



**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA
CARRERA MEDICINA VETERINARIA
SEDE CONCEPCIÓN**

Evaluaciones morfológicas y sistémicas entre aves Falconiformes y Galliformes. Una revisión bibliográfica.

Memoria para optar al título médico veterinario

Profesor patrocinante: Mg.MV. Edgardo Antonio Sepúlveda Navarrete,

**Profesor de anatomía
veterinaria**

Estudiante: Benjamín Cristóbal Rosales Bacian

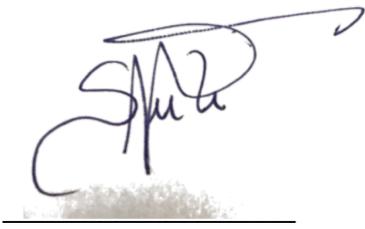
Benjamín Cristóbal Rosales Bacian

Se autoriza la reproducción parcial o total de esta obra con fines académicos por cualquier forma , medio o procedimientos, siempre y cuando se incluya la cita bibliográfica del documento.

Concepción ,Chile
2025

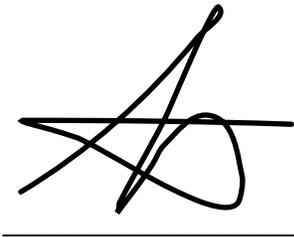
HOJA DE CALIFICACION

En Concepción .el 09 de 07 de 25 los abajo firmantes dejan constancia que el (la) estudiante Benjamín Cristóbal Rosales Bacian de la carrera o programa de Medicina Veterinaria ha aprobado la tesis para optar al título o grado académico de MÉDICO VETERINARIO con una nota de seis y cuatro.



Mg. MV Edgardo Antonio Sepúlveda Navarrete

Profesor Patrocinante



Mg. MV Fabian Gonzalo Hernández Quiroga

Profesor Evaluador



Mg. MARCOS PEDREROS DIAZ
MEDICO-VETERINARIO
RUT: 5.731.529-6

Mg. MV Marcos José Pedreros Díaz.

Profesor Evaluador

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	6
ABSTRACT.....	7
INTRODUCCION	8
1. Introducción	8
2.OBJETIVOS.....	10
2.1 <i>Objetivo General:</i>	10
2.2 <i>Objetivos Específicos:</i>	10
3 MATERIAL Y METODOS	11
3.1 <i>Tipo de Estudio</i>	11
3.2 <i>Estrategia de Búsqueda de Información</i>	11
3.3. <i>Criterios de Selección de Referencias</i>	12
3.4. <i>Análisis y Síntesis de la Información</i>	12
4. RESULTADOS.....	13
4.1 <i>Resultados Generales</i>	13
4.2. <i>Resultados Específicos</i>	14
4.2.1.O.E. 1: Evaluar las adaptaciones morfológicas de las extremidades en aves Falconiformes y Galliformes	14
4.2.2. O.E. 2: Analizar las diferencias funcionales en los sistemas digestivo y	

cardiovascular.....	18
4.2.3. O.E. 3: Analizar la posible función e importancia del sistema olfativo.....	22
Sistema Olfativo.....	22
5. DISCUSION.....	23
5 Discusion	23
5.1. Análisis de las adaptaciones morfológicas de las extremidades.....	24
5.2. Análisis de las diferencias funcionales en los sistemas digestivo, respiratorio y circulatorio.....	25
5.3. Análisis de la posible función del sistema olfativo.....	27
5.4. Opinión, Limitaciones y Proyecciones del Estudio.....	27
6. CONCLUSION	28
7. REFERENCIAS	30
8. ANEXOS.....	33
8.1. Anexo 1 : Tabla Extendida de Referencias Relevantes.....	33

Resumen

Las aves, uno de los grupos taxonómicos más diversos, presentaron adaptaciones morfológicas y fisiológicas especializadas que les permitieron habitar una gran variedad de nichos ecológicos. Los órdenes Falconiformes (aves de presa) y Galliformes (aves de corral y afines) representaron arquetipos de esta divergencia, ejemplificando estrategias de vida opuestas como depredadores aéreos y generalistas terrestres, respectivamente. Frente a esta necesidad de un análisis comparativo integrado, el objetivo general de este trabajo fueron comparar y analizar las adaptaciones morfológicas y sistémicas en ambos órdenes a través de una revisión bibliográfica, evaluando sus adaptaciones en las extremidades y las diferencias en los sistemas digestivo, respiratorio, circulatorio y olfativo. Para ello, se realizó una revisión sistemática con enfoque descriptivo-comparativo de trabajos publicados entre 1976 y 2025, utilizando bases de datos como PubMed y Google Scholar, así como libros especializados. Los resultados confirmaron una profunda divergencia: los Falconiformes mostraron una inversión en el módulo locomotor anterior (aéreo), con músculos de tipo rojo (aeróbicos), un sistema cardiovascular de alto rendimiento, una ranfoteca afilada para desgarrar presas y un tracto digestivo corto. En contraste, los Galliformes priorizaron el módulo locomotor posterior (terrestre), con músculos blancos (anaeróbicos), una ranfoteca robusta para procesar materia vegetal, y un sistema digestivo complejo con una molleja musculosa y ciegos desarrollados. Se concluyó que las adaptaciones morfológicas y sistémicas entre Falconiformes y Galliformes fueron profundas, consistentes y directamente atribuibles a sus roles ecológicos opuestos, representando dos soluciones evolutivas de gran éxito que ilustraron cómo la función modela la forma.

Palabras clave: adaptaciones morfológicas, sistemas fisiológicos, Falconiformes, Galliformes.

Abstract

Birds, one of the most diverse taxonomic groups, present specialized morphological and physiological adaptations that allow them to inhabit a wide variety of ecological niches. The orders Falconiformes (birds of prey) and Galliformes (fowl and allied species) are archetypes of this divergence, representing opposing life strategies as aerial predators and terrestrial generalists, respectively. Given the need for an integrated comparative analysis, the general objective of this study was to compare and analyze the morphological and systemic adaptations in both orders through a bibliographic review, evaluating their adaptations of the extremities and the differences in the digestive, respiratory, circulatory, and olfactory systems. To this end, a systematic review with a descriptive-comparative approach was conducted on works published between 1976 and 2025, using databases such as PubMed and Google Scholar, as well as specialized books. The results confirmed a profound divergence: Falconiformes showed an investment in the anterior locomotor module (aerial), with red-type (aerobic) muscles, a high-performance cardiovascular system, a sharp rhamphotheca for tearing prey, and a short digestive tract. In contrast, Galliformes prioritized the posterior locomotor module (terrestrial), with white (anaerobic) muscles, a robust rhamphotheca for processing plant matter, and a complex digestive system with a muscular gizzard and well-developed ceca. It was concluded that the morphological and systemic adaptations between Falconiformes and Galliformes were profound, consistent, and directly attributable to their opposing ecological roles, representing two highly successful evolutionary solutions that illustrated how function shapes form.

Keywords: morphological adaptations, physiological systems, Falconiformes, Galliformes.

Introducción

1. Introducción

Las aves constituyen uno de los grupos taxonómicos más diversos y exitosos del reino animal, y se caracterizan por una notable plasticidad evolutiva que les ha permitido colonizar una vasta gama de hábitats en todo el mundo. Este éxito se fundamenta en una serie de adaptaciones morfológicas y fisiológicas especializadas, que les confieren la capacidad de desarrollar estrategias únicas para la alimentación, la locomoción y la supervivencia en nichos ecológicos muy específicos(**Scanes, 2022**).

En este contexto, la comparación entre diferentes órdenes de aves ofrece una valiosa oportunidad para comprender cómo la evolución moldea la forma y la función en respuesta a presiones ambientales selectivas. Para este estudio, se han seleccionado dos órdenes que funcionan como arquetipos de especialización evolutiva: los Falconiformes, que agrupan a las aves rapaces diurnas, y los Galliformes, que incluyen a las aves de corral y especies afines(**Dial, 2003**). Los Falconiformes son depredadores aéreos por excelencia, equipados con cuerpos aerodinámicos, agudas garras y ranfotecas curvadas, diseñados para la caza activa (**Van Nostrand's Scientific Encyclopedia, 2005**). En cambio, los Galliformes son aves principalmente terrestres, con cuerpos robustos y adaptaciones orientadas al forrajeo de semillas y materia vegetal (**Meredith & Redrobe, 2007**). Este marcado contraste en sus estilos de vida los convierte en un modelo de estudio ideal para investigar las bases anatómicas de la especialización ecológica.

Si bien la biología de ambos grupos ha sido objeto de numerosos estudios, la literatura científica tiende a examinar sus adaptaciones de manera aislada. La investigación a menudo se enfoca en aspectos específicos, como la fisiología del vuelo en las aves de presa o la nutrición y digestión en las aves de corral. Esta especialización del conocimiento ha generado una necesidad de trabajos que sinteticen y comparen de manera integrada la biología de estos dos grupos (**Kavoi, 2013**). Un análisis que confronte directamente la anatomía y fisiología de ambos órdenes es fundamental para construir una comprensión más holística de cómo la divergencia ecológica se manifiesta en todos los niveles de la organización biológica de un animal.

La existencia de trayectorias evolutivas tan dispares sugiere, lógicamente, la presencia

de profundas diferencias estructurales en los sistemas que definen su interacción con el entorno. Es de esperar que la arquitectura de la ranfoteca y las garras, la configuración del sistema músculo-esquelético adaptado a modos de vida aéreos o terrestres, y la organización de los sistemas internos que sustentan sus dispares demandas metabólicas —como el digestivo, el cardiovascular y el respiratorio— presenten variaciones significativas y consistentes (Kavoi, 2013).

Este escenario, donde existen marcadas diferencias observables, pero falta un análisis comparativo integrado desde una perspectiva anatómica y fisiológica, motiva la necesidad de la presente revisión. Por lo tanto, el trabajo se guía por la siguiente pregunta de investigación: **¿Cómo varían las adaptaciones morfológicas y sistémicas entre las aves Falconiformes y Galliformes, y de qué manera estas diferencias influyen en sus funciones fisiológicas?** La relevancia de responder a esta pregunta desde las ciencias veterinarias es considerable. Un conocimiento profundo y comparativo de estas adaptaciones es crucial para realizar diagnósticos más precisos, desarrollar tratamientos más efectivos y establecer protocolos de manejo, nutrición y rehabilitación adecuados para cada grupo. De este modo, los resultados de esta revisión serán de potencial beneficio para un público amplio que incluye a médicos veterinarios clínicos, especialistas en fauna silvestre, biólogos de la conservación, anatomistas comparativos y profesionales de la industria avícola.

2.Objetivos

2.1 Objetivo general:

- Comparar y analizar las adaptaciones morfológicas y sistémicas en aves Falconiformes y Galliformes a través de una revisión bibliográfica, evaluando su impacto en las funciones fisiológicas, incluyendo las extremidades, los sistemas digestivo, respiratorio, circulatorio y la posible función del sistema olfativo.

2.2 Objetivos específicos:

- 1- Evaluar las adaptaciones morfológicas de las extremidades en aves Falconiformes y Galliformes.
- 2- Analizar las diferencias funcionales en los sistemas digestivo, respiratorio y circulatorio entre aves Falconiformes y Galliformes.
- 3- Analizar la posible función del sistema olfativo en aves Falconiformes y Galliformes.

3. Material y métodos

3.1 Tipo de estudio

El presente estudio corresponde a una **revisión sistemática con un enfoque descriptivo-comparativo**. El componente **sistemático** se refiere al método riguroso y estructurado utilizado para la búsqueda y selección de la literatura científica, que incluye fuentes de información, términos de búsqueda y criterios de selección explícitos, con el fin de minimizar sesgos y asegurar una cobertura exhaustiva del tema. El enfoque es **descriptivo-comparativo** porque, una vez recopilada la información, el objetivo principal es describir las adaptaciones morfológicas y sistémicas reportadas en la literatura para los órdenes Falconiformes y Galliformes, para luego confrontar y analizar comparativamente estas características. De esta manera, se busca sintetizar la evidencia científica disponible para responder a la pregunta de investigación y cumplir con los objetivos planteados.

3.2 Estrategia de Búsqueda de Información

Se realizó una búsqueda exhaustiva y estructurada de la literatura científica para identificar los trabajos más relevantes para el estudio.

- **Fuentes de Información:** La búsqueda se llevó a cabo en bases de datos científicas electrónicas, incluyendo PubMed y Google Scholar. Adicionalmente, se consultaron libros de texto especializados en anatomía y fisiología aviar, y se realizó una búsqueda manual en las listas de referencias de los artículos seleccionados para identificar trabajos adicionales pertinentes.
- **Términos de Búsqueda:** Se utilizaron combinaciones de palabras clave en español e inglés, empleando operadores booleanos (AND, OR). Los términos principales incluyeron: "adaptaciones morfológicas", "sistemas fisiológicos", "Falconiformes", "Galliformes", "anatomía comparada", "morfología", "fisiología", "ranfoteca", "sistema digestivo", "sistema cardiovascular", "sistema respiratorio", "músculo pectoral", "húmero" y "esternón".
- **Periodo de Búsqueda:** Se consideraron publicaciones realizadas entre 1976

y 2025. Este rango temporal amplio fue seleccionado de manera deliberada para poder incluir tanto trabajos anatómicos fundacionales y atlas clásicos como las investigaciones más recientes disponibles al momento de realizar la revisión, garantizando así una cobertura completa del tema.

3.3. Criterios de Selección de Referencias

Se establecieron criterios de inclusión y exclusión para asegurar la calidad y pertinencia de la literatura seleccionada.

- **Criterios de Inclusión:**

- Artículos científicos originales, revisiones bibliográficas, capítulos de libros, tesis y memorias de título.
- Publicaciones en español e inglés.
- Estudios enfocados en la anatomía, morfología y fisiología de los órdenes Falconiformes y Galliformes.
- Trabajos que analizaran específicamente los sistemas digestivo, cardiovascular, respiratorio y olfativo, así como las morfologías de las extremidades, la ranfoteca y las alas.

- **Criterios de Exclusión:**

- Publicaciones enfocadas únicamente en patologías o en el sistema reproductor.
- Artículos sin acceso al texto completo.
- Investigaciones con una descripción metodológica ambigua o sin un análisis estadístico adecuado.

3.4. Análisis y Síntesis de la Información

El proceso de análisis de los datos se realizó de manera cualitativa y comparativa, estructurado en función de los objetivos específicos de la investigación.

Selección y Extracción: Se realizó una selección inicial de los trabajos basada en la lectura de títulos y resúmenes. Posteriormente, se revisó el texto completo de los artículos preseleccionados para confirmar su elegibilidad. De un universo total de 29 referencias pertinentes identificadas, se realizó un análisis en profundidad de los trabajos más influyentes por su aporte de datos comparativos directos.

Análisis Comparativo por Objetivo:

O.E. 1 (Adaptaciones de las extremidades): Se realizó un análisis comparativo mediante la creación de tablas descriptivas para detallar y confrontar las características anatómicas de las extremidades, el esqueleto y la musculatura en ambos órdenes.

O.E. 2 (Diferencias en sistemas internos): Se empleó un enfoque comparativo basado en tablas y gráficos para resumir y visualizar las funciones y características clave de los sistemas digestivo, respiratorio y circulatorio, identificando patrones y diferencias relevantes entre ambos órdenes.

O.E. 3 (Función del sistema olfativo): Se llevó a cabo una síntesis cualitativa de la información disponible sobre las estructuras y funciones del sistema olfativo, presentando los hallazgos en una tabla comparativa que relaciona las estructuras anatómicas con sus posibles funciones biológicas.

Herramientas y Representación de Datos: Los datos recopilados fueron organizados, tabulados y clasificados utilizando hojas de cálculo de Microsoft Excel. Para la visualización de datos morfométricos, se utilizaron los datos recopilados para crear gráficos comparativos, como gráficos de barras, con el fin de ilustrar las diferencias clave entre los grupos. La interpretación final se basó en la integración crítica de los hallazgos de todas las fuentes seleccionadas para construir un análisis coherente que respondiera a la pregunta de investigación.

4. Resultados

4.1 Resultados Generales

Para la presente revisión bibliográfica se realizó una búsqueda y selección en diversas

bases de datos científicas, identificando un universo total de 29 referencias pertinentes que abordan la anatomía, fisiología, morfometría y evolución de los órdenes Galliformes y Falconiformes. De este conjunto, se seleccionaron los trabajos más influyentes por su alto aporte de datos comparativos directos. Estos trabajos, publicados entre 1976 y 2025, provienen de investigaciones realizadas en diversos países y emplean metodologías que van desde la disección anatómica clásica hasta la morfometría geométrica 3D. A modo de resumen, La tabla extendida con el análisis de las 15 referencias más relevantes se puede consultar en la sección de Anexos (ver Anexo 1).

4.2. Resultados Específicos

A continuación, se presentan los resultados de la revisión bibliográfica organizados según los Objetivos Específicos (O.E.) de la investigación.

4.2.1 O.E. 1: Evaluar las adaptaciones morfológicas de las extremidades en aves Falconiformes y Galliformes

El análisis de la literatura revela una profunda dicotomía en las adaptaciones de las extremidades que responde al modelo de "módulos locomotores", donde las aves poseen aparatos musculoesqueléticos distintos para sus miembros anteriores y posteriores. Los Galliformes priorizan el módulo locomotor posterior (terrestre), mientras que los Falconiformes muestran una mayor inversión en el módulo anterior (aéreo) (Dial, 2003).

Morfología de la ranfoteca y evolución del Cráneo

La forma de la ranfoteca está fuertemente vinculada a la dieta de cada orden. Un análisis morfométrico basado en el modelo "Power Cascade" (que describe la forma de un objeto puntiagudo mediante los parámetros de "relación de Aspecto" y "pendiente") demuestra esta correlación.

- La forma de la ranfoteca está fuertemente vinculada a la dieta de cada orden. Un análisis morfométrico basado en el modelo "Power Cascade" demuestra esta correlación. Los Falconiformes, como aves carnívoras, tienden a presentar ranfotecas más gráciles (con una "Relación de Aspecto" más alta) y una "Pendiente" elevada, lo que se traduce en una punta muy aguda para desgarrar carne. Esta especialización se refleja en una tasa evolutiva excepcionalmente rápida concentrada

en el módulo del rostro (**Garland et al., 2025**). Por otro lado, los Galliformes tienden a poseer ranfotecas más robustas (con una "Relación de Aspecto" más baja) para procesar materia vegetal y semillas, y la evolución de su cráneo se ha concentrado en otras regiones, como la occipital (**Felice & Goswami, 2018**). La Figura 1 ilustra visualmente esta divergencia, mostrando cómo las ranfotecas de ambos grupos ocupan diferentes espacios morfológicos según su dieta.

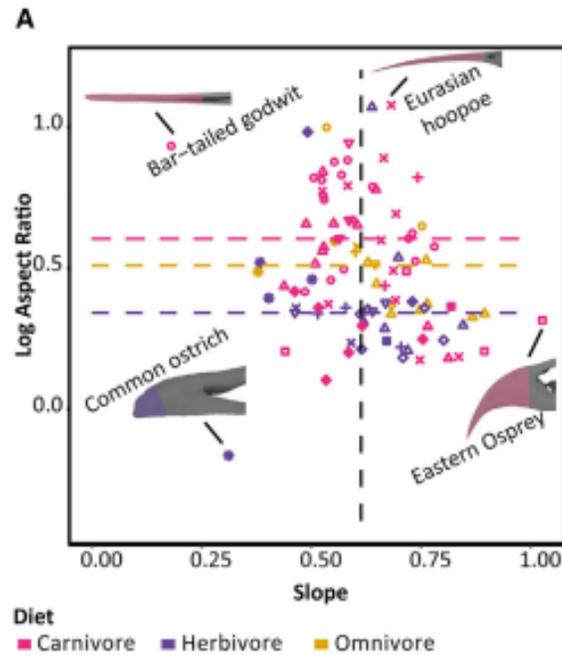


Figura 1. Morfoespacio de la ranfoteca en Aves Modernas. El gráfico muestra la distribución de las formas de la ranfoteca según el modelo "Power Cascade". las aves carnívoras como los falconiformes (rosado) tienden a agruparse en la zona de mayor "relación de aspecto" (ranfotecas gráciles), mientras que las omnívoras/herbívoras como los Galliformes (amarillo/púrpura) ocupan el espacio de menor "relación de aspecto" (ranfotecas robustas). (Figura adaptada de Garland et al., 2025).

Sistema Muscular

La especialización de cada orden se manifiesta visiblemente en la composición de sus

músculos de vuelo. Los Falconiformes poseen músculos de color rojo, indicativo de una alta concentración de mioglobina necesaria para el metabolismo aeróbico que sustenta sus vuelos de resistencia. Por el contrario, los músculos de los Galliformes son blancos, con baja mioglobina y dependientes del metabolismo anaeróbico, lo que les permite generar una inmensa potencia para ráfagas de vuelo cortas y explosivas (Dial, 2003; Kavoi, 2013). Esta diferencia funcional tiene un correlato anatómico directo, como la presencia del "biceps slip" en Galliformes, que está ausente en Falconiformes (Zhang & Yang, 2013). Por su parte, la musculatura del ala de los Falconiformes representa entre el 7,68 % y 10,26 % de la masa corporal total (Picasso & Mosto, 2018).a contribución relativa de cada músculo a esta masa se visualiza en la Figura 2.

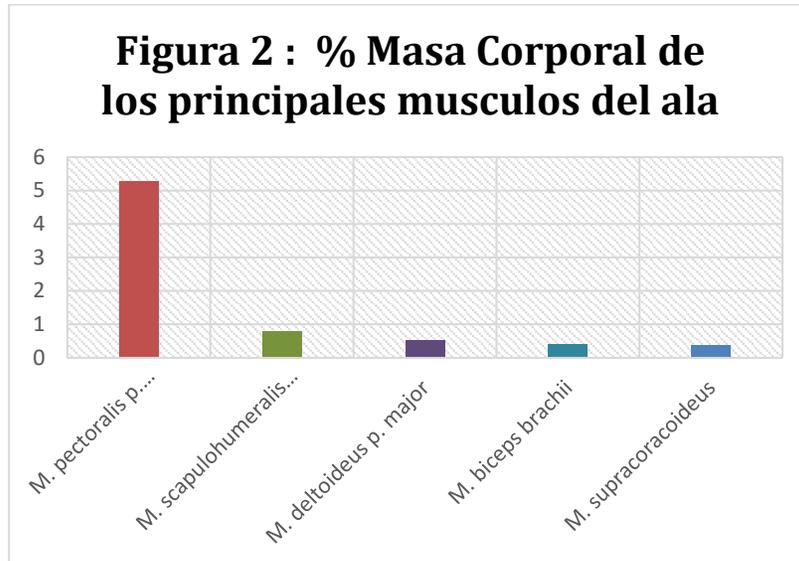


Figura 2. Contribución de los Principales Músculos del Ala a la Masa Corporal en *Caracara plancus* (Falconiformes). Este gráfico de barras, de autoría propia, visualiza los datos morfométricos de Picasso & Mosto (2018). Ilustra la dominancia del *M. pectoralis* (~5,27 %) sobre los demás músculos del ala, como el *M. scapulohumeralis caudalis* (0,79 %) y el *M. deltoideus major* (0,53%), reflejando la importancia del batido hacia abajo para la propulsión en el vuelo de estas aves.

Sistema Esquelético

La osteología de ambos órdenes refleja las mismas presiones selectivas. El esternón de

los Galliformes está optimizado para el vuelo de ráfaga, presentando un cuerpo esternal alargado y profundas escotaduras caudales. Además, poseen procesos laterales adicionales, homólogos a costillas esternales, que no se observan en otros clados. El esternón de los Falconiformes, en cambio, puede tener fenestras (agujeros) en lugar de escotaduras, una morfología asociada a una mayor osificación y robustez que se correlaciona con vuelos más aeróbicos y sostenidos (**Lowi-Merri et al., 2021**). En la Figura 3 se presenta una comparación visual de la morfología del esternón en un representante de cada orden.

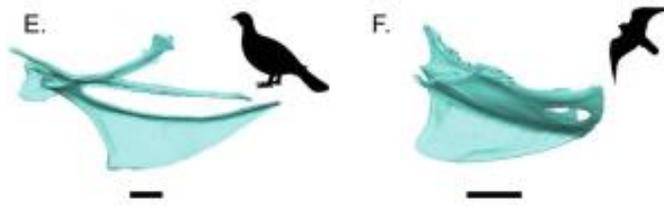


Figura 3. Comparación de la morfología del esternón. Vista lateral del esternón de un Galliforme, *Alectoris chukar* (izquierda) E, y un Falconiforme, *Falco sparverius* (derecha) F. Se aprecian diferencias en la forma general, la profundidad de la quilla y la estructura del borde caudal, asociadas a sus distintos estilos de vuelo. (Figura adaptada de Lowi-Merri et al., 2021).

El húmero de los Falconiformes también muestra adaptaciones sutiles: las especies de vuelo rápido y de persecución, como los *Accipiter*, tienen crestas deltoides y bicipitales más grandes, mientras que las aves de vuelo lento y planeadoras, como los buitres del género *Gyps*, presentan húmeros más esbeltos con crestas más pequeñas (**Siewwright & Macleod, 2012**). En los Galliformes, la adaptación a la vida terrestre se manifiesta en el esqueleto pélvico. La presencia del músculo *m. iliofemoralis externus*, un fuerte flexor de la cadera es una característica compartida con otras aves corredoras como el ñandú, lo que evidencia una convergencia funcional para la locomoción terrestre (**Picasso et al., 2020**). Pese a la marcada especialización de cada módulo, existe una fuerte integración evolutiva entre ambos demostrada, por una correlación positiva estadísticamente significativa entre la longitud de la quilla del esternón y la longitud del ilion, patrón que se cumple tanto en Galliformes como en Falconiformes (**Zhao et al; 2017**) Las diferencias fundamentales discutidas en esta sección se resumen de manera comparativa en la Tabla 1.

Tabla 1. Comparación de adaptaciones morfológicas del aparato Locomotor entre Falconiformes y Galliformes.

Característica	Falconiformes	Galliformes	Fuente(s)
Módulo Locomotor Dominante	Miembros anteriores y posteriores equilibrados.	Miembro posterior (adaptado a la cursorialidad).	Dial (2003)
Tipo de Músculo de Vuelo	Rojo (aeróbico), para vuelo sostenido.	Blanco (anaeróbico), para vuelo de ráfaga.	Kavoi (2013)
Miología del ala	Sin "biceps slip"; más vientres musculares en halcones.	Con "biceps slip"; sin capa pectoral profunda.	Zhang & Yang (2013) (Galliforme); Picasso & Mosto (2018) (Falconiforme)
Esternón	Borde caudal robusto, a menudo con fenestras.	Cuerpo alargado, con escotaduras profundas y procesos laterales.	Lowi-Merri et al. (2021)
Correlación Esternón-Pelvis	Positiva entre la longitud de la quilla y del ilion.	Positiva entre la longitud de la quilla y del ilion.	Zhao et al. (2017)

4.2.2. O.E. 2: Analizar las diferencias funcionales en los sistemas digestivo y cardiovascular.

Los sistemas internos de ambos órdenes están optimizados para dietas y demandas metabólicas opuestas.

Sistema Digestivo

El tracto digestivo de los Falconiformes, como aves carnívoras, está adaptado para el procesamiento eficiente de la carne. Esto se refleja en un tracto intestinal relativamente corto y un estómago muscular (molleja) menos desarrollado en comparación con las aves que consumen materia vegetal dura. En consonancia con una dieta que no requiere la digestión de fibra, los ciegos intestinales en los Falconiformes están ausentes o son pequeños y de carácter principalmente linfoide, sin una función digestiva significativa

(Duke, G. E., 1997)

El sistema digestivo de los Galliformes, por el contrario, está marcadamente adaptado a una dieta granívora y herbívora. Su molleja es un órgano extremadamente musculoso y de paredes gruesas, particularmente en especies como los urogallos que consumen alimentos muy duros. Sus intestinos son largos y, crucialmente, poseen ciegos bien desarrollados en todas las especies del orden. En estos órganos ocurre la digestión bacteriana de la celulosa, y su tamaño se correlaciona directamente con la cantidad de fibra cruda en la dieta. **(Coles, 2007)**. Estas adaptaciones opuestas, que reflejan directamente la dieta de cada orden, se presentan de manera comparativa en la Tabla 2.

Tabla 2. Comparación de Características Clave del Sistema Digestivo.

Característica	Falconiformes	Galliformes
Dieta principal	Carnívora	granívora / omnívora
Molleja	De paredes delgadas, forma egagrópilas.	Musculosa, con grit, para triturar.
Intestinos	Relativamente cortos.	Relativamente largos.
Ciegos intestinales	Reducidos, ausentes o de carácter linfoide.	Grandes y funcionales para la digestión de fibra.

Fuentes: extraídas de **Coles (2007)** y **Duke (1997)**

Sistema Cardiovascular

El sistema cardiovascular de los Falconiformes está adaptado para un rendimiento tipo atleta. Su corazón es proporcionalmente más grande, representando entre un 1,2 % y 1,7 % de la masa corporal, en comparación con el ~0.4% en los Galliformes **(Scanes, 2022; Whittow, 2000)**. Esta mayor capacidad de bombeo es necesaria para irrigar sus músculos de vuelo aeróbicos. La sangre de los Falconiformes tiene una mayor capacidad de transporte de oxígeno, como lo demuestran sus valores consistentemente más altos de hematocrito (45-50 % vs. 30-35% en Galliformes), una mayor concentración de hemoglobina (15-17,5 g/dL vs. ~9,4 g/dL) y un mayor recuento de eritrocitos (3,4-4,6 millones/ μ L vs. ~3.0 millones/ μ L) **(Gregory, 2000; Scanes, 2022)**. Curiosamente, el tamaño individual de los glóbulos rojos no es drásticamente menor para aumentar la

superficie de intercambio; de hecho, en el halcón peregrino ($99 \mu\text{m}^2$) son ligeramente más grandes que en el pollo ($91 \mu\text{m}^2$), lo que indica que la eficiencia se logra mediante una mayor concentración celular y de hemoglobina, no por una reducción del tamaño celular (**Gregory, 2000**). La diferencia en la capacidad de trabajo es inmensa: un halcón en vuelo puede alcanzar frecuencias cardíacas de hasta 900 latidos por minuto (**Mills, 2023**). La Tabla 3 resume y compara estos parámetros cardiovasculares y fisiológicos clave entre ambos órdenes.

Tabla 3. Comparación de Parámetros Cardiovasculares y Fisiológicos.

Parámetro	Falconiformes	Galliformes	Autores
Masa Cardíaca Relativa	Alta (~1,2 – 1,7 % de la masa corporal)	Baja (~0,4 % de la masa corporal)	Scanes (2022)
Frecuencia Cardíaca (Reposo)	60 - 300 lpm (variable por tamaño)	93 - 360 lpm	Redig & Arent (2008) (para Falconiformes); Coles (2007) (para Galliformes)
Frecuencia Cardíaca (Actividad)	600 - 900 lpm	408 lpm	Mills (2023)
Hematocrito (%)	Alto (45 – 50 %)	Bajo (29 – 35 %)	Whittow (2000)
Hemoglobina (g/dL)	Alta (15 – 17,5 g/dL)	Baja (~9,4 g/dL)	Whittow (2000)
Recuento de Eritrocitos	Mayor (3,4 - 4,6 millones/ μL)	Menor (~3,0 millones/ μL)	Whittow (2000)

Sistema Respiratorio

El sistema respiratorio aviar es una estructura altamente eficiente, adaptada para satisfacer las elevadas demandas metabólicas del vuelo. Se caracteriza por poseer pulmones parabronquiales rígidos que no cambian de volumen y un sistema de sacos aéreos que actúan como fuelles, permitiendo un flujo de aire unidireccional y continuo que facilita el intercambio gaseoso tanto en la inspiración como en la espiración (Kavoi ,2013). Una parte integral de este sistema son los divertículos paravertebrales,

extensiones de los sacos aéreos que neumatizan el esqueleto axial, una adaptación para aligerar el cuerpo que es ubicua tanto en Galliformes como en Falconiformes **(Scanes,2022)**.

La diferencia funcional más relevante entre ambos órdenes se encuentra en la interacción del sistema respiratorio con el esqueleto, específicamente con el esternón. La ventilación es facilitada por músculos abdominales y oblicuos que se insertan en los bordes caudales del esternón para moverlo y así expandir y comprimir los sacos aéreos. La morfología esternal de cada orden refleja sus distintas demandas ventilatorias **(Lowi-Merri et al., 2021)**:

- En los Falconiformes, cuyo vuelo es sostenido y altamente aeróbico, el borde caudal del esternón es más osificado y robusto, presentando a menudo fenestras (agujeros) en lugar de escotaduras abiertas. Esta mayor superficie ósea proporciona un anclaje más firme para los músculos ventilatorios, lo cual es consistente con la necesidad de un intercambio gaseoso más eficiente durante el vuelo prolongado **(Lowi-Merri et al., 2021)**. Estudios volumétricos en esta línea, como los realizados en el gavilán de cola roja (*Buteo jamaicensis*), muestran que los sacos aéreos comprenden la vasta mayoría del volumen del sistema respiratorio (aprox. 93%), actuando como un gran reservorio de aire **(Malka et al.,2009)**.
- En los Galliformes, adaptados al vuelo de ráfaga anaeróbico, el esternón presenta un cuerpo alargado con profundas escotaduras caudales y procesos laterales adicionales. Esta morfología ofrece una menor superficie de inserción para los músculos ventilatorios, lo que es coherente con un tipo de vuelo que no requiere la misma resistencia respiratoria. Además, este orden presenta particularidades anatómicas como la presencia de bucles traqueales alargados en algunas especies (e.g., urogallos) y la ausencia del saco aéreo torácico caudal en el pavo común (*Meleagris gallopavo*) **(Coles, 2007)**. La Tabla 5 ofrece un resumen comparativo de estas características, destacando cómo la morfología del esternón y otras particularidades anatómicas se alinean con las demandas fisiológicas de cada orden.

Tabla 4. Comparación de Características del Sistema Respiratorio

Característica	Falconiformes	Galliformes	Fuentes
Morfología Caudal del Esternón	Robusta, a menudo con fenestras.	escotaduras profundas y procesos laterales adicionales.	Lowi-Merri et al. (2021).
Función Asociada del Esternón	Adaptado para ventilación en vuelo aeróbico.	Adaptado para las demandas del vuelo de ráfaga anaerobico	Malka et al. (2009) (para Falconiformes); Lowi-Merri et al. (2021) (para Galliformes)
Sacos Aéreos	Típicamente 9 (comprenden ~93 nnn% del volumen total).	Generalmente 9, pero 7 en el pavo común.	Malka et al. (2009) (para Falconiformes); Coles (2007) (para Galliformes)
Traquea	Sin particularidades descritas en los estudios analizados.	Puede presentar bucles alargados en algunas especies.	Coles (2007).(para galliformes)

4.2.3. O.E. 3: Analizar la posible función e importancia del sistema olfativo.

Sistema Olfativo

El análisis del sistema olfativo en Falconiformes y Galliformes revela una divergencia en la relevancia de este sentido, lo que se corresponde con sus distintos nichos ecológicos y estrategias de forrajeo.

Falconiformes: En la mayoría de las aves de presa diurnas, el sentido del olfato se considera poco desarrollado y no juega un papel principal en la localización de presas. Esto se correlaciona con un bulbo olfatorio relativamente pequeño en comparación con el tamaño total del cerebro (**Corfield et al., 2015**) y un repertorio genético reducido de .ñlreceptores olfativos (OR), que son los responsables de detectar las moléculas de olor (**Potier, 2020**).

Galliformes: En contraste, el sistema olfativo de los Galliformes, aunque no es tan

desarrollado como en aves especialistas, es funcionalmente significativo. El tamaño relativo de su bulbo olfatorio es moderado y mayor que el de muchos Falconiformes no carroñeros (Corfield et al., 2015). Análisis genéticos del pollo doméstico (*Gallus gallus*) revelan un repertorio moderado de genes receptores olfativos funcionales (**Driver & Balakrishnan, 2021**). La evidencia conductual demuestra que utilizan este sentido en contextos importantes para su supervivencia, como la selección de alimento, evitando comidas con sabores aversivos, y en una variedad de interacciones sociales, incluyendo el reconocimiento entre individuos y las relaciones maternofiliales (**Jones & Roper, 1997; Krause & Schrader, 2016**). La Tabla 5 resume esta divergencia sensorial, comparando la relevancia, la morfología del bulbo olfatorio y el respaldo genético en ambos órdenes.

Tabla 5. Comparación de Características del Sistema Olfativo

Característica	Falconiformes	Galliformes
Relevancia General	Generalmente baja, no usada para la caza. Potier (2020).	Funcional, rol en forrajeo y contextos sociales. Jones & Roper (1997) y Krause & Schrader (2016).
Tamaño Relativo del Bulbo Olfatorio	Generalmente pequeño. Corfield et al. (2015).	Moderado; mayor que en muchos Falconiformes no carroñeros. Corfield et al. (2015).
Repertorio de Genes Receptores Olfativos	Generalmente reducido. Potier (2020).	Moderado (analizado en <i>Gallus gallus</i>). Driver & Balakrishnan (2021)

5. Discusión

5 Discusión

El presente estudio de revisión bibliográfica se propone comparar y analizar las

adaptaciones morfológicas y sistémicas entre aves Falconiformes y Galliformes, evaluando su impacto en las funciones fisiológicas, tal como lo establece el objetivo general. Los hallazgos recopilados confirman de manera contundente la existencia de dos trayectorias evolutivas marcadamente divergentes. Estas no representan meras variaciones, sino dos paradigmas biológicos distintos, moldeados por las presiones selectivas de sus respectivos nichos ecológicos: el de un depredador aéreo especializado (Falconiformes) y el de un generalista predominantemente terrestre (Galliformes). Esta discusión analiza en profundidad los resultados para cada objetivo específico, integrando sus implicancias en el ámbito de las ciencias veterinarias y discutiendo en base a la evidencia científica recopilada **(Kavoi, 2013)**.

5.1. Análisis de las adaptaciones morfológicas de las extremidades

La evaluación de las adaptaciones en las extremidades revela una de las dicotomías más profundas entre ambos órdenes, una que se entiende mejor a través del modelo de "módulos locomotores" **(Dial, 2003)**. Este marco conceptual es fundamental para interpretar cómo la evolución favorece de manera diferencial el aparato locomotor anterior (alas) en los Falconiformes y el posterior (patas) en los Galliformes.

Los Galliformes son el arquetipo de la especialización en el módulo posterior. Su anatomía está optimizada para la vida terrestre, con patas robustas, garras cortas adaptadas para la estabilidad y el escarbado, y una pelvis ancha que soporta una musculatura potente para la carrera. La presencia del músculo *m. iliofemoralis externus*, un fuerte flexor de la cadera es una adaptación anatómica clave para la cursorialidad **(Picasso et al., 2020)**. Su módulo anterior, en cambio, está diseñado para un propósito muy específico: el escape. Esto se refleja en la miología de sus alas, dominada por fibras musculares blancas, de baja concentración en mioglobina y dependientes del metabolismo anaeróbico, lo que les permite generar una inmensa potencia para ráfagas de vuelo cortas y explosivas **(Kavoi, 2013; Dial, 2003)**.

La arquitectura esquelética apoya esta función, con un esternón de cuerpo alargado y profundas escotaduras caudales que permiten el anclaje de músculos de aleteo potente **(Lowi-Merri et al., 2021)**.

En el extremo opuesto, los Falconiformes invierten masivamente en su módulo locomotor anterior. Sus extremidades posteriores son herramientas de caza, con garras largas,

afiladas y curvadas para la aprehensión letal de presas. Sin embargo, es su aparato de vuelo el que define su éxito ecológico. Sus músculos pectorales son rojos, ricos en mioglobina y mitocondrias, adaptados para un metabolismo aeróbico que sustenta vuelos de resistencia, ya sea de persecución o de planeo prolongado **(Kavoi, 2013)**. La osteología del ala refleja esta especialización, con variaciones sutiles en la morfología del húmero que se correlacionan con diferentes estilos de caza y vuelo **(Sievwright & Macleod, 2012)**. Su esternón robusto, a menudo con fenestras, proporciona una plataforma sólida y una mayor superficie de anclaje para estos músculos de vuelo aeróbico **(Lowi-Merri et al., 2021)**. Es fascinante notar que, a pesar de esta especialización opuesta, ambos módulos no evolucionan de forma aislada. La fuerte correlación positiva entre la longitud de la quilla esternal y la del ilion en ambos órdenes **(Zhao et al., 2017)** demuestra una profunda integración evolutiva, y sugiere que la forma y función de un módulo ejercen una influencia selectiva sobre el otro.

Desde el punto de vista de las ciencias veterinarias, estas diferencias anatómicas son críticas.

En la clínica de aves, la evaluación de la condición corporal mediante la palpación de la masa muscular pectoral tiene un significado diferente: en un halcón, una atrofia severa indica incapacidad para cazar y, por tanto, un pronóstico grave; en una gallina, si bien es un signo de enfermedad, no compromete su principal modo de locomoción. Los enfoques de la ortopedia y la rehabilitación también deben ser radicalmente distintos. Una fractura de ala en un Falconiforme requiere una reparación anatómica perfecta para restaurar la aerodinámica del vuelo sostenido. Una fractura similar en un Galliforme, aunque grave, tiene un pronóstico funcional más favorable si se prioriza la capacidad de realizar vuelos cortos de escape. Del mismo modo, la rehabilitación de un ave de presa se centra en la resistencia aeróbica y la fuerza de las alas, mientras que la de un ave galliforme se enfoca más en la fuerza de las extremidades posteriores **(Meredith & Redrobe, 2007)**.

5.2. Análisis de las diferencias funcionales en los sistemas digestivo, respiratorio y circulatorio

Los sistemas internos de ambos órdenes están finamente sintonizados con sus dietas y demandas metabólicas opuestas, lo que se traduce en diferencias anatómicas y funcionales muy marcadas.

El sistema digestivo es un claro ejemplo. Los Falconiformes, como carnívoros, poseen un tracto digestivo corto y eficiente, diseñado para el procesamiento rápido de proteínas y grasas. Su molleja, de paredes delgadas, funciona más como un órgano de compactación para formar egagrópilas que como un molino, y sus ciegos intestinales son vestigiales o de carácter linfoide, consistentes con una dieta que no requiere fermentación de fibra **(Duke, 1997)**.

Los Galliformes, por el contrario, están equipados para una dieta granívora/herbívora. Su anatomía digestiva incluye una molleja gruesa y extremadamente musculosa que utiliza *grit* para la trituración mecánica, un intestino relativamente largo para maximizar la absorción de nutrientes de origen vegetal, y ciegos largos y funcionales que albergan una microbiota para la fermentación de celulosa **(Coles, 2007)**.

Estas diferencias anatómicas dictan la patología veterinaria. En Falconiformes, los clínicos deben estar atentos a problemas como la retención de egagrópilas, la impactación por presas enteras, o las perforaciones intestinales por huesos de presas. En Galliformes, las patologías comunes incluyen la impactación del buche o la molleja con material de cama, la disbiosis cecal (por ejemplo, coccidiosis) y las enfermedades metabólicas asociadas a dietas de alta energía **(Coles, 2007)**.

El "motor" de estas aves, compuesto por los sistemas cardiovascular y respiratorio, también exhibe una especialización extrema. Los Falconiformes son atletas de alto rendimiento. Su corazón es proporcionalmente más grande (1,2-1,7 % de la masa corporal) y su sangre tiene una mayor capacidad de transporte de oxígeno, como lo demuestran sus elevados valores de hematocrito (45-50 %) y hemoglobina **(Scanes, 2022; Whittow, 2000)**.

Este sistema de alta eficiencia es indispensable para irrigar sus músculos de vuelo aeróbicos. Su sistema respiratorio, aunque comparte el diseño básico aviar, está estructuralmente adaptado para maximizar el intercambio gaseoso durante el vuelo prolongado, como lo sugiere la morfología robusta de su esternón **(Lowi-Merri et al., 2021)**. En contraste, los Galliformes poseen un sistema cardiovascular y respiratorio adaptado a un metabolismo más estable y a ráfagas de actividad anaeróbica. Su corazón es más pequeño (~0,4 % de la masa corporal) y sus parámetros sanguíneos son más bajos **(Whittow, 2000)**.

Las implicancias veterinarias son profundas, especialmente en anestesiología y medicina de emergencia. Un Falconiforme bajo anestesia requiere un monitoreo cardiovascular y respiratorio más intensivo, ya que su alto metabolismo lo hace más susceptible a la hipoxia y la hipotermia. El manejo del shock en un ave de presa debe ser agresivo, con el objetivo de restaurar rápidamente el volumen y la capacidad de transporte de oxígeno para soportar su alta demanda metabólica (**Meredith & Redrobe, 2007**).

5.3. Análisis de la posible función del sistema olfativo

El análisis del sistema olfativo revela una divergencia sensorial que complementa el resto de las adaptaciones. En la mayoría de los Falconiformes diurnos, la visión es el sentido dominante y el olfato juega un papel secundario. Esto se correlaciona morfológicamente con un bulbo olfatorio relativamente pequeño y un repertorio reducido de genes receptores olfativos (**Potier, 2020; Corfield et al., 2015**). En marcado contraste, los Galliformes poseen un sistema olfativo funcionalmente significativo. Su bulbo olfatorio es de tamaño moderado, y la evidencia conductual demuestra que lo utilizan activamente en la selección de alimento y en complejas interacciones sociales (**Jones & Roper, 1997; Krause & Schrader, 2016**).

Para la veterinaria, esto tiene implicancias en el manejo y el bienestar animal, sobre todo en la producción avícola. El ambiente olfativo es un factor relevante para los Galliformes; olores aversivos son una fuente de estrés, mientras que el enriquecimiento con estímulos olfativos promueve comportamientos naturales y mejora el bienestar. En la clínica, la anorexia en un pollo puede estar ligada, aunque de forma infrecuente, a una disfunción olfativa, una posibilidad que es extremadamente remota en un halcón.

5.4. Opinión, Limitaciones y Proyecciones del Estudio

En mi opinión, la evidencia recopilada y analizada en esta revisión, fundamentada en los trabajos de autores clave, nos obliga a ver a estos dos órdenes no como simples variantes de un plan corporal aviar, sino como dos "soluciones" evolutivas integrales y optimizadas para desafíos opuestos. El concepto de "módulos locomotores" (**Dial, 2003**), la evidencia de evolución craneal en mosaico que especializa el rostro como un arma en Falconiformes (**Felice & Goswami, 2018**), y la fina correlación entre la morfología esquelética y el tipo de vuelo (**Lowi-Merri et al., 2021**), demuestran que cada rasgo

anatómico es una pieza de un rompecabezas funcional coherente. Como futuro médico veterinario, considero que esta perspectiva es indispensable. Abordar la clínica de un Falconiforme sin comprender su fisiología de atleta de élite o tratar a un Galliforme sin considerar su adaptación como procesador de fibra terrestre, es ignorar la biología fundamental del paciente. La medicina veterinaria de excelencia en aves no puede ser genérica; debe estar profundamente informada por la ecología evolutiva **(Kavoi, 2013)**. No obstante, este estudio posee limitaciones inherentes a su diseño. Al ser una revisión bibliográfica, sus conclusiones dependen de la disponibilidad y calidad de la investigación existente. Existe el riesgo de generalizar a partir de un número limitado de especies estudiadas que pueden no representar la totalidad de la diversidad dentro de cada orden. Por ejemplo, los buitres del Nuevo Mundo, que son aves de presa con un sentido del olfato altamente desarrollado, constituyen una notable excepción a la tendencia observada en los Falconiformes. Además, el enfoque de este trabajo excluye deliberadamente el análisis de otros sistemas, como el reproductor o el endocrino, que sin duda presentan adaptaciones igualmente fascinantes y relevantes **(Potier, 2020)**. Las proyecciones para futuras investigaciones son vastas. Es necesario realizar más estudios de anatomía comparada y morfometría geométrica en una gama más amplia de especies para validar y refinar las tendencias aquí identificadas. La aplicación de técnicas de imagenología avanzada, como la tomografía computarizada (TC) de contraste para visualizar el sistema cardiovascular en vivo, puede cuantificar de manera precisa las diferencias en el volumen cardíaco y la vasculatura. A nivel molecular, la expansión de los estudios genómicos puede identificar los genes específicos responsables de las diferencias en el metabolismo muscular, la fisiología cardiovascular y las capacidades sensoriales **(Scanes, 2022)**.

6. Conclusión

La presente revisión bibliográfica sistemática cumplió con su objetivo general al comparar y analizar las profundas adaptaciones morfológicas y sistémicas que distinguen a las aves Falconiformes y Galliformes, evaluando su impacto en las funciones fisiológicas. En respuesta a la pregunta de investigación, este estudio concluyó que las variaciones entre ambos órdenes fueron consistentes, abarcando desde la anatomía externa hasta la fisiología interna, y fueron directamente atribuibles a sus roles ecológicos divergentes como depredadores

aéreos especializados y generalistas terrestres, respectivamente.

Esta divergencia se manifestó en la morfología de la ranfoteca, que en los Falconiformes ha evolucionado como un arma grácil y aguda para la captura y desgarrar de presas (**Garland et al., 2025; Felice & Goswami, 2018**), mientras que en los Galliformes fue una herramienta robusta adaptada para procesar materia vegetal dura (**Garland et al., 2025**). Asimismo, la dicotomía se extendió al sistema **musculoesquelético**, donde se observó una inversión en "módulos locomotores" opuestos (**Dial, 2003**): los Falconiformes optimizaron el módulo anterior para el vuelo sostenido y aeróbico, con musculatura roja (Kavoi, 2013) y un esternón robusto (**Lowi-Merri et al., 2021**), mientras que los Galliformes priorizaron el módulo posterior para la locomoción terrestre, con músculos blancos adaptados para escapes explosivos (**Dial, 2003; Kavoi, 2013**). A nivel interno, el diseño del tracto digestivo se correlacionó directamente con la dieta, siendo corto y eficiente para el procesamiento de carne en Falconiformes (**Duke, 1997**) y complejo y adaptado a la digestión de fibra en Galliformes (**Coles, 2007**). Este patrón se reflejó en el sistema cardiovascular, que en los Falconiformes fue un "motor" de alto rendimiento con un corazón más grande y sangre con mayor capacidad de transporte de oxígeno (**Scanes, 2022; Whittow, 2000**), a diferencia del sistema de los Galliformes, diseñado para un metabolismo más estable. Finalmente, la divergencia se extendió al plano sensorial, con los Falconiformes dependiendo de una aguda visión y poseyendo un sentido del olfato reducido (**Potier, 2020; Corfield et al., 2015**), mientras que los Galliformes utilizaron un sentido del olfato funcionalmente relevante para el forrajeo e interacciones sociales (**Jones & Roper, 1997; Krause & Schrader, 2016**). En definitiva, los Falconiformes y Galliformes no solo fueron diferentes, sino que representaron dos soluciones evolutivas de gran éxito que, partiendo de un ancestro común, siguieron caminos de especialización opuestos, lo que ilustró de manera contundente cómo la función y el ambiente modelan la forma en la historia de la vida.

7. REFERENCIAS

1. Coles, B. H. (2007). Galliformes. En T. R. Tully, G. M. Dorrestein, & A. K. Jones (Eds.), *Handbook of Avian Medicine* (2.^a ed., pp. 309–334). Saunders Elsevier.
2. Corfield, J. R., Price, K., Iwaniuk, A. N., Gutiérrez-Ibáñez, C., Birkhead, T., & Wylie, D. R. (2015). Diversity in olfactory bulb size in birds reflects allometry, ecology, and phylogeny. *Frontiers in Neuroanatomy*,. Recuperado en : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26283931/>
3. Dial, K. P. (2003). Evolution of Avian Locomotion: Correlates of Flight Style, Locomotor Modules, Nesting Biology, Body Size, Development, and the Origin of Flapping Flight. *The Auk*, Recuperado en : https://www.researchgate.net/publication/335660529_Evolution_of_Avian_Locomotion_Correlates_of_Flight_Style_Locomotor_Modules_Nesting_Biology_Body_Size_Development_and_The_Origin_of_Flapping_Flight
4. Driver, R. J., & Balakrishnan, C. N. (2021). Highly contiguous genomes improve the understanding of avian olfactory receptor repertoires. *Molecular Ecology Resources*,. Recuperado en : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34180521/>
5. Duke, G. E. (1997). Gastrointestinal physiology and nutrition in wild birds. *Proceedings of the Nutrition Society*, 56(3), 1049–1056. Recuperado en : <https://www.cambridge.org/core/journals/proceedings-of-the-nutrition-society/article/gastrointestinal-physiology-and-nutrition-in-wild-birds/2CFE4CEC586E54DA1E970E97B767322E>
6. Felice, R. N., & Goswami, A. (2018). Developmental origins of mosaic evolution in the avian cranium. *Proceedings of the National Academy of Sciences*,
7. Garland, K. L. S., Hay, E. M., Field, D. J., & Evans, A. R. (2025). Common Recuperado en : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29279399/>
8. developmental origins of beak shapes and evolution in theropods. *iScience*, 28(4), 112246. Recuperado en : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40235591/>
9. Bartholomew, G. A., & Cade, T. J. (1957). The body temperature of the American kestrel, *Falco sparverius*. *The Wilson Bulletin*, 69(2), 149-154. Gregory, T. R. (2000). Recuperado en : https://www.researchgate.net/publication/345389735_Olfaction_in_raptors
10. Vertebrate blood cell volume increases with genome size. *Biological Journal of the Linnean Society*, Recuperado en : https://www.researchgate.net/publication/272152952_The_Bigger_the_C-Value_the_Larger_the_Cell_Genome_Size_and_Red_Blood_Cell_Size_in_Vertebrates

- Recuperado: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31972872/>
21. Potier, S. (2020). Olfaction in raptors. *Zoological Journal of the Linnean Society*, Recuperado en : https://www.researchgate.net/publication/345389735_Olfaction_in_raptors
 22. polyphagous Palearctic birds. *International Journal of Morphology*. Recuperado en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0717-95022023000501336&lng=en&nrm=iso.
 23. Redig, P. T., & Arent, L. R. (2008). Raptor Resting Heart Rates. *Journal of Avian Medicine and Surgery*
 24. Scanes, C. G. (Ed.). (2022). *Sturkie's Avian Physiology* (7th ed.). Academic Press.
 25. Sievwright, H., & Macleod, N. (2012). Eigensurface analysis, ecology, and modelling of morphological adaptation in the falconiform humerus (Falconiformes: Aves). *Zoological Journal of the Linnean Society*, Recuperado en : <https://academic.oup.com/zoolinnean/article-abstract/165/2/390/2627170?redirectedFrom=fulltext&login=true>
 26. Scanes, C. G. (Ed.). (2022). *Sturkie's Avian Physiology* (7th ed.). Academic Press
 27. Van Nostrand's Scientific Encyclopedia. (2005). Falconiformes (Aves). En *Van Nostrand's Scientific Encyclopedia* (9.ª ed.). John Wiley & Sons.
 28. Zhang, Z., & Yang, Y. (2013). Forelimb Myology of the Golden Pheasant (*Chrysolophus pictus*). *International Journal of Morphology*, Recuperado en : https://www.researchgate.net/publication/260837224_Forelimb_Myology_of_the_Golden_Pheasant_Chrysolophus_pictus
 29. Zhao, T., Liu, D., & Li, Z. (2017). Correlated evolution of sternal keel length and ilium length in birds. Recuperado en : <https://peerj.com/articles/3622/>

8. ANEXOS

8.1. Anexo 1 : Tabla Extendida de Referencias Relevantes.

Autor(es) y Año	Revista/Fuente	Tipo de Estudio	Sujetos de Investigación	Variables Principales	Metodología	Conclusión Principal Relevante
Coles, B. H. (2007)	Handbook of Avian Medicine	Capítulo de Libro (Revisión)	Galliformes	Anatomía y fisiología de Galliformes.	Síntesis descriptiva.	Detalla la anatomía digestiva y otras particularidades sistémicas adaptadas a la herbivoría y vida terrestre.
Corfield, J. R., et al. (2015)	Frontiers in Neuroanatomy	Estudio Neuroanatómico Comparativo	Aves (general)	Tamaño del bulbo olfatorio.	Análisis filogenético y alométrico.	El tamaño del bulbo olfatorio en aves se correlaciona con la ecología y filogenia, siendo generalmente menor en Falconiformes que en Galliformes.
Dial, K. P. (2003)	The Auk	Artículo de Revisión Teórica	Aves (general)	Estilo de vuelo, módulos locomotores.	Síntesis y propuesta de modelo teórico.	Propone el modelo de "módulos locomotores", donde la evolución del vuelo y la cursorialidad son impulsadas por módulos anterior y posterior, respectivamente.
Duke, G. E. (1997)	Proceedings of the Nutrition Society	Artículo de Revisión Fisiológica	Aves silvestres	Fisiología gastrointestinal.	Revisión de estudios fisiológicos.	Describe la adaptación del tracto digestivo corto y la formación de egagrópilas en aves carnívoras como una estrategia de procesamiento rápido.
Felice, R. N., & Goswami, A. (2018)	PNAS	Estudio Morfométrico y Evolutivo	Aves (general)	Evolución craneal, integración modular.	Morfometría geométrica 3D.	En Falconiformes, el rostro evoluciona más rápido que el resto del cráneo, vinculado a la especialización depredadora.
Garland, K. L. S., et al. (2025)	iScience	Estudio Morfométrico Comparativo	Aves (general)	Forma y evolución de la ranfoteca.	Morfometría "Power Cascade".	La forma del pico está fuertemente correlacionada con la dieta; picos de carnívoros (gráciles) y herbívoros (robustos) ocupan distintos morfoespacios.
Jones, R. B., & Roper, T. J. (1997)	Physiology & Behavior	Artículo de Revisión Crítica	Gallus gallus	Sentido del olfato.	Revisión crítica de la literatura.	Establece que el olfato en los pollos domésticos es funcionalmente relevante para la alimentación e interacciones sociales.
Kavoi, B. M. (2013)	Monografía/Revisión	Aves de presa y Gallus gallus	Composición muscular, fisiología general.	Revisión y comparación anatómica.	Síntesis descriptiva-comparativa.	Detalla las diferencias clave entre músculos rojos (aeróbicos) en rapaces y blancos (anaeróbicos) en galliformes.
Lowi-Merri, T. M., et al. (2021)	BMC Biology	Estudio Morfométrico Comparativo	Aves (general)	Morfología del esternón.	Morfometría geométrica 3D.	La forma del esternón (con ventanas o escotaduras) se correlaciona fuertemente con el modo de locomoción (vuelo aeróbico vs. de ráfaga).
Picasso, M. B. J., & Mosto, M. C. (2018)	Vertebrate Zoology	Estudio Anatómico Comparativo	Caracaras (Falconiformes)	Miología del ala.	Diseción y morfometría.	Cuantifica la masa de los músculos del ala, mostrando la dominancia del M. pectoralis para el vuelo potente.
Potier, S. (2020)	Journal of the Linnean Society	Artículo de Revisión	Aves rapaces	Sentido del olfato.	Revisión sistemática.	Concluye que, en la mayoría de los rapaces diurnos, el olfato es un sentido secundario, reflejado en un bulbo olfatorio pequeño.
Scanes, C. G. (Ed.). (2022)	Sturkie's Avian Physiology	Libro de Texto (Revisión)	Aves (general)	Fisiología cardiovascular y respiratoria.	Síntesis de la literatura fisiológica.	Proporciona datos que confirman la mayor masa cardíaca y capacidad sanguínea en aves de alto rendimiento como los Falconiformes.
Siewright, H., & Macleod, N. (2012)	Zoological Journal of the Linnean Society	Estudio Morfométrico	Falconiformes	Morfología del húmero.	Análisis de Eigensuperficie.	La forma del húmero se correlaciona con el estilo de vuelo (persecución rápida vs. planeo lento).
Zhang, Z., & Yang, Y. (2013)	International Journal of Morphology	Estudio Anatómico	Faisán dorado (Chrysolophus pictus)	Miología del miembro anterior.	Diseción anatómica.	Describe la musculatura del ala adaptada para el aleteo potente, incluyendo la presencia del "biceps slip".
Zhao, T., et al. (2017)	PeerJ	Estudio Morfométrico y Evolutivo	Aves (general)	Correlación entre esternón y pelvis.	Análisis filogenético comparativo.	Demuestra una correlación evolutiva positiva entre la longitud de la quilla del esternón y la del ilion en aves, indicando una integración funcional.

