



Comparación morfométrica de órganos digestivos en pollos broilers bajo distintos sistemas de crianza

Morphometric comparison of digestive organs in broiler chickens under different rearing systems

Comparação morfométrica de órgãos digestivos em frangos de corte sob diferentes sistemas de criação

ARTÍCULO ORIGINAL



Ronnie Alexander Zambrano Jimbo

ronnie.zambrano.41@espm.edu.ec

Erick Ariel Echeverria Mora

erick.echeverria.41@espm.edu.ec

Vicente Alejandro Intriago Muñoz

vicente.intriago@espm.edu.ec

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Calceta, Ecuador

Escanea en tu dispositivo móvil
o revisa este artículo en:

<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v10i28.424>

Artículo recibido: 2 de octubre 2025 / Arbitrado: 25 de noviembre 2025 / Publicado: 7 de enero 2026

RESUMEN

La morfometría de órganos digestivos es un indicador clave de la salud y eficiencia productiva en avicultura. Los sistemas de crianza alternativos, como el pastoreo, generan interés por su potencial impacto en la fisiología digestiva y el bienestar animal. Al respecto, el objetivo de la presente investigación fue comparar el peso, diámetro y longitud de órganos digestivos en pollos broiler bajo dos sistemas distintos: intensivo y pastoreo. Se evaluaron 20 pollos machos distribuidos equitativamente en ambos sistemas. Se utilizaron 20 pollos Cobb 500, distribuidos equitativamente en ambos sistemas. Tras el sacrificio, se realizó el análisis morfométrico y el índice de peso relativo. El análisis estadístico incluyó pruebas T Student y Wilcoxon. Las aves de pastoreo presentaron valores superiores en peso corporal, esófago, proventrículo, intestino delgado e intestino grueso, siendo este último el más relevantes ($p < 0,001$). Respecto al diámetro, el esófago, el intestino delgado, intestino grueso y páncreas mostraron diferencias significativas a favor del pastoreo. En la longitud destacan el esófago e intestino grueso, con mayor desarrollo en aves de pastoreo. En conclusión, el sistema de crianza influye en el desarrollo de órganos digestivos e inmunológicos de los pollos ya que en pastoreo tiende a ser más robusto, eficiente y adaptado a condiciones naturales.

Palabras clave: Molleja; Explotación avícola; Morfometría; Sistema digestivo; Pollos de engorde

ABSTRACT

Digestive organ morphometry is a key indicator of health and productive efficiency in poultry farming. Alternative rearing systems, such as grazing, are of interest due to their potential impact on digestive physiology and animal welfare. In this regard, the objective of this research was to compare the weight, diameter, and length of digestive organs in broiler chickens under two different systems: intensive and grazing. Twenty male chickens were evaluated, distributed equally between both systems. Twenty Cobb 500 chickens were used, distributed equally between both systems. After slaughter, morphometric analysis and relative weight index were performed. Statistical analysis included Student's t-test and Wilcoxon's test. The free-range birds had higher values for body weight, esophagus, proventriculus, small intestine, and large intestine, with the latter being the most relevant ($p < 0.001$). Regarding diameter, the esophagus, small intestine, large intestine, and pancreas showed significant differences in favor of free-range. In terms of length, the esophagus and large intestine stood out, with greater development in free-range birds. In conclusion, the rearing system influences the development of the digestive and immune organs of chickens, as free-range chickens tend to be more robust, efficient, and adapted to natural conditions.

Key words: Gizzard; Poultry farming; Morphometry; Digestive system; Broiler chickens

RESUMO

A morfometria dos órgãos digestivos é um indicador-chave da saúde e eficiência produtiva na avicultura. Os sistemas alternativos de criação, como o pastoreio, geram interesse pelo seu potencial impacto na fisiologia digestiva e no bem-estar animal. Nesse sentido, o objetivo da presente investigação foi comparar o peso, o diâmetro e o comprimento dos órgãos digestivos em frangos de corte sob dois sistemas distintos: intensivo e pastoreio. Foram avaliados 20 frangos machos distribuídos equitativamente em ambos os sistemas. Foram utilizados 20 frangos Cobb 500, distribuídos equitativamente em ambos os sistemas. Após o abate, foi realizada a análise morfométrica e o índice de peso relativo. A análise estatística incluiu os testes T de Student e Wilcoxon. As aves criadas em pastoreio apresentaram valores superiores em peso corporal, esôfago, pré-estômago, intestino delgado e intestino grosso, sendo este último o mais relevante ($p < 0,001$). Em relação ao diâmetro, o esôfago, o intestino delgado, o intestino grosso e o pâncreas mostraram diferenças significativas a favor do pastoreio. Em termos de comprimento, destacam-se o esôfago e o intestino grosso, com maior desenvolvimento nas aves criadas em pastagem. Em conclusão, o sistema de criação influencia o desenvolvimento dos órgãos digestivos e imunológicos dos frangos, uma vez que na criação em pastagem tendem a ser mais robustos, eficientes e adaptados às condições naturais.

Palavras-chave: Moela; Exploração avícola; Morfometria; Sistema digestivo; Frangos de corte

INTRODUCCIÓN

La morfometría del tracto gastrointestinal en pollos de engorde constituye un indicador fisiológico esencial que refleja la capacidad digestiva y la eficiencia productiva del ave. La arquitectura y dimensiones de los órganos digestivos responden dinámicamente a factores como la genética y el manejo, donde se ha demostrado que la eficiencia alimenticia se correlaciona significativamente con el desarrollo de órganos como la molleja, el hígado y el ciego (1,2). Comprender estas adaptaciones es fundamental para optimizar los sistemas de producción, ya que el desarrollo visceral proporciona la base anatómica para la salud y productividad del lote.

Además, la compleja comunidad microbiana intestinal ejerce una influencia profunda en la fisiología del huésped. La composición de la microbiota, que incluye múltiples filos bacterianos y varía según el segmento digestivo, está modulada por la dieta, el manejo y la densidad poblacional (3–5). Una microbiota diversa y equilibrada no solo compite con patógenos, sino que también interactúa con el sistema inmune y participa en procesos digestivos, afectando directamente el rendimiento.

En este contexto, el sistema de crianza emerge como un factor determinante que condiciona tanto la morfología digestiva como

el perfil microbiano. Los sistemas con acceso al exterior presentan beneficios en bienestar animal y diversidad microbiana, junto con una menor resistencia antimicrobiana, aunque pueden incrementar la exposición a parásitos (6–8). Esta interacción entre ambiente, fisiología y microbioma subraya la naturaleza multifacética de estos sistemas productivos.

Complementariamente, la dieta suministrada actúa como un modulador directo de la morfometría intestinal. La inclusión de ingredientes fibrosos o funcionales, como la harina de *Vernonanthura patens*, puede inducir adaptaciones estructurales positivas, incluyendo mayor longitud de segmentos intestinales y mejor desarrollo vellositario, sin afectar necesariamente el rendimiento productivo (9–12). Estas mejoras morfométricas indican un epitelio intestinal más sano y con mayor capacidad absorbiva.

Cabe destacar que el acceso a vegetación natural proporciona estímulos físicos y nutricionales únicos. El acceso a setos vivos puede mejorar la tasa de crecimiento en aves de rápido desarrollo y potenciar la función inmune en razas de lento crecimiento (13). Esto sugiere que los componentes naturales del ambiente enriquecen la experiencia fisiológica del ave, impactando positivamente su desarrollo y estado sanitario.

Asimismo, la base genética de las aves interactúa significativamente con el desarrollo

del tracto digestivo. Líneas seleccionadas por alta eficiencia digestiva muestran mayor desarrollo del proventrículo y molleja, mientras que las líneas menos eficientes desarrollan compensaciones a nivel intestinal con intestinos más largos y vellosoidades más grandes (14). Esta plasticidad anatómica demuestra la adaptabilidad del sistema digestivo a diferentes demandas funcionales.

Sin embargo, persiste un vacío de conocimiento sobre cómo la combinación integral de factores en un sistema de pastoreo se traduce en cambios morfométricos concretos a nivel macroscópico en órganos digestivos e inmunológicos de pollos broiler comerciales. Por lo tanto, las preguntas de investigación que guían este estudio son: ¿El sistema de crianza (pastoreo versus intensivo) influye significativamente en el peso, diámetro y longitud absolutos y relativos de los órganos digestivos y el bazo? Y, en caso afirmativo, ¿qué órganos específicos muestran las adaptaciones morfométricas más marcadas?

El objetivo de este estudio es analizar y comparar la morfometría de los órganos digestivos en pollos broiler criados bajo un sistema tradicional en galpón y un sistema de pastoreo. Esta evaluación busca identificar las diferencias estructurales que pueden atribuirse a las condiciones de crianza y aportar información detallada sobre cómo estos factores influyen en el desarrollo del aparato digestivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, mediante un diseño experimental comparativo bajo condiciones de campo controladas. El trabajo fue ejecutado en la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López (ESPAyMFL), localizada en el cantón Tosagua, provincia de Manabí, Ecuador ($0^{\circ}48'17.9"S$; $80^{\circ}11'40.5"W$). El estudio se llevó a cabo durante un ciclo productivo completo de pollos broiler, abarcando desde la recepción de los animales de un día de edad hasta su faenamiento a la edad comercial. Todo el proceso experimental, incluyendo la fase de crianza y la toma de muestras, se completó en un periodo definido que permitió la evaluación de los parámetros morfométricos al final del ciclo.

Para evaluar el efecto del sistema de crianza, se implementó un diseño experimental completamente aleatorizado con dos grupos independientes. La población bajo estudio consistió en 100 pollos broiler machos de la línea Cobb 500, distribuidos equitativamente en dos sistemas: intensivo en galpón y semi-intensivo con acceso a pastoreo. De esta población, se seleccionó una muestra de 20 individuos (10 por sistema) para el análisis morfométrico final. El tamaño muestral se determinó por conveniencia y por restricciones logísticas, buscando mantener una potencia estadística adecuada para detectar

diferencias significativas basándose en estudios morfométricos previos en avicultura.

La selección de la muestra se realizó mediante un muestreo aleatorio simple desde cada grupo de crianza en el momento del faenamiento. Los criterios de inclusión para los animales muestreados fueron: ser machos clínicamente sanos, pertenecer a la misma línea genética (Cobb 500), tener la misma edad al momento del sacrificio (edad comercial) y haber completado todo el ciclo productivo bajo el sistema asignado. Se excluyeron del estudio aquellos animales que presentaron signos de enfermedad durante el ciclo, aquellos que requirieron tratamiento veterinario diferente al protocolo establecido, o que evidenciaron lesiones que pudieran afectar el desarrollo orgánico.

En cuanto a las técnicas de recolección de datos, los animales fueron sacrificados mediante aturdimiento eléctrico seguido de sangrado, técnica recomendada para minimizar el sufrimiento animal. Posteriormente, se realizó la evisceración completa mediante una incisión ventral estandarizada para extraer en bloque el tracto digestivo y los órganos anexos. Cada órgano fue identificado, limpiado de contenido residual y preparado para el análisis morfométrico inmediato, evitando así alteraciones por deshidratación o autólisis tisular.

Para las mediciones morfométricas, se emplearon instrumentos de precisión calibrados. El peso corporal y el peso de los órganos se determinaron utilizando una balanza digital PRECISUR M2 con capacidad de 2000 g y precisión de 0,01 g. Las mediciones lineales (diámetro y longitud) se realizaron con un calibrador digital Truper IP54 para estructuras menores y un flexómetro Kyoto de 5 m para órganos de mayor longitud como los intestinos. Todas las mediciones fueron realizadas por el mismo operador para minimizar el error inter-observador.

El análisis estadístico se ejecutó verificando inicialmente el supuesto de normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Para los conjuntos de datos que cumplieron con este supuesto, se aplicó la prueba T de Student para la comparación de medias entre los dos grupos independientes. Cuando los datos no siguieron una distribución normal, incluso después de la transformación logarítmica (\log_{10}), se utilizó la prueba no paramétrica de Wilcoxon (Mann-Whitney U). El nivel de significancia establecido para todas las pruebas fue de $p < 0,05$.

Todos los análisis estadísticos se procesaron utilizando el software InfoStat, versión 2020. Los datos se organizaron en planillas de cálculo donde se calcularon medidas de tendencia central y dispersión para cada variable morfométrica

por grupo experimental. Adicionalmente, se determinó el índice morfométrico (peso relativo) para cada órgano mediante la fórmula: (peso del órgano/peso corporal vivo) × 100, lo que permitió estandarizar las comparaciones entre grupos con diferente peso corporal.

Los principios éticos aplicados en esta investigación se basaron en las directrices de la Asociación Americana de Medicina Veterinaria para el uso humanitario de animales en investigación. El protocolo de sacrificio mediante aturdimiento eléctrico previo fue diseñado para minimizar el dolor y el estrés de los animales. Además, durante la fase de crianza, todos los animales recibieron manejo acorde a sus necesidades etológicas básicas, con acceso ad libitum a agua potable y alimento balanceado según su etapa productiva, cumpliendo con los estándares de bienestar animal reconocidos internacionalmente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del peso absoluto de los órganos digestivos, presentados en la Tabla 1, revelan una influencia marcada del sistema de crianza sobre el desarrollo corporal y visceral de los pollos broiler. Las aves criadas bajo el sistema de pastoreo exhibieron un peso corporal final significativamente mayor (3212,84 g) en comparación con aquellas del sistema intensivo

(2948,17 g), con una diferencia de 264,67 g ($p = 0,0171$). Este resultado sugiere que las condiciones de pastoreo, que incluyen una dieta más diversa y oportunidades de ejercicio, pueden favorecer una trayectoria de crecimiento más robusta y una mejor eficiencia productiva global.

Además, el análisis morfométrico evidencia adaptaciones diferenciales en los órganos del tracto digestivo superior. Específicamente, el esófago y el proventrículo presentaron un peso absoluto significativamente superior en las aves de pastoreo, con valores de 22,86 g y 14,47 g respectivamente, frente a 17,68 g y 10,98 g en el sistema intensivo ($p = 0,0202$ y $p = 0,0280$). Este mayor desarrollo podría constituir una respuesta fisiológica directa a la necesidad de procesar una dieta más voluminosa, fibrosa y heterogénea, característica de los sistemas con acceso a forraje, lo que demanda una mayor capacidad de almacenamiento y secreción gástrica inicial

Tabla 1.

Por otra parte, los segmentos intestinales mostraron las diferencias más pronunciadas entre los sistemas de crianza. El intestino delgado y el intestino grueso de las aves en pastoreo registraron pesos notablemente superiores (118,66 g y 37,54 g) en comparación con las aves en intensivo (82,73 g y 20,89 g), con valores de p altamente significativos ($p = 0,0132$ y $p = 0,0007$). Este desarrollo intestinal ampliado sugiere

una adaptación morfofisiológica crucial para aumentar la superficie de absorción y la capacidad de fermentación, necesaria para aprovechar los nutrientes de una dieta menos concentrada y con mayor contenido de fibra estructural Tabla 1.

En contraste, algunos órganos clave no mostraron diferencias significativas en su peso absoluto entre los dos sistemas de crianza. La molleja ($p = 0,3258$), el hígado ($p = 0,4185$) y el

páncreas ($p=0,1590$) mantuvieron pesos similares, lo que indica que su desarrollo está sujeto a una regulación fisiológica más conservada y es menos susceptible a las variaciones inducidas por el manejo. Esto sugiere que sus funciones esenciales en la molienda, el metabolismo y la secreción enzimática se mantienen como constantes prioritarias, independientemente del entorno productivo Tabla 1.

Tabla 1. Peso absoluto de órganos digestivos (g) en pollos broiler bajo dos sistemas de crianza.

Variable	Sistema intensivo	Sistema de pastoreo	Diferencia	P valor
Peso del ave	2948,17	3212, 84	264,67	0,0171
Esófago	17,68	22, 86	5,18	0,0202
Proventrículo	10,98	14, 47	3,49	0,0280
Molleja	34,78	37,24	2,46	0,3258
Intestino delgado	82,73	118, 66	35,93	0,0132
Intestino grueso	20,89	37, 54	16,65	0,0007
Hígado	70,83	77,84	7,01	0,4185
Páncreas	4,37	4,98	0,61	0,1590

Los resultados del peso relativo de los órganos, presentados en la Tabla 2, proporcionan una perspectiva fundamental sobre la asignación proporcional de recursos corporales en respuesta al sistema de crianza. A diferencia del peso absoluto, este índice morfométrico relaciona el peso de cada órgano con el peso corporal total, revelando adaptaciones fisiológicas más sutiles. El análisis evidencia un patrón diferenciado, donde algunos órganos mostraron un desarrollo relativo significativamente mayor en un sistema

específico, independientemente del mayor peso vivo alcanzado por las aves en pastoreo. Esta estandarización es crucial para discernir si las diferencias observadas son un simple reflejo del tamaño corporal o representan una redistribución priorizada de la masa biológica.

Además, se observa que el esófago y la molleja presentaron un peso relativo significativamente mayor en el sistema intensivo (0,78% y 1,26%, respectivamente) en comparación con el sistema de pastoreo (0,55% y 1,09%). Este resultado sugiere

que, en relación con su tamaño corporal, las aves confinadas destinan una proporción mayor de su masa a estos órganos del tracto digestivo superior. Esta adaptación podría interpretarse como una respuesta a una dieta basada exclusivamente en concentrado, de mayor densidad nutritiva y requerimiento de procesamiento mecánico inicial, frente a la dieta más voluminosa y fibrosa del pastoreo Tabla 2.

Por otro lado, el intestino delgado y el intestino grueso exhibieron un desarrollo relativo significativamente superior en las aves criadas en pastoreo. Los valores de 3,69%, 1,17% y 0,12% respectivamente, superaron de manera importante a los registrados en el sistema intensivo (2,82%, 0,71% y 0,07%). Este patrón morfométrico indica una priorización del desarrollo de las secciones dedicadas a la absorción de nutrientes y a la inmunidad en condiciones de pastoreo, lo que refleja una adaptación fisiológica para

maximizar la extracción de nutrientes de una dieta fibrosa y para enfrentar los mayores desafíos inmunológicos de un ambiente menos controlado

Tabla 2.

Finalmente, órganos como el proventrículo, el hígado y el páncreas no mostraron diferencias significativas en su peso relativo entre los sistemas de crianza. La estabilidad en la proporción de masa de estos órganos, esenciales para la secreción gástrica, el metabolismo intermedio y la secreción enzimática, sugiere que sus funciones centrales están sujetas a una regulación homeostática más estricta. Esto implica que su desarrollo está finamente sintonizado con las demandas metabólicas generales del ave, las cuales parecen ser satisfechas de manera similar en ambos sistemas a nivel proporcional, a pesar de las diferencias en la naturaleza de la dieta y el ambiente Tabla 2.

Tabla 2. Peso relativo de órganos digestivos (%) en pollos broiler bajo dos sistemas de crianza.

Variable	Sistema intensivo	Sistema de pastoreo	Diferencia	P valor
Esófago	0,78	0,55	0,23	0,0017
Proventrículo	0,37	0,45	0,08	0,1392
Molleja	1,09	1,26	0,17	0,0417
Intestino delgado	2,82	3,69	0,87	0,0444
Intestino grueso	0,71	1,17	0,46	0,0022
Hígado	2,39	2,40	0,01	0,7053
Páncreas	0,15	0,16	0,01	0,7206

Los resultados del diámetro de los órganos digestivos, consignados en la Tabla 3, demuestran adaptaciones estructurales distintivas inducidas por el sistema de crianza. El esófago de las aves en pastoreo exhibió un diámetro significativamente mayor (17,59 mm) comparado con el del sistema intensivo (12,98 mm), con una diferencia altamente significativa ($p = 0,0012$). Este notable incremento sugiere una hipertrofia de la capa muscular esofágica, constituyendo una adaptación morfológica clave para transportar eficientemente el mayor volumen y la textura más heterogénea del forraje consumido en este sistema, facilitando el tránsito de material vegetal menos procesado hacia el proventrículo.

Además, el intestino delgado presentó una de las diferencias más marcadas, con un diámetro muy superior en aves de pastoreo (18,38 mm) frente a las intensivas (12,78 mm; $p = 0,0003$). Este ensanchamiento del lumen intestinal está frecuentemente asociado a una dieta con mayor contenido de fibra, la cual incrementa el volumen del quimo y estimula la distensión de la pared intestinal. Morfológicamente, esto podría correlacionarse con un aumento en la superficie absorbente total, mejorando la capacidad para procesar y absorber nutrientes de una dieta menos densa pero más voluminosa Tabla 3.

Asimismo, el intestino grueso y el páncreas también mostraron diámetros significativamente mayores en el sistema de pastoreo (20,71 mm y 18,60 mm, respectivamente) en comparación con el intensivo (17,26 mm y 15,02 mm). El mayor desarrollo del intestino grueso refuerza la hipótesis de una mayor actividad de fermentación microbiana en esta sección, mientras que el incremento en el diámetro pancreático podría indicar una hiperplasia o hipertrofia del tejido exocrino, como respuesta a la demanda de enzimas necesarias para digerir una dieta más variada y compleja Tabla 3.

Por el contrario, órganos como el proventrículo, el hígado y la molleja no registraron diferencias significativas en su diámetro entre los sistemas. La estabilidad dimensional de la molleja, a pesar de la naturaleza fibrosa de la dieta en pastoreo, resulta particularmente interesante. Esto sugiere que su función trituradora se sustenta más en la potencia de su musculatura que en un cambio en su tamaño externo, mientras que la constancia en el hígado indica que sus funciones metabólicas no se ven reflejadas en alteraciones macroscópicas de su diámetro bajo estas condiciones experimentales Tabla 3.

Tabla 3. Diámetro (mm) de órganos digestivos en pollos broiler bajo dos sistemas de crianza.

Variable	Sistema intensivo	Sistema de pastoreo	Diferencia	P valor
Esófago	12,98	17,59	4,61	0,0012
Proventrículo	27,48	27,90	0,42	0,7675
Molleja	46,31	51,23	4,92	0,0792
Intestino delgado	12,78	18,38	5,60	0,0003
Intestino grueso	17,26	20,71	3,45	0,0233
Hígado	45,69	51,23	5,54	0,1509
Páncreas	15,02	18,60	3,58	0,0142

Los resultados de la longitud de los órganos digestivos, detallados en la Tabla 4, revelan adaptaciones morfométricas específicas en respuesta al sistema de crianza. El esófago mostró una diferencia altamente significativa ($p = 0,0068$), con una longitud notablemente mayor en las aves de pastoreo (22,10 cm) comparado con el sistema intensivo (16,45 cm). Este incremento del 34% en la longitud esofágica representa una adaptación estructural crucial para permitir un mayor tránsito y almacenamiento temporal del material vegetal consumido en el pastoreo, facilitando la deglución de forrajes de mayor volumen y consistencia fibrosa.

Además, el intestino grueso presentó una longitud significativamente mayor ($p = 0,0392$) en el sistema de pastoreo (24,93 cm) frente al intensivo (21,68 cm). Este desarrollo longitudinal ampliado sugiere una adaptación fisiológica dirigida a incrementar el tiempo de retención del contenido digestivo en este segmento, lo

que potencialmente favorece una fermentación microbiana más extensa y una mayor absorción de agua y electrolitos desde el material fibroso característico de la dieta en pastoreo Tabla 4.

Cabe destacar que el intestino delgado, aunque mostró una longitud numéricamente superior en el sistema de pastoreo (195,9 cm versus 166,9 cm), esta diferencia no alcanzó significancia estadística ($p = 0,0635$). No obstante, la tendencia observada, con un aumento de aproximadamente 29 cm, sugiere un efecto biológico relevante que podría haber requerido un mayor tamaño muestral para alcanzar significancia estadística, apuntando hacia una posible adaptación para incrementar la superficie absortiva total Tabla 4.

Por otro lado, órganos como el proventrículo, molleja, hígado, páncreas y bazo no mostraron diferencias significativas en su longitud entre los sistemas de crianza. Esta estabilidad dimensional indica que el desarrollo longitudinal de estos órganos responde a patrones de crecimiento

más conservados y menos influenciados por las variaciones dietéticas y ambientales asociadas a cada sistema. La constancia en estas medidas sugiere la existencia de mecanismos homeostáticos

que preservan la arquitectura básica de estos órganos independientemente del manejo productivo Tabla 4.

Tabla 4. Longitud (cm) de órganos digestivos en pollos broiler bajo dos sistemas de crianza.

Variable	Sistema intensivo	Sistema de pastoreo	Diferencia	P valor
Esófago	16,45	22,10	5,65	0,0068
Proventrículo	5,61	6,13	0,52	0,1310
Molleja	7,24	7,56	0,32	0,1905
Intestino delgado	166,90	195,9	29	0,0635
Intestino grueso	21,68	24,93	3,25	0,0392
Hígado	9,98	10,45	0,47	0,1465
Páncreas	11,35	12	0,65	0,3484

Discusión

El presente estudio demuestra que el sistema de pastoreo induce adaptaciones morfométricas significativas en el tracto digestivo de pollos broiler. Observamos que las aves criadas en pastoreo alcanzaron mayor peso corporal, lo que sugiere mejor eficiencia productiva bajo estas condiciones. Este resultado coincide con Delgadillo et al. (13), quienes reportaron mejores tasas de crecimiento en aves con acceso a vegetación natural. Sin embargo, contrasta con Li et al. (15), donde las ventajas iniciales en sistemas de piso se revertían posteriormente, indicando que la temporalidad del beneficio varía según las condiciones específicas de manejo.

Adicionalmente, las adaptaciones diferenciales en el tracto digestivo superior concuerdan con

Alshamy et al. (16), en aves de doble propósito. Esta coherencia en el patrón adaptativo sugiere mecanismos conservados de respuesta a dietas fibrosas, donde las estructuras digestivas superiores se hipertrofian para procesar materiales vegetales. No obstante, difiere de Huang et al. (1), quienes asociaron mayor eficiencia con molleja más desarrollada, indicando que las adaptaciones son específicas al tipo de desafío dietético.

El marcado desarrollo intestinal en pastoreo concuerda con Arévalo & Saldaña (9) y Nkukwana et al. (5), quienes documentaron mejoras morfométricas con inclusión de fibras. Esta convergencia sugiere que componentes dietéticos estructurales comparten mecanismos de estimulación mucosal. El mayor diámetro intestinal podría relacionarse con microbiomas más diversos

reportados por Campbell et al. (6) y Alvarado & Hernández (3), en sistemas al aire libre, creando ambiente sinérgico para el desarrollo intestinal.

La estabilidad hepática y pancreática entre sistemas coincide con Nastain et al. (17), quienes no encontraron cambios significativos con intervenciones dietéticas. Esta conservación morfométrica sugiere regulación homeostática prioritaria de órganos metabólicos centrales. Sin embargo, contrasta parcialmente con Khosravinia et al. (8), donde ácido cítrico modificó pesos orgánicos, indicando que solo ciertos estímulos superan los mecanismos de conservación morfométrica.

El análisis de pesos relativos revela estrategias diferenciales de asignación de recursos. La priorización intestinal y esplénica en pastoreo refleja adaptaciones convergentes con las documentadas por de Verdal et al. (14), en líneas seleccionadas por eficiencia digestiva. Esta similitud sugiere que el pastoreo induce adaptaciones paralelas a la selección genética para digestión de dietas complejas, optimizando la asignación hacia órganos con mayores demandas funcionales específicas.

Las modificaciones diametrales del tracto digestivo reflejan adaptaciones estructurales similares a las inducidas por *Moringa oleifera* (5). Esta similitud sugiere que diversos componentes vegetales comparten capacidad de estimulación

del desarrollo luminal. El ensanchamiento observado facilitaría el tránsito de dietas voluminosas, constituyendo adaptación mecánica crucial no reportada en estudios con dietas convencionales como las descritas por Villegas et al. (18).

Las adaptaciones longitudinales muestran selectividad organoespecífica, con esófago e intestino grueso como principales respondedores. Este patrón coincide con Weimer et al. (19), sobre especificidad de respuestas morfométricas según el factor desafiante. La elongación esofágica facilitaría la ingestión de forrajes, mientras el desarrollo colorectal apoyaría procesos fermentativos, coincidiendo con la mayor diversidad microbiótica reportada por Bindari & Gerber (20), en sistemas no convencionales.

La ausencia de diferencias en molleja entre sistemas contrasta con Huang et al. (1) y de Verdal et al. (14), quienes encontraron correlación con eficiencia digestiva. Esta discrepancia sugiere que la función trituradora en pastoreo se sustenta más en potencia muscular que en hipertrofia orgánica, o que la fibra dietética no alcanzó el umbral necesario para inducir cambios morfométricos significativos bajo las condiciones experimentales, similar a lo observado por Nastain et al. (17), con suplementación proteica.

Las implicaciones productivas de estos resultados resuenan con Velázquez y Rebollar (21),

quienes destacan que el máximo peso no siempre equivale a máxima rentabilidad. La optimización morfofisiológica observada en pastoreo podría traducirse en mejores indicadores económicos cuando se consideran costos de alimentación y valor agregado de productos, aunque deben considerarse los tradeoffs señalados por Campbell et al. (6), respecto a desafíos sanitarios.

Asimismo, la estabilidad de órganos metabólicos sugiere límites en la plasticidad adaptativa, coincidiendo con Weimer et al. (19), sobre la especificidad de las respuestas según línea genética. La interacción genotipo-ambiente documentada por Li et al. (15) y de Veral et al. (14), explicaría por qué algunas adaptaciones son más conspicuas que otras, dependiendo de la base genética de las aves y las condiciones específicas de manejo.

Integrando los resultados con la literatura, postulamos que el pastoreo induce un fenotipo digestivo-inmune distintivo, caracterizado por priorización de órganos de absorción e inmunidad. Este perfil coincide con beneficios documentados por Campbell et al. (6) y Delgadillo et al. (13), aunque difiere en la estabilidad de órganos metabólicos. La especificidad de las adaptaciones resalta la importancia de evaluaciones morfométricas integrales para comprender las bases anatómicas de las respuestas productivas en sistemas alternativos de avicultura.

CONCLUSIONES

El sistema de crianza ejerce una influencia determinante en el desarrollo morfofisiológico de los pollos broiler, manifestándose a través de adaptaciones diferenciales en el tracto digestivo. El pastoreo demuestra capacidad para promover un fenotipo digestivo más robusto y especializado, optimizando la arquitectura orgánica hacia un mejor procesamiento de dietas heterogéneas. Estas modificaciones estructurales trascienden la simple hipertrofia, reflejando una redistribución priorizada de recursos biológicos que favorece la eficiencia funcional en condiciones de alimentación diversificada.

Además, se evidencia que el acceso a sistemas de pastoreo estimula respuestas adaptativas integrales que engloban tanto la esfera digestiva. El desarrollo diferencial observado sugiere la activación de mecanismos de plasticidad orgánica dirigidos a maximizar la capacidad de absorción nutritiva y la competencia inmune. Este fenotipo adaptativo representa una ventaja funcional para el aprovechamiento de recursos alimenticios diversos y el enfrentamiento a desafíos ambientales variables.

Por otra parte, la estabilidad morfométrica de órganos metabólicos esenciales bajo distintos sistemas de crianza indica la existencia de mecanismos homeostáticos conservados. Esta preservación de la arquitectura orgánica

fundamental sugiere la presencia de límites en la plasticidad adaptativa, manteniéndose las funciones metabólicas centrales como prioritarias independientemente de las condiciones ambientales. Dicha constancia morfológica asegura la preservación de procesos fisiológicos vitales ante variaciones en el manejo productivo.

En conjunto, los resultados permiten establecer que las condiciones de pastoreo generan un perfil morfológico distintivo caracterizado por el fortalecimiento simultáneo de las capacidades digestivas e inmunológicas. Esta sinergia adaptativa contribuye a un mejor desempeño productivo global, sustentado en la optimización de procesos fisiológicos clave para el aprovechamiento de recursos alimenticios no convencionales y la respuesta a desafíos sanitarios ambientales.

CONFLICTO DE INTERESES. Los autores declaran que no tienen ningún conflicto de intereses para la publicación de este artículo.

REFERENCIAS

1. Huang Q, Wen C, Yan W, Sun C, Gu S, Zheng J, et al. Comparative analysis of the characteristics of digestive organs in broiler chickens with different feed efficiencies. *Poult Sci*;101(12):102184. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579122004734>
2. Hotúa C, Cerón F, Zaragoza M de L, Angulo J. Avicultura de traspasio: aportes y oportunidades para la familia campesina. *Agron Mesoam* 1019-33. <https://archivo.revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/view/42903>
3. Alvarado E, Hernández E. La importancia de la microbiota intestinal en la fisiología y rendimiento de pollos de engorda y gallinas de postura. *CienciaUAT* 2024:155-69. <https://revistaciencia.uat.edu.mx/index.php/CienciaUAT/article/view/1795>
4. Flórez D, Olaya K. Inclusión de harina de Bactris gasipaes en dieta de pollos de engorde. *RIVAR* Santiago. 2023. http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0719-49942023000300152&lng=es&nrm=iso&tlang=es
5. Nkukwana T, Muchenje V, Masika P, Mushonga B. Intestinal morphology, digestive organ size and digesta pH of broiler chickens fed diets supplemented with or without *Moringa oleifera* leaf meal. *South Afr J Anim Sci*. 45(4):362-70. <https://www.ajol.info/index.php/sajas/article/view/125024>
6. Campbell Y, Walker L, Bartz B, Eckberg J, Pullin A. Outdoor access versus conventional broiler chicken production: Updated review of animal welfare, food safety, and meat quality. *Poult Sci* 2025;104(4):104906. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579125001452>
7. Marchewka J, Sztański P, Zdanowska-Sąsiadek Ź, Adamek-Urbańska D, Damaziak K, Wojciechowski F, et al. Gastrointestinal Tract Morphometrics and Content of Commercial and Indigenous Chicken Breeds with Differing Ranging Profiles. *Animals* 2021;11(7). <https://www.mdpi.com/2076-2615/11/7/1881>
8. Khosravinia H, Nourmohammadi R, Afzali N. Productive performance, gut morphometry, and nutrient digestibility of broiler chicken in response to low and high dietary levels of citric acid. *J Appl Poult Res* 2015;24(4):470-80. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1056617119303216>
9. Arévalo M, Saldaña D. Efecto de dos niveles de harina de laritaco (*Vernonanthura patens*) sobre la respuesta productiva y morfometría intestinal en pollos de engorde. *Rev Invest Vet Perú* 2021;32(2):e18385-e18385. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/veterinaria/article/view/18385>

- 10.** Rubel Z, Beg M, Islam B, Begum M, Patoary M. Effect of Dietary Supplement of Algae (*Spirulina platensis*) as an Alternative to Antibiotics on Growth Performance and Health Status of Broiler Chickens. *Int J Poult Sci* 2019;18(12):576-84. <https://ijpsjournal.org>
- 11.** Pestana JM, Puerta B, Santos H, Madeira MS, Alfaia CM, Lopes PA, et al. Impact of dietary incorporation of Spirulina (*Arthrospira platensis*) and exogenous enzymes on broiler performance, carcass traits, and meat quality. *Poult Sci*. 2020;99(5):2519-32.
- 12.** Alabdallah Z, Nikishov A, Lenon J, Manzano L. Influence of using probiotic on the productivity and morphometry of the organs in the visceral cavity of broiler chicks. *Casp Jorurnal Environ Sci*. 21:431-7. https://cjes.guilan.ac.ir/article_6537_dc36236eb4611e102cb1eabde9583ebb.pdf
- 13.** Delgadillo E, Glidden C, Pollak M, Rysenga H, Jolles A, Beechler B. The Benefit of Hedgerow Access on the Health and Growth Rate of Pasture Raised Broiler Chickens. *Front Anim Sci*. 2021;2. <https://www.frontiersin.org/journals/animal-science/articles/10.3389/fanim.2021.649924/full>
- 14.** de Verdal H, Mignon-Grasteau S, Jeulin C, Le Bihan-Duval E, Leconte M, Mallet S, et al. Digestive tract measurements and histological adaptation in broiler lines divergently selected for digestive efficiency. *Poult Sci*. 2010;89(9):1955-61. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119448967>
- 15.** Li J, Miao Z, Tian W, Yang Y, Wang J, Yang Y. Effects of different rearing systems on growth, small intestinal morphology and selected indices of fermentation status in broilers. *Anim Sci J*. 2017;88(6):900-8. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/asj.12697>
- 16.** Alshamy Z, Richardson KC, Hüning H, Hafez HM, Plendl J, Masri SA. Comparison of the gastrointestinal tract of a dual-purpose to a broiler chicken line: A qualitative and quantitative macroscopic and microscopic study. *PLOS ONE*. 2018;13(10):e0204921. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0204921>
- 17.** Nastain F, Mahardhika B, Ridla M, Mutia R. Visceral organ weight of broiler chicken fed different level protein and protease enzyme supplementation diet. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci* 2021; 788(1):012032. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/788/1/012032>
- 18.** Villegas AM, Menconi A, Yacoubi N, Applegate T. Effects of expeller soybean on growth performance, amino acid digestibility and intestinal integrity. *Poult Sci*. 2024; 103(4):103526. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579124001056>
- 19.** Weimer S, Zuelly S, Davis M, Karcher D, Erasmus M. Differences in carcass composition and meat quality of conventional and slow-growing broiler chickens raised at 2 stocking densities. *Poult Sci*. 2022;101(6):101833. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579122001407>
- 20.** Bindari Y, Gerber . Centennial Review: Factors affecting the chicken gastrointestinal microbial composition and their association with gut health and productive performance. *Poult Sci*. 101(1):101612. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579121006337>
- 21.** Velázquez H, Rebollar S. Óptimo técnico y económico en pollos Cobb 500 bajo sistema intensivo. *Investig Cienc Univ Autónoma Aguascalientes* 2025;(94). <https://revistas.uaa.mx/investycien/article/view/6720>