lukanov, H., Pavlova, I., Genchev, A., Penkov, D., Peltekov, A. & Mihaylova, G. 2023. Quality and composition of meat in different productive types of domestic quail. *Journal of Central European Agriculture*, 24(2): 322-339, ISSN: 1332-9049. <http://dx.doi.org/10.5513/JCEA01/24.2.3871>.
- Muraduzzaman, M., Ahammed, M., Habib, M., Azad, M., Hashem, M. & Ali, M. 2023. Comparison of meat yield and quality characteristics between pigeon and quail. *Meat Research*, 3(2): 1-6, ISSN: 2790-1971. <https://doi.org/10.55002/mr.3.2.52>.
- Magaña, M., Valdivieso, P.I. & Aguilar, U.E. 2022. Importancia socioeconómica de las especies pecuarias criadas en traspato en localidades rurales de Yucatán y Campeche. *Acta Universitaria*, 32: 1-17, ISSN: 2007-9621. <http://doi.org/10.15174.au.2022.3678>.
- Manju, L. & Bidhan, C. M. 2025a. Effect of dietary incorporation of drumstick (*Moringa oleifera* Lam.) leaf meal on production performance, nutrient utilization and feed cost economics of laying japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Journal of Scientific Research and Reports*, 31(5): 223-241, ISSN: 2320-0227. <https://doi.org/10.9734/jsrr/2025/v31i53020>.
- Manju, L. & Bidhan, C.M. 2025b. Effect of supplementing *moringa oleifera* leaf powder and vitamins C and E on carcass characteristics of japanese quail. *European Journal of Nutrition & Food Safety*, 17(4): 140-149, ISSN: 2347-5641. <https://doi.org/10.9734/ejnf/s/2025/v17i41686>.
- Mnisi, C.M. & Mlambo, V. 2018. Growth performance, haematology, serum biochemistry and meat quality characteristics of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) fed canola meal-based diets. *Animal Nutrition*, 4: 37-43, ISSN: 2405-6383. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2017.08.011>.
- Mulyono, M. 2025. Use of Probiotics as an Alternative to Antibiotic Growth Promoters in Poultry Farming: A Review. *Journal of Advances in Biology & Biotechnology*, 28(6): 1336-1347, ISSN: 2394-1081. <https://doi.org/10.9734/jabb/2025/v28i62491>.
- NRC. National Research Council. 1994. Nutrient Requirements of Poultry: Ninth Revised Edition. National Academies Press. Washington, DC. USA. Pp. 110-112.
- NRC. National Research Council. 2010. Guide for the care and use of laboratory animals: Eighth Edition. National Academies Press. Washington, DC. USA. Pp. 246. <https://grants.nih.gov/grants/olaw/guide-for-the-care-and-use-of-laboratory-animals.pdf>.
- Norma Oficial Mexicana NOM-033-SAG/ZOO-2014. Métodos para dar muerte a los animales domésticos y silvestres. Estado de México, México. Available at: <https://www.gob.mx/profepa/documentos/norma-ofi>

- cial-mexicana-nom-033-sag-zoo-2014-metodos-para-dar-muerte-a-los-animales-domesticos-y-silvestres.
- Perdomo, D.A., Briceño, A., Díaz, D., González, D., González, L., Moratino, P.A., Nuñez, E. & Perea, F.P. 2019. Efecto de la suplementación dietética con harina de morera (*Morus alba*) sobre el desempeño productivo de codornices (*Coturnix coturnix japonica*) en crecimiento. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 30(2): 634-644, ISSN: 1609-9117. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v30i2.15088>.
- Portillo-Salgado, R., Herrera-Haro, J.G., Ortega-Cerrilla, M.E., Bárcena, G.J.R., Bautista-Ortega, J. & Sánchez, V.A. 2018. Análisis descriptivo de las prácticas locales de cría y manejo del guajolote nativo (*Meleagris gallopavo* L.) en Campeche, México. *Agro Productividad*, 11(1): 88-94, ISSN: 2594-0252. <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/157>.
- Saeed, M., Aslam, F., Khan, M.S., Kamboh, A.A., Farooq, Z., Khan, R.U., Sultan, A.M. & Moryani, A.A. 2025. Nutritional Significance and Health Benefits of Quail's Meat and Eggs: An Empirical Review. *Pakistan Journal of Zoology*, 57(1): 1-11, ISSN: 3049-5709. <https://dx.doi.org/10.17582/journal.pjz/20220507070529>.
- Sabow, A.B. 2020. Carcass characteristics, physicochemical attributes, and fatty acid and amino acid compositions of meat obtained from different Japanese quail strains. *Tropical Animal Health and Production*, 52: 131-140, ISSN: 1573-7438. <https://doi.org/10.1007/s11250-019-01991-2>.
- SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2024. https://nube.agricultura.gob.mx/cierre_pecuario/
- Silva, J.P., Valerio, L.S., Quintao, L.G., Lira, S.L., Castro, T.E. & Silva, F.T. 2017. Cassava foliage in quail feeding. *Acta Veterinária Brasileira*, 11: 150-156, ISSN: 1981-5484. <https://doi.org/10.21708/avb.2017.11.0.6921>.
- Statsoft. 2005. Inc. Statistica (data analysis software system) Version 7.1.
- Utami, M.M.D. & Akbar, A. 2025. Enhancing nutrient intake, egg production, and egg quality by fermented *Leucaena leucocephala* leaf meal in a diet of laying quail. *Veterinary World*, 18(1): 133, ISSN: 2231-0916. <http://doi.org/10.14202/vetworld.2025.133-140>.
- Valdivié-Navarro, M., Martínez, Y., Mesa-Fleitas, O., Botello-León, A., Hurtado, C.B. & Velázquez-Martí, B. 2020. Review of *Moringa oleifera* as forage meal (leaves plus stems) intended for the feeding of non-ruminant animals. *Animal Feed Science and Technology*, 260: 114338, ISSN: 1873-2216. <https://doi.org/10.1016/j.ani-feedsci.2019.114338>.