



Variables productivas y calidad cárnica de pavos especializados alimentados con dieta comercial y adicionadas con *Zea mays* o *Leucaena spp.* †

[Productive variables and meat quality of specialized turkeys fed with commercial diet and added with *Zea mays* or *Leucaena spp.*]

Guillermo de Jesus González-Crespo¹, Serafin Jacobo López-Garrido², José Guadalupe Gamboa-Alvarado³, Marco Antonio Camacho-Escobar³, Martha Patricia Jerez-Salas⁴, Narciso Ysac Ávila-Serrano⁵ and Mónica Marcela Galicia-Jiménez^{2*}

¹División de Posgrado. Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido, Ciudad Universitaria, Carretera Vía Sola de Vega, Puerto Escondido, San Pedro Mixtepec, Juquila, Oax. CP 71980, México.

²Instituto de Investigaciones de Genética. Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido, Ciudad Universitaria, Carretera Vía Sola de Vega, Puerto Escondido, San Pedro Mixtepec, Juquila, Oax. CP 71980, México. Email:

mmgaliciaj@gmail.com

³Instituto de Investigación de Industrias. Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido, Ciudad Universitaria, Carretera Vía Sola de Vega, Puerto Escondido, San Pedro Mixtepec, Juquila, Oax. CP 71980, México.

⁴Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca. Ex Hacienda de Nazareno s/n, Agencia de Policía Nazareno Centro. 71230 Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México.

⁵Instituto de Investigaciones de Recursos. Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido, Ciudad Universitaria, Carretera Vía Sola de Vega, Puerto Escondido, San Pedro Mixtepec, Juquila, Oax. CP 71980, México.

*Corresponding author

SUMMARY

Background: Turkeys in intensive production are fed grains and oilseed meal. However, turkeys are omnivores and can consume forage. A dietary alternative is the use of foliage from trees such as *Leucaena*, since diet directly influences meat production and quality. **Objective:** To evaluate the productive variables and meat quality of specialized turkeys fed a commercial diet supplemented with broken *Zea mays* grains or 20% *Leucaena spp.* foliage. **Methodology:** Commercial turkeys were fed to three different diets to determine productivity and meat quality. **Results:** Birds fed a commercial diet showed the best productive response but not the best final product quality. **Discussion:** The chemical composition and presentation of feed directly affect the productive variables of commercial turkeys due to the availability and utilization of nutrients; however, the addition of *Leucaena spp.* to the diet improves meat quality. **Implication:** This study provides experimental evidence on the use of *Leucaena leucocephala* as an alternative forage for turkeys, demonstrating its nutritional viability in tropical systems. By evaluating its impact on feed intake, weight gain, and meat quality, it expands knowledge on poultry diets based on local resources. Furthermore, it establishes a link between diet type and animal welfare, opening new research avenues on product quality and ethical management in semi-intensive systems. **Conclusion:** Productive response is better with the commercial diet, but the highest meat quality is obtained when corn or *Leucaena spp.* are added to the feed, suggesting a trade-off between productive efficiency and meat quality.

Key words: *Meleagris gallopavo*; forage trees; fiber intake; productivity; meat.

† Submitted May 24, 2025 – Accepted October 8, 2025. <http://doi.org/10.56369/tsaes.6365>



Copyright © the authors. Work licensed under a CC-BY 4.0 License. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

ISSN: 1870-0462.

ORCID = G.deJ. González-Crespo <https://orcid.org/0000-0002-4647-2316>; S.J. López-Garrido <https://orcid.org/0000-0003-3499-4763>; J.G. Gamboa-Alvarado <https://orcid.org/0000-0003-2673-5980>; M.A. Camacho-Escobar <https://orcid.org/0000-0001-9693-1026>; M.P. Jerez-Salas <https://orcid.org/0000-0002-6318-4578>; N.Y. Ávila-Serrano <https://orcid.org/0000-0003-4043-501X>; M.M. Galicia-Jiménez <https://orcid.org/0000-0001-9361-5765>

RESUMEN

Antecedentes: La alimentación de pavos en producción intensiva se basa en granos y pastas de oleaginosas. Sin embargo, los pavos, son omnívoros, pueden consumir forraje. Una alternativa alimentaria es el uso de follaje de árboles como la *Leucaena*, ya que la alimentación influye directamente en la producción y la calidad de la carne. **Objetivo:** Evaluar las variables productivas y la calidad cárnica de pavos especializados alimentados con dieta comercial y adicionadas con granos quebrados de *Zea mays* o 20% de follaje de *Leucaena* spp. **Metodología:** Se alimentaron pavos comerciales con tres dietas distintas para determinar productividad y calidad cárnica. **Resultados:** Las aves alimentadas con dieta comercial mostraron la mejor respuesta productiva pero no la mejor calidad del producto final. **Discusión:** La composición química y presentación del alimento afectan directamente las variables productivas de los pavos comerciales, debido a la disponibilidad y aprovechamiento de los nutrientes; sin embargo, la adición de *Leucaena* spp. a la dieta mejora la calidad de la carne. **Implicación:** Este estudio aporta evidencia experimental sobre el uso de *Leucaena leucocephala* como forraje alternativo en pavos, demostrando su viabilidad nutricional en sistemas tropicales. Al evaluar su impacto en consumo, ganancia de peso y calidad de carne, se amplía el conocimiento sobre dietas aviares basadas en recursos locales. Además, se establece una relación entre el tipo de alimentación y el bienestar animal, lo que abre nuevas líneas de investigación sobre calidad de producto y manejo ético en sistemas semi-intensivos. **Conclusión:** La respuesta productiva es mejor con la dieta comercial, pero la mayor calidad cárnica se obtiene al adicionar maíz o *Leucaena* spp. al alimento, lo que sugiere una compensación entre eficiencia productiva y calidad canica.

Palabras clave: *Meleagris gallopavo*; arbóreas forrajeras; consumo de fibra; productividad; carne.

INTRODUCCIÓN

La avicultura industrial ha modificado la crianza de aves, de sistemas extensivos y multipropósito a modelos intensivos con híbridos especializados para carne o huevo, altos niveles de productividad, pero cuestionable bienestar animal (Dottavio y Di Masso, 2010), y graves consecuencias ambientales (Steinfeld *et al.*, 2009). En la actualidad, las dietas avícolas se basan en granos de cereales (maíz, sorgo, trigo, arroz o avena) y pastas de oleaginosas (soyo, cártamo y girasol) complementadas con aminoácidos sintéticos, vitaminas y minerales. Sin embargo, estudios recientes evidencian que los pavos (*Meleagris gallopavo*), al igual que otras especies aviares, presentan aptitudes forrajeras que les permiten utilizar eficientemente fuentes fibrosas como los forrajes verdes (Camacho-Escobar *et al.*, 2023; Vargas-Cornejo *et al.*, 2025). Esta adaptación se debe a la anatomía y fisiología de su sistema digestivo que combina características de aves faunívoras, granívoras y herbívoras (Klasing, 2005). De hecho, Márquez *et al.* (2005) mediante estudios de campo reportan que son omnívoros oportunistas y selectivos. En los sistemas de traspatio con guajolotes nativos en México, la dieta es amplia y heterogénea, e incluye granos, hierbas, frutos, insectos, residuos agrícolas, desechos de la alimentación humana y alimento comercial. Esta diversidad alimenticia en traspatio refleja saberes locales sobre el aprovechamiento de recursos, como el uso de residuos agroalimentarios, insectos y plantas nativas como fuente de alimento para aves, prácticas que han demostrado beneficios nutricionales y de resiliencia en sistemas avícolas adaptados a contextos rurales (Losada *et al.*, 2006; Tobajas *et al.*, 2011; Cuca *et al.*, 2015).

Lo anterior comprueba que el consumo de forraje fresco es un componente importante en la alimentación de las aves (Camacho-Escobar *et al.*, 2006) y un componente esencial de la crianza avícola de las comunidades indígenas (Camacho-Escobar *et al.*, 2011). En regiones tropicales, el uso de forrajes no convencionales como el follaje de *Leucaena* spp. ha cobrado interés como alternativa económica y sostenible, al no competir con insumos destinados al consumo humano (Savón, 2002). En sistemas semi intensivos de producción familiar, el acceso a pastoreo con quelites como huaje (*Leucaena leucocephala*), hierba mora (*Solanum americanum*), verdolaga (*Portulaca oleracea*) y amaranto (*Amaranthus* sp.) ha demostrado mejorar significativamente el rendimiento de la canal en guajolotes nativos. El tratamiento con huaje, por ejemplo, alcanzó un peso de canal entera de 4,215 g y una conversión alimenticia de 2.52, mientras que la hierba mora sobresalió con los mayores pesos en piernas (493 g) y muslos (599 g), además de registrar la mejor conversión alimenticia (1.83). Estos valores superan al grupo testigo sin acceso a pastoreo, que presentó un peso de canal de 3,842 g y menor desarrollo muscular, lo que evidencia el valor nutricional, funcional y agroecológico de los quelites en sistemas de traspatio (García-Melo *et al.*, 2020).

Leucaena spp., en particular, proporciona follaje durante todo el año, destacando por su alto contenido proteico (22%–27%), bajo contenido de paredes celulares (29.3%–32.5%) y digestibilidad moderada (50%) (Izaguirre y Martínez, 2008; Gaviria *et al.*, 2015). No obstante, su inclusión en dietas avícolas requiere manejo cuidadoso debido a la presencia de metabolitos secundarios -como taninos condensados, saponinas, alcaloides y mimosina- que pueden afectar la absorción de nutrientes y generar efectos adversos

en la salud animal (Verdecía *et al.*, 2012; Carmona, 2007).

Estudios preliminares sugieren que la suplementación de dietas comerciales con *Leucaena leucocephala* y maíz mejora la ganancia de peso, la conversión alimentaria y la calidad de la carne en pavos (García-Melo *et al.*, 2020). Sin embargo, persisten limitaciones relacionadas con la variabilidad en la concentración de metabolitos según el manejo agronómico y la etapa fenológica, así como lagunas de conocimiento sobre su impacto en otras especies avícolas, la dosificación óptima, y los mecanismos fisiológicos involucrados en la modulación de dichos compuestos. Estas brechas justifican la necesidad de estudios controlados que evalúen su seguridad, eficacia y viabilidad en sistemas de producción tropicales.

Leucaena spp. es una alternativa para la alimentación de pavos, por ello, con el propósito de aprovechar las cualidades omnívoras de la especie y atender la problemática de bienestar animal que implica obligar a una especie a consumir una dieta que no es adecuada para la evolución fisiológica de su tubo digestivo, como las usadas en los sistemas intensivos. Por tanto, el objetivo del presente estudio fue evaluar las variables productivas (consumo de alimento, ganancia diaria de peso y conversión alimentaria) y la calidad cárnica (características fisicoquímicas y tecnológicas) de pavos especializados alimentados con dieta comercial y adicionadas con granos quebrados de *Zea mays* o 20% de follaje de *Leucaena* spp. Los hallazgos buscan aportar evidencia científica para optimizar estrategias de alimentación que equilibren productividad, bienestar animal y calidad cárnica en la meleagricultura moderna.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

La engorda de las aves se realizó en una granja experimental en la comunidad de Rio Grande, Tututepec, Juquila, Oaxaca, México, ubicada en el kilómetro 94.81 de la carretera Federal Pinotepa Nacional – Puerto Escondido, localizada en las coordenadas 16° 00' 31.3" latitud N y 97° 27' 06.8" longitud O y altitud de 24 m (GPS GARMIN®, modelo eTrex 20x). El clima de la región se ubica entre A(c) w2 y Aw0, con dos estaciones bien diferenciadas secas y lluvias, temperatura media anual de 24 °C a 27.2 °C y precipitación media anual de 839.1 mm a 1587.1 mm (Serrano *et al.*, 2005). La determinación de la calidad de la carne se realizó en el Laboratorio de Tecnología de Productos Pecuarios de la Universidad del Mar, campus Puerto Escondido; ubicado en la Ciudad de Puerto Escondido, San Pedro Mixtepec, Juquila, Oaxaca, México. El laboratorio cuenta con un

ambiente controlado de 23 °C y humedad relativa de 65%.

Animales y jaulas experimentales

Se utilizaron 45 pavipollos machos (15 por tratamiento) de la línea comercial Diamante Blanco, con cinco semanas de edad. Cada ave fue identificada mediante un cincho plástico de color colocado en la pata, para facilitar el manejo por tratamiento. Los animales se distribuyeron aleatoriamente en 15 jaulas experimentales (tres aves por jaula), construidas en metal galvanizado, con piso de cemento y un volumen de 2.25 m³ (1.5 m de altura × 1 m de ancho × 1.5 m de fondo). Todas las jaulas estaban equipadas con comedero, bebedero y cama de viruta de pino, y se ubicaron en una misma área bajo condiciones ambientales homogéneas de temperatura, ventilación e iluminación natural. Cada jaula se consideró una repetición, y cada ave, una unidad experimental. El manejo de los animales se realizó conforme a los principios establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999, que regula el uso ético de animales en investigación científica, garantizando condiciones adecuadas de alojamiento, alimentación y bienestar durante el ensayo.

Manejo general

Las instalaciones se lavaron y esterilizaron mediante aspersión, una semana antes de la llegada de las aves con un sanitizante comercial fenólico con base de aceite de pino (Pinol® AIE Industrial, Santa Catarina N.L. México.) a dilución de 20:1. A la llegada, de los pavipollos se les ofreció alimento y agua en solución con una asociación antimicrobiana de amplio espectro (Ericlor® Avícola PARFARM, S.A., México), que contenía Sulfacloropiridazina sódica, Trimetoprim, Doxiciclina hclato y Diclofenaco, a una concentración de 1g L⁻¹ de agua. Fueron vacunados contra Newcastle, (Newcastle B1®, Laboratorios Maver, Lampa, Chile) vía ocular y contra Coriza infecciosa, Newcastle, Cólera aviar crónica y Cólera aviar septicémica (Advac Triple Aviar Plus® Adler Animal Health, Zapopan, Jal. México.), Triple Aviar Plus con Coriza, 1 mL, vía intramuscular. Las aves tuvieron una semana de adaptación a la dieta. Los primeros 15 d de experimento se les proporciono en el agua un suplemento multivitamínico (Vitafort-A®, Parfarm S.A., Alcaldía Benito Juárez, CDMX) con vitaminas A, D3, B1, B6, B12, E, C, K, cianocobalamina, riboflavina, ácido pantoténico, nicotinamida y ácido fólico. Los comederos y bebederos fueron lavados y desinfectados diariamente con una solución de aceite de pino a concentración de 20:1. En la quinta semana se aplicó tratamiento vía intramuscular durante 6 d con Tilosina (Macrotyl®, Laboratorios Maver, Lampa, Chile), a razón de 0.10 mL día⁻¹ a animales con peso menor a 1.5 kg y 0.15 mL día⁻¹ a animales con peso

mayor a 1.5 kg, debido a la presencia de *Mycoplasma synoviae*. En la décima semana los animales se desparasitaron vía oral con ivermectina, febendazol y prazicuantel, (Kikiriki®, Dechra Pharmaceuticals, Northwich, Inglaterra), a razón de media tableta por cada 1 Kg a 2 Kg de PV y 1 tableta por cada 2.5 Kg a 3 Kg de PV. El periodo de engorda tuvo una duración de 14 semanas.

Dietas experimentales

Para la alimentación de las aves se formularon tres dietas: 1) AC = 100% alimento comercial para pavos (Pavo Ganador-Inicio, API-ABA® Malta Cleyton, Malta Texo de México S.A de C.V. Grupo ADM®, Texcoco Edo. de Mex., México), 2) CM = 50% alimento comercial para pavos y 50% maíz quebrado y 3) CL = 40% alimento comercial para pavos, 40% maíz quebrado y 20% follaje fresco de *Leucaena* spp. La composición química de las dietas se determinó mediante la metodología de la AOAC (2005), el extracto libre de nitrógeno y la energía metabolizable se calculó con la formula descrita por Mendoza-Martínez *et al.* (2022) (Tabla 1). Estas dietas fueron diseñadas con el propósito de simular esquemas de alimentación de traspatio, comunes en sistemas avícolas rurales y tropicales, donde se combinan insumos comerciales con ingredientes locales de bajo costo y fácil acceso.

La *Leucaena* se colectó de árboles previamente identificados dentro de la comunidad de Rio Grande Oaxaca, México, el cual se picó diariamente para ser incorporado a la dieta. Los ingredientes se pesaron y combinaron hasta obtener una mezcla homogénea. El agua y el alimento fueron ofrecidos a libre acceso por las mañanas (8:00 am) durante todo el experimento.

Sacrificio de las aves

Para evaluar la calidad de la carne, se seleccionó un pavo por jaula de forma aleatoria, totalizando cinco aves por tratamiento (n = 5), correspondientes a cinco jaulas independientes. Cada ave fue previamente identificada mediante un sistema de marcaje que combinó el número de jaula y el color del anillo colocado en la pata, lo que permitió un seguimiento individual durante el periodo de engorda. La asignación de aves a los tratamientos se realizó de forma aleatoria desde el inicio del experimento, utilizando una numeración previa y una tabla de números aleatorios generada en Excel, lo que garantizó una distribución equitativa entre grupos. Al finalizar la etapa de crecimiento (semana 14), los animales seleccionados para sacrificio también fueron elegidos aleatoriamente dentro de cada grupo experimental, siguiendo el mismo procedimiento. El sacrificio se llevó a cabo conforme a los lineamientos establecidos en la NOM-033-ZOO-1996, garantizando prácticas éticas y bienestar animal. El procedimiento consistió en introducir cada ave en conos inmovilizadores elaborados con lámina galvanizada, lo cual facilitó el manejo y evitó movimientos bruscos que pudieran comprometer la calidad de la canal. Posteriormente, los pavos fueron aturdidos mediante insensibilización eléctrica, degollados manualmente y dejados en proceso de desangrado completo.

Para el desplume las aves se sometieron a proceso de escaldado con agua a temperatura de 52 °C a 56 °C por 90 s, y posteriormente se procedió al desplume y proceso de evisceración de las canales de forma manual. Después se lavaron con jabón neutro y agua corriente. Las canales se sumergieron en agua a 15 °C con la finalidad de descender su temperatura y fueron transportadas al Laboratorio de Tecnología de Productos Pecuarios, donde se colocaron en refrigeración por 24 h bajo manejo adecuado para evitar la contaminación de las canales.

Tabla 1. Composición química de las dietas experimentales.

Componente	Tratamientos		
	100% Alimento Comercial	50% Alimento Comercial + 50% Maíz Quebrado	40% Alimento Comercial + 40% maíz Quebrado + 20% Follaje de <i>Leucaena</i> spp.
Proteína Cruda (%)	22.10	15.32	17.70
Extracto Etéreo (%)	2.13	2.09	2.23
Fibra (%)	7.13	4.16	7.00
Cenizas (%)	12.50	6.72	7.06
Extracto Libre de Nitrógeno (%)	49.96	64.57	59.23
Energía Metabolizable (Mcal/kg de MS ⁻¹)	2.69	2.96	2.90

Variables evaluadas

Para estimar el consumo, el alimento se pesó diariamente en báscula con capacidad de 20 kg y precisión de 1 g (Tor Rey® Mod. L-PCR-20, Básculas Torrey SA de CV., México), antes de ser ofrecido y el rechazo al día siguiente (Quintana, 1999). La ganancia diaria de peso se calculó, semanalmente mediante el pesaje individual de las aves (Church y Pond, 1988), en báscula con capacidad de 40 kg y precisión de 5 g (Vinson® Mod. VINS-40, Rhino Maquinaria S.A. de C.V., Ciudad López Mateos, Edo. de Mex., México). La conversión alimentaria se determinó mediante la fórmula descrita por Quintana (1999).

Para evaluar la calidad e la carne, se determinaron las características físicoquímicas en los músculos pectorales. El pH y la temperatura se midió por triplicado mediante potenciómetro/termómetro Hanna con electrodo de inserción (modelo HI 99163), calibrado con soluciones de pH 7 y pH 4, ambas variables se tomaron en dos tiempos, a 45 min (pH₄₅) y a 24 h (pH₂₄) *post-mortem* (Lee *et al.*, 2000). Para determinar el color se utilizó el sistema de referencia descrito por la CIE (1976), para esto se determinaron los valores de luminosidad (L) y coordenadas de cromaticidad (a y b) con espectrofotómetro de esfera (X-rite, modelo HI SP60) con rango espectral de 400 nm a 700 nm y longitud de onda de 10 nm, que se calibró al inicio bajo las condiciones ambientales del laboratorio. Las mediciones se hicieron 24 h *post-mortem*, por triplicado. Previo a la determinación, se eliminó tejido conjuntivo, piel visible y se dejó oxigenar por 15 min. a temperatura ambiente (Garrido *et al.*, 1994). Para con ello calcular: (C) saturación o pureza del color y (h°) ángulo o matiz de tonalidad (Mathias-Rettig y Ah-Hen, 2014).

Las características tecnológicas: capacidad de retención de agua (CRA) se estimó en balanza de precisión (Denver Instrument, EUA, modelo MXX-412) con capacidad máxima de 410 g y sensibilidad de 0.01 g, 24 h *post-mortem* de acuerdo con la metodología modificada, propuesta por Boakey y Mittal (1993) a la técnica descrita por Grau y Hamm (1953). La pérdida por goteo (PG) se determinó 24 h *post-mortem* en balanza de precisión (Denver Instrument, EUA, modelo MXX-412) con capacidad máxima de 410 g y sensibilidad de 0.01 g. La refrigeración (Sobrincox, modelo RVS-230-C. México) fue a temperatura constante de 4 °C durante 48 h (Honikel y Kim, 1986).

Diseño experimental y análisis estadístico

Para el análisis de los datos se usó diseño completamente aleatorizado con tres tratamientos y

cinco repeticiones. Los resultados se analizaron con los comandos PROC GLM del paquete estadístico SAS (2010), y para la comparación de medias se usó la prueba de Tukey $\alpha=0.05$ (Steel y Torrie, 1988).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Consumo de alimento

Los resultados de las variables productivas se presentan en la Tabla 2. El peso vivo inicial fue similar (P0.05) entre tratamientos. Sin embargo, el consumo de alimento difirió (P<0.05), el consumo de alimento difirió significativamente entre tratamientos (P<0.05). Las aves alimentadas con dieta 100% comercial registraron la mayor ingesta, mientras que aquellas que recibieron dietas modificadas con maíz quebrado, con o sin *Leucaena* spp., consumieron cantidades significativamente menores. Además, el tratamiento con inclusión de *Leucaena* spp. presentó un consumo intermedio, estadísticamente superior al tratamiento con solo maíz, pero inferior al comercial, lo que indica que la adición de follaje mejora la aceptación de la dieta sin alcanzar los niveles del alimento balanceado. Este comportamiento contrasta con lo reportado por Buenaño-Buenaño *et al.* (2018) quienes sugieren que la fibra del forraje estimula el consumo al acelerar el tránsito intestinal. Sin embargo, las aves consumen alimento hasta satisfacer sus requerimientos de energía (Mosquera *et al.*, 2009), tener una sensación de llenado o satisfacción determinada por la capacidad física digestiva. En este estudio, la reducción en el consumo de alimento podría atribuirse al mayor volumen del forraje de *Leucaena* spp., lo que generó una sensación de saciedad (Gómez *et al.*, 2012).

Favero (2012) y Paredes y Palomino (2023) reportan que el tamaño de partícula del grano en la dieta, afecta la tasa de pasaje del alimento, utilización de nutrientes y ritmo de crecimiento; este factor pudo influir en el pobre consumo de alimento, encontrado en los tratamientos con inclusión de maíz en la presente investigación; similar a lo reportado por Paredes y Palomino (2023) quienes encontraron que a medida que los pavos consumieron mayor porcentaje de maíz en la dieta, menor fue la ingesta de alimento; un punto que puede explicar estos resultados es la digestibilidad del almidón y su dinámica digestiva. Tasayco y Bonifacio (2021) indican que el consumo de alimento se correlacionó inversamente con la energía metabolizable (EM) de la dieta. Efecto encontrado en la presente investigación, donde el tratamiento alimento comercial (2.6 Mcalkg de MS⁻¹) registro mayor ingesta, mientras que los tratamientos con maíz (2.9 Mcalkg de MS⁻¹) tuvieron menores consumos.

Tabla 2. Variables productivas ($\bar{x} \pm EE$) de pavos comerciales alimentados con dieta balanceada, modificadas con maíz y adicionada con *Leucaena* spp.

Variables productivas	Tratamientos		
	100% Alimento Comercial	50% Alimento Comercial + 50% Maíz Quebrado	40% Alimento Comercial + 40% maíz Quebrado + 20% Follaje de <i>Leucaena</i> spp.
Peso vivo inicial (g)	749.42 $\pm$ 20.93 ^a	728.40 $\pm$ 39.48 ^a	806.00 $\pm$ 35.16 ^a
Consumo de alimento (g)	394.30 $\pm$ 0.14 ^a	149.01 $\pm$ 5.66 ^c	232.56 $\pm$ 3.06 ^b
Ganancia diaria promedio (g)	105.78 $\pm$ 2.13 ^a	33.00 $\pm$ 3.59 ^b	40.87 $\pm$ 4.01 ^b
Conversión alimentaria	3.74 $\pm$ 0.07 ^b	5.25 $\pm$ 0.81 ^{ab}	6.68 $\pm$ 1.21 ^a
Peso vivo final (g)	11856.43 $\pm$ 224.06 ^a	4194.00 $\pm$ 409.48 ^b	5097.50 $\pm$ 420.85 ^b

^{a, b, c} = Medias en fila con diferente literal difieren estadísticamente ($P < 0.05$), $\bar{x}$ = Media aritmética, EE = Error estándar

Estos resultados son similares a los reportados por Maurelo (2003) quien alimentó pavos machos con dietas adicionadas con 7.5% y 15% de harina de *Leucaena* y obtuvo menor consumo de alimento en los tratamientos con adición de harina. En contraste, Zambrano-Montes *et al.* (2023) reportan que pavos alimentados con dieta comercial más 10% o 15% de forraje de nabo (*Brassica rapa* L.) mostraron los mayores consumos de alimento comparados con la dieta de 100% de alimento comercial. Por su parte Zambrano (2021) reporta que pollos alimentados con dietas suplementadas con 10% de harina de *Leucaena* no mostraron diferencias comparadas con una dieta de 100% de alimento comercial.

Ganancia diaria promedio

La ganancia diaria promedio fue menor ($P < 0.05$) en los tratamientos alimento comercial con maíz y alimento comercial con maíz y *Leucaena*, en comparación con el tratamiento alimento comercial que tuvo más del doble de ganancia diaria promedio. Esto se explica por el desbalance proteico. Mientras el alimento comercial aporta 22% de la proteína requerida, los tratamientos alimento comercial con maíz y alimento comercial con maíz y *Leucaena*, no cumplen ni con el aporte mínimo de 19% (Tabla 1) de proteína cruda reportado por el NRC (1994) para la especie. En este sentido, Mosquera *et al.* (2009) reportan que el crecimiento y desarrollo de las aves se afecta cuando el contenido de al menos un aminoácido limitante es inferior al que marcan los requerimientos.

Rodríguez *et al.* (1994) reportan que existe relación inversa entre consumo de alimento y nivel de energía de la dieta, por ende, cuando se aumenta el contenido de EM se debe aumentar la concentración de los demás nutrientes especialmente proteína; de lo contrario, habrá déficit de nutrientes que afectará el rendimiento

del ave. Factor encontrado en la presente investigación, donde la adición de maíz a las dietas aumentó el nivel de EM en los tratamientos alimento comercial con maíz y alimento comercial con maíz y *Leucaena*, pero redujo el aporte de proteína, motivo por el cual la ganancia de peso en estos tratamientos fue menor. Además, de resaltar que las aves de los tratamientos con menor ganancia diaria promedio también fueron las que tuvieron el menor consumo de alimento (Tabla 2).

Comportamiento similar reportó Maurelo (2003), quien observó que pavos alimentados con dieta balanceada convencional y con inclusión de hasta 7.5% de harina de *Leucaena leucocephala* lograron ganancias de peso comparables al grupo control, sin diferencias significativas en conversión alimentaria. Camacho-Escobar *et al.* (2023) al realizar una revisión de la inclusión de forrajes en la dieta de aves en producción, reportan que en la engorda de guajolotes nativos (*Meleagris gallopavo* L.) alimentados con 60% de maíz quebrado, 40% de alimento comercial y acceso al pastoreo de avena (*Avena sativa* L.), pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) o amaranto (*Amaranthus* spp.) la ganancia de peso no se afecta por el consumo de estos quelites.

Conversión alimentaria

La conversión alimentaria fue estadísticamente similar ($P > 0.05$) entre los tratamientos con alimento comercial y el modificado con maíz quebrado, pero significativamente diferente ($P < 0.05$) respecto al tratamiento que incluyó maíz y *Leucaena* spp., el cual presentó el mayor índice de conversión alimentaria. Estos resultados coinciden con lo reportado por Tasayco y Bonifacio (2021), quienes señalan que las aves alimentadas con dietas bajas en energía requieren mayor cantidad de alimento para cubrir sus

necesidades de crecimiento, mantenimiento y producción, lo que incrementa la conversión alimentaria.

Sin embargo, considerando que la conversión alimentaria refleja la relación entre el consumo de alimento y la ganancia de peso, la respuesta observada en el tratamiento con maíz quebrado podría explicarse por un bajo consumo de alimento -posiblemente asociado a un alto contenido energético- combinado con una pobre ganancia diaria de peso, atribuible a una deficiente disponibilidad de nutrientes esenciales. En este sentido, el aumento en energía sin adecuada suplementación proteica puede disminuir la eficiencia en la conversión alimenticia. Como señalan Rodríguez *et al.* (1994), a mayor contenido de proteína en la dieta, mayor disponibilidad de aminoácidos para la síntesis de tejido muscular, lo que favorece la ganancia de peso. Esta afirmación es respaldada por Mosquera *et al.* (2009), quienes destacan que los perfiles de aminoácidos de las proteínas constituyen el material estructural de músculos y tejidos.

En consecuencia, la alta conversión alimentaria observada en el tratamiento con maíz y *Leucaena* spp. podría deberse a un desbalance en el perfil de aminoácidos disponibles, lo que limita la eficiencia de aprovechamiento de los nutrientes. La relación entre energía y proteína en la dieta es crítica en producción avícola, ya que determina el consumo voluntario de alimento y, por ende, la ganancia de peso. Cuando esta relación es adecuada, se optimiza la conversión alimentaria; en cambio, un exceso de energía sin suficiente proteína puede generar respuestas metabólicas ineficientes.

Esta interpretación se ve respaldada por los resultados de la presente investigación, donde los tratamientos con menor ganancia diaria promedio y menor consumo de alimento (Tabla 2) coinciden con aquellos que presentaron desbalances nutricionales. Buenaño-Buenaño *et al.* (2018) también señalan que una mayor digestibilidad de los nutrientes se traduce en mejor rendimiento productivo, mientras que la inclusión de forrajes puede acelerar el tránsito intestinal, reduciendo el tiempo de exposición del alimento a los procesos enzimáticos y, por tanto, su digestibilidad. Aguilar *et al.* (2000) refuerzan esta idea al indicar que la incorporación de forrajes en la dieta de aves disminuye la digestibilidad, la conversión alimentaria y el rendimiento productivo.

Los resultados obtenidos en este estudio son consistentes con lo reportado por Zambrano-Montes *et al.* (2023), quienes observaron que, a mayor inclusión de forraje en la dieta de pavos, mayor fue el índice de conversión alimentaria. Estos hallazgos contrastan con los de Maurelo (2003), quien no encontró diferencias significativas entre dietas balanceadas y aquellas

suplementadas con harina de *Leucaena leucocephala* en niveles moderados (7.5%), y con los de Camacho-Escobar *et al.* (2023), quienes reportaron que la engorda de guajolotes nativos alimentados con dieta comercial más maíz quebrado y acceso a pastoreo de quelites no afectó negativamente la conversión alimentaria.

Peso vivo final

El peso vivo final fue menor ($P < 0.05$) en los tratamientos adicionados con maíz y maíz más *Leucaena*, comparado con la dieta de alimento comercial que presentó los mayores pesos vivos finales. Esta respuesta refleja la relación del bajo consumo y la pobre ganancia de peso, como factor determinante del peso final en los animales. En este sentido, Flores y Grimes (2022) reportan que pavos de líneas comerciales requieren grandes cantidades de alimento con altas concentraciones de proteína en la fase inicial, y altos valores energéticos en la fase final. Lo anterior concuerda con lo reportado por NRC (1994) y Lázaro *et al.* (2002), quienes establecen que durante la etapa de crecimiento-engorde (0 a 16 semanas), los pavos requieren dietas con niveles de proteína que disminuyen progresivamente de 28% en la fase inicial (0–4 semanas) a 19% en la fase final (12–16 semanas), y energía metabolizable entre 2.85 y 3.45 Mcal/kg, ajustada según la edad y el ritmo de crecimiento. De acuerdo con los resultados obtenidos, ninguna de las dietas evaluadas logró satisfacer simultáneamente los requerimientos mínimos de proteína cruda y energía metabolizable en las distintas fases del desarrollo. El tratamiento basado exclusivamente en alimento comercial (100%) presentó el mayor contenido proteico (22.10%), lo que permitió cubrir parcialmente los requerimientos en etapas intermedias. Sin embargo, su aporte energético (2.69 Mcal/kg MS⁻¹) fue inferior al mínimo esperado, especialmente en las fases de mayor demanda metabólica. Esta deficiencia energética pudo haber limitado la eficiencia en la conversión alimentaria y la ganancia de peso, afectando el rendimiento zootécnico observado en los grupos experimentales. Por otro lado, los tratamientos que incluyeron maíz quebrado -ya sea en combinación con alimento comercial (50/50) o con la adición de follaje de *Leucaena* spp. (40/40/20)- alcanzaron niveles adecuados de energía metabolizable (2.96 y 2.90 Mcal/kg MS⁻¹, respectivamente). No obstante, ambos presentaron deficiencias proteicas significativas: una reducción del 30% y 20% en comparación con el alimento comercial, respectivamente. Esta desproporción entre proteína y energía podría haber afectado negativamente la eficiencia metabólica, comprometiendo tanto la ganancia de peso como la conversión alimentaria. La incorporación de follaje de *Leucaena* aportó carbohidratos estructurales que incrementaron el contenido de fibra en la dieta (7.00%), acercándose al

nivel del tratamiento con alimento comercial (7.13%). Aunque no se realizó un análisis específico de fibra total en esta investigación, estudios previos (Maurelo, 2003) indican que la harina de *Leucaena* puede contener hasta 17.7% de fibra bruta. Este nivel elevado de fibra podría ejercer efectos antinutricionales, tales como: Interferencia en la digestibilidad de nutrientes, aceleración del tránsito intestinal, reducción en la absorción de aminoácidos esenciales. Estos factores podrían explicar, al menos parcialmente, la menor ganancia diaria promedio observada en el tratamiento con *Leucaena*, a pesar de su adecuado aporte energético.

Los resultados de la presente investigación son similares a los reportados por Milián (2003) donde los pavos alimentados con dieta balanceada tuvieron los mayores pesos vivos finales. Por otro lado, Rodríguez *et al.* (2007) reportan que pollos alimentados con dietas suplementadas con 0%, 2%, 4% y 6% de harina de *Leucaena* spp. mejoran el peso vivo final; sin embargo, a mayor porcentaje de inclusión, las aves tienden a reducir la ganancia de peso hasta ser similar estadísticamente a la dieta sin *Leucaena* spp.

El tratamiento alimento comercial con maíz y *Leucaena* tiene otro factor que afecta el aprovechamiento de la dieta; la presencia de carbohidratos estructurales; las aves carecen de enzimas endógenas necesarias para digerir estos polisacáridos, que tienen efecto antinutritivo al aumentar la viscosidad y atrapar nutrientes durante la digestión, por ello dietas con mayor contenido de fibra tienen menor eficiencia alimentaria (Singh *et al.*, 2019). Aunado a esto, la presencia del aminoácido no proteico mimosina en 2% a 10% de MS en las hojas de *Leucaena* limita la calidad del follaje que se puede suministrar a los animales debido a que éste compuesto y su producto de degradación 3-hidroxí-4 se consideran tóxicos para muchos animales domésticos (Ospina-Daza *et al.*, 2017). Vivas-Garay (2008) reporta valores aceptables del 1% de mimosina para el consumo animal, de lo contrario ocasiona anorexia, pérdida de peso y efectos negativos sobre la

producción. Esta información concuerda con lo reportado por Rodríguez *et al.* (2007) quienes indican que el menor peso vivo final de los animales a mayor porcentaje de inclusión de *Leucaena* en la dieta podría deberse a los efectos deprimentes de la mimosina.

Características fisicoquímicas de la carne

Los valores de pH y temperatura (Tem) a 45 minutos y 24 horas post-mortem se presentan en la Tabla 3. Las diferencias observadas en pH₄₅ y Tem₄₅ entre tratamientos fueron estadísticamente significativas (P<0.05), como lo indican las letras distintas en cada fila. Las canales de los tratamientos adicionados con maíz y maíz más *Leucaena* spp. presentaron valores de pH₄₅ más elevados (6.10 y 6.24, respectivamente), en comparación con el tratamiento basado exclusivamente en alimento comercial (5.81), lo que sugiere menor acidificación muscular inicial. Le Bihan-Duval *et al.* (2008) señalan que el pH final de la carne es un criterio de selección relevante, ya que se relaciona directamente con el color, la textura y la capacidad de retención de agua. En este estudio, los valores más bajos de pH₄₅ y las temperaturas más altas observadas en el tratamiento comercial (30.90 °C) podrían estar vinculados a una glucólisis post-mortem acelerada, que ocurre cuando la temperatura de la canal aún es elevada. McKee *et al.* (1998) describen que esta combinación -rápida disminución del pH mientras la canal mantiene temperaturas altas- provoca desnaturalización de proteínas miofibrilares y sarcoplásmicas, afectando negativamente la calidad de la carne. Owens *et al.* (2000) y Owens y Sams (2000) explican que este fenómeno está asociado con el estrés agudo previo al sacrificio, el cual acelera el metabolismo muscular y puede derivar en una condición similar a la carne PSE (pálida, blanda, exudativa). Bautista *et al.* (2016) reportan que el estrés térmico en pavos, especialmente bajo condiciones de hacinamiento, puede inducir una disminución del pH muscular, lo que coincide con los resultados observados en el tratamiento comercial, donde el mayor volumen de animales pudo haber incrementado el estrés por calor durante la espera.

Tabla 3. pH y temperatura ($\bar{x} \pm EE$) de la carne de pavos comerciales alimentados con dieta comercial y adicionadas con granos de *Zea mays* o follaje de *Leucaena* spp.

Características fisicoquímicas	Tratamientos		
	100% Alimento Comercial	50% Alimento Comercial + 50% Maíz Quebrado	40% Alimento Comercial + 40% maíz Quebrado + 20% Follaje de <i>Leucaena</i> spp.
pH ₄₅	5.81 $\pm$ 0.06 ^b	6.10 $\pm$ 0.05 ^a	6.24 $\pm$ 0.03 ^a
Tem ₄₅ (C)	30.90 $\pm$ 0.40 ^a	24.92 $\pm$ 0.77 ^b	22.68 $\pm$ 0.45 ^c
pH ₂₄	5.63 $\pm$ 0.03 ^b	6.01 $\pm$ 0.06 ^a	5.76 $\pm$ 0.01 ^b
Tem ₂₄ (C)	8.26 $\pm$ 0.69 ^a	9.28 $\pm$ 0.17 ^a	8.82 $\pm$ 0.36 ^a

^{a, b, c}: Medias en fila con diferente literal difieren estadísticamente (P<0.05). $\bar{x}$ = Media aritmética, EE= Error estándar

Aunque no se midieron biomarcadores fisiológicos como cortisol, los patrones de pH y temperatura sugieren que los tratamientos con ingredientes alternativos podrían haber mitigado el estrés agudo, favoreciendo una mejor calidad cárnica. La incorporación de indicadores fisiológicos en futuras investigaciones permitiría fortalecer esta interpretación y establecer vínculos más robustos entre dieta, bienestar animal y características fisicoquímicas de la carne.

La Tem_{45} fue diferente ($P<0.05$) para todos los tratamientos; en este sentido McKee y Sams (1998) reportan que el tamaño de las canales puede impedir el proceso de enfriamiento; respuesta encontrada en la presente investigación donde las canales del tratamiento alimento comercial de mayor tamaño (Tabla 2), fueron las que presentaron la mayor temperatura (Tabla 3). Esta respuesta es factor determinante de la calidad de la carne ya que temperaturas de enfriamiento *pos-mortem* mayores a 20 °C acelera el agotamiento de ATP del músculo lo que provoca mayor pérdida por goteo (McKee y Sams, 1998). El tratamiento alimento comercial con maíz presentó los valores más altos ($P<0.05$) para la variable pH_{24} ; sin embargo, Apetroaei *et al.* (2012) indican que la carne entre las 12 h y 24 h se considera de muy buena calidad en rango de pH de 5.4 a 6.2. En este sentido, Chan *et al.* (2011) reportan que el pH final ha sido indicado como herramienta válida para diferenciar la funcionalidad de la proteína. Los valores de Tem_{24} no presentaron diferencia ($P<0.05$) entre tratamientos.

Color

La luminosidad (L) fue menor ($P<0.05$) para el tratamiento alimento comercial con maíz y *Leucaena* (Tabla 4), similar ($P<0.05$) al tratamiento alimento

comercial con maíz, pero diferente ($P<0.05$) al tratamiento alimento comercial que presentó los valores más altos ($P<0.05$). Sin embargo, los valores de intensidad de color rojo (a), intensidad de color amarillo (b), saturación o pureza del color (C) y ángulo o matiz de tonalidad (h°) no presentaron diferencia ($P<0.05$).

En su investigación McKee *et al.* (1998) agrupan la carne de pavo en dos grupos: “normal” ($L<53$) o de color “pálido” ($L \geq 53$), tomando en cuenta este criterio, los valores obtenidos en la presente investigación para L, los tratamientos serían considerados carne pálida. Sin embargo, Chan *et al.* (2011) indica que el color por sí solo no es indicador útil para determinar condición similar a la carne PSE en las aves de corral. En este sentido, Owens *et al.*, (2000) reportan que el valor de L a las 24 h está relacionado con el pH muscular; a medida que disminuye el pH muscular aumenta el valor de L (24 h).

Características tecnológicas

El tratamiento alimento comercial con maíz y *Leucaena* presentó los valores más altos ($P<0.05$) de CRA, similar ($P<0.05$) al tratamiento alimento comercial con maíz, pero diferente ($P<0.05$) al tratamiento alimento comercial (Tabla 5). La pérdida por goteo fue menor ($P<0.05$) en los tratamientos alimento comercial con maíz y alimento comercial con maíz y *Leucaena*, comparado con alimento comercial que presentó el valor mayor ($P<0.05$). García *et al.* (2010) reportan que es defecto de la carne PSE la pérdida por goteo causada por la desnaturalización de las proteínas, lo que provoca que el agua no este estrechamente ligada a las proteínas, y las membranas celulares sean muy permeables.

Tabla 4. Color de la carne ($\bar{x} \pm EE$) de pavos comerciales alimentados con dieta comercial y adicionadas con granos de *Zea mays* o follaje de *Leucaena* spp.

Características del color	Tratamientos		
	100% Alimento Comercial	50% Alimento Comercial + 50% Maíz Quebrado	40% Alimento Comercial + 40% maíz Quebrado + 20% Follaje de <i>Leucaena</i> spp.
L	70.03 ± 0.64^a	67.54 ± 1.13^{ab}	65.05 ± 0.61^b
A	1.12 ± 0.20^a	1.66 ± 0.23^a	1.79 ± 0.17^a
B	6.91 ± 0.49^a	6.75 ± 0.63^a	8.57 ± 0.52^a
C	7.04 ± 0.50^a	6.98 ± 0.65^a	8.78 ± 0.50^a
h°	80.13 ± 1.78^a	76.82 ± 1.65^a	77.68 ± 1.37^a

L: Luminosidad, a: Intensidad de color rojo, b: Intensidad de color amarillo, C: Saturación o pureza del color y h° : Ángulo o matiz de tonalidad.

^{a, b, c}: Medias en fila con diferente literal difieren estadísticamente ($P<0.05$).

$\bar{x}$ = Media aritmética, EE= Error estándar

Tabla 5. Características tecnológicas ($\bar{x} \pm EE$) de la carne de pavos comerciales alimentados con dieta comercial y adicionadas con granos de *Zea mays* o follaje de *Leucaena* spp.

Variables tecnológicas	TRATAMIENTOS		
	100% Alimento Comercial	50% Alimento Comercial + 50% Maíz Quebrado	40% Alimento Comercial + 40% maíz Quebrado + 20% Follaje de <i>Leucaena</i> spp.
Capacidad de retención de agua (%)	61.19 $\pm$ 1.30 ^b	65.81 $\pm$ 1.68 ^{ab}	69.37 $\pm$ 1.74 ^a
Pérdida por goteo (%)	3.44 $\pm$ 0.40 ^a	1.86 $\pm$ 0.10 ^b	2.26 $\pm$ 0.17 ^b

^{a, b, c}: Medias en fila con diferente literal difieren estadísticamente ($P < 0.05$). $\bar{x}$ = Media aritmética, EE = Error estándar

La pérdida por goteo es otro indicador de la CRA que se afecta significativamente por el valor L (Owens *et al.*, 2000), similar a lo encontrado en la presente investigación donde, el tratamiento con la mayor L presentó la mayor pérdida por goteo. Çelen *et al.* (2016) reportan que carne de pechuga de pavo ácida tiende a tener altos valores de L, mayor pérdida por goteo y la carne con estas condiciones es considerada como PSE, similar a los resultados obtenidos en la presente investigación para la carne del tratamiento alimento comercial.

Los resultados obtenidos en las características fisicoquímicas, de color y tecnológicas de la carne de pavos alimentados con dietas alternativas sugieren implicaciones relevantes para su conservación, procesamiento y comercialización. El mayor pH inicial y la menor temperatura postmortem observados en los tratamientos con maíz quebrado y follaje de *Leucaena* spp. podrían favorecer una mejor estabilidad microbiológica y eficiencia en el enfriamiento, aspectos clave para prolongar la vida útil del producto. Asimismo, la mayor capacidad de retención de agua y la reducción en la pérdida por goteo indican un potencial tecnológico superior para procesos de transformación como embutidos o productos marinados, al mejorar el rendimiento y la jugosidad. En términos comerciales, el color más intenso y saturado de la carne podría resultar atractivo para mercados que valoran tonalidades rojizas, lo que abre oportunidades diferenciadas de posicionamiento en nichos de consumo que privilegian atributos sensoriales y sostenibles.

CONCLUSIONES

La respuesta productiva de pavos especializados en confinamiento es superior cuando la dieta cumple con los requerimientos nutricionales, como es el caso del alimento comercial, que satisface las necesidades de producción de la especie y le permite expresar su potencial genético, por ende, no deben ser considerados ni tratados como guajolotes nativos de traspatio. Sin embargo, la adición de granos quebrados de maíz o follaje de *Leucaena* spp. a la dieta mejora la calidad cárnica. Por tanto, aunque las dietas

suplementadas afectaron negativamente el rendimiento productivo, mejoraron los atributos de calidad cárnica, lo que sugiere una compensación entre eficiencia productiva y calidad de la carne.

Este estudio resalta el potencial de los recursos tropicales (*Leucaena* spp. y maíz) como alternativas sostenibles en la alimentación avícola, pero enfatiza la necesidad de ajustes técnicos para maximizar su beneficio sin comprometer el rendimiento ni el bienestar del animal. La integración de conocimientos tradicionales y científicos podría ser clave para desarrollar sistemas de producción más resilientes. Por ello, es necesario seguir realizando investigaciones con la especie, con diferentes porcentajes de adición, otros forrajes o bajo un distinto sistema de producción, tomando en cuenta la importancia del balance energético-proteico de las dietas.

Funding. The research was conducted without funding, which highlights the authors' commitment to advancing knowledge in this area

Conflict of interest. The authors declare that they have no conflict of interest in the execution of this research work.

Compliance with ethical standards. The authors declare that they have complied with the principles established in the Mexican Official Standard NOM-062-ZOO-1999 and NOM-033-ZOO-1996.

Data availability. The set of all data obtained and analyzed during this study are available from, the corresponding author upon reasonable request.

Author contribution statement (CRediT). G.deJ. González-Crespo – Conceptualization, Investigation, Methodology, Writing – original draft. S.J. López-Garrido – Conceptualization, Data curation, Methodology, Writing – review & editing. J.G. Gamboa-Alvarado – Conceptualization, Methodology. M.A. Camacho-Escobar – Conceptualization, Writing – review & editing. M.P. Jerez-Salas – Methodology, Writing – review & editing. N.Y. Ávila-Serrano – Data curation, Formal

analysis, Validation. **M.M. Galicia-Jiménez** – Conceptualization, Funding acquisition, Methodology, Writing – review & editing.

REFERENCES

- Aguilar, R.J., Santos, R.R., Pech, M.V. and Montes, P.R., 2000. Utilización de la hoja de Chaya (*Cnidoscolus chayamansa*) y de Huaxín (*Leucaena leucocephala*) en la alimentación de aves criollas. *Revista Biomédica*, 11(1), pp. 17-24.
<https://doi.org/10.32776/revbiomed.v11i1.215>
- AOAC, 2005. Association of Official Analytical Chemists Official Methods of Animals, 18th ed. Washington, DC, USA.
- Apetroaei, C.A., Lazar, R., Ciobanu, M.M. and Boișteanu, P.C., 2013. Research on the Physical and Chemical Characterization of Meat Resulting from B.U.T. Big 6 Turkey Hybrid. Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. *Animal Science and Biotechnologies*, 69, pp. 30–35.
<https://doi.org/10.15835/BUASVMCN-ASB:69:1-2:8384>
- Bautista, Y., Narciso, C., Pro A., Hernández, A. S., Becerril, C. M. Sosa, E. and Velasco, J., 2016. Efecto del estrés por calor y tiempo de espera ante mortem en las características fisicoquímicas y la calidad de la carne de pollo. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 48(1), pp. 89-97.
<https://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2016000100011>
- Boakey, J. R. and Mittal, G.S., 1993. Changes in pH and water holding properties of Longissimus dorsi during beef ageing. *Meat Science*, 34(3), pp. 335-349. [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(93\)90082-S](https://doi.org/10.1016/0309-1740(93)90082-S)
- Buenaño-Buenaño, J., Nuñez-Torres, P., Barros-Rodríguez, M., Rosero-Peñaherrera, M., Lozada-Salcedo, E., Guishca-Cunuhay, C. and Zurita-Vásquez, H., 2018. Efecto de la inclusión de *Azolla* en la dieta de codornices japonesas sobre el consumo voluntario, digestibilidad aparente y producción de huevos. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 29(1), pp. 161-168.
<https://dx.doi.org/10.15381/rivep.v29i1.14081>
- Camacho-Escobar, M.A., Lira-Torres, I., Ramírez-Cancino, L., López-Pozos, R. and Arcos-García, J.L., 2006. La avicultura de traspatio en la costa de Oaxaca, México. *Ciencia y Mar*, 10(28), pp. 3-11.
<https://bibliotecas.umar.mx/publicaciones/avicultura%20Ciencia%20y%20Mar%202006.pdf>
- Camacho-Escobar, M.A., Lezama-Núñez, P.R., Jerez-Salas, M.P., Kollas J., Vásquez-Dávila, M.A., García-López, J.C., Arroyo-Ledezma, J., Ávila-Serrano, N.Y. and Chávez-Cruz, F., 2011. Avicultura indígena mexicana: sabiduría milenaria en extinción. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 1, pp. 375-379.
https://www.uco.es/conbiand/aica/templatemo_110_lin_photo/articulos/2011/Camacho2011_1_375_379.pdf
- Camacho-Escobar, M.A., Mijangos-Matus, L., Gamboa-Alvarado, J.G., Ramírez-Rivera, E., Ávila-Serrano, N.Y., López-Garrido, S.J. and Galicia-Jiménez, M.M., 2023. Effect of fresh kitchen waste and vegetable additives on the productive performance of backyard creole hens. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 26(3), pp. <http://dx.doi.org/10.56369/tsaes.4968>
- Carmona, A.J.C., 2007. Efecto de la utilización de arbóreas y arbustivas forrajeras sobre la dinámica digestiva en bovinos. *Revista Lasallista de Investigación*, 4(1), pp. 40-50.
<http://www.scielo.org.co/pdf/rlsi/v4n1/v4n1a07.pdf>
- Chan, J.T.Y., Omana, D.A. and Betti, M., 2011. Functional and rheological properties of proteins in frozen turkey breast meat with different ultimate pH. *Poultry Science*, 90(5), pp. 1112-1123.
<https://doi.org/10.3382/ps.2010-01185>
- Church, D.C. and Pond, W.G., 1998. Basic Animal Nutrition Feeding. 5a edition. John Wiley & Sons. New Jersey, pp. 438.
- CIE (Commision Internationale pour l'Eclairage)., 1976. Colorimetrie - Partie 4: Espace chromatique LabCIE 1976. Standard colorimetric systems international, Vienna, Austria. <https://cie.co.at/>
- Cuca, G.J.M., Gutiérrez, AD.A. and López, P.E., 2015. La avicultura de traspatio en México: historia y caracterización. *Agroproductividad*, 8(4),

- pp. 30-36. <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/669/537>
- Dottavio, A.M. y Di Masso, R.J., 2010. Mejoramiento avícola para sistemas productivos semi-intensivos que preservan el bienestar animal. *Journal of Basic & Applied Genetics*, 21(2). pp. <http://www.scielo.org.ar/pdf/bag/v21n2/v21n2a12.pdf>
- Favero A., Maiorka A., Fischer da Silva, A.V., de Paula Valle, F.L., dos Santos, S.A. and Muramatsu, K., 2012. Influence of feed form and corn particle size on nutrient digestibility and energy utilization by young turkeys. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41(1), pp. 86-90. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982012000100013>
- Flores, K.R. and Grimes, J.L. 2022. Performance and processing yield comparisons of Large White male turkeys by genetic lines, sources, and seasonal rearing. *Poultry Science*, 101, 101700. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.101700>
- Garcia, R.G., De Freitas, L.W., Schwingel, A.W., Farias, R.M., Caldara, F.R., Gabriel, A.M.A., Graciano, J.D., Komiyama, C.M. and Almeida Paz, I.C.L., 2010. Incidence and physical properties of PSE chicken meat in a commercial processing plant. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 12, pp. 233-237. <https://doi.org/10.1590/S1516-635X2010000400003>
- García-Melo, K.S., Jerez-Salas, M.P., Vásquez-Dávila, M.A., López-Luis, D. and Camacho-Escobar, M.A., 2020. Parámetros productivos en guajolotes (*Meleagris gallopavo*) con dietas a base de quelites. In: R.A. Perezgrovas-Garza, M. A. Camacho-Escobar, and A. Juárez-Caratachea, Eds.. El guajolote nativo de México: estudios recientes y perspectivas (pp. 165-188). Puebla, México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla - Red Mexicana sobre Conservación y Utilización de los Recursos Zoogenéticos, A.C. https://www.iei.unach.mx/images/publicaciones/libro_guajolotes.pdf
- Garrido, M.D, Bañón, S., Pedauye, J. and Laencina, J., 1994. Objective meat quality measurements of ham: a practical classification method on the slaughter line. *Meat Science*, 37(3), pp. 421-428. [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(94\)90057-4](https://doi.org/10.1016/0309-1740(94)90057-4)
- Gaviria, X., Naranjo, J.F. y Barahona, R., 2015. *In vitro* fermentation kinetics of *Leucaena leucocephala* and *Megathyrsus maximus* and their mixtures, with or without energy supplementation. *Pastos y Forrajes*, 38(1), pp. 55-63. <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v38n1/pyf06115.pdf>
- Gómez, R.S., Ángeles, M. de L. and Ramírez, R.E., 2012. Productividad y eficiencia de uso de nitrógeno y energía en pollos de engorda alimentados con pasta de soya o pasta de canola. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 3(3), pp. 313-330. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-11242012000300004&script=sci_arttext
- Grau, R. and Hamm, R., 1953. A simple method for the determination of water binding in muscles. *Naturwissenschaften*, 40(1), pp. 29-30.
- Honikel, K.O. and Kim, C.J. 1986. Causes of the development of PSE pork. *Fleischwirtsch Devis California*, 66, pp. 244-252.
- Izaguirre, F.F. and Martínez, T.J.J., 2008. El uso de árboles multipropósito como alternativa para la producción animal sostenible. *Tecnología en Marcha*, 21(1), pp. 28-40. <https://www.redalyc.org/pdf/6998/699878338003.pdf>
- Klasing, K., C., 2005. Poultry Nutrition: A comparative approach. *Journal of Applied Poultry Research*, 14, pp. 426-436. <https://doi.org/10.1093/japr/14.2.426>
- Lázaro, R., Mateos G.G. and Latorre, M.A., 2002. Nutrición y alimentación de pavos de engorde. XVIII Curso de especialización FEDNA. Barcelona, España. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_aves/produccion_pavos/54-nutricion_pavos.pdf
- Le Bihan-Duval, E., Debut, M., Berri, C.M., Sellier, N., Santé-Lhoutellier, V., Jégo, Y. and Beaumont, C., 2008. Chicken meat quality: genetic variability and relationship with growth and muscle characteristics. *BMC Genetics*, 9, pp. 1-6. <https://doi.org/10.1186/1471-2156-9-53>

- Lee, S., Norman, B.J.M., Gunasekaran, S., Van Laack, R.L.J.M., Kim, B.C. and Kauffman, R.G., 2000. Use of electrical conductivity to predict water-holding capacity in post-rigor pork. *Meat Science*, 55(4), pp. 385-389. [https://doi.org/10.1016/s0309-1740\(99\)00166-7](https://doi.org/10.1016/s0309-1740(99)00166-7)
- Losada, H., Rivera J., Cortés, J., Castillo, A., González, R.O. and Herrera, J., 2006. Un análisis de sistemas de producción de guajolotes (*Meleagris gallipavo*) en el espacio suburbano de la delegación de Xochimilco al sur de la Ciudad de México. *Livestock Research for Rural Development*. 18, pp.52. <https://www.lrrd.cipav.org.co/lrrd18/4/losa18052.htm>
- Márquez, O.M., García, M.E., González, R.I.C. and Tarango, A.L.A., 2005. Composición de la dieta del guajolote silvestre (*Meleagris gallopavo mexicana*, Gould, 1856) reintroducido en “Sierra Fría”, Aguascalientes, México. *Veterinaria México*, 36(4), pp. 395-409. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42336403>
- Mathias-Rettig, K. and Ah-Hen, K., 2014. El color en los alimentos un criterio de calidad medible. *Agro Sur*, 42(2), pp. 57-66. <http://revistas.uach.cl/pdf/agrosur/v42n2/art07.pdf>
- McKee, S.R. and Sams, A.R., 1998. Rigor mortis development at elevated temperatures induces pale exudative turkey meat characteristics. *Poultry Science*. 77(1), pp. 169-174. <https://doi.org/10.1093/ps/77.1.169>
- McKee, S.R., Hargis, B.M. and Sams, A.R., 1998. Pale, soft, and exudative meat in turkeys treated with succinylcholine. *Poultry Science*, 77(2), pp. 356-360. <https://doi.org/10.1093/ps/77.2.356>
- Mendoza-Martínez, G.D., Hernández-García, P.A., Plata-Pérez, F.X., Martínez-García, J.A., Arcos-García, J.L. and Lee-Rangel, H.A., 2022. Nutrición animal cuantitativa. Editorial CBS. 1a Edición. Ciudad de México, México. http://cbsl.xoc.uam.mx/publicaciones_1/doc/s/Libro_digital_Nutricion_Animal_Cuantitativa.pdf
- Milián, R. M., 2003. Harina de *Leucaena leucocephala* en dietas para pavos en crecimiento-ceba. *Revista de Producción Animal*, 15(1), pp, 23-28.
- Mosquera, M.L., Portilla, S. and López, F.J., 2009. Evaluación del efecto nutricional de quinua (*Chenopodium quinoa* willdenow) con diferentes niveles de inclusión en dietas para pollos de engorde. *Biotechnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 7(1), pp. 76-90. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1692-35612009000100010&script=sci_arttext
- National Research Council (NRC)., 1994. Nutrient Requirements of Poultry. 8th rev. ed. National Academic Press. Washington D.C., EE. UU. <https://nap.nationalacademies.org/catalog/19397/nutrient-requirements-of-poultry-eighth-revised-edition-1984>
- Ospina-Daza, L.A., Buitrago-Guillen, M.E. and Vargas-Sánchez, J.E., 2017. Identificación y degradación de mimosina, un compuesto tóxico en *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. *Pastos y Forrajes*, 40(4), pp. 257-264. <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v40n4/pyf01417.pdf>
- Owens, C.M. and Sams, A.R., 2000. The influence of transportation on turkey meat quality. *Poultry Science*, 79(8), pp. 1204-1207. <https://doi.org/10.1093/ps/79.8.1204>
- Owens, C.M., Hirschler, E.M., Martinez-Dawson, R. and Sams, A.R., 2000. The characterization and incidence of pale, soft, exudative turkey meat in a commercial plant. *Poultry Science*, 79(4), pp. 553-558. <https://doi.org/10.1093/ps/79.4.553>
- Paredes, M. and Palomino, A., 2023. Efecto del grano entero de maíz sobre el rendimiento productivo en pavos de engorde. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 34(4), pp. <https://doi.org/10.15381/v34i4.25948>
- Quintana, J.A., 1999. Avitecnia. Manejo de las aves domésticas. Trillas. México. 3a edición. 384 pp.
- Rodríguez, I., Osechas, D. and Torres, A., 2007. Respuesta de la harina de hojas de *Leucaena leucocephala* en la alimentación de pollos de engorde. *Agricultura Andina*, pp. 71-78. <http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/27877/articulo7.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Rodríguez, Z.J., Aguirre, R.D. Borbón, V.L., 1994. Efecto de diferentes niveles de proteína en la dieta de pollos de engorde sobre su rendimiento biológico y económico. *Uniciencia*, 11, pp. 3-15. <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/uniciencia/article/view/5480/5309>
- SAS Institute., 2010. SAS education analytical suite for using Windows release 9.2.
- Savón, L., 2002. Alimentos altos en fibra para especies monogástricas. Caracterización de la matriz fibrosa y sus efectos en la fisiología digestiva. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 36(2), pp. 91-102. <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193018119001.pdf>
- Serrano, A.V., Silva, S.M.M., Cano, G.M.A., Medina, G.G. and Ruiz, C.A., 2005. Estadísticas climatológicas básicas del estado de Oaxaca (periodo 1961- 2003). INIFAP. SAGARPA. Libro técnico No. 4. Oaxaca, México, 272 pp. <https://nautilo.iib.unam.mx/Record/000602606>
- Singh, A.K., Tiwari, U.P., Berrocso, J.D., Dersjant-Li, Y., Awati, A. and Jha, R., 2019. Effects of a combination of xylanase, amylase and protease, and probiotics on major nutrients including amino acids and non-starch polysaccharides utilization in broilers fed different level of fibers. *Poultry Science*, 98, pp. 5571–5581. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pez310>
- Steel, R. G. D. and Torrie, J. H., 1988. Bioestadística: principios. McGraw Hill. México. 622 p.
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M. and de Haan, C., 2009. La larga sombra del ganado: problemas ambientales y opciones. Edición en español. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Roma, Italia. 465 p. <https://www.fao.org/4/a0701s/a0701s.pdf>
- Tasayco, E.S. and Bonifacio, H.S.J., 2021. Gestión de la energía dietaria en la reducción de costo de alimentación en la producción de huevos. ALFA. *Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias*, 5(15), pp. 509-515. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v5i15.133>
- Tobajas, A.F., Juárez, C.A., Pineda. S. and Figueroa, J.I., 2011., Arthropod as components of the backyard turkeys' diet in the State of Michoacan, Mexico. *Acta Zoológica Mexicana (n. s.)*, 27(3), pp. 829-836. <https://www.scielo.org.mx/pdf/azm/v27n3/v27n3a16.pdf>
- Vargas-Cornejo, A., Rodríguez-Ortega, L.T., Rodríguez-Ortega, A. and Ronquillo de Jesús, E., 2025. Requerimientos nutricionales del guajolote doméstico (*Meleagris gallopavo*): una revisión. *Ciencias Veterinarias Y Producción Animal*, 3(1), pp. 40-57. <https://doi.org/10.29059/cvpa.v3i1.35>
- Verdecía, D.M., Herrera, H., Ramírez, J.L., Leonard, I., Álvarez, Y., Bazán, Y., Arceo, Y., Bodas, R., Andrés, S., Álvarez, J., Giráldez, F. and López, S., 2012. Valor nutritivo de *Leucaena leucocephala*, con énfasis en el contenido de metabolitos secundarios. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 13(11), pp. 1-10. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63624842011.pdf>
- Vivas-Garay, J.A., 2008. Toxicología Veterinaria. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Ciencia Animal, Departamento de Veterinaria. Managua, Nicaragua. <https://repositorio.una.edu.ni/2448/1/n174V856.pdf>
- Zambrano-Montes, S.A., Vera-Chang, J.F., Suárez-Suárez, G.N., Intriago-Flor, F.G., Vasquez-Cortez, L.H., Naga-Raju, M., Alvarado-Vasquez, K.E. and Rivadeneira-Barcia, C.S., 2023. Alimentación de pavos americanos BIG-6 con una dieta balanceada más la suplementación de nabo (*Brassica rapa* L.) en la fase de engorde. *Revista de Veterinaria y Zootecnia Amazónica*, 3(2), pp. <https://doi.org/10.51252/revza.v3i2.544>