

**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA**  
Facultad de Veterinaria  
Departamento de Sanidad Animal Área de Parasitología



**eidA3 - Escuela Internacional de Doctorado en Agroalimentación**

Programa de doctorado: Biociencias y Ciencias Agroalimentarias

TESIS DOCTORAL:

**HELMINTOS DE POLLOS CRIADOS EN LIBERTAD EN AGROSISTEMAS  
EN CONVERSIÓN A LA AGROECOLOGÍA EN EL SUROESTE DE ESPAÑA**

HELMINTHS OF CHICKENS FREE RAISED IN AGROSYSTEMS IN  
CONVERSION TO AGROECOLOGY IN THE SOUTHWEST OF SPAIN

Directores:

Francisco Javier Martínez Moreno

María Isabel Acosta García

Autora de la tesis: María Nazaret García Cuadrado

Fecha de depósito tesis en el Idep: julio 2023

TITULO: *HELMINTOS DE POLLOS CRIADOS EN LIBERTAD EN  
AGROSISTEMAS EN CONVERSION A LA AGROECOLOGÍA EN EL  
SUROESTE DE ESPAÑA*

AUTOR: *María Nazaret García Cuadrado*

---

© Edita: UCOPress. 2023  
Campus de Rabanales  
Ctra. Nacional IV, Km. 396 A  
14071 Córdoba

<https://www.uco.es/ucopress/index.php/es/>  
[ucopress@uco.es](mailto:ucopress@uco.es)

---



# INFORME RAZONADO DE LAS/LOS DIRECTORAS/ES DE LA TESIS

Este documento se presentará junto con el depósito de la tesis en <https://moodle.uco.es/ctp3/>



## DOCTORANDA/O

GARCÍA CUADRADO, MARÍA NAZARET

## TÍTULO DE LA TESIS:

HELMINTOS DE POLLOS CRIADOS EN LIBERTAD EN AGROSISTEMAS EN CONVERSIÓN A LA AGROECOLOGÍA EN EL SUROESTE DE ESPAÑA

## INFORME RAZONADO DE LAS/LOS DIRECTORAS/ES DE LA TESIS

**(se hará mención a la evolución y desarrollo de la tesis, así como a trabajos y publicaciones derivados de la misma)**

La doctoranda ha mostrado desde hace mucho tiempo una gran inquietud e interés en realizar la tesis doctoral que inició con los antiguos cursos de doctorado. Su dedicación laboral fuera de la Universidad y la distancia de su lugar de trabajo ha condicionado todo el desarrollo y realización de esta tesis doctoral, aun así no ha dejado de trabajar e intentar culminar estos estudios. Por este motivo ha necesitado prórrogas y bajas temporales, con objeto de poder terminar toda la parte experimental y la redacción de la memoria de tesis.

El trabajo realizado es una experiencia novedosa e interesante en el campo de la parasitología, ya que existen muy pocos datos acerca de las parasitosis aviares en España, y más concretamente en sistemas extensivos de carácter ecológico.

El proyecto supone un trabajo de campo muy laborioso, con recogida de muestras periódicas durante varias estaciones, y un trabajo de laboratorio posterior de gran dedicación, en el que se han procesado numerosas muestras para la posterior identificación de todos los helmintos parásitos hallados en estos pollos.

Posteriormente se ha realizado un gran trabajo de estudios epidemiológicos y análisis de parámetros productivos, relacionando todos estos con las cargas parasitarias y los factores climatológicos.

El estudio ha generado un trabajo publicado en una revista indexada en Q1, de gran interés en el campo de las ciencias veterinarias, que ha recibido gran atención por parte de la comunidad internacional.

Los resultados obtenidos suponen una gran aportación en el conocimiento de las helmintosis en gallinas explotadas en libertad, tanto en el conocimiento de las principales helmintosis que afectan a estas aves como en su incidencia en las producciones, así como de la influencia de los factores ambientales.

Por todo ello, se autoriza la presentación de la tesis doctoral.

**Córdoba, a 6 de julio de 2023**

**Las/los directoras/es**

Fdo.: ISABEL ACOSTA GARCÍA  
F JAVIER MARTÍNEZ MORENO

## ÍNDICE

ABREVIATURAS.....	1
AGRADECIMIENTOS.....	2
RESUMEN.....	3
ABSTRAC.....	5
INTRODUCCIÓN.....	7
OBJETIVOS.....	15
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	16
MATERIAL Y MÉTODOS.....	37
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	47
EXPERIMENTO 1.....	47
EXPERIMENTO 2 .....	63
EXPERIMENTO 3.....	76
CONCLUSIONES.....	86
BIBLIOGRAFÍA .....	89

## LISTA DE ABREVIATURAS

cit.: citado por.

(sic.): literalmente.

EV: evapotranspiración.

FE: Fauna Europaea.

g: gramos.

GAD: gradiente altitudinal de diversidad.

GDP: ganancia diaria de peso vivo al nacimiento.

GIBF: Global Biodiversity Information Facility.

GLD: gradiente latitudinal de diversidad.

HD: hospedador definitivo.

HI: hospedador intermediario.

HR: humedad relativa.

HT: hospedador de transporte.

K: Kilos.

mm: milímetros de pluviosidad.

msnm: metros sobre el nivel del mar.

n. sp.: nueva especie

°C: grado centígrado.

PFG: producción final ganadera.

Rdto.: rendimiento cárnico en porcentaje.

SiBBr: Sistema de Información sobre la Biodiversidad Brasileña

syn.: sinónimo.

vs.: *versus*

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mi padre, Juan José García Álvarez, que me transmitiera sus conocimientos, su experiencia como veterinario y su filosofía de vida, que me respaldase siempre. Respecto a la tesis, cuidó de los animales en la explotación colaboradora de secano de la que era titular.

A Antonio José Ruano Ruano, titular de la explotación colaboradora de regadío le agradezco su trabajo con las aves, la ayuda en la obtención de muestras, toma de datos, fotografías...y su acompañamiento y comprensión como pareja.

También agradezco a Tamara Parra Ruíz, Carmen Sánchez Cañón y Patricia Gordón González su dedicación como auxiliares de laboratorio, su buen humor, su calidad humana, y los buenos recuerdos que guardo del tiempo que trabajamos juntas.

De los compañeros de CICYTEX que facilitaron que se materializara esta tesis, agradezco especialmente su apoyo a Henar Prieto Losada, directora del Centro durante el desarrollo del trabajo experimental, a Francisco María Vázquez Pardo, Jefe del Departamento de Biodiversidad, por compartir material, y a Ángel Muriel Durán, responsable del Programa de Conservación y Selección de la Gallina Extremeña Azul, por las aves.

Agradezco la ayuda de mis hermanos, los ánimos de Alicia, las cosas que Javier hizo en mi lugar para ahorrarme tiempo para la tesis, y el trabajo con las fotos que hizo Julio.

Agradezco a mis directores de tesis el soporte que me han dado y la paciencia y comprensión que han tenido durante todo el tiempo que he tardado en finalizar este trabajo, y a Rafael Zafra Leiva por su intervención en la redacción del artículo y en la revisión de la tesis.

## RESUMEN

Esta tesis aborda el estudio de las comunidades helmínticas en explotaciones avícolas agroecológicas ligadas a la conservación de razas autóctonas como es la Extremeña Azul, con el objetivo de conocer el riesgo que pudieran suponer estas parasitosis para la producción de carne de pollo.

Para ello se realizaron tres experimentos diferentes en los que se investigaron los helmintos encontrados en las necropsias y se obtuvieron los parámetros descriptivos de parasitación (prevalencia, intensidad y abundancia medias) e índices de biodiversidad, relacionándolo con su posible incidencia en las producciones.

En el primer experimento se estudiaron y compararon las comunidades helmínticas de pollos Extremeña Azul criados en dos agrosistemas diferentes situados en el suroeste de España, uno de secano y otro de regadío. La prevalencia de cestodos fue 54% en secano y 98% en regadío, la de nematodos fue 100% en ambos agrosistemas. Se identificaron 12 especies: siete cestodos y 5 nematodos. De los cestodos, 4 estaban presentes en ambos agrosistemas: *Raillietina echinobothrida*, *R. tetragona*, *Skrajabinia cestocillus* y *Echinolepis carioca*, y 3 solo en regadío *Davainea proglottina*, *Amoebotaenia cuneata* y *Choanotaenia infundibulum*. En cuanto a los nematodos, *Heterakis gallinarum* y *Ascaridia galli* fueron comunes en ambos agrosistemas, *Baruscapillaria obsignata* solo en secano, y *Eucoleus annulatus* y *Aonchotheca caudinflata* solo en regadío. La comunidad de secano tuvo menor riqueza específica que la de regadío, cuya mayor biodiversidad se atribuye a la abundancia de hospedadores intermediarios.

En el segundo experimento se analizó el impacto de las helmintosis sobre la producción de carne de pollo Extremeña Azul en sistema “scavenging” en regadío, en función de la climatología del año y la edad de sacrificio (18 y 22 semanas de edad). Todos los animales presentaron infestaciones mixtas por cestodos y nematodos (100%). Se identificaron las

mismas 11 especies halladas en el agrosistema de regadío en el experimento 1. El análisis de los parámetros productivos no mostró correlación significativa con las tasas de parasitación por helmintos en general, ni por grupos taxonómicos (cestodos y nematodos), si bien se halló una correlación negativa estadísticamente significativa entre la carga parasitaria de *D. proglottina* y el rendimiento cárnico de los pollos del lote en el que este cestodo alcanzó mayor prevalencia.

Los pollos de 18 semanas tuvieron infestaciones más biodiversas e intensas el año más lluvioso, y mejores rendimientos, pues dispusieron de más recursos alimenticios vegetales y de presas, algunas transmisoras de helmintos. Prolongar la recría hasta las 22 semanas no tuvo consecuencias significativas sobre las helmintosis, se obtuvieron canales más pesadas y mejoró el rendimiento cárnico, aunque la carne resultó menos tierna. Las helmintosis no parecen ser un factor limitante para la producción agroecológica de carne de pollo de raza Extremeña Azul.

El tercer experimento tuvo como objetivo analizar las tasas de parasitación por helmintos en tres estaciones (invierno, primavera y verano) en un agrosistema de regadío con clima mediterráneo, empleando pollos Cornish Red criados en libertad durante dos meses en cada estación. La riqueza específica de helmintos fue 9 en invierno, 10 en primavera y 11 en verano. La riqueza, prevalencia, intensidad y abundancia de los cestodos aumentaron de invierno a verano, correlacionándose positivamente con la temperatura y evapotranspiración y negativamente con la precipitación y humedad relativa.

**Palabras clave:** Helmintos, nematodos, cestodos, epidemiología, prevalencia, Extremeña Azul, *Gallus gallus*, agrosistema.



## ABSTRACT

This Final Degree Project studies the helminthic population found in agroecological poultry farms linked to the conservation of autochthonous breeds such as the Extremeña Azul. The aim of this study was to assess the risk that these parasitosis could pose to production of chicken meat. Consequently, three different experiments were carried out, in which the helminths found during necropsies were analyzed in a general way and the descriptive parasitic parameters (prevalence, average intensity and abundance) and biodiversity indices were obtained, and the possible influence on the animal production was thus, evaluated.

In the first experiment, the helminth population obtained from chickens reared in two different agrosystems located in southwestern Spain, one rainfed and the other irrigated, were studied and compared. The prevalence of cestodes was 54% in dry land and 98% in irrigated land, whereas a 100% prevalence was detected for nematodes in both agrosystems. Twelve species were identified: seven cestodes and five nematodes. En respect to cestodes, four were present in both agrosystems: *Raillietina echinobothrida*, *R. tetragona*, *Skrajabinia cesticillus* and *Echinolepis carioca*, and only three were detected in irrigated land: *Davainea proglottina*, *Amoebotaenia cuneata* and *Choanotaenia infundibulum*. Regarding nematodes, *Heterakis gallinarum* and *Ascaridia galli* were common in both agrosystems, *Baruscapillaria obsignata* was only detected in dry land, and *Eucoleus annulatus* and *Aonchotheca caudinflata* were observed only in irrigated land. Animals from the rainfed community showed lower parasite variety than those from the irrigated community. This broader biodiversity in the irrigated agrosystem is likely due to a higher presence of intermediate hosts.

In the second experiment, the influence of helminthic diseases on the production of autochthonous chicken meat in scavenging system in the irrigated agrosystem was analyzed, according to the different environmental factors throughout the year and the age of

slaughtering (18 and 22 weeks of age). All animals presented mixed infections by cestodes and nematodes (100%). The same eleven species already found in the irrigated agrosystem in experiment 1, were also detected. The analysis of production parameters neither showed significant correlation with the rate of the helminth burden, nor with the taxonomic groups (i.e. cestodes and nematodes), although it was found a statistically significant negative correlation between the parasite burden of *D. proglottina* and the meat yield of chickens from the flock in which this cestode reached the highest prevalence. The 18-week-old chickens showed higher biodiversity and more intense infestation in the rainiest year, and better yields, probably due to a more availability of plant food resources and prey, some of which can transmit helminths. Extending rearing up to 22 weeks did not showed significant consequences on helminth infections, heavier carcasses were obtained and meat yield improved, although the meat was less tender. Helminth diseases did not seem to be a limiting factor for the agroecological production of chicken meat of the Extremeña Azul breed. The goal of the third experiment was to analyze the parasite rate of helminths throughout three seasons (winter, spring and summer) in an irrigated agrosystem with a Mediterranean climate. For this, Cornish Red chickens rebred for two months in the irrigated agrosystem were used. The specific biodiversity of helminths was nine, ten and eleven in winter, spring and summer, respectively the biodiversity, prevalence, intensity and presence of cestodes increased from winter to summer, and showed a positive correlation with temperature and evapotranspiration and negatively with precipitation and relative humidity.

**Key words:** Helminths, nematodes, cestodes, epidemiology, prevalence, Extremeña Azul, *Gallus gallus*, agrosystem.

## INTRODUCCIÓN

El primer productor mundial de carne de pollo es EEUU, siendo Brasil el mayor exportador. La UE ocupa el cuarto lugar en la producción mundial con un 12,4% del total y España es el segundo productor europeo de carne de pollo tras el Reino Unido, con un 11,8% de la producción total de carne de pollo en Europa.

[\(https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/produccion-y-mercados-ganaderos/sectores-ganaderos/avicola-de-carne/\)](https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/produccion-y-mercados-ganaderos/sectores-ganaderos/avicola-de-carne/).

Las circunstancias derivadas de la pandemia de COVID-19 y de la Guerra de Ucrania, provocaron la caída de la producción avícola de la UE en 2022 (-1,7 %), especialmente en Francia (-12 %), Italia (-9 %) y Alemania (-3 %), sin embargo, España aumentó su producción en un 6 %. El sector productor de carne de pollo representa en España el 15,4% del valor de la Producción Final Ganadera (PFG) y el 5,8% de la Producción Final Agraria (PFA), facturando en origen 2.475,5 millones de euros en 2022, según los últimos datos del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. El consumo per cápita anual de carne de pollo en España es de 12 K.

### **1. Sistemas de explotación avícola y razas de aves**

#### **1.1 Sistemas industriales**

A partir de 1950 la avicultura industrial de producción dependió de los híbridos, poco diversos genéticamente, resultado de una cadena muy estructurada de selección genética (granjas de bisabuelas, de abuelas y de madres), que condujo a un progresivo aumento de los rendimientos de puesta y de carne. En concreto, la velocidad de crecimiento de los pollos aumentó espectacularmente desde 1957 (Zuidhof *et al.*, 2014), actualmente los broilers de crecimiento rápido se sacrifican a los 35 de edad, de modo que la hipótesis más aceptada sobre la causa, desconocida aún, de las denominadas “pechugas de madera”, miositis

detectada en 2015 y origen de grandes pérdidas económicas, es que se alcanzó el techo genético de selección (Soglia *et al.*, 2021).

Las instalaciones avícolas industriales evolucionaron aumentando de tamaño para albergar cientos de miles de animales, incorporando cada vez más tecnología para controlar el ambiente. Las dietas evolucionaron paralelamente, adecuadas a cada fase de crecimiento o producción de cada estirpe. En general no hay restricciones para el uso de productos químicos como desinfectantes, profilácticos, terapéuticos y promotores del crecimiento, aunque en Europa se restringió el uso de antibióticos como promotores del crecimiento en ganadería a partir de 1970 (Directiva 70/524 sobre los aditivos en la alimentación animal).

Las normas de bienestar animal europeas se orientan a la eliminación de la producción en jaulas y a disminuir la densidad animal en suelo, actualmente se emplean jaulas acondicionadas colectivas y aviarios en los que los animales transitan entre varios pisos de comederos, bebederos y en su caso, ponederos.

En España el “Real Decreto 637/2021, de 27 de julio, por el que se establecen las normas básicas de ordenación de las granjas avícolas”, describe los sistemas de cría para producción de carne: campero criado en total libertad, campero tradicional, campero, extensivo en interior y gallinero en interior, además de la cría ecológica que tiene su propia norma.

## **1.2 Sistemas ecológicos**

La agricultura ecológica consiguió consolidarse como alternativa productiva en los años 90 del pasado siglo. Inicialmente se reguló como denominación de origen (Orden de 4 de octubre de 1989 por la que se aprueba el Reglamento de la Denominación Genérica «Agricultura Ecológica» y su Consejo Regulador), hasta la entrada en vigor del Decreto 1852/1993, de 22 de octubre, sobre producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios, después sustituido por el Reglamento 834/2007 y éste por el Reglamento (UE) 2018/848 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de mayo de

2018, en vigor desde 2021. La agricultura y ganadería ecológicas tienen entidad propia en las normas de la política agraria comunitaria (PAC). Los animales deben tener acceso diario al exterior, alimentarse con productos provenientes de la agricultura ecológica y no recibir más tratamiento preventivo alopático que las vacunas obligatorias.

Las normas sobre avicultura ecológica mencionan la idoneidad del uso de razas autóctonas de gallinas y pollos. En el caso de los pollos de carne, el Reglamento aconseja que se empleen razas autóctonas o híbridos de crecimiento lento, no prohíbe el uso de otros tipos de broilers, únicamente limita la edad mínima de sacrificio de los pollos a 81 días e impone un porcentaje de cereales en la dieta. Esto implica que en la mayoría de explotaciones avícolas ecológicas de carne, incluidas las de pastoreo, se empleen híbridos para obtener rentabilidad económica, siendo minoritarias y de pequeño a mediano tamaño las explotaciones que emplean razas autóctonas de aptitud carne, como la de Mos, del Prat o la Pinta Asturiana.

### **1.3 Sistemas agroecológicos**

Según la FAO, “la agroecología es una disciplina científica, un conjunto de prácticas y un movimiento social. Como ciencia, estudia cómo interactúan los diferentes componentes del agroecosistema. Como un conjunto de prácticas, busca sistemas agrícolas sostenibles que optimizan y estabilizan la producción. Como movimiento social, persigue papeles multifuncionales para la agricultura, promueve la justicia social, nutre la identidad y la cultura, y refuerza la viabilidad económica de las zonas rurales. Los agricultores familiares son las personas que tienen las herramientas para practicar la Agroecología. Ellos son los guardianes reales del conocimiento y la sabiduría necesaria para esta disciplina. Por lo tanto, los agricultores familiares de todo el mundo son los elementos claves para la producción de alimentos de manera agroecológica”

[\(https://www.fao.org/family-farming/themes/agroecology/es/\)](https://www.fao.org/family-farming/themes/agroecology/es/).

La agroecología, práctica ancestral, se conceptualizó a finales del S. XX (Altieri, 1995). Comenzó a tener relevancia en Europa como reacción ante la intensificación de la agricultura ecológica y a causa de otros cambios sociales. Su conocimiento se imparte en programas educativos oficiales y está presente en los programas de investigación europeos Horizonte 2020 y ERA-Net (Iocola *et al.*, 2023), aunque aún carece de un marco definido en la PAC, las explotaciones se asimilan a las ecológicas, cuestión que podrá cambiar si prospera la iniciativa de la FAO para ampliar su escala (“En el espíritu transformador de la Agenda 2030, la Iniciativa para ampliar la Escala de la Agroecología es un enfoque integrado a través del cual los productores de alimentos, los gobiernos y otras partes interesadas pueden fortalecer la agroecología, aprovechando una serie de prácticas y políticas sostenibles, conocimientos y alianzas para lograr sistemas alimentarios equitativos y sostenibles en apoyo de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)”

<https://www.fao.org/agroecology/overview/scaling-up-agroecology-initiative/es/>).

La agroecología aborda la sostenibilidad de los agrosistemas cuidando la vida del suelo, de la biodiversidad vegetal y animal y de las personas trabajadoras del campo. Por tanto, en estos sistemas encajan perfectamente las razas autóctonas, donde prestarían servicios ecosistémicos, fertilizando el terreno y controlando plagas agrícolas, además de producir huevos y/o carne con bajos insumos. La comercialización de estos productos con el logotipo del Ministerio de Agricultura “100% autóctono” posibilitaría que los consumidores se involucren en la conservación del patrimonio genético ganadero.

## **2. Importancia de las razas autóctonas**

Las razas ganaderas autóctonas son un patrimonio genético mundial, resultado de la selección practicada durante milenios, cuando humanos y animales compartían ecosistemas

y tanto los animales como su manejo debían adaptarse a las condiciones de su zona geográfica. Tras la llamada “revolución verde” en los años 50 del pasado siglo, se impuso la ganadería industrial, aislada del medio, con razas híbridas, resultado de una alta presión de selección, muy productivas y exigentes en requerimientos nutricionales y ambientales, a diferencia de las razas autóctonas adaptadas a su medio, poco exigentes y poco productivas. Los híbridos desplazaron a las razas autóctonas de los sistemas productivos y con ello empezó su declive. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) comenzó a alertar sobre la desaparición de los recursos zoogenéticos ganaderos (RZG) en 1974 y en 1990 recomendó a los gobiernos preparar un programa para su conservación sostenible. En 2007 publicó el primer informe sobre la situación de los RZG en el mundo y en 2015 el segundo, en ambos (FAO 2007 pg. 19 del resumen; FAO 2015 pg. 35) se menciona la amenaza que la ganadería intensiva industrial supone para la conservación de las razas ganaderas autóctonas. Como posible solución, la Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura de la FAO propuso el fomento de cadenas de valor sostenibles para los productores ganaderos en pequeña escala (FAO, 2019), pues aunque los programas de conservación *ex-situ* son fundamentales, la garantía de conservación de una raza ganadera es su reintroducción en el tejido productivo (Hanson, 1992) y la conservación de las razas ganaderas se relaciona con la seguridad alimentaria mundial amenazada por el cambio climático (FAO, 2007).

### **3. La raza de gallina Extremeña Azul**

La gallina Extremeña Azul fue hallada en los cortijos de la comarca de la Serena en 1987 por el investigador del CSIC Orozco, quien publicó el patrón de la raza (Orozco, 2000). En 1991 se inició un programa de recuperación de esta gallina a partir de 9 explotaciones fundadoras. En la Finca Valdesequera de la Junta de Extremadura (Villar del Rey, Badajoz)

se desarrolló el programa de selección y caracterización de la raza, y en 2018 fue catalogada por el Ministerio de Agricultura como raza autóctona en peligro de extinción (Orden APM/26/2018, de 11 de enero, por la que se modifica el anexo I del Real Decreto 2129/2008, de 26 de diciembre, por el que se establece el Programa nacional de conservación, mejora y fomento de las razas ganaderas. BOE 22/1/2018). En diciembre de 2022 había 874 animales censados.

Es un ave de doble aptitud, rústica, activa, muy depredadora, capaz de alejarse hasta 300 m. de su gallinero (Del Moral *et al.*, 1998) y de sobrevivir por sus medios o con un limitado aporte de grano dando una moderada, pero no despreciable, producción de huevos y de carne. Respecto a la aptitud cárnica, se comparó la producción de capones y de gallos en parques exteriores (Muriel. 2004), y de gallos con alimentación convencional y ecológica (Muriel y García, 2005). Alimentadas con pienso balanceado *ad libitum*, las aves alcanzaron 2 K de peso a los 4,5 meses de edad, de modo que su lenta velocidad de crecimiento y alto índice de conversión alimenticia desaconsejan emplear esta raza para la producción comercial (Muriel y García, 2006), por ello se planteó estudiar sistemas de producción alternativos.

La producción de carne de pollo ligada a la conservación *in situ* podría ser interesante en sistemas agroecológicos, por ejemplo, de frutales. El empleo de aves en agroforestería fue tema del proyecto de investigación AGFORWARD (AGroFORestry that Will Advance Rural Development) desarrollado entre 2014 y 2017, financiado por el séptimo programa marco de la UE (<http://agroforestry.net.eu/wp-content/uploads/2020/03/40ES-ok.pdf>).

En Extremadura se constituyó en 2020 un Grupo Operativo de la Asociación Europea para la Innovación en materia de productividad y sostenibilidad agrícolas (EIP-AGRI) para crear la cadena de valor de la Gallina Extremeña Azul, que plantea utilizar esta gallina en pequeñas explotaciones ecológicas de almendros y cerezos. Su proyecto de innovación se desarrollará de 2023 a 2025.



#### 4. Las helmintosis de *Gallus gallus domesticus*

En general, se considera que las parasitosis afectan al bienestar y a la productividad de los animales. No obstante, dependiendo del sistema de explotación y de las parasitosis prevalentes hospedadores y parásitos pueden conseguir el equilibrio que se busca en los sistemas agroecológicos. En los sistemas de cría de aves en libertad, los helmintos son los parásitos más prevalentes (Zeller, 1990; Morgenster y Lobsier, 1993; Permin *et al.*, 1999). En las granjas avícolas extensivas son más frecuentes las cestodosis, pues en el exterior es fácil que los animales ingieran hospedadores intermediarios, mientras que en las granjas intensivas en interior son más frecuentes las nematodosis de ciclo directo y especialmente las coccidiosis.

En la avicultura industrial, incluso en las explotaciones donde las aves se podrían infestar con cestodos a través de múscidos y coleópteros, o con ascarídidos de ciclo directo, las helmintosis no son trascendentes, ya que los tratamientos antihelmínticos son muy efectivos. En sistemas agroecológicos, naturalmente biodiversos, las helmintosis son inevitables, pues hospedadores y parásitos comparten el ecosistema, y están prohibidos los tratamientos preventivos. En cualquier caso, la gravedad de las infestaciones depende fundamentalmente de la patogenicidad de las especies y de la intensidad de infestación, pudiendo aumentar la prevalencia o la intensidad de algunas especies en determinadas época del año.

Resultado de un metaanálisis, Shifaw *et al.*, (2021) identificaron más de 30 especies de helmintos en las poblaciones de pollos de todo el mundo, siendo las más prevalentes *Ascaridia galli* (35,9 %), *Heterakis gallinarum* (28,5 %), *Capillaria spp.* (5,90%) y *Raillietina spp.* (19,0%).

## **5. Justificación del estudio**

La creación de la cadena de valor de la Extremeña Azul aseguraría la conservación de una raza actualmente en peligro de extinción. La producción agroecológica con razas autóctonas aumenta la calidad y el valor añadido del producto, pero las helmintosis son inherentes al sistema y pueden ser un problema. El presente estudio se justifica por la necesidad de conocer la trascendencia que pudieran tener las helmintosis en la producción agroecológica de pollo de raza Extremeña Azul. Además, se buscan relaciones entre los parámetros productivos y los helmintológicos, y entre éstos y los climáticos, aportando conocimientos básicos para implementar un sistema productivo adecuado. Dadas las condiciones del estudio, el planteamiento se enfocó principalmente desde la ecología parasitaria.

## OBJETIVOS

Con el fin de esclarecer el riesgo que las helmintosis pudieran suponer para la producción de carne de pollo en explotaciones agroecológicas ligadas a la conservación de una raza autóctona en el suroeste de España, se plantearon los siguientes objetivos:

1. Identificar las especies de helmintos parásitos de *Gallus gallus* en el suroeste español.
2. Evaluar la influencia del agrosistema en las comunidades helmínticas de *Gallus gallus*.
3. Determinar el impacto de las helmintosis sobre los parámetros productivos de pollos Extremeña Azul.
4. Analizar la estacionalidad de las helmintosis de *Gallus gallus* en clima mediterráneo durante invierno, primavera y verano.

## **REVISIÓN BIBLOGRÁFICA**

En Europa, la investigación sobre epidemiología de helmintos de gallinas se estancó durante prácticamente toda la segunda mitad del S. XX debido a la fuerte implantación de la avicultura industrial. La consolidación de la avicultura ecológica, basada en la relación diaria del animal con el medio y la prohibición de tratamientos alopáticos preventivos, reavivó el interés por los estudios de campo, especialmente en los países del Norte de Europa, pioneros en producción orgánica, concretamente en Dinamarca (Permin *et al.*, 1999; Hinrichsen, 2015), Suecia (Höglund & Jansson, 2011), Alemania (Kaufmann *et al.*, 2011; Wongrak *et al.*, 2014) y Austria (Grafl *et al.*, 2017; Zloch *et al.*, 2018). En España los datos disponibles sobre distribución geográfica de helmintos se compilaron en el Índice Catálogo de Zooparásitos Ibéricos (Cordero *et al.*, 1994).

La bibliografía actual sobre epidemiología de las helmintosis de gallinas proviene principalmente de países africanos y asiáticos donde la avicultura familiar tiene importancia económica y social. Muchos de estos trabajos tratan de determinar la influencia sobre la composición y estructura de las comunidades de helmintos de factores intrínsecos al hospedador, principalmente sexo, edad y raza, y de factores extrínsecos relacionados con la localización geográfica de la zona (latitud, altitud, clima) y con el sistema de explotación.

### **1.1 Influencia de los factores intrínsecos al hospedador en las helmintosis**

#### *1.1.1 Sexo y edad*

Estudios basados en necropsias, realizados en distintas zonas geográficas y condiciones de explotación, no encontraron diferencias significativas en la prevalencia de helmintos en relación con el sexo o la edad de las aves (Abubakar & Garba, 2000;

Hassouni & Belghyti, 2006; Yoriyo *et al.*, 2008; Abdelqader *et al.*, 2008; Tolossa *et al.*, 2009; Hamza 2009; Ekpo, 2010; Mamashly *et al.*, 2011; Tesfaheywet *et al.*, 2012; Molla *et al.*, 2012; Hussen *et al.*, 2012; Yousfi *et al.*, 2013; Medjouel & Benakhla, 2013; Attah *et al.*, 2013; Junaidou *et al.*, 2014, Ebrahimi *et al.*, 2014; Jegede *et al.*, 2015; Butboonchoo & Wongsawad, 2017 y Shiferaw *et al.*, 2016).

Atendiendo únicamente al sexo, unos autores encuentran mayores cargas de vermes en machos (Mungube *et al.*, 2008; Belete y Addis, 2015; Sheikh *et al.*, 2015) y otros en hembras (Matur *et al.*, 2010; Lawal *et al.*, 2015; Pam *et al.*, 2015).

Considerando solo la edad, unos autores encuentran cargas mayores en jóvenes (Hembram *et al.*, 2015; Jegede *et al.*, 2015) y otros en adultos (Beyene *et al.*, 2014, Bagari *et al.*, 2021).

Para algunas especies de helmintos se hallaron diferencias significativas relacionadas con el sexo o la edad del hospedador y también interacciones sexo/edad (Mpoame y Agbede, 1995; Magwisha *et al.*, 2002; Abdelqader *et al.*, 2008; Matur *et al.*, 2010; Mukaratirwa y Khumalo 2010), pero no siempre coinciden los resultados, por ejemplo *Ascaridia galli* resultó más prevalente en machos en unos estudios (Mpoame y Agbede 1995; Mungube *et al.*, 2008; Abdelqader *et al.*, 2008; y Matur *et al.*, 2010) y en hembras en otros (Mukaratirwa y Khumalo, 2010; Mudagnore *et al.* 2013 y Zada *et al.* 2015).

### 1.1.2 Genética

Respecto a la influencia de la raza tampoco coinciden todos los resultados publicados. En estirpes de gallinas se halló experimentalmente una base genética para la resistencia y tolerancia a nematodos (Permin *et al.*, 2001; Gaulty *et al.*, 2002, 2008; Kaufmann *et al.* 2011; Wongrak *et al.* 2015). Entre broilers de crecimiento rápido y lento infestados artificialmente con *A. galli* y *H. gallinarum*, Stehr *et al.* (2019) observaron mayor tolerancia a la infestación en los de crecimiento lento. No obstante, los resultados de

estudios experimentales comparando la resistencia a *A. galli* entre razas autóctonas y comerciales no fueron coincidentes, dos razas locales danesas fueron menos resistentes que razas comerciales (Permin y Ranvig, 2001; Schou *et al.*, 2003), sin embargo, una raza local jordana (Abdelqader *et al.*, 2007) y una raza local vietnamita (Do *et al.*, 1999 cit Schou *et al.*, 2007; Schou *et al.*, 2007) fueron más resistentes que estirpes comerciales.

Estudios sobre infestaciones naturales, o bien no encuentran diferencia en el nivel de infestación entre razas autóctonas y foráneas (Jegade *et al.*, 2015) o hallando más parasitadas a las autóctonas, los autores explican que las razas locales se crían en libertad mientras que las exóticas, por su mayor valor, se alimentan mejor y se mantienen resguardadas (Matur *et al.*, 2010, Agbolade *et al.*, 2014, Shehu y Anka, 2014 y Pam *et al.*, 2015).

### *1.1.3 Estado nutricional*

Das y Gauly (2014) infestaron artificialmente con *A. galli* a broilers de una misma estirpe con pesos en el percentil 5% más bajo y más alto (635 and 1297 g/ave) observando más resistencia en los pollos grandes, sugiriendo que mecanismos relacionados con los nutrientes disponibles y los depositados en las reservas corporales podrían actuar sobre la infestación.

Sin embargo, se obtuvieron resultados contrapuestos en investigaciones sobre la relación entre el contenido protéico de la dieta de las aves y la tasa de implantación de *A. galli* en infestaciones experimentales. Zoltowska *et al.* (1992) hallaron las infestaciones más intensas en los pollos que consumieron la dieta con menor contenido protéico (11% vs. 19%), mientras que Permin *et al.* (1998) hallaron las infestaciones más intensas y también mayor ganancia de peso en las gallinas que consumieron la dieta más alta en

proteína (14% vs. 18%). Scallerup *et al.* (2005) suplementaron con soja a pollos naturalmente infestados, concluyendo que ello no afectó a la carga ni a la excreción fecal de huevos de helmintos, aumentando un 17% el peso de los pollos suplementados independientemente de que hubieran sido tratados o no con antihelmínticos.

### *1.1.3 Estado sanitario*

En Etiopía, la prevalencia de nematodos y cestodos en pollos de traspatio sanos y enfermos no se relacionó significativamente con el estado sanitario, aunque la intensidad fue mayor en los pollos de menor peso (Sarba *et al.*, 2019). En Vietnam, en sistemas “todo dentro, todo fuera” a pequeña escala con pollos autóctonos, también fue mayor la intensidad de infestación en los pollos con síntomas respiratorios que en los sanos (Van *et al.*, 2019). Sin embargo, en granjas europeas de cría de pollos en libertad, las tasas de mortalidad no estuvieron claramente ligadas a la alta prevalencia de nematodos (Wongrak *et al.*, 2014).

## **1.1 Influencia de los factores extrínsecos al hospedador en las helmintosis**

### *1.1 Localización*

Según Preisser (2019), los factores climáticos influyen en la distribución de los parásitos y tienen gran importancia en las complejas relaciones observadas entre latitud y riqueza. Con algunas excepciones, el patrón de distribución de la riqueza específica llamado gradiente latitudinal de diversidad (GLD), establece que el número de especies disminuye desde el Ecuador hacia los Polos. Un metaestudio sobre helmintos de vertebrados (Poulin y Leung, 2011) y un macroestudio sobre helmintos de una familia de roedores (Preisser, 2019) no obtuvieron pruebas significativas de que los helmintos se distribuyan según el GLD. Schemske *et al.* (2009) y Poulin (2014)

sugieren que podría ser más fácil probar el efecto latitudinal sobre la riqueza de helmintos estudiando los de una sola especie hospedadora a distintas latitudes, pues en España se observó el efecto de la latitud, con unos seis grados de diferencia, sobre la riqueza de helmintos de perdíz roja (Calvete et al., 2003).

Atendiendo a la bibliografía sobre helmintos de *G. gallus*, la existencia del GLD podría concordar con los resultados de algunos estudios: en una zona tropical de Ghana se identificaron 11 especies de nematodos, 5 de cestodos, 1 trematodo y 1 acantocéfalo (Poulsen et al., 2000) y en una zona húmeda y templada de Tanzania 18 especies de nematodos y 8 de cestodos (Magwisha et al., 2002), mientras que en Dinamarca y Alemania, con climas oceánicos, se identificaron en conjunto 6 especies de nematodos y 4 de cestodos (Permin et al., 1999; Kaufmann, 2011; Wonkgrak et al., 2015). Que la riqueza de especies de cestodos sea mayor en el sur que en el norte de Europa puede deberse a que la riqueza de los helmintos heteroxenos está condicionada por la de sus hospedadores intermediarios (Morand y Guégan, 2008) y la distribución de éstos sigue el patrón del LGD.

Otro patrón de distribución, observado fundamentalmente en vegetales, el gradiente altitudinal de biodiversidad, determina menor riqueza específica a mayor altura. Eshetu et al. (2001) y Ashenafi y Eshetu (2004) en Etiopía y Ben Slimane (2014) en Túnez, hallaron menor riqueza y prevalencia de helmintos de *G. gallus* a mayor altitud.

#### *1.4 Zona agroclimática*

Los climas húmedos, cálidos y estables, como los tropicales, favorecen la biodiversidad en general, también la diversidad y prevalencia de helmintos (Begon et al., 2006), por ejemplo, los helmintos de gallina identificados en una zona tropical de Ghana fueron 11 especies de nematodos, 5 de cestodos, 1 trematodo y 1 acantocéfalo (Poulsen et al.,



2000) y en una zona húmeda y templada de Tanzania 18 especies de nematodos y 8 de cestodos (Magwisha *et al.*, 2002), mientras que en Dinamarca y Alemania, con climas oceánicos, se identificaron en conjunto 6 especies de nematodos y 4 de cestodos (Permin *et al.* 1999; Kaufmann, 2011; Wonkgrak *et al.* 2015).

### *1.2 Manejo agrícola del suelo*

Prácticas agronómicas como el riego modulan el clima y contribuyen a crear microhabitats para los HI y HP de helmintos, favoreciendo la diversidad y prevalencia en los HD. No se hallaron referencias bibliográficas sobre la posible relación entre irrigación artificial del terreno y helmintosis en gallinas, pero en otras especies fue positiva. En ovinos, la diversidad de las helmintosis fue mayor en pastos de regadío que de secano (Uriarte *et al.*, 1985), también fue mayor la riqueza específica de helmintos en roedores en las zonas irrigadas (Charisi *et al.*, 2012). Incluso se registró mayor prevalencia de helmintos en habitantes de pueblos situados en zonas de regadío (Fuseini *et al.*, 2009).

### *1.3 Sistemas de explotación de aves*

El sistema de cría engloba el ambiente que rodea a los animales, su manejo, tipo de alimentación y métodos de control de parásitos. La prevalencia de helmintos, especialmente de ciclo heteroxeno, es mayor en sistemas avícolas “out-door” que en “in-door” debido al mayor riesgo de contacto entre HD y HI, aunque también puede ser alta en “deep litter systems” (Permin *et al.*, 1999). En general, la prevalencia es mayor en extensivo que en intensivo (Abebe *et al.*, 1997; Permin *et al.*, 1999; Terregino *et al.*, 1999, Rabbi *et al.*, 2006; Matur *et al.*, 2010; Beyene *et al.*, 2014; Fatima *et al.*, 2015; Mekuria y Bayessa, 2017; Zloch *et al.*, 2018). Los helmintos de ciclo directo, como

*Ascaridia galli*, son más prevalentes en sistemas avícolas industriales que en extensivos u orgánicos (Permin *et al.*, 1999). Entre sistemas de ponedoras en libertad convencionales y orgánicas no hubo diferencia en la prevalencia de helmintos, pero las cargas de vermes fueron mayores en las ponedoras orgánicas (Wuthijaree *et al.*, 2017).

## **2. Influencia de las helmintosis en el peso**

Los efectos negativos de los helmintos sobre el bienestar y la productividad de las aves dependen fundamentalmente de la patogenicidad de la especie y de la intensidad de la infestación (Stehr *et al.*, 2019). La distribución agregada de los helmintos en la población hospedadora contribuye a limitar el daño al rebaño (Anderson y May 1978 p. 229), pues la mayoría de los animales tiene intensidades bajas o muy bajas compatibles con buenas producciones y solo algunos soportan intensidades altas con efectos clínicos o subclínicos, entendiéndose esto con todas las salvedades que requiere la complejidad de los procesos biológicos (Jaenike, 1996 p. 159).

La repercusión de las infestaciones naturales por helmintos en el rendimiento productivo de pollos se suele determinar, bien comparando el peso medio ganado por un grupo tratado con antihelmínticos y otro control sin tratar, o calculando la correlación estadística entre los parámetros helmintológicos y el peso o el tamaño de aves sin tratar.

### *2.1 Estudios con antihelmínticos*

En la diferencia en ganancia media de peso entre pollos tratados con antihelmínticos y controles influye la diversidad e intensidad de las infestaciones, la eficacia del producto empleado, la frecuencia de los tratamientos, y el tiempo postratamiento transcurrido hasta el control.

En zonas de clima subtropical húmedo y subhúmedo de India se registraron diferencias estadísticamente significativas entre los pesos medios de pollos tratados y no tratados, a favor de los tratados, de 385 g a los 90 días postratamiento (Katoch *et al.*, 2012) y de 604 g a los 30 días postratamiento (Bhat *et al.*, 2014), mientras que (Bessel *et al.*, 2019) comprobaron que 28 días postratamiento no hubo diferencia de peso, siendo significativa a los 56 días postratamiento, 90,55 g. En dos ensayos realizados en una zona de clima tropical de Zambia, la diferencia de peso entre pollos tratados y no tratados, fue estadísticamente significativa a las 12 semanas postratamiento, 189 g (Phiri *et al.*, 2007), mientras que 15 días postratamiento no hubo diferencia de pesos (Chota *et al.*, 2010).

En explotaciones industriales de reproductores de broilers en EEUU no se halló relación entre la calificación de la granja por su eficiencia alimentaria y la tasa o magnitud de infestación por helmintos (Wilson *et al.*, 1994; Yazwinski *et al.*, 2013), aunque las mayores cargas de helmintos se hallaron en los pollos con peores rendimientos (Yazwinski *et al.*, 2013). Como los antihelmínticos no tienen efecto profiláctico, su uso en pollitas no se asoció con menores cargas al final del ciclo de puesta (Yazwinski *et al.*, 2013), ocurriendo lo mismo en granjas de pequeños productores en Vietnam (Van *et al.*, 2019). En una zona tropical de Nicaragua, Skallerup *et al.* (2005) recomendaron tratar con antihelmínticos a los pollos criados en libertad solo en años húmedos, pues en los secos no compensa económicamente.

## 2.2 Correlación entre carga de helmintos y peso

Los trabajos basados en la relación entre peso o tamaño de pollos y carga parásita también ofrecen resultados dispares. El peso vivo de pollos criados en plantaciones de palma en Malasia se correlacionó negativamente con su carga parásita, pero esta

correlación solo fue estadísticamente significativa en los machos (Hassan *et al.*, 2015). Los pesos de pollos autóctonos criados en parques exteriores en dehesa alimentados con pienso ecológico y convencional no se diferenciaron, aunque los primeros tuvieron mayor prevalencia e intensidad de infestación por *Choanotaenia infundibulum* (Muriel y García, 2005).

Pollos locales naturalmente infestados, clasificados según su estado corporal en tres grupos, pobre, medio y bueno, criados en tres zonas agroecológicas de Etiopía, tuvieron infestaciones estadísticamente independientes del estado corporal, sexo, edad y origen geográfico de las aves (Molla *et al.*, 2012).

### **3. Estacionalidad de las helmintosis**

Los helmintos forman parte de la biodiversidad (Marcogliese, 2005) y son indicadores de la riqueza de los ecosistemas (Pérez-Ponce de León y García Prieto, 2001). En sus ciclos biológicos intervienen otros animales que actúan como hospedadores intermediarios (HI), paraténicos (HP) o de transporte (HT), teniendo un papel decisivo en que las helmintosis muestren estacionalidad (Morand y Guégan, 2008).

La existencia de patrones de estacionalidad en las helmintosis depende del tipo de clima, de los contrastes, fundamentalmente en temperatura y pluviosidad, entre épocas del año.

En zonas tropicales de clima térmicamente estable no se observaron diferencias significativas en la prevalencia ni en la carga de vermes entre la estación húmeda y la seca (Fakae *et al.*, 1991; Permin *et al.*, 1997; Fakae y Paul-Abiade, 2003; Chege *et al.*, 2015).

En zonas de climas subtropicales, con mayor amplitud térmica que los tropicales, con una estación seca en invierno y una estación húmeda en verano, las correlaciones entre

prevalencia, carga de vermes y estacionalidad resultaron significativamente más altas en el verano húmedo (Skallerup *et al.*, 2005; Hembram *et al.*, 2015; Ara *et al.*, 2021).

En zonas subtropicales húmedas y secas de India donde se registran tres estaciones, verano cálido, estación lluviosa e invierno frío, la diferencia en la prevalencia de helmintos fue significativamente mayor en verano, resultando menor en invierno (Naphade, 2014; Sahu y Sinha, 2016) o en la estación de lluvias (Fartade *et al.*, 2016).

En zonas subtropicales desérticas de África con clima árido y semiárido se registraron prevalencias de helmintos de pollos significativamente mayores durante la estación húmeda que durante la seca (Nagwa *et al.*, 2013; Mungube *et al.*, 2008).

En climas subtropicales desérticos de India y Pakistán, con cuatro estaciones, las prevalencias de helmintos de *G. gallus* fueron más altas en verano, seguido del otoño, primavera e invierno (Sheikh *et al.*, 2015; Fatima *et al.*, 2015). En Egipto, también se hallaron las más altas prevalencias en verano y otoño, en este caso seguidas del invierno y primavera (Shahin *et al.*, 2012).

En climas mediterráneos caracterizados por un invierno templado y un largo y cálido verano, como en la zona de Orán (Argelia) donde la media anual de temperatura mínima y máxima son 12°C y 22°C respectivamente y la precipitación, concentrada en invierno es 420mm., Yousfi *et al.* (2013) no encontraron diferencia estadísticamente significativa en la prevalencia de helmintos entre estaciones.

En Europa, estudios realizados con ponedoras orgánicas en Alemania determinaron que el riesgo de infestación se multiplicó por 1,5 y las cargas fueron mayores en verano (Kaufmann, 2011), sin embargo en Austria la presencia de endoparásitos en ponedoras en sistemas “indoor”, “free-range” y orgánicas no se correlacionó con la estación (Grafl *et al.*, 2017).

La estacionalidad de las helmintosis de *G. gallus*, es un fenómeno que puede condicionar los rendimientos productivos en determinadas épocas del año.

#### **4. Especies de helmintos parásitos de *Gallus gallus***

El número total de especies parásitas conocidas de una especie huésped, su parasitofauna, se construye sumando comunidades componentes de poblaciones de la especie huésped, entendiendo por comunidad componente el número de especies que parasitan una población de hospedadores en un espacio y tiempo dados (Holmes y Price, 1986). Para ajustarse a la realidad habría que resolver sinonimias (distintos nombres para una misma especie) y descubrir las especies crípticas (especies solo distinguibles a nivel molecular).

En este caso, para listar la parasitofauna helmíntica de *G. gallus* se parte de la revisión bibliográfica de estudios epidemiológicos realizados con técnicas *post-mortem*, buscando resolver sinonimias con ayuda de las bases “on-line” Global Biodiversity Information Facility (GBIF), Fauna Europea (FE) y Sistemas de Informações sobre a Biodiversidade Brasileira (SiBBr). La catalogación de la biodiversidad es una tarea en proceso, de modo que el encuadre taxonómico y la nomenclatura pueden cambiar.

Se seleccionaron 172 publicaciones sobre estudios epidemiológicos de helmintos de *G. gallus* realizados con técnicas *post-mortem* en 54 países, publicados entre 1933 y 2022, incluyendo abstracts, artículos de revistas revisadas y no revisadas por pares y tesis, siempre que mencionaran país, tamaño de la muestra, especies y prevalencias. De ellos, 79 son de 20 países africanos (1967-2022), 64 de 13 países asiáticos (1981-2021), 5 de Norteamérica (1933-2013) (1 de Canadá y 4 de EEUU), 11 de 6 países de Sudamérica (6 de Brasil), 10 de Europa con resultados de 12 países (1953-2020) y 3 de Oceanía, de 2 países (1942-2022).

Se confeccionó una lista de especies resultante y la nomenclatura de cada especie se en GBIF, FE y SiBBr.

A continuación, se expone la situación de la nomenclatura de las especies de helmintos de *G. gallus* halladas en la revisión bibliográfica. Si no se indica lo contrario la especie consta en GBIF como aceptada. Se indica si es sinónimo o no aparece en el catálogo (a fecha 30 junio 2023). Cuando se dice que una especie “es hallada” se refiere a la revisión de los 172 estudios *post-mortem*, cuando se dice “citada” se refiere a otra bibliografía.

#### **4.1 Especies de cestodos de *Gallus g. domesticus***

Los cestodos de gallinas se localizan en el intestino, 8 especies son de distribución cosmopolita: *Davainea proglottina*, *Raillietina echinobothrida*, *R. tetragona*, *Skrajabinia cesticillus*, *Amoebotaenia cuneata*, *Choanotaenia infundibulum*, *Echinolepis carioca* y *Staphylepis cantaniana*.

##### 4.1.1 Fam. Davaineidae

*Davainea* spp.: además de *D. proglottina*, se halló *D. singhi* n. sp. en India, que no consta en GIBF.

*Raillietina* spp.: *R. echinobotrída*, *R. tetragona* y *R. urogalli* constan en GIBF, esta última se halló en India siendo mencionada por su syn. *Paroniella urogalli*.

No aparecen en GBIF: *R. spiralis* hallada en India, *R. kashiwarensis* en Arabia Saudí (descrita por Sawada, 1953 en Japón como *Paroniella kashiwarensis*), *R. magninumida* en Nigeria (aceptada como *Paroniella magninumida* en SiBBr ), y *R. laticanalís* en Brasil (aceptada como *Fuhrmannetta laticanalís* en SiBBr).

*Fuhrmannetta* es syn. de *Raillietina* en GBIF, pero en FE se mantiene como género con 3 spp.

*Skrjabinia* spp.: *S. cesticillus* (syn. *Raillietina cesticillus*) se menciona mayoritariamente por sinónimo. Se hallaron en India *S. caucasica*, aceptada en GBIF y *S. centropi* que no figura en GBIF, y en Egipto *S. ramsoni* que tampoco figura en GBIF.

*Cotugnia* spp.: *C. digonopora* se halló en África y Asia y *C. megitti* en Egipto. No constan en GBIF *C. chiangmaii* y *C. kamatiensis*, halladas en Tailandia e India respectivamente, y dos especies nuevas halladas en India, *C. diamarei* y *C. jadhavii*.

*Houttunya* spp.: En Mozambique se halló una especie sin identificar.

#### 4.1.2 Fam Dilepididae

*Amoebotaenia* spp.: *A. cuneata* (syn. *A. sphenoides*), el uso del sinónimo es frecuente. En Nigeria Sam-Wobo y Mafiana (2003) hallaron dos especies mencionadas con el nombre y el sinónimo. En India, Dar y Tanveer (2013) hallaron *A. cuneata* y *A. domesticus*, que no aparece en GBIF.

*Choanotaenia* spp.: Además de *C. infundibulum*, en India se hallaron otras dos especies que no aparecen en GBIF, *C. gongwana* y *C. parvus* (Dar y Tanveer, 2013).

#### 4.1.3 Fam Hymenolepididae

*Hymenolepis* spp.: *H. exigua*, hallada en Reunión, figura como aceptada en GBIF, pero no consta *H. exilis* citada en España (Cordero *et al.*, 1994).

*Echinolepis* spp.: *Echinolepis carioca* (syn. *Hymenolepis carioca*), mencionada por su sinónimo mayoritariamente, se halló en África, Asia, Norteamérica y Europa.

*Staphylepis* spp.: *Staphylepis cantaniana* (syn. *Hymenolepis cantaniana*, syn. *H. inermis*, basónimo *Taenia cantaniana*), mencionada mayoritariamente como *H. cantaniana*, se halló en África, Asia, Norteamérica y Europa.

*Fimbriaria* spp.: *F. fasciolaris* se halló en EEUU y en Nigeria.



*Depranidotaenia* spp.: *D. lanceolata* se halló en Senegal e Irán.

En Vietnam, Shou *et al.*, (2007) hallaron con prevalencia 18% *Orientolepis exigua*. En GBIF *Orientolepis* es syn. de *Microsomacanthus* Lopez-Neyra, 1942, pero la especie *M. exigua* no consta. Quizá pudiera tratarse de *Hymenolepis exigua*.

En India, Bure *et al.*, 2013 hallaron una especie de *Vallipora* sp. con prevalencia 44,27%. Este género aparece en GIBF en la Fam. Gryporhynchidae y en FE en la Fam. Dilepididae.

#### 4.1.4 Fam. Paruterinidae

*Metroliasthes* spp.: *M. lucida* se halló con muy baja prevalencia en Tanzania, fue citada en EEUU (Edgar, 1953) y en Cuba (Ventosa *et al.*, 2010).

### **4.2 Especies de nematodos de Gallus g. domesticus**

Las especies de nematodos de gallinas más prevalentes y distribuidas son *Ascaridia galli* y *Heterakis gallinarum*.

#### 4.2.1. Orden Ascaridida

##### 4.2.1.1. Fam. Ascarididae

*Ascaridia galli*, es cosmopolita y muy prevalente. También se hallaron en intestino *A. dissimilis* en África, *A. lineata* en Norteamérica y *A. compar* en Asia. En GBIF aparecen aceptadas las cuatro especies.

##### 4.2.1.2 Fam. Heterakidae

GIBF reconoce cinco especies de *Heterakis* parásitas en los ciegos de *G. gallus*, cuatro coinciden con las halladas en la bibliografía: *H. gallinarum* es cosmopolita y muy

prevalente, *H. isolonche* se halló en África y Asia, *H. dispar* en África, *H. beramporia* en Asia, y la quinta *H. vesicularis*, hallada en Asia y África, es citada siempre como *H. breviespiculum*, syn. de *Heterakis vesicularis* según Vicente *et al.*, (1995), sinonimia que no consta en GBIF donde aparece como especie aceptada *H. vesicularis*.

#### 4.2.1.3. Fam. Subuluridae

*Subulura* se menciona alguna vez como *Allodapa*, su sinónimo. Localizadas en ciego, las cuatro especies de *Subulura* halladas en la revisión están aceptadas en GBIF.

*S. brumpti* se identificó en África, Asia y Sudamérica, *S. suctoria* en África y Sudamérica, *S. strongylina* solo en África y *S. differens* solo en Asia.

#### 4.2.2. Orden Strongylida

##### 4.2.2.1. Fam. Syngamidae

*Syngamus trachea*, se aloja en tráquea. Se halló en Asia, África y Sudamérica con baja incidencia. Citada en Nueva Zelanda (Weekes, 1982), Rusia (Kozhokov, 2007), Checoslovaquia (Borkovcova, 1999) y España (Cordero *et al.*, 1994).

*Cyathostoma sp.* se halló en la tráquea de pollos criados en libertad en Sudáfrica. Este género parasita 16 órdenes de aves, entre ellos Anseriformes y Galliformes (Kanarek *et al.*, 2013). En GBIF el género está aceptado, mientras que en FE aparece como sinónimo de *Syngamus*.

##### 4.2.2.2. Fam. Amidostomidae

En molleja, se hallaron *Epomidiostomum* (12,37%) y *Amidostomum* (2,06%) propios de Anseriformes, hallados por primera vez en *Gallus g. domesticus* en Iraq.

#### 4.2.2.3 Fam. Trichostrongylidae

*Trichostrongylus tenuis*, localizado en intestino, se halló en África y Asia. Se ha citado en Brasil (Alcaíno y Goma, 1999) y en España (Cordero *et al.*, 1994).

#### 4.2.3 Orden Rhabditida

##### 4.2.3.1 Fam. Strongyloididae

*Strongyloides avium* se localiza en ciego. Se halló en África, Asia, Sudamérica, y se ha citado en Checoslovaquia (Borkovcova, 1999).

#### 4.2.4. Orden Spirurida

##### 4.2.4.1 Fam. Thelaziidae.

*Oxyuris mansoni* se aloja en el ojo, bajo la membrana nictitante. Hallada en Asia y Sudamérica. Citada en Norteamérica (Edgard, 1953, Van Riper y Van Riper, 1985).

##### 4.2.4.2. Fam. Gongylonematidae

*Gongylonema spp.*: asienta en esófago y buche. La especie más extendida es *G. ingluvicola*, hallada África, Asia, Norteamérica y Centroamérica. En la isla africana Reunión se halló *G. graberi*, aceptada en GBIF, y en Senegal y Nigeria *G. congolense*, que no consta en GBIF.

##### 4.2.4.3 Fam. Tetrameridae

El género *Tetrameres* se localiza en proventrículo. En GBIF solo aparece *T. fissispina*, sin sinónimos. En la bibliografía revisada se mencionan *Tetrameres americana*, *T. fissispina*, *T. mothedai* y *T. confusa*. En Europa no se halló *Tetrameres spp.*

*T. fissispina* y *T americana* se hallaron en África, Asia y Sudamérica, *T. mothedai* en Asia y Oceanía, y *T. confusa* en Brasil. *T. confusa* es considerada sinónimo de *T. americana* por Zago Filho y Pereira Barreto (1962).

Vieira (2010), en Brasil, halló *T. americana* (1,2%) y *T. fissispina* (0,4%), denomina el género *Tropisurus*, que es un sinónimo.

#### 4.2.4.4. Fam. Acuariidae

##### 4.2.4.4.1. Acuariidae en proventrículo

En GBIF consta *Acuaria spiralis* (syn. *Dispharynx spiralis*). Esta especie se halló en África y Asia, siendo mayoritario el uso del sinónimo.

En Mozambique se halló *Echinuria* sp. En GBIF consta una sola especie de este género *Echinuria uncinata* (syn. *Acuaria uncinata*).

*Dispharynx nasuta*, y *Synhimantus spiralis* figuran como aceptadas en GBIF. *Dispharynx nasuta* fue hallada en África, Asia y Sudamérica, y citada en España (Cordero *et al.*, 1994). En Nigeria se halló *Synhimantus* sp.

Varios autores (Duarte y Dórea 1987, Anderson 2000, Zhang *et al.* 2004) citados por Gomez-Puerta *et al.*, (2009) consideran que *Synhimantus (D.) nasuta* es sinónimo de *Synhimantus (D.) spiralis*.

##### 4.2.4.4.2. Acuariidae en molleja

Debajo de la capa córnea de la molleja se localiza *Acuaria hamulosa* (syn. *Spiroptera hamulosa*), así aparece en GBIF, donde no consta *Cheilospirura hamulosa*, denominación empleada en 16 de 38 publicaciones revisadas.

#### 4.2.4.5. Fam. Hartertiidae

*Hartertia gallinarum*, se halló en Reunión y en Nigeria, en intestino delgado.

#### 4.2.5. Orden Enoplida. Familia Capillaridae

La clasificación de los Capilaroideos de Moravec (1982) basada en la morfología de la cola de los machos, está siendo avalada por estudios realizados con técnicas moleculares (Sakaguchi *et al.*, 2020, Deng *et al.*, 2022), aunque es necesario comparar molecularmente más especies.

##### 4.2.5.1 Capilaroideos del esófago y buche

Moravec (1982) trasladó las especies parásitas de esófago y buche de aves del género *Capillaria* al género *Eucoleus*. Entre ellas *C. annulata* y *C. contorta* (de *G. gallus*) y *C. perforans* (de faisán), que ahora se denominarían *Eucoleus annulatus*, *E. contortus* y *E. perforans*, pero en GBIF (30 junio 2023) aparece como especie aceptada *Capillaria contorta* (*syn Eucoleus contortus*), mientras que en FE figuran las 4 especies mencionadas (*E. annulatus*, *E. contortus*, *E. dispar* y *E. perforans*).

Respecto a *E. contortus* (sic), Barus y Sergejeva (1989) (cit. Tarellus, 2008) consideran que se trata de dos especies: *Eucoleus dispar*, parásita de aves terrestres, y *Eucoleus contortus*, parásita de aves acuáticas. Según esto las especies mencionadas *C. contorta* o *E. contortus* halladas en pollos deberían nombrarse *E. dispar*, especie aceptada en GBIF. En la revisión se menciona mayoritariamente a *C. annulata* y *C. contorta*, cosmopolitas.

##### 4.2.5.2 Capilaroideos de intestino

Los capilaroideos parásitos del intestino de *Gallus g. domesticus* son cosmopolitas. Moravec (1982) separó del gen *Capillaria* dos géneros *Baruscapillaria* y *Aonchoteca*. *B. obsignata* (syn. *Capillaria obsignata*), la especie más frecuente, y *A. caudinflata* (syn. *C. caudinflata*), se hallan nombradas mayoritariamente por sus sinónimos.

Está en conflicto la nomenclatura de otra especie, GBIF mantiene *Capillaria bursata* (30 junio 2023), mientras que SIBBr acepta *Aonchoteca bursata* (syn. *C. bursata*).

GBIF mantiene en el género *Capillaria* las especies *C. columbae* y *C. gallinae*, la primera podría ser conespecífica de paloma y la segunda fue descrita por Cheng (1982) (cit. Zhang, 2012) en China. Anderson (2000) considera a *C. columbae* sinónimo de *B. obsignata*.

#### 4.2.5.3 Capilaroideos de los ciegos

También hay confusión con la nomenclatura de las especies de *Capillaria* que se encuentran en ciegos. En GBIF aparecen *C. anatis*, la especie tipo, y *C. collaris*, y no consta *C. retusa*, hallada en Norteamérica, Asia y África.

Soulsby (1987) y Permin y Hansen (1998) consideran que *C. retusa* y *C. collaris* son sinónimos de *C. anatis*. Park y Shin (2010) amplían la lista de sinónimos de *C. anatis* (syn. *C. retusa*, *C. collaris*, *C. brevicollis*, *C. anseris*, y *C. mergi*). Sin embargo, Viera *et al.* (2015) reportan el hallazgo en pollos de una región subtropical de Brasil de *C. anatis* en ciego y de *C. collaris* en intestino delgado (En intestino delgado también hallaron *B. obsignata* y otra *Capillaria sp.*). Según FE, *C. collaris* podría ser conespecífica con *C. phasianina*, hallada habitualmente en ciego de faisán.

### **4.3 Especies de trematodos de *Gallus g. domesticus***

#### 4.3.1 Orden Plagiorchiida

#### 4.3.1.1 Fam. Prosthogonimidae

*Prosthogonimus cuneatus* (syn. *P. rudolphi*) se halló en Vietnán y *P. macrorchis* en Tailandia. Sin identificar la especie se halló en Bangladés y Camboya.

*P. ovatus* se citó en Rusia (Kozhokov, 2007).

#### 4.3.1.2 Fam. Eucotylidae

*Tanasia zarudni* se halló en Malasia.

#### 4.3.1.3 Fam. Echinochasmidae

*Echinochasmus africanus* (syn. *Episthimium africanum*) se halló en Ghana, nombrado con su sinónimo, el mismo autor, Hodasi (1967), describió una sp. nov. *E. ghanense* que no consta en GBIF.

### 4.3.2 Orden Echinostoma

#### 4.3.2.1 Fam Echinostomatidae

*Echinostoma revolutum* hallado en Asia y en África.

*Echinoparyphium recurvatum* se halló en EEUU, Turquía y Vietnán, y ha sido citado en Costa Rica (Brenes, 1961).

#### 4.3.2.1 Fam Notocotylidae

*Notocotylus attenuatus* fue hallada en India, y *N. gallinarum*, no aceptada en GBIF, en Marruecos.

En Bangladés se halló *Monostoma* sp. nombrado *Monostomum*, su sinónimo en GBIF. En FE ambas denominaciones son sinónimos de *Notocotylus*.

*Catatropis verrucosa*, se halló en Bangladés.

*Paramonostomum galli* se halló en India, el género está aceptado en GBIF, la especie no consta

#### 4.3.3 Orden Strigeida. Fam Brachylaimidae

Se halló en Argelia *Brachylaima sp.*, aceptado en GBIF, nombrado como *Brachilaema*.

*Postharmostomum conmutatum*, se halló en Brasil.

*Postharmostomum gallinum*, se halló en Argelia, Reunión y Brasil.

### **4.4 Especies de acantocéfalos de *Gallus g. domesticus***

#### 4.4.1 Archiacanthocephala. Orden Gigantorhynchida. Fam. Giganthorhynchidae

*Mediorhynchus gallinarum*, se halló en Somalia.

#### 4.4.2 Palaeacanthocephala. Orden Polymorphida.

##### 4.4.2.1. Fam. Polymorphidae

*Polymorphus boschadis*, se halló en Tanzania.

##### 4.4.2.2. Fam. Plagiorhynchidae

*Plagiorhynchus cylindraceus* (syn. *Prosthorhynchus formosus*) se halló en EEUU citada incorrectamente como *Plagiorhynchus formosus*, y también en Argelia mencionada incorrectamente como *Prosthorhynchus sp.*



## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### **1. Animales empleados**

#### 1.1. Raza Extremeña Azul

Los dos primeros experimentos se hicieron con pollos machos de la raza Extremeña Azul, procedentes del núcleo que la Junta de Extremadura tiene en la finca Valdesequera (Villar del Rey, Badajoz).

En la página web sobre razas ganaderas del Ministerio de Agricultura, la Extremeña Azul, catalogada en peligro de extinción, se describe como sigue: “El tipo de ave es intermedio entre las de tipo mediterráneo y las de tipo atlántico, algo más ligera que las semipesadas. Es de pluma lisa, cresta simple y tarsos desnudos. Tiene tres variedades de color de plumaje: gris, blanco sucio (blanco salpicado de gris o negro) y negro (con irisaciones verdes). Los rasgos morfológicos distintivos son el color de plumaje del heterocigoto (gris), el de las orejillas (rojas o con predominio del color rojo sobre el blanco, con la edad puede aumentar la cantidad de blanco) y el de los tarsos (verdes y piel amarilla), y también el color del huevo (moreno claro con tonalidad rosada o marfileña) Peso del macho: 2,5 a 4,2 Kg. Peso de la hembra: 1,3 a 3,2 Kg. Es una raza de doble aptitud (huevos-carne). Esta gallina se ha criado tradicionalmente en libertad en los cortijos, pues tiene bajos requerimientos alimenticios. La rusticidad de la gallina Extremeña Azul es la característica más apreciada por los avicultores, se evidencia en su resistencia a las enfermedades, sus bajos requerimientos nutricionales, su capacidad para pastar y depredar, y su buen comportamiento maternal”

<https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/zootecnia/razas-ganaderas/razas/catalogo-razas/aviar/gallina-extremena-azul/default.aspx>.

En los años de estudio, 2004-2006, los pollitos nacieron a final de junio. La fase de cría transcurría en parques interiores hasta las 6 semanas de edad, momento en que eran sexados y seleccionados unos para el programa de cría y otros para el estudio experimental.

Antes de la salida de los pollos de Valdesequera se tomaron muestras colectivas de heces en los parques de cría y se analizaron por flotación en solución saturada de sacarosa para confirmar que no portaban helmintos.

## 1.2. Híbridos de crecimiento lento Cornish Red

El experimento 3, sobre la estacionalidad de las helmintosis, se hizo con híbridos de crecimiento lento Cornish Red, adquiridos en la Granja Santa Isabel de Córdoba, con menos de 1 semana de edad en enero, abril y julio, al no disponer de autóctonos en estas fechas.

## 2. Tipo de Explotaciones

Las experiencias se realizaron en dos explotaciones diferentes, una de secano y otra de regadío.

Las dos explotaciones diferían en orientación productiva y en características geográficas y climáticas. En ambas se criaban en libertad gallinas y pollos para consumo familiar.

Al comienzo del estudio las dos explotaciones estaban en su primer año de conversión a la agricultura ecológica.

### 2.1 Explotación de secano

Es una dehesa de montaña, con encinas y robles, dedicada a la producción de vacuno de carne en pastoreo extensivo. Se encuentra en la región Macizo Hespérico meridional (MED38) según la clasificación de regiones naturales (Galicia *et al.* (2014), en el municipio de Garciaz, (Cáceres, Extremadura) situado en la cara oeste de la Sierra de las Villuercas, a 669 metros de altitud sobre el nivel del mar (msnm). La temperatura y pluviosidad medias anuales eran 14.5 °C y 510 mm. Sus coordenadas son 39°24'6.47''N y 5°40'31.42''W. La zona dedicada a los pollos, 2700 m<sup>2</sup>, está vallada con pared de piedra, dispone de cobertura arbórea y charca abrevadero.

## ***2.2 Explotación de regadío***

Es una explotación de cultivo de regadío situada en Villarrubia (Córdoba, Andalucía), en la vega del Guadalquivir, región natural Guadalquivir (MED41) (Galicia *et al.*, 2014). Pertenece a la zona regable del embalse del Guadalmellato. Se encuentra a 106 msnm, la temperatura y pluviosidad medias anuales eran 17.8 °C y 612 mm. Sus coordenadas son 37°50'18.35''N y 4°54'8.43''W. Tiene 7,5 Ha de superficie, dedicadas a la producción de maíz y trigo, disponiendo de una zona de frutales y cítricos (4000 m<sup>2</sup>) y huerta para consumo familiar (300 m<sup>2</sup>).

## **3. Sistema de cría y recría de pollos**

### ***3.1 Fase de cría***

Los pollitos Extremeña Azul se criaron en parques interiores de tipo industrial en la Finca Valdesequera durante 6 semanas. Los Cornihs Red se criaron en la explotación de regadío en interior de tipo tradicional, variando la duración de la cría con la estación. En ambos casos se emplearon bombillas calefactoras y se alimentaron con pienso ecológico de harina.

### ***3.2 Fase de recría***

Los experimentos realizados con pollos Extremeña Azul comenzaron con la llegada de las aves a las explotaciones colaboradoras a mediados de agosto, con 6 semanas de edad. Durante el día dispusieron de libertad, pasando la noche en aseladeros bajo techo en albergues tradicionales. Para favorecer la infestación natural, la alimentación se basó en el pastoreo, la depredación y el detritivorismo, con aporte de restos de cultivos de huerta. Los pollos del experimento 1 en secano recibieron un aporte de trigo ecológico, los de los experimentos 1 y 2 en regadío no recibieron suplementación alimenticia. Los pollos del experimento 3 dispusieron de pienso de engorde ecológico *ab libitum*.

#### **4. Datos productivos**

Para la obtención de datos de producción se empleó una báscula electrónica ( $d=0,01$ ). Se tomó el peso de los animales en vivo antes del sacrificio y de la canal eviscerada sin cabeza ni patas.

Se calcularon el rendimiento cárnico en porcentaje ( $\text{Peso canal} \times 100 / \text{peso al sacrificio}$ ) y la ganancia de peso vivo al nacimiento ( $\text{Peso vivo} / \text{edad en días}$ ).

#### **5. Datos climatológicos**

Los datos climatológicos del agrosistema de secano se obtuvieron de una estación meteorológica regional ubicada en Berzocana, localidad a 23 Km de Garciaz y a 750 msnm de altitud, y los del agrosistema de regadío fueron aportados por el Instituto Nacional de Meteorología y corresponden a la Estación Aeropuerto de Córdoba, situada a 5,5 Km de la explotación. Se calcularon las temperaturas media, mínima y máxima, número de días de lluvia y pluviosidad durante el periodo de estancia de los pollos en la explotación.

#### **6. Diseño experimental**

Experimento 1: Para identificar las especies de *Gallus gallus* prevalentes en el suroeste de España (Objetivo 1) y evaluar la influencia del agrosistema en las comunidades de helmintos (Objetivo 2), a mediados de agosto se introdujeron dos grupos de 50 pollos machos Extremeña Azul de 6 semanas en un agrosistema de secano (Cáceres) y otro de regadío (Córdoba). Desde mediados de octubre hasta mediados de febrero se sacrificaron mensualmente 10 aves en cada agrosistema.

Experimento 2: Para determinar el impacto de las helmintosis sobre los parámetros productivos de pollos Extremeña Azul criados en sistemas agroecológicos (Objetivo 2),

el primer año de estudio se recriaron y sacrificaron 20 pollos a los 4,5 meses de edad, el segundo año se recriaron 42 pollos, la mitad se sacrificaron a los 4,5 meses de edad y la otra mitad a los 5,5 meses.

Experimento 3: Para comprobar posibles patrones estacionales de las helmintosis de *Gallus gallus* con clima mediterráneo y en regadío (Objetivo 3), se criaron y recriaron tres lotes de 60 pollos Cornish Red en invierno, primavera y verano, respectivamente. El estudio helmintológico se hizo con 23, 45 y 50 aves, respectivamente debido a la mortalidad registrada.

## **7. Obtención de muestras de campo**

Todos los experimentos se basaron en el empleo de técnicas *post-mortem* para aislar, identificar y cuantificar los vermes. Las aves fueron insensibilizadas mediante dislocación cervical y sacrificadas en la explotación por personal experimentado. Las canales se destinaron al consumo familiar.

La necropsia helmintológica consistió en la inspección ocular de los órganos donde pueden asentar helmintos (ojos, riñones) y retirando la tráquea y el digestivo para su examen en laboratorio. Se realizó un examen completo del animal, para descartar otras patologías, sin encontrar alteraciones.

Las muestras de cada pollo se guardaron en dos bolsas de plástico transparente de uso alimentario (12x25 cm) debidamente identificadas, en una se introdujo tráquea, esófago, buche, proventrículo y molleja, y en otra los intestinos. Se congelaron inmediatamente.

## **8. Metodología de trabajo en laboratorio**

### **8.1 Aislamiento de helmintos**

#### 8.1.1 Tráquea

Las tráqueas se abrieron longitudinalmente y su interior se observó directamente al microscopio binocular con luz episcópica.

#### 8.1.2 Esófago y buche

Con las tijeras se separaron esófago y buche y se abrieron longitudinalmente por la curvatura mayor, colocándolos con la mucosa hacia abajo en una placa de Petri cada uno, se cubrieron con solución de polisorbato al 2%.

La observación se hizo al microscopio binocular, en la misma placa, exponiendo la mucosa y despegándola y/o rompiéndola con espátula y lanceta, extrayendo los nematodos con una aguja extrafina. Se repitió diariamente hasta no hallar nematodos en dos observaciones seguidas.

#### 8.1.3 Proventrículo

Se observaron exteriormente, se abrieron longitudinalmente y se observó el interior a la lupa.

#### 8.1.4 Molleja

Las mollejas se observaron externamente, se abrieron, se retiró la capa córnea y se observó el interior a la lupa.

#### 8.1.5 Intestino

Los intestinos se abrieron longitudinalmente, se extendieron en una bandeja y se cubrieron ligeramente con solución de polisorbato 2%. Los helmintos macroscópicos se extrajeron directamente. Bajo la lupa, con luz episcópica, se raspó la mucosa con espátula y lanceta continuando con la extracción de ejemplares de menor tamaño. Posteriormente se observó el contenido del lavado intestinal a la lupa. Las muestras se retornaron al frigorífico y el procedimiento se repitió diariamente hasta no hallar ejemplares.

#### 8.1.6 Ciego

Los ciegos se abrieron longitudinalmente, y se cubrieron de polisorbato 2%. Posteriormente, el contenido se observó a la lupa con luz episcópica en una bandeja de fondo oscuro, extrayendo los helmintos con lanceta o aguja. Las muestras se retornaron al frigorífico y el procedimiento se repitió diariamente hasta no hallar ejemplares.

## **8.2 Identificación y recuento de helmintos**

### 8.2.1. Cestodos.

Se identificaron en montaje en fresco, actuando como aclarante el polisorbato 2%.

Una vez identificados se conservaron en alcohol de 70°.

### 8.2.2. Nematodos

Los nematodos se observaron a la lupa o al microscopio, aclarados con polisorbato al 2% a excepción de los *Ascaridia* que se aclararon con lactofenol de Amman. Se conservaron en alcohol de 70°.

### 8.2.3 Identificación de las especies de helmintos

Para identificar morfológicamente las especies de helmintos se consultaron publicaciones de López-Neyra (1947), Skrajabin *et al.* (1957) Nemeséri y Holló (1961), Polo-Jover (1968), Borchert (1964), Cheng (1978), Euzeby (1981), Soulsby (1987), Moravec (1982), Taylor *et al.* (1987), Quiroz (1989) Khalil *et al.* (1994), Calnek (1995), Vicente (1995), Permin y Hansen (1998) y Tarazona (1999), y las bases de datos on-line Global Biodiversity Information Facility (<https://www.gbif.org>) y Fauna Europaea (<https://fauna-eu.org>).

### 8.2.4 Recuento de helmintos

El número de cestodos se estableció por el número de escólices, teniendo en cuenta los ejemplares de los que sólo se halló el estróbilo. En las especies más pequeñas, como *Davainea* y *Amoebotaenia* se contabilizó un ejemplar por cada proglótide grávido hallado.

El conteo de nematodos no suele presentar dificultad salvo los *Eucoleus annulatus* del buche que con frecuencia se rompen. En este caso, se contaron los ejemplares completos, y los extremos finales de machos y hembras.

## **9. Análisis de datos**

### ***9.1 Parámetros helmintológicos***

La interpretación de los términos infrapoblación, infracomunidad y comunidad componente y el cálculo de la prevalencia, abundancia e intensidad se hicieron según Bhus et al. (1997). Infrapoblación es la carga de determinada especie que porta un hospedador; todas las infrapoblaciones de un hospedador forman una infracomunidad; y el conjunto de infracomunidades asociadas a un subconjunto de hospedadores en un lugar y un tiempo concretos forma la comunidad componente. Prevalencia es el porcentaje de hospedadores infestados. El número de vermes contabilizados dividido entre el número de hospedadores muestreados es la abundancia media, y dividido entre el número de hospedadores infestados es la intensidad media.

La estructura de las comunidades componentes se estableció en base a la prevalencia de las especies (Bush y Holmes, 1986). La prevalencia de las especies centrales es superior a 66,6%, la de las secundarias está entre 33,3% y 65,5 %, y la de las satélites es menor de 33,2%. Las especies satélites con prevalencia menor de 10% se clasificaron como raras.

Para calcular la agregación, o distribución espacial de las infrapoblaciones de helmintos, se emplearon tres índices: El Coeficiente de distribución S (varianza/media), que indica agregación si es  $> 1$ , siendo mayor la agregación cuanto más alto sea este valor; el índice de Discrepancia de Pulin (D) que “mide la desviación entre la distribución de parásitos



observada y una hipotética en la que todos los huéspedes albergan el mismo número de parásitos”, varía entre cero y uno, indicando la proximidad a uno mayor agregación (Poulin, 1993; Poulin, 2013); y el exponente binomial negativo  $k$  (media al cuadrado/varianza media al cuadrado), que indica mayor agregación cuanto menor sea su valor siempre que éste no sea negativo, pues indicaría distribución de tipo normal, ni esté próximo a 8, lo que indicaría distribución al azar (Morales y Pino, 1987).

El crowding medio o hacinamiento depende del tamaño del grupo al que pertenece un individuo. Matemáticamente es el cociente entre la suma de los cuadrados de las intensidades y la suma de las intensidades de cada infrapoblación (Reiczigel et al. 2005).

## ***9.2 Índices de biodiversidad***

Se calcularon: el parámetro  $S$  de riqueza específica ( $S$  = número de taxones de helmintos) y el número de individuos o carga de vermes; el índice de riqueza específica de Margalef, que relaciona especies e individuos (número de especies-1/ totalidad de individuos hallados en la muestra); los índices de dominancia de Simpson (Sumatorio de la proporción de cada especie respecto al total elevada al cuadrado) y de Berguer-Parker (número de ejemplares de la especie más abundante / número total de vermes hallados en la muestra); de uniformidad (Evenness) de Buzas & Gibson  $E$  y de Equitabilidad de Pielu  $J$ , que cuantifican cómo se distribuye la abundancia; el índice de biodiversidad de Simpson  $1-D$  (inverso al de dominancia); el de entropía de Shannon-Wiener  $H$  y los de diversidad alfa de Fisher y Chao-1 que combinan información sobre riqueza y abundancia. La diversidad beta, o diversidad entre hábitats (Moreno, 2001) se calculó mediante el Coeficiente de similitud de Jaccard (número de especies compartidas/ suma de especies presentes en ambas comunidades menos el número de especies compartidas).

### ***9.3 Análisis estadístico de datos***

Los datos de campo y de laboratorio se informatizaron con el programa Excel. También se usó para preparar los datos antes de meterlos en los programas de estadística y para hacer tablas y gráficos para presentar los resultados.

#### *9.1.1 Análisis con el programa Quantitative Parasitology on the web.*

Con QPweb 1.0.14 y 1.0.15 <https://www2.univet.hu/qpweb/qp10/index.php> (Reiczigel *et al.*, 2019) se calcularon con el 95% de confianza (95% CI): las prevalencias y sus límites de confianza (Blaker's method, new algorithm), las intensidades y abundancias medias y sus límites de confianza (BCa method with 2000 bootstrap replications), los índices de agregación S, D y *k*, y los límites de confianza de D (bootstrap BCa with 1000 replications); también se compararon las medias de las prevalencias (Fisher's exact test), de las intensidades y abundancias (Bootstrap t-test with 1000 replications) y de los parámetros productivos (Bootstrap one-way ANOVA with 1000 replications), entre meses dentro de cada comunidad y entre comunidades (Experimento 1) y entre lotes (Experimento 2,3 y 4).

#### *9.1.2 Análisis estadístico con el programa Paleontological Statistics.*

Descarga en: <https://www.nhm.uio.no/english/research/resources/past/>

Con PAST 3.25 (Hammer *et al.*, 2001) se hicieron los test de normalidad de las distribuciones de datos. Se hizo la comparación de medias de datos productivos entre lotes mediante ANOVA de una vía y test de Kruskal-Wallis y Mann-Withney. Se hallaron las correlaciones entre cargas de vermes (cestodos, nematodos y helmintos, y por especies) con los parámetros productivos y con los climatológicos, así como las correlaciones ente especies, mediante el test no paramétrico Spearman's  $r_s$  aplicando la corrección de Bonferroni. Se calcularon los parámetros e índices de diversidad y la significación estadística de la diferencia entre grupos en base al índice de dominancia de Simpson y al de Shannon-Wiener; y se representaron gráficamente los índices de similitud de Morisita.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### EXPERIMENTO 1

Este experimento tuvo un doble objetivo, conocer las especies de helmintos de *Gallus gallus* prevalentes en el suroeste de España y comprobar la influencia del agrosistema en la composición y estructura de las comunidades helmínticas.

Los factores intrínsecos al hospedador (edad, sexo, raza, estado nutricional, inmunitario, sanitario...) afectan a la fase parásita de los helmintos. Las investigaciones sobre cómo estos factores influyen en los helmintos de *G. gallus* no son concluyentes. Para disminuir su influencia, en este estudio las aves experimentales son de la misma raza, sexo, edad y origen. Los factores ambientales o extrínsecos, influyen sobre la supervivencia de los huevos de los helmintos y la disponibilidad de hospedadores intermediarios (HI) y paraténicos (HP) para completar los ciclos biológicos de los heteroxenos, siendo determinantes para las helmintosis. Se buscó evidenciar la influencia de factores extrínsecos comparando las comunidades de helmintos de pollos criados en dos agrosistemas próximos que difieren en condiciones geoclimáticas, orientación productiva y uso del agua, identificados aquí como secano y regadío.

#### **1. Especies de helmintos de *G. gallus* en dos agrosistemas del suroeste español**

Se recogieron un total de 9173 helmintos, de ellos 1603 (17,48%) en el agrosistema de secano y 7560 (82,42%) en el de regadío. En relación a la taxonomía de estos helmintos, 2160 (23,54%) eran cestodos (494 en secano y 1666 en regadío) y 7013 (76,45%) eran nematodos (1109 en secano y 5904 en regadío).

En el estudio parasitológico se ha identificado 12 especies diferentes, 7 cestodos y 5 nematodos. En el agrosistema de secano se identificaron 4 especies de cestodos y 3 de

nematodos; en el de regadío, 7 especies de cestodos y 4 de nematodos. En ninguno de los dos se aislaron trematodos, *Syngamus trachea* ni acantocéfalos (Tabla 1).

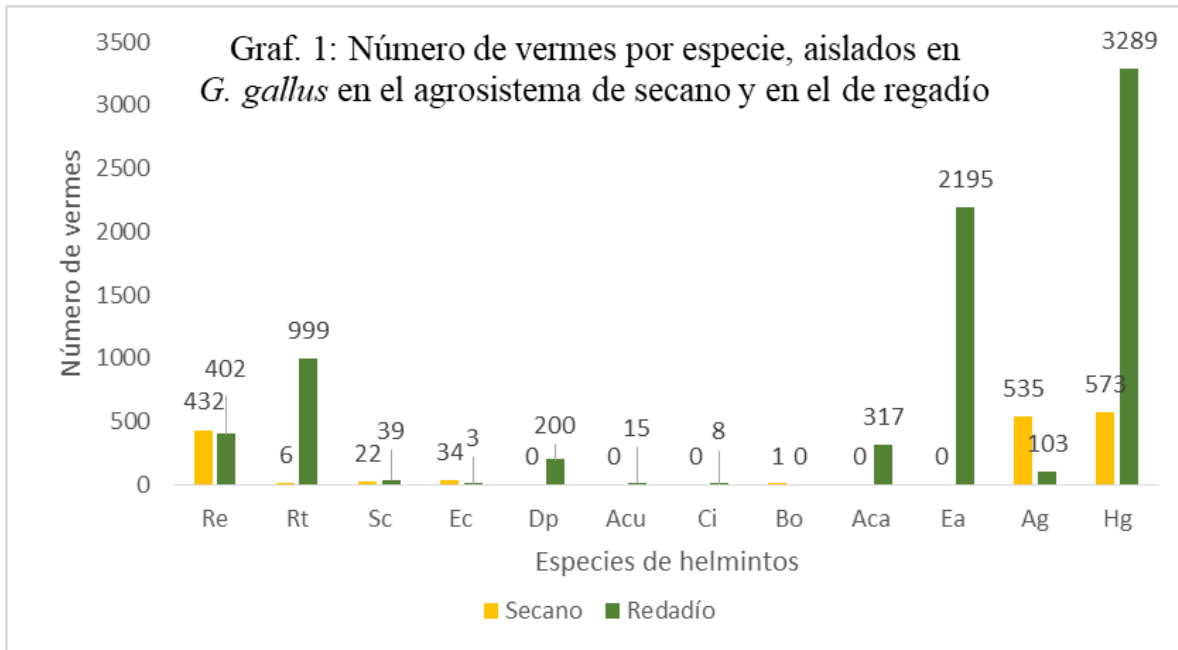
Tabla 1. Especies de helmintos de *G. gallus* en los agrosistemas de secano y de regadío.

Especies	Prevalencia (%)	
	Secano	Regadío
<b>Cestodos</b>		
<i>Raillietina echinobothrida</i>	40,0	77,6
<i>Raillietina tetragona</i>	4,0	85,7
<i>Skrajabinia cesticillus</i>	18,0	22,4
<i>Echinolepis carioca</i>	20,0	2,0
<i>Choanotaenia infundibulum</i>		8,2
<i>Davainea proglottina</i>		36,7
<i>Amoebotaenia cuneata</i>		18,4
<b>Nematodos</b>		
<i>Eucoleus annulatus</i>		100,0
<i>Aonchotheca caudinflata</i>		67,3
<i>Baruscapillaria obsignata</i>	2,0	
<i>Ascaridia galli</i>	94,0	49,0
<i>Heterakis gallinarum</i>	98,0	98,0

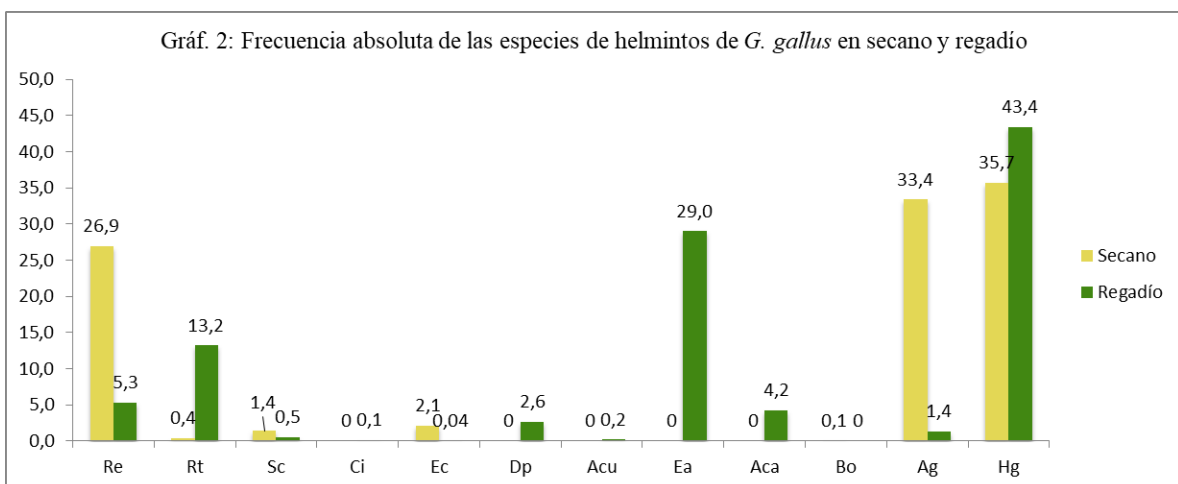
Seis especies de helmintos se hallaron en los dos agrosistemas y seis especies solo en uno. De las especies compartidas, cuatro fueron cestodos, *Raillietina echinobothrida*, *Raillietina tetragona*, *Skrajabinia cesticillus*, *Echinolepis carioca* y dos nematodos *Ascaridia galli* y *Heterakis gallinarum*. Las especies halladas en un solo agrosistema fueron, en secano el nematodo *Baruscapillaria obsignata* y en regadío los cestodos *Choanotaenia infundibulum*, *Davainea proglottina* y *Amoebotaenia cuneata*, y los nematodos, *Eucoleus annulatus* y *Aonchotheca caudinflata*. El Índice de Jaccard fue 0,5.

La carga parasitaria más alta se encontró en un individuo en regadío en el que se recogieron 398 helmintos de 7 especies diferentes (209 cestodos y 189 nematodos). En secano fue de 112 helmintos, de 3 especies (82 cestodos y 30 nematodos).

El número de vermes por especie aislados en cada agrosistema figura en el gráfico 1 y la frecuencia absoluta o porcentaje de cada infrapoblación respecto al total de helmintos en cada agrosistema, en el gráfico 2.



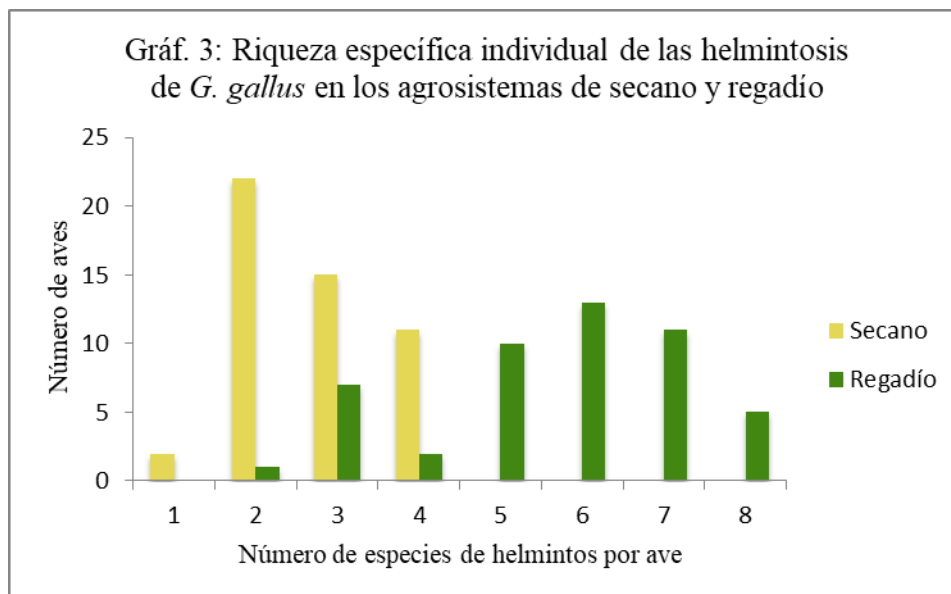
Aca= *Aonchotheca caudinflata*, Acu= *Amoebotaenia cuneata*, Ag= *Ascaridia galli*, Bo= *Baruscapillaria obsignata*, Ci= *Choanotaenia infundibulum*, Dp= *Davainea proglottina*, Ea= *Eucoleus annulatus*, Ec= *Echinolepis carioca*, Hg= *Heterakis gallinarum*, Re= *Raillietina echinobothrida*, Rt= *R. tetragona*, Sc= *Skrajabinia cesticillus*.



Aca= *Aonchotheca caudinflata*, Acu= *Amoebotaenia cuneata*, Ag= *Ascaridia galli*, Bo= *Baruscapillaria obsignata*, Ci= *Choanotaenia infundibulum*, Dp= *Davainea proglottina*, Ea= *Eucoleus annulatus*, Ec= *Echinolepis carioca*, Hg= *Heterakis gallinarum*, Re= *Raillietina echinobothrida*, Rt= *R. tetragona*, Sc= *Skrajabinia cesticillus*.

Las infestaciones por helmintos fueron mixtas cestodo-nematodo en el 96% de los pollos de secano (dos animales tenían una sola especie de cestodos) y 100% en los de regadío

El porcentaje de pollos con infestaciones mono-específicas por cestodos fue 34% en secano y 18,37% en regadío, y por nematodos 6% en secano y 0% en regadío. Estos datos reflejan la mayor biodiversidad de las infestaciones en regadío. El gráfico 3 muestra la distribución de la riqueza específica de los pollos en cada agrosistema.



En el Índice-Catálogo de Zooparásitos Ibéricos (ICZI) (Cordero *et al.*, 1994) se relacionan 8 cestodos, un trematodo y 16 nematodos parásitos de gallinas. En este estudio se hallaron 6 de los 8 cestodos, no se hallaron *Staphylepis cantaniana* e *Hymenolepis exilis* (syn. de *E. carioca* según López-Neyra (1941), pero actualmente aceptada en GIBF). No se halló ningún trematodo. Respecto a los nematodos, no se halló *Syngamus trachea* ni *Trichostrongylus tenuis*, ninguna de las 3 especies de Spirúridos ni de las 3 *Subulura spp.*, y solo se halló una de las 3 especies de *Ascaridia*. Hay que precisar que en el ICZI no consta como parásito de gallina *Eucoleus annulatus* ni su sinónimo *Capillaria annulata*, aunque esta especie fue

redescrita en España por López-Neyra (1947). Tampoco figura la gallina como hospedadora de *Baruscapillaria obsignata*, aunque sí de *Capillaria columbae* (Sin. de *B. obsignata* según Anderson (2000), aunque actualmente aceptada en GBIF). Por tanto, se aporta al catálogo de helmintos de *G. gallus* en España dos especies: *E. annulatus* en Córdoba y *B. obsignata* en Cáceres, y se amplía la distribución geográfica de *R. echinobothrida* y *E. carioca*, halladas en Cáceres.

De forma general, las parasitaciones son más numerosas y variadas en explotaciones extensivas, al tener una mayor posibilidad de contacto con las formas infectantes y los hospedadores intermediarios (Rabbi *et al.*, 2006; Matur *et al.* 2010; Beyene *et al.*, 2014; Fatima *et al.*, 2015). En los últimos años, con el auge de la avicultura ecológica aumentó el interés por las infracomunidades de helmintos y su epidemiología, especialmente en el norte de Europa (Permin *et al.* 1999; Höglund & Jansson, 2011; Kaufmann, 2011; Hinrichsen, 2015; Thapa *et al.*, 2015; Wongrak *et al.*, 2014; Grafl *et al.*, 2017; Zloch *et al.*, 2018). En el sur de Europa solo hay un estudio realizado en Italia (Wuthijaree *et al.*, 2017). En España, este es el primero.

En Francia Joyeux y Baer (1953) hallaron las mismas especies que en este estudio con distinta frecuencia: fueron frecuentes en todo el país *S. cesticillus*, *E. carioca*, *C. infundibulum* y *D. proglottina*, y rara *A. cuneata*, mientras que *R. echinobothrida* y *R. tetragona* fueron frecuentes, pero solo en la mitad sur del país, relacionándolo con la ausencia de HI en el norte. En Alemania, Kaufmann *et al.* (2011), identificaron 4 especies: *S. cesticillus*, *Staphilepis cantaniana*, *Echinolepis carioca* y *Choanotaenia infundibulum*. En este estudio no se halló *S. cantaniana*, citada anteriormente en el sur y centro de España (Cordero *et al.*, 1994).

Respecto a los nematodos capilaroideos de vías altas, no hallamos citas de *E. annulatus* en Europa. Wakelin (1964) menciona expresamente que, en Gran Bretaña, no halló la especie en gallinas. De los capilaroideos intestinales, la especie más frecuente en Europa fue *B. obsignata*, seguida de *C. anatis* y *A. caudinflata* en Dinamarca (Permin *et al.*, 1999), de *A. caudinflata* y de *A. bursata* en Alemania (Wongrak *et al.*, 2015) y de *A. caudinflata*, *C. anatis* y *A. bursata* en Gran Bretaña (Wakelin 1964 y 1965). En este estudio solo se halló un ejemplar de *B. obsignata* en un pollo en secano y no se hallaron *A. bursata* ni *C. anatis*.

Los ascaroideos *A. galli* y *H. gallinarum* son las especies de helmintos de gallinas más prevalentes en todo el mundo (Shifaw *et al.*, 2021). En explotaciones de gallinas orgánicas de ocho países europeos la prevalencia de *A. galli* fue 69,5% y la de *H. gallinarum* 29% (Thapa *et al.*, 2015).

## **2. Comunidades helmínticas en secano y regadío**

### *2.1 Prevalencia, intensidad y abundancia de helmintos*

En los dos agrosistemas estudiados, la prevalencia de helmintos fue 100%, siendo menores en secano la intensidad y abundancia: 32,06 vs. 154,5 ( $p < 0,01$ ).

En secano, los cestodos tuvieron menor prevalencia, 54% vs. 98% ( $p < 0,001$ ), intensidad, 18,30 vs. 34,71 ( $p < 0,05$ ) y abundancia, 9,88 vs. 34 ( $p < 0,01$ ). Los nematodos tuvieron prevalencia 100% en ambos agrosistemas, con intensidad y abundancia significativamente menores en secano, 22,18 vs 120,5 ( $p < 0,01$ ). También hubo diferencias ( $p < 0,01$ ) en el número de especies de helmintos por ave (2,72 vs. 5,63), en el de especies de cestodos (0,76 vs. 2,51) y de nematodos (1,96 vs. 3,12), menores en secano.

La prevalencia, intensidad y abundancia de cada infrapoblación en cada comunidad y la significación estadística de la diferencia entre comunidades se exponen en la Tabla 2.



Tabla 2. Comparación entre comunidades de la prevalencia de las especies (Fisher's exact test), y de la intensidad y abundancia (Bootstrap t-test con 1000 replicaciones), intervalos de confianza (IC 95%) y significación estadística de la diferencia.

	Prevalencia				p	Intensidad				p	Abundancia				p
	Secano		Regadío			Secano		Regadío			Secano		Regadío		
	Media	IC	Media	IC		Media	IC	Media	CI		Media	CI	Media	CI	
<b>CESTODOS</b>															
Re	40	26,6-54,1	77,6	63,5-87,4	***	21,6	11,0-36,8	10,6	7,6-15,6		8,6	4,2-16,1	58,9	5,7-12,2	
Rt	4	0,7-13,4	85,7	72,9-93,5	***	3,0	1,0-3,0	23,8	16,3-38,6	*	0,1	0,0-0,4	20,4	13,7-33,2	**
Sc	18	9,4-30,7	22,4	12,6-36,5		2,4	1,2-5,2	3,6	1,8-8,5		0,4	0,2-1,2	0,8	0,3-2,1	
Ec	20	10,3-33,7	2,0	NA-NA	**	3,4	1,8-8,0	3,0	NA-NA	NA	0,7	0,3-2,0	0,1	NA-NA	
Ci		-	8,2	2,8-18,9			-	2,0	1,0-3,0	NA		-	0,2	0,0-0,6	
Dp		-	36,7	24,1-51,0	***		-	11,1	9,7-12,8	NA		-	4,1	2,6-5,8	
Acu		-	18,4	9,6-31,3	**		-	1,7	1,2-2,0	NA		-	0,3	0,1-0,6	*
<b>NEMATODOS</b>															
Ea		-	98,0	33,4-100,0	***		-	45,7	36,6-58,2	NA		-	45,7	37,3-58,8	**
Acau		-	67,3	53,1-79,4	**		-	9,6	6,2-15,3			-	6,5	4,1-11,0	
Bo	2	0,1-10,3		-		1,0	NA-NA		-	NA	11,5	9,5-13,6		-	
Ag	94	83,6-98,3	49,0	34,8-63,5	***	11,4	8,7-15,1	4,3	3,1-6,1	**	0,0	0,0-0,1	2,1	1,3-3,3	**
Hg	98	89,7-99,9	98,0	89,5-99,9		11,7	9,8-13,8	68,5	54,0-86,9	**	10,7	8,2-14,4	67,1	51,2-85,1	**

\*=p<0,05, \*\*=p<0,01, \*\*\*=p<0,001 NA= no analizado

Aca= *Aonchotheca caudinflata*, Acu= *Amoebotaenia cuneata*, Ag= *Ascaridia galli*, Bo= *Baruscapharia obsignata*, Ci= *Choanotaenia infundibulum*, Dp= *Davainea proglottina*, Ea= *Eucoleus annulatus*, Ec= *Echinolepis carioca*, Hg= *Heterakis gallinarum*, Re= *Raillietina echinobothrida*, Rt = *R. tetragona*, Sc= *Skrajabinia cesticillus*.

No hay estudios previos sobre la asociación entre las zonas de regadío y la helmintosis aviar.

Los resultados obtenidos están en concordancia con los de trabajos similares realizados en ovejas en pastoreo (Uriarte *et al.*, 1985), roedores (Charisi *et al.*, 2012) y humanos (Fuseini *et al.*, 2009), en los que la biodiversidad o la prevalencia de los helmintos fue mayor en las zonas de regadío que en las de secano. También concuerdan con los obtenidos en Zambia en pollos en libertad, donde las más altas prevalencia e intensidad de las helmintosis se hallaron en la zona ecológica de mayor pluviosidad de las tres comparadas (Chilinda *et al.*, 2020).

Por otra parte, en Túnez se ha observado que la parasitación por helmintos en pollos criados en libertad puede estar influida por la altitud, encontrando menor riqueza y prevalencia en el agrosistema de más altura (Ben Slimane, 2016), que en este caso se corresponde con el de secano.

## 2.2. Estructura de las comunidades componentes de helmintos

La estructura de las comunidades de helmintos en función de la prevalencia de las especies es diferente en cada agrosistema (Tabla 1). Las especies centrales y secundarias proporcionan una estructura básica e interactiva para la comunidad en general y para la mayoría de las comunidades en aves individuales (Bush y Holmes, 1986), y en este caso la comunidad de secano tiene dos especies centrales y una secundaria frente a cinco y dos respectivamente en regadío. Solo ocupan la misma posición en las dos comunidades *S. cesticillus* (satélite) y *H. gallinarum* (central).

Tabla 3. Estructura de las comunidades componentes de helmintos de *Gallus gallus* en los agrosistemas de secano y regadío.

Comunidad helmíntica de secano		Comunidad helmíntica de regadío	
	Prevalencia		Prevalencia
<b>Especies centrales</b>	(%)	<b>Especies centrales</b>	(%)
<i>Heterakis gallinarum</i>	98,0	<i>Eucoleus annulatus</i>	100,0
<i>Ascaridia galli</i>	94,0	<i>Heterakis gallinarum</i>	98,0
		<i>Raillietina tetragona</i>	85,7
		<i>Raillietina echinobothrida</i>	77,6
		<i>Aonchohteca caudinflata</i>	67,3
<b>Especies secundarias</b>		<b>Especies secundarias</b>	
<i>Raillietina echinobothrida</i>	40,0	<i>Ascaridia galli</i>	49,0
		<i>Davainea proglottina</i>	36,7
<b>Especies satélites</b>		<b>Especies satélites</b>	
<i>Echinolepis carioeca</i>	20,0	<i>Skrajabinia cesticillus</i>	22,4
<i>Skrajabinia cesticillus</i>	18,0	<i>Amoebotaenia cuneata</i>	18,4
<b>Especies raras</b>		<b>Especies raras</b>	
<i>Raillietina tetragona</i>	4,0	<i>Choanotaenia infundibulum</i>	8,2
<i>Baruscapillaria obsignata</i>	2,0	<i>Echinolepis carioeca</i>	2,0

### 2.2.1 Cestodos

Las prevalencias de cestodos de *G. gallus* halladas en Europa son menores que en este estudio. En Dinamarca Permin *et al.*, (1999) no encontraron cestodos en sistemas orgánicos (ni en otros 3 sistemas), obteniendo 3,3% de prevalencia en gallinas en jaulas. En Alemania,

en ponedoras orgánicas, Kaufmann *et al.* (2011) obtuvieron un 24,86 % de prevalencia y Wongrak *et al.* (2014) no hallaron cestodos.

Por especies, *R. echinobotrida* fue especie central en regadío y secundaria en seco, su prevalencia fue significativamente diferente entre comunidades ( $p < 0,001$ ), aunque su intensidad y abundancia no difirieron, lo que sugiere que en ambos agrosistemas actúa un mismo HI, menos abundante en seco. Por el contrario, *R. tetragona* fue central en regadío y rara en seco, con mayor prevalencia ( $p < 0,001$ ), intensidad ( $p < 0,5$ ) y abundancia ( $p < 0,01$ ) en regadío.

Ambas especies de *Raillietina* comparten hábitat, localizándose en la segunda mitad del intestino, sin que parezca existir competencia interespecífica (Morel, 1959). También comparten HI formícidos, en Europa las hormigas *Tetramorium caespitum*, *T. semilaeve*, *Pheidole pallidula* y *P. bergi* (Euzeby, 1981). Pero en la transmisión de *R. tetragona* participan además *Musca domestica* (Ackert, 1919; Polo-Jover, 1868; Tarazona, 1999) y quizá un caracol *Helix sp.* mencionado por Piana en 1891 que Horsfall (1938) descartó al no poder replicar la infestación. La actuación del caracol como HI, explicaría la posición de *R. tetragona* en la estructura de ambas comunidades, pues los gasterópodos se movilizan con la humedad.

La prevalencia de *E. carioca* fue mayor en seco ( $p < 0,01$ ) siendo satélite, mientras que en regadío fue rara (solo se halló en un pollo), aunque no hubo diferencia en la intensidad de las infestaciones, no muy alta. *E. carioca*, es transmitida por la mosca de los establos *Stomoxys calcitrans* (Guberlet, 1919; Avancini y Ueta, 1990); por varias especies de coleópteros, *Aphodius granarius* (Jones, 1928), el escarabajo del estiércol *Carcinops sp.* (Cram y Jones, 1929), escarabajos de la harina *Tribolium spp.* (Horsfall, 1938 b) y por una termita (Reid, 1984), siendo lógico por tanto que su prevalencia fuera significativamente mayor en seco, donde la presencia de ganado bovino favoreció la de moscas hematófagas

y escarabajos coprófagos, además los pollos se alimentaron con trigo que pudo llevar algún coleóptero y había leña susceptible de albergar termitas.

No hubo diferencia entre comunidades en la prevalencia, abundancia e intensidad de *S. cesticillus*, especie satélite, quizá por ser transmitida por *Musca domestica* (Ackert, 1919) y por una gran variedad de coleópteros, que en Europa son principalmente carábidos y escarabeidos pero también derméstidos, tenebriónidos, ptinidos, sílfidos e histeridos (Kemp *et al.*, 1962).

Las tres especies de cestodos halladas exclusivamente en regadío son transmitidas por diferentes invertebrados: *C. infundibulum*, por moscas, coleópteros y ortópteros (Mohammed, 2003); *D. proglottina* por caracoles y limacos, (Abdou, 1958); y *A. cuneata* por lombrices de tierra (Mehlhorn *et al.* 1992). Las condiciones en regadío benefician a estos HI, lo que explica su presencia únicamente en este agrosistema.

Otro aspecto que destaca es la localización de *R. echinobothrida* en ciego, localización señalada por Todd (1948) y Onyirioha (2011). En este estudio 4 de 432 ejemplares hallados en secano (0,002 %) y 49 de 402 hallados en regadío (5,22 %) asentaban en ciego. El porcentaje de aves con *R. echinobothrida* en esta localización fue 6,12 % en secano y 12,24% en regadío.

### 2.2.2 Nematodos

En relación con las cuatro especies de nematodos identificadas en este trabajo, tres se han citado ampliamente en gallinas en Europa, sin embargo, no hemos hallado citas de *E. annulatus*, capilaroideo localizado en vías digestivas altas, aunque sí en el resto de continentes. Respecto a los capilaroideos intestinales en conjunto, tuvieron prevalencias en Alemania de 75,3 % (Kaufman, 2011) y 86,1 % (Wongrak *et al.*, 2015).

En este estudio se han encontrado tres nematodos capilaroideos, uno localizado en buche y esófago, *E. annulatus*, y dos de localización intestinal, *B. obsignata* y *A. caudinflata*.

*E. annulatus* se encontró únicamente en regadío, con un 100% de prevalencia. Esta especie es transmitida por lombrices de tierra (Madsen, 1951).

*B. obsignata* se encontró sólo en un pollo de secano, con una intensidad de parasitación de un ejemplar, por lo que se cita como especie rara. Se trata de una especie de ciclo directo que afecta a otras aves y también a pájaros, muy prevalente en avicultura orgánica e industrial en Europa y América (Yazwzinsky *et al.*, 2013).

*A. caudinflata* se ha encontrado sólo en los pollos del ecosistema de regadío, con prevalencias del 67,3%, por lo que se describe como una especie central, aunque con infestaciones poco intensas. Es transmitida por lombrices de tierra.

*A. galli* está presente en ambos agrosistemas, con prevalencia ( $p < 0,001$ ), intensidad y abundancia ( $p < 0,01$ ) mayores en secano (94% y 49%). Es un parásito de ciclo directo, la menor presencia de *A. galli* en regadío podría deberse indirectamente a la humedad del suelo que favorece la presencia de lombrices de tierra, un potente factor de destrucción de larvas infectivas (Augustine y Lund 1974), y de microhongos con capacidad ovicida (Braga *et al.*, 2012). Otro factor que puede determinar estas diferencias podría ser el mayor tiempo de pastoreo, que Thapa *et al.*, (2015) encuentran inversamente relacionado con la carga de *A. galli*, pues en regadío los pollos acudían libremente al dormitorio mientras que en secano eran recogidos en su albergue antes del anochecer para protegerlos de los depredadores.

*H. gallinarum* tiene muy alta prevalencia en ambos agrosistemas (98%), aunque en regadío las infestaciones fueron más intensas y abundantes ( $p < 0,01$ ), sin duda por la mayor presencia de lombrices de tierra que actúan como HP.

En ponedoras orgánicas de Alemania, *A. galli* tuvo alta prevalencia, 88% (Kaufmann, 2011) y 96,2% (Wongrak *et al.*, 2014). A mediados del siglo pasado *H. gallinarum*, era “bastante

rara” en Francia (Joyeux y Baer, 1953), sin embargo, más recientemente ha sido especie central en estudios realizados en el norte de Europa (Permin *et al.*, 1999; Kaufmann, 2011; Wongrak *et al.*, 2014; Pálsdóttir y Skírnisson, 2020).

### 2.2.3 Agregación

La agregación es una característica ecológica intrínseca de los metazoos parásitos (Crofton, 1971 cit. Poulin, 2013) que se refiere a su distribución espacial en la población de hospedadores. Se calcularon tres índices de agregación (Tabla 4).

Tabla 4. Parámetros de agregación de las infrapoblaciones en las comunidades de helmintos de secano y de regadío (S=varianza/media; D de Poulin con límites de confianza, y  $k$  binomial negativo).

Infrapoblación	Comunidad helmíntica de secano				Comunidad helmíntica de regadío			
	S	D	IC (95%) D	k	S	D	IC (95%) D	k
<i>R. echinobothrida</i>	51,27	0,833	0,772-0,892	0,122	15,99	0,621	0,553-0,705	0,568
<i>R. tetragona</i>	4,30	0,954	0,897-0,961	0,022	47,40	0,635	0,559-0,725	0,518
<i>S. cesticillus</i>	5,30	0,886	0,814-0,941	0,133	8,85	0,880	0,824-0,938	0,124
<i>E. carioca</i>	7,59	0,078	0,809-0,938	0,159	NA	NA	NA-NA	NA
<i>C. infundibulum</i>					3,41	0,930	0,86-0,960	0,071
<i>D. proglottina</i>					8,34	0,667	0,531-0,774	NA
<i>A. cuneata</i>					1,66	0,837	0,734-0,920	0,292
<i>E. annulatus</i>					30,28	0,418	0,344-0,506	1,333
<i>A. caudinflata</i>					21,43	0,728	0,664-0,802	0,349
<i>B. obsignata</i>	1,00	0,961	0,863-0,961	NA				
<i>A. galli</i>	11,53	0,504	0,435-0,588	1,101	5,28	0,703	0,62-0,798	0,374
<i>H. gallinarum</i>	4,99	0,358	0,298-0,442	2,385	52,21	0,461	0,397-0,531	1,087

NA= No Analizado

Los helmintos no se distribuyen normalmente, siguen la distribución estadística binomial negativa también llamada agregada, contagiosa o sobredispersa. La agregación modula el efecto del parasitismo sobre el rebaño pues muchos hospedadores tienen algunos parásitos y algunos hospedadores albergan la mayoría de los parásitos.

Los tres índices no coinciden exactamente, pero D y k concuerdan en señalar a *R. tetragona* y *A. galli* en secano y a *C. infundibulum* y *H. gallinarum* en regadío como las especies de cestodos y de nematodos más agregadas.

#### 2.2.4 Crowding

El hacinamiento o “crowding” cuantifica los efectos que el tamaño del grupo tiene sobre los individuos, se puede entender como la intensidad soportada por el parásito (Tabla 5). El efecto del “crowding” es resultado de la competición entre los parásitos dentro de un hospedador por los recursos finitos (Fong *et al.*, 2017), afecta a la morfología, tamaño corporal y ciclo vital.

Tabla 5. “Crowding” e intervalos de confianza (IC95%) de las infrapoblaciones de helmintos de pollos recriados en libertad en agrosistemas de secano y regadío.

Especie	Comunidad helmíntica de secano		Comunidad helmíntica de regadío	
	Crowding	IC 95%	Crowding	IC 95%
<i>R. echinobothrida</i>	58,90	38,40-73,50	23,90	15,70-34,50
<i>R. tetragona</i>	4,33	1,00-4,33	66,80	37,30-114,00
<i>S. cesticillus</i>	5,64	1,55-8,79	9,46	3,00-15,20
<i>E. carioca</i>	8,12	2,26-13,30	NA	NA-NA
<i>C. infundibulum</i>			3,50	1,00-4,33
<i>D. proglottina</i>			12,20	10,30-15,20
<i>A. cuneata</i>			1,93	1,50-2,43
<i>E. annulatus</i>			75,40	60,40-107,00
<i>A. caudinflata</i>			27,50	17,00-40,70
<i>B. obsignata</i>	1,00	1,00-NA		
<i>A. galli</i>	22,00	16,40-29,90	7,27	5,12-11,30
<i>H. gallinarum</i>	16,30	14,00-19,20	118,00	95,10-149,00

NA= No Analizado

Aunque la intensidad media en una población de hospedadores no predice el “crowding” medio en la población de parásitos (Reiczigel *et al.*, 2005), es decir, agregación y hacinamiento no tienen por qué coincidir, en el agrosistema de regadío *H. gallinarum* tuvo agregación y hacinamiento altos.

Reid (1942) estudió el “crowding” en *S. cesticillus* de pollos, situando en 8 vermes el límite para que se note su efecto en el tamaño y la forma de los individuos, límite superado en un pollo de secano, 10 vermes, y en otro de regadío, 17 vermes. Las infrapoblaciones con mayor “crowding” (Tabla 4) fueron *R. echinobothrida* (58,90) y *A. galli* (22) en secano y *H. gallinarum* (118) y *E. annulatus* (75,40) en regadío.

### 2.2.5 Parámetros e índices de diversidad alfa

Los índices de biodiversidad permiten comparar comunidades de helmintos (Tabla 5).

Tabla 5. Parámetros e índices de biodiversidad de las comunidades de helmintos de *Gallus gallus* en secano y regadío.

	<b>Secano</b>	<b>Regadío</b>	<b>Secano y Regadío</b>
Taxa_S	2,760	5,633	4,182
Individuals	32,060	154,490	92,657
Margalef	0,561	0,952	0,755
Dominance_D	0,556	0,437	0,497
Berger-Parker	0,653	0,575	0,615
Evenness_e^H/S	0,816	0,575	0,697
Equitability_J	0,780	0,653	0,715
Simpson_1-D	0,444	0,563	0,503
Shannon_H	0,728	1,105	0,915
Fisher_alpha	0,813	1,229	1,019
Chao-1	2,880	5,867	4,359

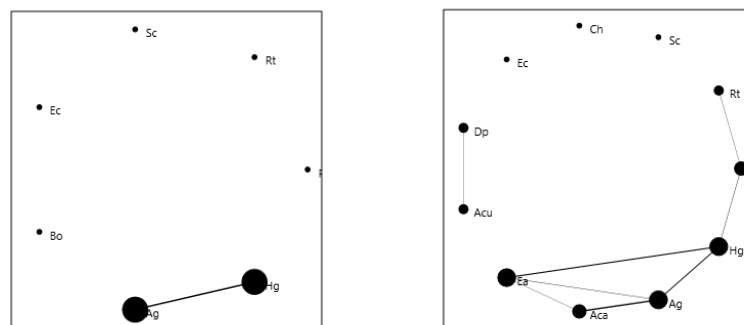
La comunidad de secano tuvo menos taxones, menos individuos, y menor riqueza específica según refleja su menor Índice de Margalef. Los índices D de Simpson y de Berguer-Parker señalan mayor dominancia en esta comunidad, lo que también indica menor biodiversidad (Magurrán, 1988). Sin embargo, en secano hubo más proporcionalidad en el número de individuos por especie, según el índice de Evennes de Buzas&Gibson (E) y de Equitability de Pielou (J), más altos.



La comunidad de regadío tuvo mayor riqueza específica, los índices de biodiversidad de Simpson y de entropía de Shanon-Wiener fueron significativamente ( $p < 0,05$ ) más altos que en la de secano, también fueron superiores los índices de biodiversidad alfa de Fisher y Chao-1.

La diferencia en biodiversidad entre las comunidades de helmintos se aprecia visualmente mediante la representación gráfica del índice de Similitud de Morisita (Gráfico 4).

Gráfico 4: Morisita (Algorithm circular): Comunidad de secano (a la izquierda) y comunidad de regadío (a la derecha).



### 1.3 Influencia de los factores geoclimáticos y agronómicos en las helmintosis

En el suroeste de España, con clima mediterráneo, se identificaron 12 especies de helmintos, 7 de cestodos y 5 de nematodos, lo que parece concordar con la existencia del gradiente latitudinal de biodiversidad, pues es un número de taxones intermedio entre los hallados en zonas africanas tropicales (Poulsen *et al.*, 2000, Magwisha *et al.*, 2002) y zonas frías del norte de Europa (Permin *et al.*, 1999; Kaufmann, 2011; Wonkgrak *et al.*, 2015). Entre los dos agrosistemas existen diferencias de latitud y de altitud,  $1^{\circ} 34' 48.12''$  y 500 msnm, adecuándose los resultados a la existencia del gradiente latitudinal, pues se hallaron 4 especies más en la latitud más baja, y también con el altitudinal observado en helmintos de

gallinas en Etiopía (Eshetu *et al.*, 2001; Ashenafi y Eshetu, 2004) y en Túnez (Ben Slimane, 2016), ya que se hallaron 4 especies menos en la zona más alta. No obstante, el riego parece decisivo para explicar las diferencias observadas en las helmintosis de *G. gallus* entre los agrosistemas estudiados, pues se aplica en momentos críticos, excesivo calor o heladas, modula la temperatura y consistencia del suelo, influyendo en fauna y flora, creando condiciones favorables y microhábitats para los helmintos y sus HI y HP.

## EXPERIMENTO 2

El objetivo de este experimento fue determinar la influencia de las helmintosis en el peso de pollos de raza Extremeña Azul criados en libertad en un sistema agroecológico, con el fin de evaluar la posibilidad de producir carne de pollo autóctono ligada a la conservación *in situ* de razas aviares, en consonancia con la recomendación de la Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura de la FAO (FAO, 2019), evaluando el efecto de la climatología del año y de la edad de las aves sobre los parámetros helmintológicos y productivos.

Los helmintos son muy prevalentes en sistemas avícolas extensivos (Abebe *et al.*, 1997; Permin *et al.*, 1999; Zloch *et al.*, 2018), de modo que podrían ser un obstáculo para la producción en sistemas ecológicos. En este estudio se favoreció la infestación natural de las aves, pues se alimentaron activamente mediante forrajeo, depredación y detritivorismo. Este sistema, llamado en inglés “scavenging”, fue el único rentable para criar razas autóctonas en Kenia (Menge *et al.*, 2005) y es fundamental para la economía y soberanía alimentaria de las comunidades rurales de África (Melesse, 2014), contando sus productos con la preferencia de los consumidores africanos (Kyarisiima *et al.*, 2011; Kwakwa *et al.*, 2013) y asiáticos (Mufeeth, 2018). También en Asturias es muy apreciada la carne de un pollo criado en libertad con algún aporte de granos conocido como “pitu caleya”. El ahorro total o parcial de los costes de alimentación podría hacer viable económicamente la producción de carne de pollo Extremeña Azul en sistemas agroecológicos, en los que pueden aportar otros “inputs” relacionados con el control de plagas y la fertilización del terreno.

Los lotes de pollos L1 y L2 se criaron desde mediados de agosto a mediados de noviembre en dos años consecutivos, el primero fue más cálido y seco (21,4°C y 375 mm) y el segundo

más templado y lluvioso (21,1°C y 512,5 mm), siendo sacrificados a las 18 semanas de edad para, comparando estadísticamente sus parámetros helmintológicos, determinar la importancia de la climatología del año en las infestaciones por helmintos.

Los lotes L2 y L3 se criaron juntos desde mediados de septiembre a mediados de noviembre del mismo año, pero la cría del lote L3 se alargó hasta mediados de diciembre para determinar el aumento en la producción de carne obtenido en un mes y, en relación a los helmintos, para comprobar el posible desarrollo de resistencia o tolerancia frente a alguna especie, previsiblemente al menos frente a *A. galli* (Ackert *et al.*, 1935).

Los machos de la raza Extremeña Azul, de aptitud mixta, necesitan 1,5 meses de cría y 3 meses de cría alimentados con pienso comercial balanceado para llegar al peso comercial de los broilers, 2K de peso vivo, por ello la edad mínima de sacrificio se fijó en 4,5 meses (Muriel y García, 2005). No obstante, el peso máximo que marca el estándar racial para los gallos adultos son 4,2K por lo que, dado que en sistema “scavenging” no hay costes de alimentación, prolongar un mes la cría podría aumentar los ingresos y/o alargar el tiempo en que los animales ejercen el control de plagas en la explotación.

### **1. Parámetros helmintológicos generales**

Los resultados obtenidos en los dos años de estudio confirman la alta prevalencia de las helmintosis en aves criadas en libertad en sistema “scavenging”. Las prevalencias de cestodos, nematodos y helmintos fueron 100% en los tres lotes de pollos estudiados, por ello coinciden su intensidad y abundancia medias. No se hallaron helmintos en tráqueas, proventrículos ni mollejas. En esófago y buche se aisló el nematodo *Eucoleus annulatus* y en intestino los cestodos *Raillietina tetragona*, *R. echinobothrida*, *Skrajabinia cesticillus*, *Choanotaenia infundibulum*, *Echinolepis carioca*, *Davainea proglottina* y *Amoebotaenia*

*cuneata* y los nematodos *Aonchotheca caudinflata*, *Ascaridia galli* y *Heterakis gallinarum*. En total se identificaron 7 especies de cestodos y 4 de nematodos. Estos resultados son comparables con los obtenidos en pollos “scavenging” en Etiopía por Eshetu *et al.*, (2001) y Worku y Bedanie (2019), quienes identificaron 12 especies de helmintos, 6 cestodos y 6 nematodos, con prevalencias de 91,01% y 78,7%, respectivamente.

Ningún ave manifestó síntomas de enfermedad. En este sentido, Saasa *et al.* (2014) comprobaron que las infestaciones naturales por helmintos en pollos sanos no afectaron gravemente la respuesta inmune, lo que explicaría que Wongrakd *et al.* (2014) no pudieran establecer relación entre las tasas de mortalidad y las de infestación por nematodos en granjas europeas de cría de pollos en libertad, y que en Etiopía Sarba *et al.* (2019) no hallaran diferencias en las prevalencias de helmintos según el estado sanitario en pollos de traspatio asintomáticos y sintomáticos.

### *1.1 Influencia de la climatología del año en los parámetros helmintológicos generales*

La riqueza, intensidad y abundancia de helmintos fueron significativamente mayores en el lote L2 (Tabla 1), al igual que la riqueza específica de cestodos, y la riqueza, intensidad y abundancia de nematodos.

Estos resultados se relacionan con condiciones climatológicas más favorables para la expansión de HI y HP durante el segundo año, más lluvioso, concordando con lo observado por Skallerup *et al.*, (2005) en una zona tropical de Nicaragua donde la intensidad de las helmintosis en pollos “free-range” aumentó en años lluviosos respecto a los secos.

Tabla 1. Comparación entre lotes de las prevalencias (Fisher' exact test) intensidades y abundancias (Boostrap t-test con 1000 replicaciones) de cestodos (C), nematodos (N) y helmintos (H).

	Lote	Prevalencia	Riqueza específica		Intensidad			Abundancia
			media±SD	rango	media±SD	mín	máx	media±SD
C	1	100%	2,50 ± 0,83	a 2-4	46,80±38,11	10	185	46,8±38,11
	2	100%	3,24 ± 1,04	b 2-5	71,57±61,13	13	307	71,6±61,13
	3	100%	3,62 ± 0,92	b 2-5	65,76±76,64	12	345	65,8±76,64
			*					
N	1	100%	3,45 ± 0,69	a 2-4	111,20±91,42	a 3	332	111,20±91,42 a
	2	100%	3,95 ± 0,22	b 3-4	279,10±150,10	b 28	626	279,10±150,10 b
	3	100%	3,81 ± 0,51	b 2-4	278,40±234,90	b 90	710	278,40±234,90 b
			**		**		*	
H	1	100%	5,95 ± 1,05	a 4-8	158,0±96,47	a 37	349	158,0±96,47 a
	2	100%	7,19 ± 0,98	b 6-9	350,70±161,70	b 53	704	350,70±161,70 b
	3	100%	7,43 ± 0,98	b 6-9	344,10±267,30	b 107	1061	344,10±267,30 b
			**		**		*	

\*p<0,05 \*\*=p<0,01

Aunque las cargas de cestodos no se correlacionaron con los parámetros climáticos, las de nematodos (<0,05) y de helmintos (<0,05) se correlacionaron negativamente con la temperatura media, el número de días de escarcha y la HR, y positivamente con el número de días de lluvia, de niebla y de rocío, y con la evapotranspiración. Así pues, el año de mayor pluviosidad, fueron más diversas las helmintosis (p<0,01), las cestodosis (p<0,05) y nematodosis (p<0,05), resultando las nematodosis más intensas (p<0,01) y abundantes (p<0,05), lo que confirma la importancia de la climatología en las helmintosis de pollos.

### 1.2 Influencia de la edad de las aves en los parámetros helmintológicos generales

La comparación de los parámetros helmintológicos generales entre los lotes L2 y L3 no evidenció diferencias que pudieran sugerir el desarrollo de resistencia o tolerancia a helmintos con el incremento de la edad de las aves.

## 2. Cestodos

En la tabla 2 se exponen los resultados de la comparación estadística entre lotes referida a las especies de cestodos.

Tabla 2. Comparación entre lotes de las prevalencias (Fisher' exact test) e intensidad y abundancia (Bootstrap t-test con 1000 replicaciones) de las especies de cestodos.

Especie	Lote	Prevalencia	Intensidad			Abundancia media ±SD	
			media±SD	mín	máx		
<i>R. tetragona</i>	1	100%	27,40±16,74	6	63	27,40±16,74	
	2	100%	35,86±28,09	1	111	35,86±28,09	
	3	100%	25,67±24,27	1	111	25,67±24,27	
			NS	NS		NS	
<i>R. echinobothrida</i>	1	80%	a 17,06±33,86	1	139	13,65±30,89	
	2	100%	b 32,10±44,24	2	194	32,10±44,24	
	3	95,2%	b 36,65±70,55	1	323	34,90±69,23	
		*	NS			NS	
<i>S. cesticillus</i>	1	10%	11,50±7,78	0	17	1,15±3,96	
	2	23,8%	2,80±4,025	1	10	0,67±2,18	
	3	38,1%	1,87±1,25	1	4	0,71±±1,19	
<i>C. infundibulum</i>	1	5%	a 1	0	1	0,05±0,22	
	2	4,8%	a 1	0	1	0,48±0,22	
	3	42,9%	b 2,44±2,351	1	8	1,05±1,94	
		**	NS			NS	
<i>E. carioca</i>	1	0%	0	0	0	0	
	2	9,5%	1	0	1	0,10±0,30	
	3	0%	0	0	0	0	
		NS	NS		NS		
<i>D. proglottina</i>	1	40%	10,62±1,77	a 10	15	4,25±5,45	
	2	28,6%	6,67±2,58	b 5	10	1,91±3,35	
	3	33,3%	7,14±2,67	b 5	10	2,38±3,75	
		NS	*			NS	
<i>A. cuneata</i>	1	15%	a 2	0	2	0,3±0,73	a
	2	57,1%	b 1,58±0,52	1	2	0,91±0,89	b
	3	66,7%	b 1,57±0,51	1	2	1,05±0,87	b
		**	NS			*	

\*=p<005 \*\*=p<0,01

### *2.1 Efecto de la climatología del año sobre las especies de cestodos*

La comparación de los lotes L1 y L2 muestra diferencias interanuales significativas en la prevalencia de *R. echinobothrida* ( $p < 0,05$ ) y en la prevalencia y abundancia de *A. cuneata* ( $p < 0,01$ ), mayores el año más húmedo, y en la intensidad de *D. proglottina* ( $p < 0,05$ ), mayor el año más seco.

Aunque las cargas de las especies de cestodos en conjunto no se correlacionaron con los parámetros climatológicos, el que sea significativamente mayor la prevalencia de *R. echinobothrida* y de *A. cuneata* el año más lluvioso se relaciona con que la lluvia favorece la disponibilidad de sus HI para los pollos, pues los días previos a que llueva las hormigas HI de la primera especie salen del hormiguero, y cuando llueve los anélidos HI de la segunda ascienden a la superficie.

La significativa mayor intensidad y, aunque sin significación estadística, mayor prevalencia de *D. proglottina* el año más seco, solo puede explicarse porque los riegos fueran más frecuentes o abundantes, pues esta especie es transmitida por caracoles y babosas, cuya actividad es favorecida por la lluvia.

### *2.2 Efecto de la edad de las aves sobre las especies de cestodos*

No se observa que las cestodosis disminuyan significativamente de los 4,5 a 5,5 meses de edad de las aves. La única diferencia significativa entre el lote L2 y L3 fue el aumento de la prevalencia de *C. infundibulum* ( $p < 0,01$ ), que de ser una especie rara en el L2 pasó a ser secundaria en el L3. Esto, más que con la edad de las aves, podría relacionarse con algún factor, climático o no, que provocara una puntual expansión a finales de noviembre de alguna especie de coleóptero u ortóptero transmisor.



### 3. Nematodos

En la tabla 3 se exponen los parámetros helmintológicos de las especies de nematodos y el resultado de la comparación estadística entre lotes.

Tabla 3. Comparación entre lotes de las prevalencias (Fisher' exact test) e intensidad y abundancia (Boostrap t-test con 1000 replicaciones) de las especies de nematodos.

Especie	Lote	Prevalencia	Intensidad			Abundancia
			media±SD	mín	máx	media ±SD
<i>E. annulatus</i>	1	100%	38,30±40,04 a	1	116	38,30±40,04 a
	2	100%	92,95±93,18 b	3	362	92,95±93,18 b
	3	100%	99,76±93,58 b	21	355	99,76±93,58 b
			*			*
<i>A. caudinflata</i>	1	85%	7,94±7,50 a	1	23	6,75±7,475 a
	2	95,2%	72,25±68,25 b	4	233	68,81±68,37 b
	3	95,2%	77,30±127,80b	2	476	73,62±125,7 b
			**			**
<i>A. galli</i>	1	65%	a 5,69±2,93	1	10	3,70±3,63 a
	2	100%	b 19,05±21,30	2	97	19,05±21,30 b
	3	85,7%	b 13±13,61	2	46	11,14±13,39 b
		**	NS			*
<i>H. gallinarum</i>	1	95%	65,68±60,37	1	205	62,4±60,56
	2	100%	98,33±69,0	3	228	98,33±69,0
	3	100%	93,86±70,46	3	244	93,86±70,46
			NS			NS

\* p<0,05 \*\*=p<0,01 \*\*\*=p<0,001

#### 3.1 Efecto de la climatología del año sobre las especies de nematodos

La intensidad y abundancia de los capilaroideos *E. annulatus* y *A. caudinflata* y la prevalencia y abundancia de *A. galli*, fueron significativamente menores el primer año, más cálido y seco. En consonancia con ello, la intensidad de *A. caudinflata* se correlacionó positivamente con los días de lluvia ( $r=0,583$ ,  $p<0,01$ ) y negativamente con la HR ( $r=-0,568$ ,  $p<0,001$ ) y la intensidad de *A. galli* se correlacionó negativamente con la HR ( $r=-0,487$ ,

$p < 0,05$ ) del periodo de recría, no hubo correlación con los parámetros climáticos del mes de sacrificio.

La mayor intensidad y abundancia en el L2 de *E. annulatus* ( $p < 0,05$ ) y de *A. caudinflata* ( $< 0,01$ ), ambas transmitidas por lombrices de tierra, se explica por la mayor disponibilidad de HI propiciada por la lluvia. En Cachemira (India), Ara *et al.* (2021) hallaron intensidades más altas de *A. caudinflata* en otoño, segunda parte de la estación lluviosa.

Respecto a la mayor prevalencia ( $p < 0,01$ ) y abundancia ( $p < 0,05$ ) de *A. galli*, de ciclo directo, el segundo año, quizá se deba a la mayor presencia de huevos en el suelo debido al aumento de la carga ganadera, a que los huevos resulten más accesibles para los pollos en el suelo húmedo o a que las lombrices actúen como hospedadores de transporte (Anderson, 2000). El aumento de la prevalencia de *A. galli* con la pluviosidad también se ha observado en zonas semiáridas de Kenia (Mungube *et al.*, 2008).

### 3.2 Efecto de la edad de las aves sobre las especies de nematodos

No hubo diferencias significativas en los parámetros helmintológicos de las especies de nematodos entre los lotes L2 y L3, no obstante, aunque sin significación estadística, en los pollos de mayor edad aumentaron ligeramente las intensidades y abundancias de los capilaroideos, mientras que disminuyeron la prevalencia, intensidad y abundancia de *A. galli*, en concordancia con trabajos que señalan el desarrollo de cierta resistencia o tolerancia a esta especie en los pollos con la edad (Ackert *et al.*, 1935; Frick, 1941).

## 4. Parámetros productivos

Los valores de los parámetros productivos de los tres lotes de pollos se muestran en la Tabla 4. La comparación estadística de estos parámetros productivos entre los tres lotes de animales muestra un incremento significativo respecto al peso vivo ( $p < 0,001$ ), peso de la

canal ( $p<0,01$ ) y del rendimiento cárnico ( $p<0,05$ ) en el lote 3, resultado esperable ya que los animales tienen un mes más de edad. Sin embargo, la comparación entre los lotes 1 y 2 que tienen edades similares, mostró un incremento significativo respecto al peso vivo ( $p<0,001$ ) y peso a la canal ( $p<0,01$ ) en el lote 2 comparado con el lote 1.

Tabla 4. Edad de las aves al sacrificio, comparación de los parámetros productivos entre lotes mediante ANOVA.

Parámetros productivos	Lote	Edad (d)	Media±SD	Min	Max
Peso vivo (g)	1	135	1287±157,3	a 1090,0	1738,4
	2	138	1415,1±172,7	b 1025,2	1768,2
	3	168	1738,5±184,9	c 1388,4	2077,0
			***		
Ganancia diaria de peso (g)	1	135	9,5±1,2	8,1	12,9
	2	138	10,2±1,3	7,4	12,7
	3	168	10,3±1,1	8,3	12,4
			NS		
Peso canal (g)	1	135	820,4±107,6	a 682,7	1157,1
	2	138	883,0±122,8	b 626,5	1179,9
	3	168	1117,4±124,9	c 856,0	1353,1
			**		
Rendimiento cárnico (%)	1	135	63,1±3,2	a 51,2	66,6
	2	138	62,4±4	a 49,8	71,4
	3	168	64,3±2,1	b 58,5	68,0
			*		

\* $p<0,05$  \*\*= $p<0,01$  \*\*\*= $p<0,001$

#### 4.1 Influencia de los helmintos sobre los parámetros productivos

Para dilucidar si las diferencias entre los lotes respecto a los parámetros productivos podrían estar relacionadas con las cargas parasitarias de los animales se realizó un estudio de correlación de Spearman para distribuciones no paramétricas entre las variables productivas y la carga parasitaria de los tres lotes juntos, sin aplicar la corrección de Bonferroni para aumentar las posibilidades de significación. Primero se estudió la correlación entre las variables productivas y la carga de cestodos, nematodos y helmintos, sin encontrar correlaciones estadísticamente significativas (Tabla 5).

Tabla 5. Resultados del estudio de correlación (Spearman) entre el peso vivo (PV), la ganancia diaria de peso (GDP), el peso canal (PC) y el rendimiento cárnico (Rto) con la carga parasitaria de cestodos, nematodos y helmintos.

	Carga de Cestodos		Carga de Nematodos		Carga de Helmintos	
	Spearman, rs	p value	Spearman, rs	p value	Spearman, rs	p value
PV	-0,11161	0,38781	0,11121	0,38949	0,044447	0,73158
GDP	-0,18436	0,15145	-0,046774	0,7181	-0,114	0,37763
PC	-0,1244	0,33538	0,095498	0,46031	0,033468	0,79623
Rto	-0,014586	0,91041	-0,13349	0,30097	-0,13387	0,29958

A nivel de especies, la correlación entre las variables productivas y la intensidad (Tabla 6), es significativa y positiva para tres especies y negativa solo para *D. proglottina*.

Tabla 6. Resultados del estudio de correlación (Spearman) entre el peso vivo (PV), la ganancia diaria de peso (GDP), el peso canal (PC) y el rendimiento cárnico (Rto) con la carga parasitaria de cada una de las especies de helmintos.

Spp	Peso vivo		Ganancia diaria de PV		Peso canal		Rendimiento cárnico	
	Spearman, rs	p value	Spearman, rs	p value	Spearman, rs	p value	Spearman, rs	p value
Re	0,050	0,699	-0,132	0,307	0,015	0,907	-0,054	0,674
Rt	-0,201	0,117	-0,192	0,136	-0,202	0,115	-0,015	0,905
Rc	0,166	0,198	0,034	0,794	0,169	0,190	0,197	0,125
Chi	0,333	0,008**	0,067	0,606	0,327	0,009**	0,135	0,297
Ec	-0,046	0,723	0,026	0,844	0,041	0,753	0,173	0,178
Dp	-0,058	0,653	0,009	0,945	-0,081	0,530	-0,3511	0,005**
Acu	0,310	0,014*	0,200	0,120	0,265	0,037	0,013	0,922
Ea	0,154	0,231	-0,044	0,733	0,163	0,204	0,024	0,852
Aca	0,264	0,038*	0,144	0,264	0,213	0,097	-0,117	0,366
Ag	0,026	0,840	-0,021	0,873	0,008	0,952	-0,132	0,308
Hg	-0,025	0,848	-0,129	0,319	-0,005	0,967	-0,101	0,434

\*p<0,05 \*\*=p<0,01

Aca= *Aonchotheca caudinflata*, Acu= *Amoebotaenia cuneata*, Ag= *Ascaridia galli*, Bo= *Baruscapillaria obsignata*, Ci= *Choanotaenia infundibulum*, Dp= *Davainea proglottina*, Ea= *Eucoleus annulatus*, Ec= *Echinolepis carioca*, Hg= *Heterakis gallinarum*, Re= *Raillietina echinobothrida*, Rt = *R. tetragona*, Sc= *Skrajabinia cesticillus*.

Hay correlación estadísticamente significativa positiva entre las cargas de los cestodos *C. infundibulum* y *A. cuneata* y el peso vivo y peso de la canal y de *A. caudinflata* con el peso vivo. Esto se podría relacionar con la escasa patogenicidad de estos parásitos, y quizá también con el aporte nutritivo que suponen sus HI, coleópteros, ortópteros y lombrices. Sin embargo, también son un buen bocado los caracoles y babosas HI de *D. proglottina*, y en este caso la correlación entre su carga y el rendimiento cárnico de los pollos es negativa, concordando con la bibliografía consultada que señala a esta especie como el cestodo más patógeno de las galliformes (Cordero del Campillo et al., 1999; Deplazes et al., 2016) así como el responsable de pérdidas en los índices productivos (Ruff, 1999).

Con intención de profundizar en esta relación negativa, se realizó otro estudio de correlación entre la carga parasitaria de *D. proglottina* y el rendimiento cárnico en cada uno de los lotes de pollos por separado. El resultado (Tabla 7) muestra que la correlación, siendo negativa en los tres lotes, solo es estadísticamente significativa en el lote L1, en el que se registró la mayor prevalencia e intensidad de este cestodo (40% y  $10,62 \pm 1,77$ ). Este dato podría marcar el umbral a partir del cual la parasitación puede tener implicaciones en los parámetros productivos.

Tabla 7. Resultados del estudio de correlación (Spearman) entre la carga parasitaria de *D. proglottina* y el rendimiento cárnico en cada lote de pollos.

<b>Carga de <i>D. proglottina</i> vs. Rto. cárnico</b>		
Lote	Spearman's	p value
L1	-0,635	0,003**
L2	-0,083	0,722
L3	-0,384	0,086

\*p<0,05 \*\*=p<0,01

#### *4.2 Influencia de la climatología del año en los parámetros productivos*

Como era de esperar, ninguno de los dos lotes de pollos alcanzó la media de 2 kg de peso vivo obtenidos a las 18 semanas en parques exteriores, alimentados *ad libitum* con pienso convencional o ecológico (Muriel y García, 2005).

Los pollos del L1 criados en el año más cálido y seco, tuvieron helmintosis menos biodiversas, intensas y abundantes que los del L2, pero también tuvieron menor peso vivo al sacrificio ( $p < 0,0001$ ) y peso canal ( $p < 0,001$ ). La GDP y el rendimiento cárnico no fueron significativamente diferentes entre los lotes L1 y L2.

Los pollos del L2 probablemente tuvieron más fauna y vegetación para alimentarse libremente debido a la mayor pluviosidad del segundo año, lo que explica también que sus infestaciones fueran más ricas. Los resultados obtenidos concuerdan con los de Molla et al., (2012) que no encontraron correlación entre el estado corporal y las cargas de vermes de aves de diversas procedencias, sexos y edades, y no concuerdan totalmente con los de Hassan et al., (2015) que en aves criadas en plantaciones de palma hallaron correlación negativa entre el peso vivo y la carga de vermes solo en los machos.

#### *4.3 Influencia de la edad de las aves en los parámetros productivos*

Las aves del L3 pusieron en un mes una media de 323,4 g de peso vivo y 234,4 g de peso en canal, con un rendimiento cárnico significativamente mejor ( $p < 0,05$ ) que el L2. No hubo diferencias en la GDP, indicando que la velocidad de crecimiento no varió de las 18 a las 22 semanas de edad.

Económicamente compensaría alargar un mes la cría por la mayor cantidad de carne obtenida, aunque habría que tener en cuenta que su menor ternura, comprobada en el consumo familiar, podría condicionar su destino comercial.

### 3. Patogenicidad y agregación

Las cestodosis más prevalentes e intensas se debieron a *Raillietina spp.*, la patogenicidad de ambas especies se basa en su acción expoliadora y traumática. *R. tetragona* se adhiere superficialmente al epitelio intestinal originando cambios histopatológicos leves (Nadakai et al., 1971) y *R. echinobothrida* forma nódulos verminosos visibles desde el exterior del intestino, destruyendo la mucosa y submucosa y facilitando la entrada de bacterias que causan necrosis (Al-Moussawi et al., 2018). La distribución agregada de las dos especies también fue distinta, según el Índice de Discrepancia de Poulin, *R. tetragona* estuvo poco agregada, 0,395 (0,388-0,472), distribuyéndose más o menos por igual entre todas las aves, por el contrario *R. echinobothrida* estuvo muy agregada, 0,674 (0,597-0,77), concentrándose las cargas más altas en pocos individuos.

Entre los nematodos se manifestó la misma relación entre patogenicidad y agregación, la especie menos agregada fue *H. gallinarum*, 0,429 (0,381-0,5), considerada poco patógena, aunque origina nódulos en la mucosa del ciego, y la más agregada fue *A. caudinflata*, 0,684 (0,628-0,758), que causa enteritis hemorrágica (Permin y Hansen 1998).

### EXPERIMENTO 3

Este tercer experimento se planteó con el objetivo de analizar la estacionalidad de las helmintosis de *G. gallus* en tres estaciones del año (invierno, primavera y verano). Para el desarrollo de este experimento no se disponía de pollos autóctonos, por ello se emplearon híbridos de crecimiento lento de la raza Cornish Red. Las aves experimentales tuvieron libre acceso durante la recría a una zona de frutales regada estratégicamente para combatir las heladas en invierno y la sequía en verano.

En la zona donde se realizó este estudio el clima es mediterráneo típico (Csa según la clasificación de Köppen y Geiger), con cuatro estaciones de tres meses. El invierno es frío, el verano caluroso y las estaciones de transición tienen temperatura moderada y concentran la pluviosidad anual. De invierno a verano, aumentó la temperatura media de cada estación (12,9 °C, 20,4 °C y 26,4 °C) y la evapotranspiración (EV) (895, 1909, 2804), mientras que disminuyó la humedad relativa (HR) (70,3 %, 55 % y 40,7 %) y la precipitación fue 424,3 mm., 787,7 mm. y 202 mm., respectivamente.

Las variaciones estacionales de las helmintosis dependen fundamentalmente de las especies prevalentes y del clima, pues los factores ambientales condicionan el desarrollo de los ciclos vitales al afectar a la actividad de hospedadores intermediarios (HI) y paraténicos (HP) y a la viabilidad de las fases libres. A este respecto, los factores climáticos más estudiados son la temperatura y la precipitación. En pollos criados en zonas de clima tropical no se observaron diferencias significativas en la prevalencia ni en la carga de vermes entre la estación húmeda y la seca (Permin *et al.*, 1997; Chege *et al.*, 2015; Hembram *et al.*, 2015), en zonas subtropicales, con mayor amplitud térmica, las prevalencias y cargas de vermes tuvieron variaciones estacionales significativas (Fatima *et al.*, 2015, Ara *et al.*, 2021), y en zonas de clima semiárido y árido se registraron prevalencias significativamente mayores durante la estación húmeda que durante la seca (Mungube *et al.*, 2008).



## 1. Variaciones estacionales de cestodos, nematodos y helmintos

Las variaciones estacionales de la parasitación se estudiaron en los grupos taxonómicos de cestodos y nematodos y en el conjunto de helmintos (Tabla 1), y a nivel de especies (Tablas 2 y 3).

Tabla 1. Resultados de la comparación estadística entre los lotes de pollos I (Invierno), P (Primavera) y V (Verano) de las prevalencias (Fisher's exact test), intensidades y abundancias medias y riqueza (Bootstrap t-test con 1000 replicaciones) de cestodos, nematodos y helmintos, y rango de riqueza específica individual.

		Lote (n)	Prevalencia	Intensidad media±SD	Abundancia media±SD	Riqueza media±SD	N° spp./ave rango
CESTODOS	I	23	52,20%	10±10,19	5,22±8,83	1,04±1,15	1-3
	P	45	95,60%	28,53±28,94	27,27±28,9	2,87±1,41	0-5
	V	50	100%	169,6±129,1	169,6±129,1	3,84±1,08	2-6
	p		****	**	**	**	
NEMATODOS	I	23	100%	440,3±583,7	440,3±583,7	3,52±0,59	2-4
	P	45	97,80%	228,9±188,2	223,8±189,1	3,04±0,8	0-4
	V	50	100%	291,8±273,2	291,8±273,2	3,68±0,62	2-4
	p					**	
HELMINTOS	I	23	100%	445,6±588,7	445,6±588,7	4,57±1,27	3-7
	P	45	97,80%	256,8±193	251,1±194,6	5,91±1,83	0-9
	V	50	100%	461,4±305	461,4±305	7,52±1,31	5-10
	p					**	

\*=p<0,05 \*\*=p<0,01 \*\*\*=p<0,001 \*\*\*\*=p<0,0001

La riqueza de las infestaciones aumentó de invierno a verano, resultando estadísticamente significativa la diferencia entre lotes (p<0,01) para el conjunto de helmintos, y sus grupos taxonómicos (cestodos, nematodos). La correlación entre la riqueza de helmintos y la temperatura del periodo de recría fue positiva y estadísticamente significativa con las temperaturas (r=0,616 <0,01) y EV (r=0,616 p<0,01) y negativa con la precipitación (r=-

0,401  $p < 0,01$ ), días de lluvia ( $r = -0,401$   $p < 0,01$ ) y con la HR ( $r = -0,616$   $p < 0,01$ ), de modo que la estación más propicia para las helmintosis fue el verano. La riqueza de cestodos se correlacionó positivamente con la temperatura ( $r = 0,598$   $p < 0,001$ ) y la EV ( $r = 0,598$   $p < 0,001$ ) y negativamente con la HR ( $r = -0,598$   $p < 0,001$ ), concordando con la mayor actividad en verano de artrópodos y ortópteros, HI de cestodos.

Sin embargo, la riqueza de los nematodos, se correlacionó negativamente con la precipitación ( $r = -0,428$   $p < 0,01$ ) y el número de días de lluvia ( $r = -0,428$   $p < 0,01$ ), algo que solo se explica por el régimen de riegos, menos abundantes en primavera, pues las lombrices de tierra intervienen como HI, HP o HT en el ciclo de todas las especies de nematodos presentes en la explotación y su accesibilidad para los pollos es mayor con el suelo mojado.

Como se ve en la tabla 1, el único grupo donde se encontraron diferencias significativas respecto a la prevalencia ( $p < 0,001$ ), intensidad ( $p < 0,01$ ) y abundancia ( $p < 0,01$ ) fue el de los cestodos, observándose un progresivo aumento de invierno a verano en todos los parámetros, hecho probablemente relacionado con la disponibilidad de HI, especialmente artrópodos. Estos resultados coinciden con los de otros autores en regiones tropicales y subtropicales de la India (Achaiah y Kumar, 2013; Bhure *et al.*, 2013; Patil y Bhamare, 2018).

El estudio de correlación entre la carga parasitaria de cestodos y las variables climatológicas del periodo de recría mostró correlación positiva estadísticamente significativa con las temperaturas ( $r = 0,811$   $p < 0,001$ ) y con la EV ( $r = 0,815$   $p < 0,001$ ), y negativa con la precipitación ( $r = -0,588$   $p < 0,001$ ), los días de lluvia ( $r = -0,588$   $p < 0,001$ ) y con la HR ( $r = -0,815$   $p < 0,001$ ).

Los gráficos 1, 2 y 3 muestran las diferencias estacionales en las cargas de vermes (expresadas como abundancia  $\pm$  SD) por grupos taxonómicos (cestodos y nematodos) y en el conjunto (helmintos).

Gráfico 1. Abundancia de cestodos observados por estación del año.

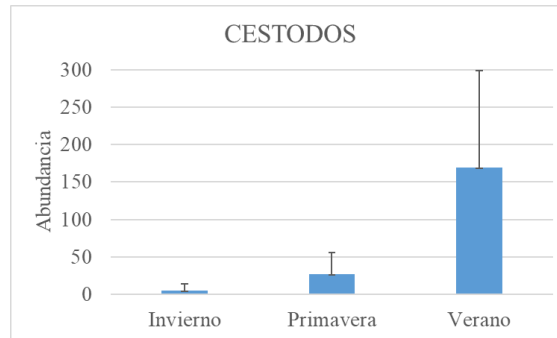


Gráfico 2. Abundancia de nematodos observados por estación del año.

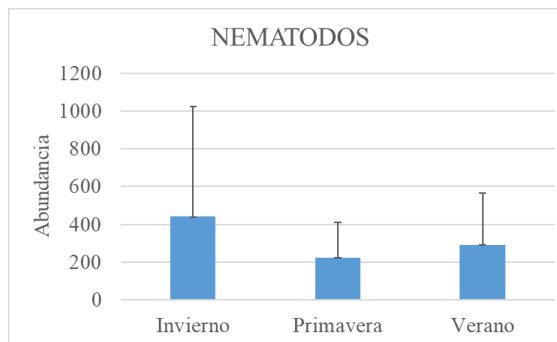
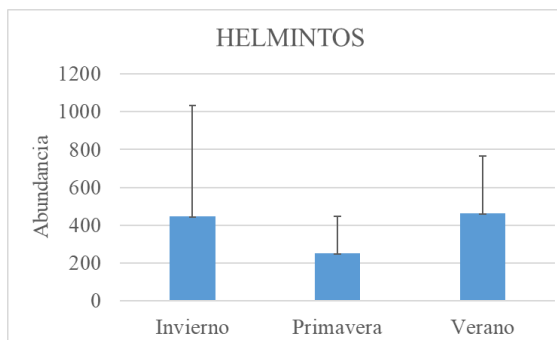


Gráfico 3. Abundancia de helmintos observados por estación del año.



## 2. Estacionalidad de las infracomunidades de helmintos

En este estudio se identificaron un total de 11 especies de helmintos: 7 cestodos (*Raillietina tetragona*, *R. echinobotrida*, *Skrajabinia cesticillus*, *Choanotaenia infundibulum*, *Davainea proglottina*, *Amoebotaenia cuneata* y *Echinolepis carioca*) y 4 nematodos (*Eucoleus annulatus*, *Aonchotheca caudinflata*, *Ascaridia galli* y *Heterakis gallinarum*), todas ellas identificadas anteriormente en la explotación.

Los resultados sobre prevalencia, intensidad y abundancia media de las especies de cestodos y nematodos identificadas, así como la significación de la diferencia estadística entre lotes se expone en las Tablas 2 y 3.

### 2.1 Especies de cestodos y estacionalidad

Todas las especies de cestodos mostraron variaciones estacionales estadísticamente significativas respecto a la prevalencia, con excepción de *E. carioca*, de la que sólo se encontraron 2 ejemplares en un pollo en verano.

Las prevalencias de las especies de cestodos aumentaron significativamente desde el invierno hasta el verano, exceptuando a *D. proglottina* que tuvo prevalencia máxima en primavera.

Las prevalencias y abundancias de *R. tetragona*, *R. echinobotrida* y *S. cesticillus* fueron significativamente distintas entre estaciones, también lo fueron las intensidades de las dos *Raillietina spp.*

Respecto a la abundancia, también hubo diferencias significativas entre estaciones, aumentando desde el invierno hasta el verano las de *Raillietina spp.*, *S. cesticillus* y *A. cuneata*. La de *D. proglotina* fue significativamente más alta en primavera.

Tabla 2. Comparación entre lotes de pollos I (Invierno), P (Primavera) y V (Verano) de la prevalencia (Fisher's exact test), de la intensidad y abundancia (Bootstrap t-test con 1000 replicaciones) de las especies de cestodos.

	Lote	(n)	N° inf	Prevalencia	Intensidad			Abundancia
					media±SD	mínima	máxima	media±SD
<i>R. tetragona</i>	I	23	8	34,80%	4,88±5,30	1	15	1,696±3,82
	P	45	37	84,40%	15,89±16,92	1	55	13,42±16,58
	V	50	48	96,00%	89,88±92,61	4	334	86,28±92,43
	p			****	**			**
<i>R. echinobothrida</i>	I	23	6	26,10%	2,33 ±2,805	1	8	0,609±1,70
	P	45	25	55,60%	8,840±12,18	1	43	4,91±10,03
	V	50	49	98,00%	56,82±66,43	3	272	55,68±66,24
	p			****	**			**
<i>S. cesticillus</i>	I	23	1	4,30%	2±NA	0	2	0,087±0,42
	P	45	9	31,10%	9,36±17,25	1	50	2,91±10,35
	V	50	40	80,00%	27,88±44,56	1	194	22,3±41,32
	p			****	NA			*
<i>C. infundibulum</i>	I	23	0	0,00%	0	0	0	0
	P	45	2	6,70%	5,68±2,89	4	9	0,38±1,56
	V	50	13	28,00%	8,57±18,05	1	70	2,4±10,08
	p			**				
<i>E. carioica</i>	I	23	0	0,00%	0	0	0	0
	P	45	0	0,00%	0	0	0	0
	V	50	1	2,00%	2	0	2	0,04±0,28
<i>D. proglottina</i>	I	23	9	39,10%	7,22±3,63	5	15	2,83±4,22
	P	45	36	80,00%	6,67±2,67	5	10	5,33±3,60
	V	50	22	44,00%	5,68±1,76			2,50±3,07
	p			***				**
<i>A. cuneata</i>	I	23	0	0,00%	0	0	0	0
	P	45	13	28,90%	1,08±0,28	1	2	0,31±0,51
	V	50	18	36,00%	1,06±0,4	1	2	0,38±0,53
	p			**				**

\*=p<0,05 \*\*=p<0,01 \*\*\*=p<0,001 NA=No Analizado

Las cargas de *R. tetragona*, *R. echinobotrida* y *S. cesticillus* se correlacionaron positivamente con las temperaturas y la EV, con coeficientes iguales para las dos variables (respectivamente  $r=0,756$ ,  $r=0,720$ ,  $r=0,634$ ) y misma significancia ( $p<0,001$ ), y negativamente con la precipitación y el número de días de lluvia (respectivamente  $r=-0,621$ ,  $r=-0,497$ ,  $r=-0,517$ ), también iguales y con la misma significancia ( $p<0,001$ ). Las tres especies tienen HI (hormigas, dípteros, coleópteros y ortópteros) más activos en verano.

*D. proglottina* fue más prevalente y abundante en primavera ( $p<0,001$ ), lo que se explica por la estacionalidad reproductiva de sus HI, caracoles y limacos, la intensidad no varió significativamente entre estaciones.

*A. cuneata*, transmitida por anélidos, se halló sólo en primavera y verano. Paradójicamente, no se halló en invierno mientras que *E. annulatus* y *A. caudinflata*, también transmitidos por lombrices, fueron especies centrales en invierno como se verá posteriormente. Este hecho sugiere que tal vez *A. cuneata* no comparta con *E. annulatus* y *A. caudinflata* las mismas especies de HI en la explotación.

## 2.2 Especies de nematodos y estacionalidad

La prevalencia, intensidad y abundancia de las especies de nematodos se expone en la tabla 3. Mostraron diferencias estacionales, *E. annulatus* en la prevalencia ( $p<0,0001$ ) y la abundancia (0,001) y *A. caudinflata* en la intensidad y abundancia ( $p<0,05$ ), mientras que *H. gallinarum* y *A. galli*, con altas prevalencias en las tres estaciones, no tuvieron diferencias significativas atribuibles a la estacionalidad.

Tabla 3. Comparación entre lotes de pollos I (Invierno), P (Primavera) y V (Verano) de la prevalencia (Fisher's exact test), de la intensidad y abundancia (Bootstrap t-test con 1000 replicaciones) de las especies de nematodos.

	Lote	(n)	N° inf	Prevalencia	Intensidad			Abundancia
					media±SD	mínima	máxima	media±SD
<i>E. annulatus</i>	I	23	16	69,60%	24,38±56,77	1	183	16,96±48,26
	P	45	12	26,70%	12,08±19,53	1	61	3,22±11,16
	V	50	44	88,00%	38,82±40,29	1	188	34,16±39,84
	p			****				**
<i>A. caudinflata</i>	I	23	22	95,70%	287,6±402,4	3	1441	275,10±397,7
	P	45	42	93,30%	61,86±116,9	1	545	57,73±113,9
	V	50	46	92,00%	92,93±123,1	1	674	85,50±120,7
	p				*			*
<i>A. galli</i>	I	23	20	87,00%	12,95±9,88	2	31	11,26±10,2
	P	45	39	86,70%	11,26±9,92	1	46	9,76±9,1
	V	50	46	92,00%	14,87±17,79	1	97	13,68±17,52
<i>H. gallinarum</i>	I	23	23	100,00%	137,0±208,3	4	904	137,0±208,3
	P	45	44	97,80%	156,6±125,5	11	768	153,1±126,2
	V	50	47	94,00%	168,6±194,1	11	994	158,4±192,4

\*=p<0,05 \*\*=p<0,01 \*\*\*=p<0,001 \*\*\*\*=p<0,0001

Las diferencias estacionales más significativas corresponden al nematodo capilaroideo de vías altas *E. annulatus*, que tuvo menor prevalencia (p<0,0001) y abundancia (p<0,01) en el lote de primavera, lo que resulta paradójico pues sus HI son lombrices de tierra que suben a la superficie con la lluvia. La máxima prevalencia (p<0,001) y abundancia (p<0,01) de *E. annulatus* en el lote de verano quizá se deba a que las altas temperaturas y el riego activan a los anélidos HI facilitando su depredación por los pollos. También en Gannavaram, Andhra Pradesh (India), la prevalencia de *E. annulatus* fue mayor en verano que en la estación de las lluvias (Sreedevi *et al.*, 2016). La intensidad de *E. annulatus* se correlacionó con los parámetros climáticos positivamente con las temperaturas (r=0,481 p<0,0001) y la EV

( $r=0,481$   $p<0,0001$ ) y negativamente con la HR ( $r=-0,481$   $p<0,0001$ ) y con la precipitación ( $r=-0,638$   $p<0,0001$ ) y días de lluvia ( $r=-0,638$   $p<0,0001$ ).

La intensidad y abundancia del capilaroideo intestinal *A. caudinflata* fueron más altas ( $p<0,05$ ) en el lote de invierno, lo que podría explicarse si sobreviviera al frío en los anélidos HI, como ocurre con (sic.) *Capillaria retusa* (Morehouse, 1942), y éstos emergieran del suelo con los riegos invernales de los frutales. De hecho, no hubo correlación entre la carga de *A. caudinflata* y los parámetros climáticos.

Los ascaroideos, monoxenos, no mostraron diferencias estacionales. En el Delta del Mekong, Vietnan, con clima tropical húmedo, Van *et al.*, (2020) encontraron prevalencias significativamente mayores de *A. galli* y *H. gallinarum* durante los meses de lluvia (mayo-noviembre), meses en los que la temperatura media baja un poco (de 34 a 30°C aproximadamente), condiciones climáticas muy distintas a las de la zona de estudio.

### **3. Variaciones estacionales en la estructura de las comunidades de helmintos**

La comparación de las estructuras de las tres comunidades de helmintos (Tabla 4) evidencia las diferencias estacionales en la prevalencia de las especies. El número de especies centrales aumentó de invierno a verano, manteniéndose siempre en este grupo *H. gallinarum*, *A. caudinflata* y *A. galli*. Hubo más especies secundarias en invierno y más satélites en primavera. Solo se halló una especie rara en cada estación: *S. cesticillus* en invierno, *C. infundibulum* en primavera y *E. carioca* en verano. En invierno no se hallaron *C. infundibulum*, *A. cuneata* ni *E. carioca*.



Tabla 4. Estructura de las comunidades de helmintos en cada estación

	INVIERNO		PRIMAVERA		VERANO
	Prevalencia		Prevalencia		Prevalencia
<b>Especies centrales</b>	<b>&gt;66,6%</b>	<b>Especies centrales</b>	<b>&gt;66,6%</b>	<b>Especies centrales</b>	<b>&gt;66,6%</b>
<i>H. gallinarum</i>	100,00%	<i>H. gallinarum</i>	97,80%	<i>R. echinobothrida</i>	98,00%
<i>A. caudinflata</i>	95,70%	<i>A. caudinflata</i>	93,30%	<i>R. tetragona</i>	96,00%
<i>A. galli</i>	87,00%	<i>A. galli</i>	86,70%	<i>H. gallinarum</i>	94,00%
<i>E. annulatus</i>	69,60%	<i>R. tetragona</i>	84,40%	<i>A. caudinflata</i>	92,00%
		<i>D. proglottina</i>	80,00%	<i>A. galli</i>	92,00%
				<i>E. annulatus</i>	88,00%
				<i>S. cesticillus</i>	80%
<b>Especies secundarias 33,3-66,5%</b>		<b>Especies secundarias 33,3-66,5%</b>		<b>Especies secundarias 33,3-66,5%</b>	
<i>D. proglottina</i>	39,10%	<i>R. echinobothrida</i>	55,60%	<i>D. proglottina</i>	44,00%
<i>R. tetragona</i>	34,80%			<i>A. cuneata</i>	36,00%
<i>R. echinobothrida</i>	26,10%				
<b>Especies satélites</b>	<b>&lt;33,2%</b>	<b>Especies satélites</b>	<b>&lt;33,2%</b>	<b>Especies satélites</b>	<b>&lt;33,2%</b>
		<i>S. cesticillus</i>	31%	<i>C. infundibulum</i>	28,00%
		<i>A. cuneata</i>	28,90%		
		<i>E. annulatus</i>	26,70%		
<b>Especies raras</b>	<b>&lt;10%</b>	<b>Especies raras</b>	<b>&lt;10%</b>	<b>Especies raras</b>	<b>&lt;10%</b>
<i>S. cesticillus</i>	4,30%	<i>C. infundibulum</i>	6,70%	<i>E. carioca</i>	2%

## CONCLUSIONES

### 1. Experimento 1: Estudio de la comunidad helmíntica de *Gallus g. gallus* criados en libertad en dos agrosistemas diferentes

1. Los pollos criados en libertad en dos agrosistemas del suroeste español (secano y regadío) presentaron altas tasas de parasitación por helmintos. La prevalencia de nematodos fue del 100% en ambas comunidades, en tanto que los cestodos tuvieron mayor prevalencia en regadío (98%) que en secano (54%).
2. En conjunto se identificaron 12 especies de helmintos: 7 cestodos (*Raillietina tetragona*, *R. echinobothrida*, *Skryabinia cesticillus*, *Choanotaenia infundibulum*, *davainea proglottina* y *Amoebotaenia cuneata*) y 5 nematodos (*Ascaridia galli*, *Heterakis gallinarum*, *Eucoleus annulatus*, *Aonchotheca caudinflata* y *Baruscapillaria obsignata*), todas ellas descritas anteriormente en gallinas en Europa.
3. Seis especies fueron comunes en ambas comunidades. Dos de ellas (*R. echinobothrida* y *R. tetragona*) mostraron mayor prevalencia en el agrosistema de regadío, mientras que tan sólo una (*A. galli*) se presentó con mayor prevalencia en secano.
4. De las 6 especies no comunes, 5 fueron exclusivas de regadío (*C. infundibulum*, *D. proglottina*, *A. cuneata*, *E. annulatus* y *A. caudinflata*) mientras que solo una fue exclusiva de secano (*B. obsignata*).
5. Las comunidades helmínticas en ambos agrosistemas mostraron características diferentes. Por un lado, la comunidad helmíntica de pollos en regadío mostró más riqueza específica (5,63 vs. 2,76 -índice S-) y más biodiversidad (1,10 vs. 0,72 -índice de Shanon-Wiener-) que la de secano. Así mismo, las infestaciones fueron más intensas y abundantes en regadío. Este hecho se debe a las peculiaridades climáticas y ecológicas

de ambos agrosistemas que tienen influencia directa en la presencia de invertebrados que actúan como hospedadores intermediarios o paraténicos.

6. Este es el primer experimento llevado a cabo en el Sur de España, concretamente en el Suroeste, sobre el estudio de la comunidad helmíntica de gallinas criadas en libertad.

## **2. Experimento 2: Impacto de las helmintosis en el peso de los pollos**

1. El análisis de los parámetros productivos en pollos criados en el agrosistema de regadío no mostró correlación significativa con las tasas de parasitación por helmintos en general, ni por grupos taxonómicos (cestodos y nematodos).
2. Se observó una correlación negativa ( $r=-0,351$   $p=0,005$ ) entre la carga parasitaria de *D. proglottina* y el rendimiento cárnico de todos los animales analizados conjuntamente.
3. El análisis de correlación pormenorizado por lotes mostró que dicha correlación negativa afectaba a los animales del lote 1 ( $r=-0,635$   $p=0,003$ ) que además son los que presentaron mayor prevalencia e intensidad para este cestodo (40% y  $10,62\pm 1,77$ ). Este resultado concuerda con la consideración de *D. proglottina* como el cestodo más patógeno para las galliformes y responsable directo de pérdidas productivas.

## **3. Experimento 3: Estacionalidad de las helmintosis**

1. La riqueza de las infestaciones aumentó de invierno a verano, con diferencias significativas entre lotes para el conjunto de helmintos, y sus grupos taxonómicos (cestodos, nematodos). Al evaluar la correlación entre la riqueza y las variables climatológicas se obtuvo una correlación positiva estadísticamente significativa con

la temperatura y evapotranspiración, y negativa con la precipitación, días de lluvia y con la humedad relativa.

2. El único grupo donde se encontraron diferencias significativas respecto a la prevalencia, intensidad y abundancia fue el de los cestodos. En este grupo se observó un incremento significativo en primavera y verano, alcanzando las cotas máximas en esta última estación mencionada.
3. En relación a la parasitación por nematodos, todos tuvieron altas prevalencias en las tres estaciones, lo que se tradujo en la ausencia de diferencias significativas atribuibles a la estacionalidad. Sin embargo, sí se aprecian diferencias estacionales en *E. annulatus*, que muestra mayor prevalencia y abundancia en verano, quizá debido a que las altas temperaturas y el riego activan a los anélidos HI facilitando su depredación por los pollos.

## BIBLIOGRAFÍA

Abdel Aziz AR (2016). Prevalence of gastrointestinal helminthes of *Gallus gallus domesticus* (Linnaeus, 1758) in free-range system at Upper Egypt. World Journal of Clinical PPharmacology, Microbiology and Toxicology, 2(2):13-18. Disponible en <http://wjcpmt.com>

Abdelqader A, Gualy M, Wollny CBA, Abo-Shehada MP (2008). Prevalence and burden of gastrointestinal helminths among local chickens, in northern Jordan. Preventive Veterinary Medicine, 85: 17–22.

Abdou AH (1958). Studies on the Development of *Davainea proglottina* in the Intermediate Host. The Journal of Parasitology, 44(5):484-488. <https://doi.org/10.2307/3274411>.

Abdullah HS, Mohammed AA (2013). Ecto and endo parasites prevalence in domestic chickens in Sulaimani Region. The Iraqi Journal of Veterinary Medicine, 37 (2): 149-155.

Abebe W, Asfaw T, Genete B, Kassa B, Dorchie P (1997). Comparative studies of external parasites and gastro-intestinal helminths of chickens kept under different management system in and around Addis Ababa (Ethiopia). Revue de Medecine Veterinaire, 148 (6): 497-500.

Abubakar A, Aliyu F, Achigili A (2019). Gastrointestinal parasites of locally reared chickens slaughtered in Birnin Kebbi market, Kebbi State, Nigeria. Continental Journal of Biological Sciences, 12(1):17-26.

Abubakarand U, Garba HS (2000). Prevalence of helminth parasites of *Gallus gallus* slaughtered at the Sokoto central market. Sokoto Journal of Veterinary Science: 11-13.

Achaiah N, Kumar NV (2013). A study on the seasonal prevalence of *Raillietina tetragona* in domestic chicken (*Gallus domesticus*) from Warangal Region of Andhra Pradesh. International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology, 4(3):133-136. ISSN 0976-4550. Disponible en: [www.ijabpt.com](http://www.ijabpt.com)

Ackert JE (1919). On the life cycle of the fowl cestode *Davainea cesticillus* (Molin). The Journal of Parasitology, 5:41-43.

Ackert, J. E., Porter, D. A., & Beach, T. D. (1935). Age Resistance of Chickens to the Nematode *Ascaridia lineata* (Schneider). The Journal of Parasitology, 21(3), 205–213. <https://doi.org/10.2307/3271478>.

Adams FM, Geiser SW (1933). Helminths parasites of the chicken, *Gallus domesticus*, in Dallas County, Texas. The American Midland Naturalist, 14(3):251-257.

Adang KL, Asher R, Abba R (2014). Gastro-intestinal helminths of domestic chickens *Gallus gallus domestica* and ducks *Anas platyrhynchos* slaughtered at Gombe main market, Gombe State, Nigeria. *Asian Journal of Poultry Science*, 8(2):32-40.

Al-Moussawi AA, Al-Marsomy AW, Saeed MM (2018). Infection of local chicken *Gallus gallus domesticus* Linnaeus, 1758 (Galliformes, Phasianidae) with the cestode *Raillietina echinobothrida* (Megnin, 1881) (Cestoda: Cyclophyllidae) and intestinal microorganisms. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 2018; 6(1): 934-937.

Alam MN, Mostofa M, Khan, MAHNA, Alim MA, Rahman AKMA, Trisha AA (2014). Prevalence of gastrointestinal helminth infestations in indigenous chickens of selected areas of Barisal district, Bangladesh. *Bangladesh Journal of Veterinary Medicine*, 12 (2): 135-139.

Alcaíno H, Gorman T (1999). Parásitos de los animales domésticos en Chile. *Parasitología al Día*, 23:33-41.

Altieri M (1995). Bases y estrategias agroecológicas para una agricultura sustentable. CLADES. *Agroecología y Desarrollo*, (9), 21-30.

Altinoz F (2002). Ankara ve çevresinde modern işletme tavuklarında sindirim sistemi helmintlerinin yayılması. [The prevalence of digestive tract helminths in the modern poultry industries in Ankara and surrounding areas]. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 26(3):320-324.

Anderson RC (2000). *Nematode Parasites of Vertebrates. Their Development and Transmissions*. 2<sup>nd</sup> Ed. CABI Publishing. UK. 672 pp. <https://doi.org/10.1079/9780851994215.0245>.

Anupama BA (2016). Cross sectional survey on endoparasites of backyard poultry. Thesis. Sri Venkateswara Veterinary University. Tirupati India. 122pp.

Ara I, Khan H, Syed T, Bhat B (2021). Prevalence and seasonal dynamics of gastrointestinal nematodes of domestic fowls (*Gallus gallus domesticus*) in Kashmir, India. *Journal of advanced veterinary and animal research*, 8(3):448–453. <https://doi:10.5455/javar.2021.h533>.

Ara I, Khan H, Syed T, Bhat B (2021). Prevalence and seasonal dynamics of gastrointestinal nematodes of domestic fowls (*Gallus gallus domesticus*) in Kashmir, India. *Journal of advanced veterinary and animal research*, 8(3):448–453. <https://doi.org/10.5455/javar.2021.h533>.

Ashenafi H, Eshetu Y (2004). Study on gastrointestinal helminths of local chickens in Central Ethiopia. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 155(10):504-507.

Asumang P, Delali JA, Wiafe F, Kamil Z, Balali, GI, Gobe, VAD, Siaw WN, Pinamang G (2019). Prevalence of gastrointestinal parasites in local and exotic breeds of chickens in Pankrono-Kumasi, Ghana. *Journal of Parasitology Research*, 2019: Article 5746515, 7 pages <https://doi.org/10.1155/2019/5746515>.

Ara I, Khan H, Syed T, Bhat B (2021). Prevalence and seasonal dynamics of gastrointestinal nematodes of domestic fowls (*Gallus gallus domesticus*) in Kashmir, India. *Journal of advanced veterinary and animal research*, 8(3):448–453. <https://doi.org/10.5455/javar.2021.h533>.

Attah DD, Danladi YK, Abdullahi KK, Ibrahim S (2013). A survey of gastrointestinal helminthes of chickens and guinea fowls slaughtered at Sokoto, Nigeria. *Equity Journal of Science and Technology*, 1(1):1-5.

Augustine PC, Lund EE (1974). The fate of eggs and larvae of *Ascaridia galli* in earthworms. *Avian Diseases*, 18(3):394-398. <https://doi.org/10.2307/1589106>.

Avancini RMP, Ueta MT (1990). Manure breeding insects (Diptera and Coleoptera) responsible for cestoidosis in caged layer hens. *Journal Applied of Entomology* 1990; 110:307-12. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1990.tb00127.x>.

Ayeh-Kumi PF, Larbie Nii-dodoo G, Olu-Taiwo M, Forson Obeng Akua (2016). Prevalence of gastrointestinal parasites in chickens sold in some major markets in Greater Accra, Ghana. *International Journal of Poultry Science*, 15:335-342. <https://doi.org/10.3923/ijps.2016.335.342>.

Ayudhya CKN, SangvarAnonda A, Arkom-Sangvar A (1997). Internal parasites in the alimentary tract of adult native chickens in southern Thailand. *Kasetsart Journal Natural Sciences*, 31(4):407-412.

Baboolal V, Suratsingh V, Gyan L, Brown G, Offitah NV, Adesiyun AA, Basu AK (2012) The prevalence of intestinal helminths in broiler chickens in Trinidad. *Veterinarski Arhiv*, 82(6): 591-597.

Barré N (1982). Helminthes des animaux domestiques et sauvages de La Réunion. II. Oiseaux, reptiles, batraciens, poissons. *Revue d'Élevage et de Médecine Veterinaire des Pays Tropicaux*, 35(3) :245-253.

Ben Slimane B (2016). Prevalence of the gastro-intestinal parasites of domestic chicken *Gallus domesticus* Linnaeus, 1758 in Tunisia according to the agro-ecological zones. *Journal of Parasitic Diseases*, 40(3):774-8. <https://doi.org/10.1007/s12639-014-0577-5>.

Berhe M, Mekibib B, Bsrat A, Atsbaha G (2019). Gastrointestinal Helminth Parasites of Chicken under Different Management System in Mekelle Town, Tigray Region, Ethiopia. *Journal of Veterinary Medicine*, Article ID:1307582, 7 pp. <https://doi.org/10.1155/2019/1307582>.

Beyene K, Bogale B, Chanie M (2014). Study on effects and occurrence of nematodes in local and exotic chickens in and around Bahir Dar, Northwest Ethiopia. *American-Eurasian Journal of Science and Research*, 9(3): 62-66. <https://doi.org/10.20372/nadre:1547201121.56>.

Bhat SA, Khajuria JK, Katoch R, Wani MY, Dhama K (2014). Prevalence of endoparasites in backyard poultry in North Indian Region: A performance based assessment study. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9(8):479-488.

Bhure DB, Nanware SS, Barshe MU (2013). Prevalence of gastrointestinal helminth parasites of *Gallus gallus domesticus* in and around Latur District M.s. India. *International Journal of Scientific Research*, 2(9): 434-436. <https://doi.org/10.36106/ijsr>.

Bindoula G (1989). Contribution a l'étude des helminthes du tube digestif chez le poulet au Senegal: Region de Dakar. Tesis n° 50 Université Cheikh Anta Diop de Dakar. Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Veterinaires. Dakar, Senegal.

Biu AA, Lillian OD (2003). *Caecal nematodes of local chickens (Gallus gallus domesticus) slaughtered at Maiduguri central market. Sokoto Journal of Veterinary Sciences*, 5, 21-23.

Borchert A (1964). *Parasitología Veterinaria*. Trad. Cordero del Campillo M. Editorial Acribia, Zaragoza. 745 pp. ISBN 8420000817, 9788420000817.

Borkovcova M (1999). [Endoparazite vybranych druhu domácich zvířat v lokalite Tisnovsko] Endoparasites of some species of domestic animals in Tisnovsko district. Thesis. Mendel University of Agriculture and Forestry Brno, República Checa. 129 pp.

Braga FR, Araújo JV, Araujo JM, Frassy LN, Tavela AO, Soares FE, Carvalho RO, Queiroz LM, Queiroz JH (2012). *Pochonia chlamydosporia* fungal activity in a solid medium and its crude extract against eggs of *Ascaridia galli*. *Journal of Helminthology*, 86(3):348-52. <https://doi.org/10.1017/S0022149X11000484>.

Brenes RR (1961). Catálogo de los helmintos parásitos de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 9(1):67-95.

Broadbent M (1942). Survey of the incidence, distribution and prevalence of the helminths parasites of the domestic fowl in Queensland. *Australian veterinary Journal*, 18(10):200-204.

Bush AO, Holmes JC (1986). Intestinal helminths of lesser scaup ducks: an interactive community. *Canadian Journal of Zoology*, 64:142-152. <https://doi.org/10.1139/z86-023>.

Bush AO, Lafferty KD, Lotz JM, Shostak AW (1997). Parasitology Meets Ecology on Its Own Terms: Margolis et al. Revisited. *The Journal of Parasitology*, 83(4): 575-583.



Butboonchoo P, Wongsawad C (2015). Occurrence and HAT-RAPD analysis of gastrointestinal helminths in domestic chickens (*Gallus gallus domesticus*) in Phayao province, northern Thailand. Saudi Journal of Biological Sciences, 24(1):30-35 <http://dx.doi.org/10.1016/j.sjbs.2015.09.002>.

Butt Z., Shaikh AA, Memon SA, Mal B (2014). Prevalence of Cestode parasites in the intestine of local chicken (*Gallus domesticus*) from Hyderabad, Sindh, Pakistan. Journal of entomology and zoology studies, 2:301-303.

Calnek BW (1995). Enfermedades de las Aves. El Manual Moderno. México. 825-830pp. ISBN 9789684266728, 9684266723.

Calvete C, Estrada R, Lucientes J, Estrada A, Telletxea I (2003) Correlates of helminth community in the red-legged partridge (*Alectoris rufa* L.) in Spain. Journal of Parasitology, 89(3):445-51. [http://doi.org/10.1645/0022-3395\(2003\)089\[0445](http://doi.org/10.1645/0022-3395(2003)089[0445).

Charisi K, Chaeychomsri W, Siruntawinetti J, Ribas A, Herbreteau, Morand S (2012). Diversity of gastrointestinal helminths among murid rodents from Northern and Northeastern Thailand. Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health, 43(1):21-28. PMID: 23082550.

Chaturvedi Y, Kansal KC (1977). Check-List of indian nematodes (animal parasites). Records of the Zoological Survey of India. Miscellaneous publication. Occasional paper N° 5, 148 pp. (aves pp 33-61).

Chege H W, Kemboi D C, Bebora L C, Maingi N, Mbuthia P G, Nyaga P N, Njagi LW, Githinji J (2015). Studies on seasonal prevalence of ecto- and endo-parasites in indigenous chicken of Mbeere Subcounty, Kenya Livestock Research for Rural Development, 27 (6) Article 113. Disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd27/6/cheg27113.htm>

Cheng TC (1978). Parasitología general. 1ª Ed. AC, Madrid, España. 965 pp. ISBN 84 72880281

Chilinda I, Lungu J C N, Phiri I K, Chibinga O C, Simbaya J (2020). Prevalence of helminths infestation in indigenous free-ranging chickens in different ecological zones in Zambia. *Livestock Research for Rural Development*, 32, Artículo147. Disponible en <http://www.lrrd.org/lrrd32/9/oschi32147.html>

Choudhury S, Gogoi AR, Das MR (1995). Occurrence of *Heterakis brevispiculum*, *Strongyloides avium* and *Subulura brumpti* in fowls in Assam. Indian-Veterinary-Journal. 72: 5, 519-520.

Cordero del Campillo M, Castañón Ordóñez L, Reguera Feo A. (1994). Índice-catálogo de zooparásitos ibéricos. Ed. Universidad de León, España 2ª Ed. 650 pp. ISBN: 84-7719-403-3.

Cordero Del Campillo y col. (1999). Parasitología Veterinaria. Mcgraw-Hill. Interamericana. Madrid.

Cram EB, Jones MF (1929). Observations on the life histories of *Raillietina cesticillus* and of *Hymenolepis carioca*, tapeworms of poultry and game birds. *American Veterinary*,10(2):49-51.

Dama LB, Nikam SV, Dama SB, Jawale CS (2012). Prevalence of cestode parasites of *Gallus gallus domesticus* from Solapur District, Maharashtra, India. *Trends in Parasitology Research*, 1(2):2319-3158.

Dar JA, Tanveer S (2013). Prevalence of cestode parasites in free-range backyard chickens (*Gallus gallus domesticus*) of Kashmir, India. *Agricultural and Biology Journal of North America*, 4(1):67-70.

Del Moral J, Mejias A, Jimenez J, Cancho M, García-Cuadrado N y Corrales D (1998). La gallina azul extremeña y la guinea depredadoras de langosta. *Agricultura: Revista Agropecuaria*, 796: 920-922.

Deng YP, Suleman, Zhang XL, Li R, Li LY, Fu YT, Liu GH, Yao C (2022). *Aonchotheca* (Nematoda: Capillariidae) is validated as a separated genus from *Capillaria* by both mitochondrial and nuclear ribosomal DNA. *Parasit Vectors*, 15(1):493-. <https://doi.org/10.1186/s13071-022-05609-9>.

Deplazes P, Eckert J, Mathis A, von Samson-Himmelstjerna G, Zahner H (2016). *Parasitology in Veterinary Medicine*. Wageningen Academic Publishers. <https://doi.org/10.3920/978-90-8686-274-0>.

Divyamery R, Subramanian N, Soundhararajan C, Muthu M (2016). Studies on gastrointestinal parasites of chicken in and around Cheyyar Taluk, Thiruvannamalai district. *International Journal of Recent Advances in Multidisciplinary Research*, 3(11):2024-2030.

Dos Anjos FR (2005). Effect of scavenging feed resource base on the prevalence of parasites and performance of chickens in Sussundenga District, Mozambique. MSc Thesis, Royal Veterinary and Agricultural University Copenhagen and Eduardo Mondlane University, Mozambique. 81 pp.

Ebrahimi M, Asadpour M, Khodaverdi M, Borji H (2014). Prevalence and distribution of gastrointestinal helminths in free range chickens in Mashhad, northeast of Iran *Sci Parasitol* 15(1-4):38-42.

Edgar S (1953). A Preliminary Check List of Parasites of Some Domestic Fowls of Alabama. *Poultry Science*. 32. 949-952. 10.3382/ps.0320949.

Ekpo UF, Ogooye AA, Olumoye AS, Takeet M (2010). A Preliminary survey on the parasites of free range chickens in Abeokuta, Ogun State Nigeria. *Journal of National Engineering Technology*, 2:123-130.

El-Dakhly KM, El-Seify MA, Mohammed ES, Elshahawy IS, Fawy SA, Omar MA (2019). Prevalence and distribution pattern of intestinal helminths in chicken and pigeons in Aswan, Upper Egypt. *Tropical Animal Health Production*, 51(3):713-718. <https://doi.org/10.1007/s11250-018-1725-1>.

El-Seify MA, El-Dakhly KM, Mohamed ES, Fawy SA-M (2017). Studies on parasitic helminths of domestic birds in Aswan Governorate. Kafrelsheikh Veterinary MeciineJournal, 1:43-64.

Eshetu Y, Muluaem E, Ibrahim H, Berhanu A, Aberra K (2001). Study of gastrointestinal helminths of scavenging chickens of four rural distric of Amhara region of Ethiopia. Revue scientifique et technique/ Office international des épizooties, 20(3): 791-796. <https://doi.org/10.20506/rst.20.3.1310>.

Eslami A, Ghaemi P, Rahbari S (2009). Parasitic infections of free-range chickens from Golestan Province, Iran. Iranian Journal of Parasitology, 4(3):10-14.

Euzéby J (1981). Diagnostic expérimental des helminthoses animales, 2 Vol. Ed. Ministère de l'Agriculture, Paris 1981. 349 y 360 pp.

Faizullah, Ahmed S, Babar S, Fareed SK, Kakar MA, Ziaulhaq, Jan S (2013). Helminthosis of rural poultry in Quetta, Pakistan. Eurasian Journa of Veterinary Science, 29(2):103-105.

Fakae BB, Paul-Abiade CU (2004). Rainy season period prevalence of helminths in the domestic fowl (*Gallus gallus*) in Nsukka, Eastern Nigeria. Nigerian Veterinary Journal 24 (1): 21-27.

Fakae BB, Umeorizu JM, Orajaka LJE (1991). Gastrointestinal helminth infection of the domestic fowl (*Gallus gallus*) during the dry season in eastern Nigeria. Journal of African Zoology, 105(6):503-508.

FAO (2007). La Situación de los Recursos Zoogenéticos Mundiales para la Alimentación y la Agricultura – resumen. Ed. por Dafydd Pilling & Barbara Rischkowsky. Roma. 42 pp.  
<http://www.fao.org/3/a1260s/a1260s00.pdf>

FAO (2010). La situación de los recursos zoogenéticos mundiales para la alimentación y la agricultura. Ed. Barbara Rischkowsky y Dafydd Pilling. Roma 556 pp. (traducción de la versión original en inglés, 2007).  
<http://www.fao.org/docrep/011/a1250s/a1250s00.htm>

FAO (2015). The Second Report on the State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture, edited by B.D. Scherf & D. Pilling. FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments. Rome 563 pp. <http://www.fao.org/3/a-i4787c/index.html>

FAO (2019). Examen de la aplicación del plan de acción mundial sobre los recursos zoogenéticos. 17ª reunión ordinaria de la Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura de la FAO. CGRFA-17/19/11.2. Tema 11.2.4. Roma (Italia), 18-22 de febrero de 2019. Disponible en:  
<http://www.fao.org/3/my603es/my603es.pdf>

Farah Haziqah MT, Khadijah S (2020). Helminthic parasites in indigenous chickens in Penang Island, Malaysia. Tropical Biomedicine, 37(4):896-902. <https://doi.org/10.47665/tb.37.4.896>.

Fatih MY, Ogbogu VC, Njoku CO, Saror DI (1991). Études comparatives des helminthes gastrointestinaux chez les poulets à Zaria, Nigeria. *Revue d'Élevage et de Médecine Veterinaire des Pays Tropicaux*, 44(2):175-177.

Fatima T, Sajid MS, Saleemi MK, Iqbal Z, Siddique RM (2015). Descriptive epidemiology of endo-parasitic fauna in layer birds (*Gallus domesticus*) of Central Punjab, Pakistan. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 52 (3): 815-820.

Ferdushy T, Hasan MT, Kadir AKMG (2016). Cross sectional epidemiological investigation on the prevalence of gastrointestinal helminths in free range chickens in Narsingdingdi distric, Bangladesh. *Journal of Parasitic Diseases*, 40(3):818-822. <https://doi.org/10.1007/s12639-014-0585-5>

Fong CR, Moron NA, Kuris AM (2017). Two's a crowd? Crowding effect in a parasitic castrator drives differences in reproductive resource allocation in single vs double infections. *Parasitology*,144(5):662-668. <https://doi.org/10.1017/S003118201600233X>.

Frick LP (1941). Studies on a mechanism of age resistance of chickens to the nematode *Ascaridia galli*. Thesis. Kansas State College of Agriculture and Applied Science. University of Kansas City. 56pp. Disponible en: <https://krex.kstate.edu/bitstream/handle/2097/24249/LD2668T41941F71.pdf?sequence=1>

Fuseini G, Edoh D, Kalifa BG, Knight D (2009). Plasmodium and intestinal helminths distribution among pregnant women in the Kassena-Nankana District of Northern Ghana *Journal of Entomology and Nematology*, 1(2):019-024. Disponible en: <http://www.academicjournals.org/JEN>.

Galicia D, Hervás J, Martínez R, Seoane J, Hidalgo R (2014). Identificación de regiones naturales en España para el desarrollo de la Red Natura 2000. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid. 471pp.

García Ferrer Y, Rodríguez García D, Pastor Simon M. (2018). Behavior of Helminthes in Laying Hens During the Period 2014-2017. *Multidisciplinary Advances in Veterinary Science*, 2(3): 341-347.

Ghebremariam MK, Devarajan S, Ahmed, B (2011). Prevalence of helminths parasites in indigenous fowls of Zoba Anseba of Eritrea, North-East Africa. *Veterinary World* 4(11):492-494.

Gomes FF, Simões Machado, HH, Lemos L da S, De Almeida LG, Daher, RF (2009). Principais parasitos intestinais diagnosticados em galinhas domesticas criadas em regime extensivo na municipalidade de Campos dos Goytacazes, RJ. *Ciencia Animal Brasileira*, 10(3):818-822.

- Gómez-Puerta, Luis A., Marco A. Enciso, Rojas G (2009). Parasitismo natural por *Synhimantus (Dispharynx) nasuta* (Nematoda: Acuariidae) en pavo real (*Pavo Cristatus*) en Cautiverio. Revista Peruana De Biología, 16(1):121-23. <https://doi.org/10.15381/rpb.v16i1.191>.
- Grafl B, Polster S, Sulejmanovic T, Pürrer B, Guggenberger B, Hess M (2017). Assessment of health and welfare of Austrian laying hens at slaughter demonstrates influence of husbandry system and season, British Poultry Science, 58(3):209-215. <https://doi.org/10.1080/00071668.2017.1280723>.
- Guberlet JE (1919). On the Life History of the Chicken Cestode, *Hymenolepis carioca* (Magalhaes). *The Journal of Parasitology*, 6 (1): 35-38. <http://www.jstor.org/stable/3271013>.
- Guclu F (1994). Ankara civarında tavuk, hindi, ordek ve kazlarda helmint faunasi. [Helminth fauna of fowls, turkeys, ducks and geese in the Ankara area]. Doga Turk Veterinerlikve Hayvancilik Dergisi, 18(2):79-86.
- Hammer O, Harper D, Ryan P (2001). PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4. 1-9. Disponible en [https://paleo.carleton.ca/2001\\_1/past/past.pdf](https://paleo.carleton.ca/2001_1/past/past.pdf)
- Hamza HM (2009). Prevalence and distribution of gastro-intestinal helmmnthes in loal chickens in Al-Diwaniya region. *Wasit Journal for Science & Medicine*, 2(1):53-74.
- Hange RR (1981). Prevalence of Helminth parasites of poultry. Thesis Master of Veterinary Science N° 348. Marathwada Agricultural University. Parbhani. India. 99 pp.
- Hassan NNRN, Awang A, Rahman MS (2015). Parasitic burden and its relation with the body weight of free range chicken in oil palm Dominated Sandakan District of Malaysian Borneo. *International Journal of Livestock Research*, 5(9): 10-20. <https://doi:10.5455/ijlr.20150909073638>.
- Hassan NNRN, Awang A, Rahman, MS (2015). Parasitic Burden and Its Relation with the Body Weight of Free Range Chicken in Oil Palm Dominated Sandakan District of Malaysian Borneo. *International Journal of Livestock Research*, 5(9):10-20.
- Hassouni T y Belghyti D (2006). Distribution of gastrointestinal helminths in chicken farms in the Gharb region-Morocco. *Parasitology Research*, 99(2):181-3. <https://doi.org/10.1007/s00436-006-0145-8>
- Henson EL (1992) In situ conservation of livestock and poultry. FAO Animal production and health paper 99. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, FAO and UNEP 1992. ISBN 92-5-103143-6.
- Hembram A, Panda M R, Mohanty B N, Pradhan C R, Dehuri M, Sahu A, Behera M (2015). Prevalence of gastrointestinal helminths in Banaraja fowls reared in semi-intensive system of management in Mayurbhanj district of Odisha. *Veterinary World*, 8 (6):723-726. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2015.723-726>.

Henson EL (1992). In situ conservation of livestock and poultry. FAO Animal production and health paper 99. Ed. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. 112 pp.

Hinrichsen LK (2015). Animal welfare in organic egg production – with emphasis on mortality and helminth infections. Tesis. Department of Animal Science Faculty of Science and Technology Aarhus University. Dinamarca. 147 pp. Disponible en: <https://orgprints.org/28857/7/28857.pdf>

Hodasi JKM (1966). A note on some Helminths of Manitoba chickens. Canadian Journal of Comparative Medicine Veterinary Science, 30(1): 26-27.

Hodasi JKM (1967). On three species of nematodes from chickens at odorkor state poultry farm, Ghana. Ghana Journal of Science, 7(3-4): 130-132. <https://dx.doi.org/10.3923/ajava.2014.479.488>

Höglund J, Jansson DS (2011). Infection dynamics of *Ascaridia galli* in non-caged laying hens. Veterinary Parasitology, 180(3-4):267–273. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.03.031>.

Holmes JC, Price PW (1986). Communities of Parasites. In: Anderson, D.J. and Kikkawa, J., Eds., Community Ecology: Patterns and Processes, Blackwell Scientific Publications, Oxford, 187-213.

Horsfall, MW (1938) a. Observations on the Life History of *Raillietina echinobothrida* and of *R. tetragona* (Cestoda). The Journal of Parasitology, 24(5):409-421. <https://doi.org/10.2307/3272117>.

Horsfall, MW (1938) b. Meal beetles as intermediate host of poultry taperworms. Poultry Science, 17:8-11. <https://doi.org/10.3382/ps.0170008>.

Humphrey JD (1979). Helminths of the alimentary tract of the domestic fowl in papua NeW Guinea. Australian Veterinary Journal, 55(4):205-207.

Hussen H, Chaka H, Deneke Y, Bitew M (2012). Gastrointestinal helminths are highly prevalent in scavenging chickens of selected districts of Eastern Shewa zone, Ethiopia. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 15(6):284-9.

Idika IK, Obi CF, Ezech IO, Iheagwam CN, Njoku IN, Nwosu CO (2016). Gastrointestinal helminth parasites of local chickens from selected communities in Nsukka region of south eastern Nigeria. *Journal of Parasitic Diseases*, 40(4):1376-1380.

Ilie MS, Ilie A, Darabus GH, Oprescu I, Morariu S, Mederle N, Imre K, Hotea I, Balint A, Indre D, Imre M, Sorescu D (2010). Epidemiological screening on eimeriosis evolution /spread in chicken bred in extensive system in south-western Romania. *Lucrări Stiințifice Medicină Veterinară*, XLIII (1):49-56.

Ilyes M, Ahmed B (2013). Cestode parasites of free-Range chickens (*Gallus gallus domesticus*) in the North-Eastern of Algeria. International Journal of Poultry Science, 12(11):681-684. <https://doi.org/10.3923/ijps.2013.681.684>.

Inam TS, Dambo R, Sa'id MA, Suleiman K (2017). Detection of gastro-intestinal helminthes in local chicken (*Gallus gallus*) sold at Sharada market, Kano Metropolis, Nigeria. Journal of Dryland Agriculture, 3(1):19-27.

Iocola I, Ciaccia C, Colombo L et al. (2023). Agroecology research in Europe funded by European and transnational programmes: current status and perspectives [version 2; peer review: 2 approved] Open Research Europe, 2:139. <https://doi.org/10.12688/openreseurope.15264.2>.

Iqbal RZ, Adnan A, Abdullah A, Ahmed SN, Ambreen L (2018). Comparing GIT cestodes and nematodes Desi and broiler chicken. University of Sindh Journal of Animal Sciences, 2(3):42-47.

Irungu LW, Kimani RN, Kisia SM (2004). Helminth parasites in the intestinal tract of indigenous poultry in parts of Kenya. Journal of the South African Veterinary Association, 75(1):58-9.

Islam MJ, Rahman MS, Talukder MH, Rahman MH, Howlider, MAR. (2004). Investigation into parasitic infestation of scavenging chickens In Bangladesh. Bangladesh Veterinarian, 21(2):74-80.

Islam MS, Dey AR, Parvin S, Farjana T, Alam MZ (2020). Intestinal parasitic infection in comercial chickens in Sirajgong. Journal of Bangladesh Agricultural University, 18(1):111-116.

Iyase N, Adeleye AO, Onasanga GO, Ijanu EM (2017). Prevalence of parasitic helminths isolated from exotic broiler chickens in Gwagwalada Area Council of Abuja, North Central Nigeria. Nigerian Journal of Agriculture, Food and Environment, 13(2):56-60.

Jaenike, J (1996). Population-level consequences of parasite aggregation. Oikos, 76(1):155–160. <https://doi.org/10.2307/3545757>.

Jaiswal K, Mishra S, Bee A (2020). Prevalence of gastrointestinal helminth parasites in *Gallus gallus domesticus* in Lucknow, U.P., India. Advances in Zoology and Botany, 8(5):422-430. <https://doi.org/10.13189/az.2020.080506>.

Javaregowda AK, Rani BK, Revanna SP, Udupa G (2016). Prevalence of gartro-intestinal parasites of backyard chickens (*Gallus domesticus*) in and around Shimoga. Journal of Parasitic Diseases, 40(3):986-990. <https://doi.org/10.1007/s12639-014-0620-6>.

Jha AN, Sahai BN, Jha GJ, Prasad G, Singh SP, Sahay MN (1981). On the histopathology and histochemistry of the intestine in common poultry cestodiasis, with a note on the incidence of parasites in Patna (Bihar). *Indian Journal of Animal Sciences* 51(6): 655-660.

Jilo S, Abadura S, Nair P (2022). The Study on Prevalence of Gastrointestinal Helminths (Cestodes, Nematodes, and Trematodes) in Chickens, Dalomana district, Bale zone, Southeast Ethiopia. *Journal of World Poultry Nutrition*, 1(1):16-22.

Jilo, Sufian & Abadura, Sadik & Nair, P. (2022). The Study on Prevalence of Gastrointestinal Helminths (Cestodes, Nematodes, and Trematodes) in Chickens, Dalomana district, Bale zone, Southeast Ethiopia.

Jones MF (1928). Preliminary Note on the Life History of *Hymenolepis carioca*. *Science* 68,512-513. <https://doi.org/10.1126/science.68.1769.512>.

Joyeux C, Baer JG (1953). Sur quelques helminthes de la région de Gannat (Allier). *Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon*, 22(1):25-32. <https://doi.org/10.3406/linly.1953.7547>.

Juanidu HI, Luka SA, Mijinyawa A (2014). Prevalence of gastrointestinal helminth parasites of the domestic fowl (*Gallus-gallus domesticus*) slaughtered in Giva market, Giwa Local Government, Area, Kaduna State, Nigeria. *Journal of Natural Sciences Research*, 4(19):120-125.

Justo MCN, Fernandes BMM, Knoff M, Cárdenas MQ, Cohen SC (2017). Lista de cestoda do brasil. *Neotropical Helminthology*, 11(1):187-282. <https://doi.org/10.24039/rnh2017111705>.

Khalil LF, Jones A, Bray RA (1994). *Keys to the Cestode Parasites of Vertebrates*. CAB International University Press, Cambridge, UK1994. 751 pp. ISBN 0-85198-879-2.

Kamegai S, Ichihara A (1973). A check list of the helminths from Japan and adjacent áreas. Part 2. Parasites of Amphibia, Reptiles, Birds and Mammals reported by S. Yamaguti. *Res. Bull. Meguro Parasit. Mus.* N° 7:33-64.

Kanarek G, Horne EC, Zalesny G (2013). *Cyathostoma* (*Cyathostoma*) *phenisci* Baudet, 1937 (Nematoda: Syngamidae), a parasite of respiratory tract of African penguin *Spheniscus demersus*: Morphological and molecular characterisation with some ecological and veterinary notes. *Parasitology International*, 62(5):416-422. <https://doi.org/10.1016/j.parint.2013.05.002>.

Katoch R, Yadav A, Godara R, Khajuria JK, Borkataki S, Sodhi SS (2012). Prevalence and impact of gastrointestinal helminths on body weight gain in backyard chickens in subtropical and humid zone of Jammu, India. *Journal of Parasit Dis* (Jan-June 2012) 36(1):49–52.

Kaufmann F (2011). Helminth infections in laying hens kept in alternative production systems in Germany – Prevalence, worm burden and genetic resistance (Chap 2 Helminth infections in laying hens kept in organic



free range systems in Germany 19-39pp). Tesis. Georg-August-Universität Göttingen 94 pp.

Kaufmann F, Daş G, Sohnrey B, Gauly M (2011). Helminth infections in laying hens kept in organic free range systems in Germany. *Livestock Science*, 141(2-3):182-187.

<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2011.05.015>.

Kemp RL, Reid WM, Colwel WM (1962). The chicken tapeworm *Raillietina cesticillus*, reported from confinement reared broilers. *Poultry Science*, 41(5):1655. <https://doi.org/10.3382/ps.0411621>.

Kerroucha R, Medjoul I, Bourguig L, Senouci K (2022). Identification of the main intestinal helminths of local breed chickens (*Gallus Gallus Domesticus* Linnaeus, 1758) reared in traditional mode in the Oran Region. *Helminthologia*, 59(2):170-178. <http://doi.org/10.2478/helm-2022-0015>.

Khan A, Bhutto B, Shoaib M, Fahad S, Ahmad A, Khetran IB, Nizamani AR, Zeb A, Rahman MU, Khan S (2016). Prevalence of gastrointestinal cestodes in backyard chickens in district Tando Allahyar, Sindh. *Journal of Animal Health and Production*, 4(1):26-30. <https://doi.org/10.14737/journal.jahp/2016/4.1.26.30>.

Khanum H, Musa S, Islam M, Akert R, Sarker F (2021). Occurrence of endoparasites in domestic fowls (*Gallus gallus*) and ducks (*Anas platyrhynchos*). *Bangladesh J Zool*, 49(1):35-46.

Kibadi Vanga M, Malonga B, Mukwela M M (2018). Parasites gastro-intestinaux de la poule locale en divagation dans la Cellule Ott, Quartier Ngulunzamba, Ville de Kikwit en République Démocratique du Congo. *Congo Sciences*, 7(3):182-188.

Komba E, Mkupasi E, Mwesiga GK, Mbyuzi AO, Busagwe Z, Mzula A, Lupindu AM, Nzalawahe J (2013). Occurrence of helminths and coccidia in apparently healthy free range local chickens slaughtered at Morogoro live bird market. *Tanzania veterinary journal*, 28:55-61.

Köse M, Sevimli FK, Kozan EK, Çiçek HS (2009). Afyonkarahisar bölgesi tavuklarında Mide-Bağırsak Helminthlerinin yayılışı [Prevalence of Gastrointestinal Helminths in chickens in Afyonkarahisar District, Turkey]. *Journal of the Faculty of Veterinary Medicine, University of Kafkas, Kars*, 15(3): 411-416. ISSN 1309-2251.

Kozhokov MK (2007). Formation of Parasite Fauna of Birds of the North Caucasus. *Russian Agricultural Sciences*, 33(6):404-407.

Kunjara N, Ayudthaya C, SangvarAnond A (1993). Internal parasites of alimentary tracts of adult native chickens in North-eastern part of Thailand. *Kasetsart Journal-Natural-Sciences*, 27(3):324-329.

Kurt M, Acici M (2008). Cross-sectional survey on helminth infections of chickens in the Samsun region, Turkey. *Dtsch Tierarztl Wochenschr*, 115(6):239-42.

Kwakwa PA (2013). Local or Imported Chicken Meat: which is the Preference of Rural Ghanaians? *International Journal of Marketing and Business Communication*, 2(3):14-21.

Kyalo MM (2012). Prevalence, intensity and pathology associated with helminth infections in indigenous chickens in Kiambu and Nairobi Counties, Kenya. Thesis. Masters of Science In Applied Veterinary Parasitology. University of Nairobi. Faculty of Agriculture and Veterinary Medicine (FAG / FVM) [2897].

Kyarisiima CC, Nagguja FA, Magala H, Kwizera H, Kugonza DR, Bonabana-Wabi J (2011). Perceived tastes and preferences of chicken meat in Uganda. *Livestock Research for Rural Development*, 23 (11) Article #242. Disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd23/11/kyar23242.htm>

Lawal J R, Hambali IU, Jajere SM, Bello AM, Biu AA, Musa G (2015). Survey and prevalence of gastrointestinal nematodes in village chickens (*Gallus gallus domesticus*) slaughtered in Gombe Metropolis Poultry Dressing Slabs. *International Journal of Life Sciences Research*, 3(4):120-125. Disponible en [www.researchpublish.com](http://www.researchpublish.com)

Lawal J R, Hambali IU, Jajere SM, Bello AM, Biu AA, Musa G (2015). Survey and prevalence of gastrointestinal cestodes in village chickens (*Gallus gallus domesticus*) slaughtered in Gombe Metropolis Poultry Dressing Slabs. *International Journal of Livestock Research*, 5(12):21-28. <https://doi.org/10.5455/jilr.20151217082347>.

López-Neyra (1947). *Helminthos de los vertebrados ibéricos*. 3 Tomos. **Ed.** CSIC, Instituto Nacional de Parasitología, Granada. 1213 pp.

Lopez-Neyra C (1941). Especies nuevas o insuficientemente conocidas correspondientes al género *Hymenolepis* Weinland (S.L.) *Revista Ibérica de Parasitología*, 1(2):133-170.

Luka SA y Ndams IS (2007). Gastrointestinal Parasites of Domestic Chicken of domestic chickens *Gallus domesticus* (Linnaeus 1785) in Samaru Zaria, Nigeria. *Science World Journal*, 2(1):27-29.

Luna Olivares L, Kyvsgaard N, Rimbaud E, Pineda N (2006). Prevalencia y carga parasitaria de helmintos gastrointestinales en gallinas de traspatio (*Gallus Gallus Domesticus*), en el municipio de El Sauce, departamento de León, Nicaragua. *REDVET Revista Electrónica de Veterinaria*, Vol. VII, N° 11, Noviembre/2006. Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n111106.html>

Madi RR (1994). Aspectos epidemiológicos de duas cestoidoses de galinhas poedeiras confinadas em gaiolas. Tesis. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, Campinas, SP. Brasil  
Disponible en: <http://libdigi.unicamp.br/document/?code=vtls000082389>.

Madsen (1951). Notes on the species of *Capillaria* Zeder, 1800 known from gallinaceous birds. *Journal of Parasitology*, 37(3):257-65. PMID: 14851150.

Magurran AE (1989). *Diversidad ecológica y su medición*. Ed Vedra, Barcelona España. 210 pp. IBSN 84-87456-00-6.

Magwisha HB, Kassuku AA, Kyvsgaard NC, Permin A (2002). A comparison of the prevalence and burdens of helminth infections in growers and adult free-range chickens. *Tropical Animal Health Production*, 34 (3):205-214. <https://doi.org/10.1023/a:1015278524559>.

Maina AN (2005). Prevalence, intensity and lesions associated with gastro-intestinal parasites of indigenous chickens in Kenya. Thesis. Faculty of Veterinaire Medicine of Nairobi. Departament of Veterinary pathology, microbiology and parasitology. KAB [AFR] SF 995.6.P35M3.

Mamashly M, Ranjbar-Bahadori S, Safdari A, Agha-Ebrahimi-Samani R (2011). A Survey on Poultry Helminth Infection in Golestan Province (North of Iran). *Journal of Agricultural Science and Technology A* 1:921-924.

Marcogliese DJ (2005). Parasites of the superorganism: are they indicators of ecosystem health? *International Journal of Parasitology*, 35(7):705-16. doi: 10.1016/j.ijpara.2005.01.015.

Marín-Gómez S Y, Benavides-Montaña J A (2007). Parásitos en aves domésticas (*Gallus domesticus*) en el Noroccidente de Colombia, *Veterinaria Zootécnica*, 1(2): 43-51.

Matur BM, Dawam NN, Malann YD (2010). Gastrointestinal helminth parasites of local and exotic chickens slaughtered in Gwagwalada, Abuja (FCT), Nigeria. *New York Science Journal*, 3(5):96-99.

Mehlhorn H, Düwel D, Raether W (1992). *Atlas de parasitología veterinaria*. Ediciones Grass. Barcelona. 284pp.

Mekibib B, Dejene H, Sheferaw D (2014). Gastrointestinal helminthes of scavenging chickens in Outskirts of Hawass, Souther Ethiopia. *Global Veterinaria*, 123 (4):557-561.

Melesse A (2014). Significance of scavenging chicken production in the rural community of Africa for enhanced food security. *World's Poultry Science Journal*, 70:593-606. <https://doi:10.1017/S0043933914000646>.

Menge EO, Kosgey IS, Kahi AK (2005). Bio-economic model to support breeding of indigenous chicken in different production systems. *International Journal of Poultry Science* 4:1-13. <https://doi:10.3923/iips.2005.827.839>.

Mikail H, Adamu YA (2008). A survey of the gastro-intestinal helminths of chickens in Sokoto metropolis, Nigeria. *Nigerian Veterinary Journal*, 29(1):72-75.

Mohammed HD (2003). Establishment studies of the life cycle of *Raillietina cesticillus*, *Choanotaenia infundibulum* and *Hymenolepis carioca*. Tesis. Faculty of Veterinary Medicine. University of Khartoum. Sudán. 89 pp. Disponible en: <http://khartoumspace.uofk.edu/handle/123456789/7943>.

Molla W, Haile H, Almaw G, Temesgen W (2012). Gastrointestinal helminths of local backyardchickens in North Gondar Administrative Zone, Ethiopia. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 163(7):362-367.

Morales G, Pino LA (1987). *Parasitología Cuantitativa*. Fundación Fondo Editorial Acta Científica Venezolana. Caracas, Venezuela. 132 pp.

Morand S, Guégan JF, (2008) How the biodiversity sciences may aid biological tools and ecological engineering to assess the impact of climatic changes. *Revue Scientifique et Technique OIE*, 27(2):355-366.

Moravec F (1982). *Proposal of a new systematic arrangement of nematodes of the family Capillariidae*. *Folia Parasitologica*, 29(2):119-132. PMID: 7106653.

Morehouse NF (1942). Life cycle of *Capillaria caudinflata*, a nematode parasite of the common fowl. *Retrospective Theses and Dissertations*. 13732. Disponible en: <http://lib.dr.iastate.edu/rtd/13732>.

Morel PC (1959). Les helminthes des animaux domestiques de l'Afrique occidentale. *Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, 12(2): 153-174. <https://doi.org/10.19182/remvt.7059>.

Moreno CE (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T -Manuales y Tesis SEA, vol. 1 1ª ed. Ed. CYTED, ORCYT-UNESCO, SEA. Zaragoza. 84 pp. ISBN 84-922495-2-8

Mpoame M, Agbede G (1995). Infestations par des helminthes gastro-intestinaux chez des volailles domestiques a Dschang, Cameroun-Ouest. *Revue d'Elevage et de Medecine Veterinaire des Pays Tropicaux*, 48(2):147-151.

Mufeeth MM (2018). Consumer preference of value added indigenous chicken product: Contingent valuation approach. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, 13(2):103-11.

Mukaratirwa S, Hove T, Esmann JB, Hoj CJ, Permin A, Nansen P (2001). A survey of parasitic nematode infections of chickens in rural Zimbabwe. *Onderstepoort Journal Veterinary Research*, 68(3):183-6.

Mukaratirwa S, Khumalo MP (2010). Prevalence of helminth parasites in free-range chickens from selected rural communities in KwaZulu-Natal province of South Africa. *Journal of the South African Veterinary Association*, 81(2):97-101.

Mundagnore YD, Mundaganore DS, Ashokan KV (2013). A comparative study on of gastrointestinal parasites in local and broiler fowls available in Sangli District, Maharashtra. *International Journal of IT, Engineering and Applied Sciences Research* 2(12):13-16.

Mungube EO, Bauni SM, Tenhagen BA, Wamae LW, Nzioka SM, Muhammed L, Nginyi JM (2008). Prevalence of parasites of the local scavenging chickens in a selected semi-arid zone of Eastern Kenya. *Tropical Animal Health and Production*, 40(2):101-9. <https://doi.org/10.1007/s11250-007-9068-3>.

Mungube EO, Bauni SM, Tenhagen BA, Wamae LW, Nzioka SM, Muhammed L, Nginyi JM (2008). Prevalence of parasites of the local scavenging chickens in a selected semi-arid zone of Eastern Kenya. *Tropical Animal Health and Production*, 40(2):101-109. <https://doi.org/10.1007/s11250-007-9068-3>.

Muriel A. (2004) The effect of caponization on production indices and carcass and meat characteristics in free-range extremeña azul chickens. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 2 (2): 211-216.

Muriel A, García N (2005). Crecimiento y características de la canal de gallos alimentados con productos procedentes de la agricultura ecológica. *ITEA*, 26 (I): 282-284. Disponible en: [https://www.aida-itea.org/aida-itea/files/jornadas/2005/comunicaciones/2005\\_SGEG\\_36.pdf](https://www.aida-itea.org/aida-itea/files/jornadas/2005/comunicaciones/2005_SGEG_36.pdf)

Muriel A, García N (2006). Producción ecológica de gallos de la raza Extremeña Azul. Libro de Resúmenes VII Congreso SEAE, Zaragoza. Comunicación N° 140, p. 9.

Mushi EZ, Binta MG, Chabo RG, Ndebele R, Thibanyane T (2000). Helminth parasites of indigenous chickens in Oodi, Kgatleng District, Botswana. *Journal of the South African Veterinary Association*, 71(4):247-248.

Nadakal AM, Muraleedharan K, Jhon KO, Mohandas A (1971). Resistance potential of certain breeds of domestic fowl exposed to *Raillietina tetragona* infections. V Pathogenic effects of the cestode on growing chickens. *Journal Title in Chinese*, 46 (12):433-438 [https://jparasitol.org/archive/pdf/1971\\_20\\_6\\_01.pdf](https://jparasitol.org/archive/pdf/1971_20_6_01.pdf)

Naphade ST. 2014. A Survey on prevalence of Helminth infection in Desi poultry birds from Marathwada region of Maharashtra (India) *International Journal of Research in Biosciences*, 3(1):13-18. Disponible en: <https://www.ijrbs.in>

Nagwa EA, Loubna MA, El-Madawy RS, Toulan EI (2013) Studies on helminthes of poultry in Gharbia Governorate. *Benha Veterinary medical journal*, 25(2):139-144.

Nayebzadeh, H., Ahmadi Dezaki, A., Ebrahimi, M. (2014). Gastrointestinal helminthic infections of local chickens, kept under the traditional system in the Isfahan Region, Center of Iran . *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 40(2):237-242.

Disponible en: <https://dergipark.org.tr/en/pub/iuvfd/issue/18553/195909>.

- Nazarbeigy M, Eslami A, Rahbari S (2013). Study on the parasitic infections of native chickens of Ilam city, Ilam, Iran. *Journal of Comparative Parasitology*, 10(1):924.
- Nega M, Moges F, Mazengia H, Zeleke G (2014). Observation of free range chicken diseases in selected districts of North Western Amhara. *Advanced Journal of Agricultural Research*, 2(11):166-172.
- Nemeséri L, Holló F (1961). *Diagnóstico parasitológico veterinario*. Editorial Acribia Zaragoza, España. 303 pp.
- Nzeakor TA, Anyogu DC, Aneru EG, Idika IK, Nwosu CO (2021). Helminth fauna of the five phenotypes of *Gallus gallus domesticus* in Nsukka, Enugu State, Nigeria. *Animal Research International*, 18(3):4153-4158.
- Ogbaje CI, Agbo EO, Ajanusi OJ (2012). Prevalence of *Ascaridia galli*, *Heterakis gallinarum* and tapeworm infections in birds slaughtered in Makurdi Township. *International Journal of Poultry Science*, 11(2):103-107.
- Ombugadu A, Ayasi BO, Ahmed HO, Aliyu AA, Aimankhu OP, Uzoigwe NR, Pam VA, Adejoh VA, Ajah LJ, Lapang PM, Maikenti JI, Attah SA, Dogo KS, Nkup CD, Dakul DA (2021). A *post-mortem* evaluation of coccidiosis and helminthiasis of poultry birds slaughtered at Lafia ultramodern market, Lafia, Nasarawa State, Nigeria. *Transactions on Science and Technology*, 8(4):654 - 666.
- Onyirioha JNN (2011). Gastro-intestinal helminth fauna of native domestic fowl (*Gallus gallus domesticus*) in Owerri Area of Imo State, Nigeria. *Researcher*, 3(1):124-126. Disponible en: [http://www.sciencepub.net/researcher/research0301/12\\_4237research0301\\_124\\_126.pdf](http://www.sciencepub.net/researcher/research0301/12_4237research0301_124_126.pdf)
- Orozco, F. (1989) Razas de gallinas españolas. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Servicio de Extensión Agraria. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. 768 pp.
- Orozco, F. (2000) La Raza de Gallinas Extremeña Azul. *Arte Avícola*, 37: 24 – 28.
- Pálsdóttir G R, Skírnisson K (2020). Past and present status of poultry parasites in Iceland. *Icelandic Agricultural Sciences*, 33, 3-14. <https://doi.org/10.16886/IAS.2020.01>.
- Pam VA, Ogbu KI, Okoro J, Akinyera AO, Gullek JF (2015). Comparative study on the diversity and abundance of gastrointestinal parasites in local and exotic chickens. *Issues in Biological Sciences and Pharmaceutical Research*, 3(4):33-36. Disponible en: <http://www.journalissues.org/IBSPR/http://dx.doi.org/10.15739/ibspr.010>
- Park SI, Shin SS (2010). Concurrent *Capillaria* and *Heterakis* infections in zoo rock partridges, *Alectoris graeca*. *Korean Journal of Parasitol*, 48(3):253-7. <https://doi.org/10.3347/kjp.2010.48.3.253>.

Patil SD, Bhamare AV (2018). Seasonal variation of cestode parasite Raillietina in an edible bird *Gallus domesticus* (L.). *Environment Conservation Journal*, 19(3), 77–80. <https://doi.org/10.36953/ECJ.2018.19310>.

Percy J, Pias M, Enetia BD, Lucia T (2012). Seasonality of parasitism in free range chickens from a selected ward of a rural district in Zimbabwe. *African Journal of Agricultural Research*, 7(25):3626-3631. <https://doi.org/10.5897/AJAR12.039>.

Pérez-Ponce de León G, García-Prieto L (2001). Diversidad de helmintos parásitos de vertebrados silvestres de México. *Biodiversitas*, 37:7-11. <http://doi.org/10.7550/rmb.31756>

Permin A, Bisgaard M, Frandsen F, Pearman M, Kold J, Nansen P (1999). Prevalence of gastrointestinal helminths in different poultry production systems. *British Poultry Science*, 40(4):439-443. <https://doi:10.1080/00071669987179>.

Permin A, Esmann JB, Hoj CH, Hove T, Mukaratirwa S (2002). Ecto-, endo- and haemoparasites in free range chickens in the Goromonzi District in Zimbabwe. *Preventive Veterinary Medicine*, 54 (3):213-24.

Permin A, Hansen JW (1998). *Epidemiology, Diagnosis and Control of Poultry Parasites*. FAO Animal Health Manuals 4. Ed. Food and Agriculture Organization of the United Nation. Rome. 160 pp. ISBN 92-5-104215-2. Disponible en:

Permin A, Magwisha H, Kassuku AA, Nansen P, Bisgaard M, Frandsen F, Gibbons L (1997). A cross-sectional study of helminths in rural scavenging poultry in Tanzania in relation to season and climate. *Journal of Helminthology*, 71(3): 233-240. <https://doi.org/10.1017/s0022149x00015972>.

Permin A, Magwisha H, Kassuku AA, Nansen P, Bisgaard M, Frandsen F, Gibbons L (1997). A cross-sectional study of helminths in rural scavenging poultry in Tanzania in relation to season and climate. *Journal of Helminthology*, 71(3): 233-240. <https://doi.org/10.1017/s0022149x00015972>.

Permin A, Nansen, P, Bisgaard M, Frandsen F, Pearman M., Kold J, Nansen P (1999) Prevalence of gastrointestinal helminths in different poultry productions system, *British Poultry Science*, 40(4):439-443. <https://doi.org/10.1080/00071669987179>.

Phalee W, Phalee A (2017). Cestode diversity of free-range domestic chickens (*Gallus gallus domesticus*) in Phitsanulok Province. *Burapha Science Journal*, 22(1):271-278.

Phiri IK, Phiri AM, Ziela M, Chota A, Masuku M, Monrad J (2007). Prevalence and distribution of gastrointestinal helminths and their effects on weight gain in free-range chickens in Central Zambia. *Tropical Animal Health Production*, 39(4):309-15.

- Pinckney RD, Coomansingh C, Bhaiyat MI, Chikweto A, Sharma R, Macpherson CNL (2008). Prevalence of gastrointestinal parasites in free-range poultry in Grenada, West Indies. *West Indian Veterinary Journal*, 8 (1): 23-26.
- Polo-Jover F (1968). *Enfermedades y parásitos de las aves domésticas*. Publicaciones del Ministerio de Agricultura. Monografías N° 10. 2ª Ed. Madrid 1968. 731 pp.
- Poulin R (1993). The disparity between observed and uniform distributions: a new look at parasite aggregation. *International Journal for Parasitology*, 23: 937-944. [https://doi.org/10.1016/0020-7519\(93\)90060-c](https://doi.org/10.1016/0020-7519(93)90060-c).
- Poulin R (2013). Explaining variability in parasite aggregation levels among host samples. *Parasitology*, 140(4):541–546. <https://doi.org/10.1017/S0031182012002053>.
- Poulsen J, Permin A, Hindsbo O, Yelifari L, Nansen P, Bloch P (2000). Prevalence and distribution of gastrointestinal helminths and haemoparasites in young scavenging chickens in upper eastern region of Ghana, West Africa. *Preventive Veterinary Medicine*, 45(3-4):237-245. [https://doi.org/10.1016/S0167-5877\(00\)00125-2](https://doi.org/10.1016/S0167-5877(00)00125-2).
- Quiroz Romero H (1989). *Parasitología*. (3ª reimpresión) Ed Limusa, Mexico. 876 pp. ISBN 968-18-1674-9.
- Rabbi AKMA, Islam A, Majumder S, Anisuzzaman, Rahman MH (2006). Gastrointestinal helminths infections in different types of poultry. *Bangladesh Journal of Veterinary Medicine*, 4(1):13-18. <https://doi.org/10.3329/bjvm.v4i1.1519>.
- Radfar MH, Khedri J, Adinehbeigi K, Nabavi R, Rhaman K (2012). Prevalence of parasites and associated risk factors in domestic pigeons (*Columba livia domestica*) and free-range backyard chickens of Sistan region, east of Iran. *Journal of Parasitic Diseases*, 36(2): 220-225. <https://doi.org/10.1007/s12639-012-0112-5>.
- Rahman AW, Salim H, Ghause MS (2009). Helminthic parasites of scavenging chickens (*Gallus gallus domesticus*) from villages in Penang Island, Malaysia. *Tropical Life Sciences Research*, 20(1):1-6.
- Rayyan A, Al-Hindi A, Al-Zain B (2010). Occurrence of gastrointestinal helminthes in commercial and free-range chickens in Gaza Strip, Palestine. *Egypt. Poultry Science II*: 601-606.
- Reiczigel J, Lang Z, Rózsa L, Tóthmérész B (2005). Properties of crowding indices and statistical tools to analyse parasite crowding data. *Journal of Parasitology*, 91(2):245-252. <https://doi.org/10.1645/GE-281R1>.
- Reiczigel J, Marozzi M, Fábíán I, Rózsa L (2019). Biostatistics for parasitologists – a primer to Quantitative Parasitology. *Trends in Parasitology*, 35 (4): 277-28. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2019.01.003>.



- Reid WM (1942). Certain requirements of the fowl cestode *Raillietina cesticillus* (Molin) as demonstrated by short periods of starvation of the host. *The Journal of Parasitology*, 28(4):319-340. <https://doi.org/10.2307/3272970>.
- Reid, W. M. (1984). Cestodes. In *Diseases of Poultry*. 8th ed. Edited by Hofstad M S, Barnes H J, Calnek BW, Reid WM, Yoder Jr. HW. Iowa State University Press, Iowa, USA, pp. 649-690.
- Rojas M (1993). Inventario y nosografía de los parásitos de los animales domésticos peruanos. In *Manual Parasitológico: Morfobiología, quimioterapia y prevención*. Ed. Martegraf, Lima. 60 pp.
- Roy DK (2002). Helminthosis of free-range chickens in Bangladesh with emphasis on prevalence and effect on productivity. Thesis. The Royal Veterinary and Agricultural University. Dinamarca. 38 pp.
- Ruff MD (1999). Important parasites in poultry production systems. *Veterinary Parasitology*, 84(3-4), 337-347. [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(99\)00076-](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(99)00076-).
- Saasa N, Siwila J, M'kandawire E, Nalubamba KS (2014). Antibody response of non-dewormed and dewormed village chickens to sheep red blood cells. *Poultry Science*, 13: 353–356. <https://doi.org/10.3923/iips.2014.353.356>.
- Sahu S, Sinha KP (2016). Studies on the prevalence of helminthic infection in desi poultry birds from Darbhanga region of North Bihar, India. *International Journal of Fauna and Biological Studies* 2016; 3(3): 87-90.
- Sakaguchi S, Yunus M, Sugi S, Sato H (2020). Integrated taxonomic approaches to seven species of capillariid nematodes (Nematoda: Trichocephalida: Trichinelloidea) in poultry from Japan and Indonesia, with special reference to their 18S rDNA phylogenetic relationships. *Parasitol Research*, 119(3):957-972. <https://doi.org/10.1007/s00436-019-06544-y>.
- Skrajabin KI, Shikhobalova NP, Orlov IV (1957). *Trichocephalidae and Capillariidae of animals and man and the diseases caused by them*. Essentials of Nematodology Volume 6, Israel Program for Scientific Translations Jerusalem, 1970. 599 pp.
- Salam ST (2015). Gastro-intestinal helminthiasis: an unseen threat to the backyard poultry production of Kashmir Valley. *International Journal of Science and Nature*, 6(1): 63-69.
- Sam-Wobo SO, Mafiana CF (2003). Prevalence and identification of helminth parasites of local chickens of Abeokuta, Nigeria. *Natural Sciences Engineering and Technology*, 2(2): 141-147.

- Saraiva DJ, Campina ACC, Gonçalves FCS, Melo-Viegas D, Santos ACG, Nogueira RMS, Costa AP (2021). Gastrointestinal parasites in free-range chicken raised under extensive system from the Northeast of Brazil. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 23(01):1-4. <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2020-1337>
- Sarba EJ, Bayu MD, Gebremedhin EZ, Motuma K, Leta S, Abdisa K, Kebebew G, Borena BM (2019). Gastrointestinal helminths of backyard chickens in selected areas of West Shoa Zone Central, Ethiopia. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*, 15:100265. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2019.100265>.
- Sayyed RS, Phulan MS, Bhatti WM, Pardehi M, Shamsher A (2000). Study of nematode in indigenous chickens in Swat District. *Pakistan Veterinary Journal*, 20(2):107-108.
- Schou TW, Permin A, Juul-Madsen HR, Sørensen P, Labouriau R, Nguyễn TL, Fink M, Pham SL (2007). Gastrointestinal helminths in indigenous and exotic chickens in Vietnam: association of the intensity of infection with the Major Histocompatibility Complex. *Parasitology*, 134(4):561-73.
- Shah AH, Anwar AUH, Khan MN, Iqbal Z, Qudoos A (1999). Comparative studies on the prevalence on cestode parasites on indigenous and exotic Layers at Faisalabad. *International Journal of Agriculture and Biology*, 1(4) 277-279.
- Shahin AM, LebDAH MA, Abu-Elkeir SA, Elmeligy MM (2011). Prevalence of chicken cestodiasis in Egypt. *New York Science Journal*, 4(9):21-29. Disponible en: <http://www.sciencepub.net/newyork>
- Shehu MM, Anka NS (2014). Comparative studies on gastro intestinal helminths of indigenous and exotic chickens slaughtered at Sokoto vegetable market, Sokoto State- Nigeria. *Journal of Zoological and Bioscience Research*, 1(2):1-5.
- Sheikh BA, Sofi TA, Ahmad F (2015). Prevalence of helminth parasites in *Gallus domesticus* from Gurez valle. *Agricultural Advances*, 4(11):129-137.
- Shifaw A, Feyera T, Sharpe B, Elliott T, Walkden-Brown SW, Ruhnke I (2022). Prevalence and magnitude of gastrointestinal helminth infections in cage-free laying chickens in Australia. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*. 37. 100819. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2022.100819>.
- Shifaw A, Feyera T, Walkden-Brown SW, Sharpe B, Elliott T, Ruhnke I (2021). Global and regional prevalence of helminth infection in chickens over time: a systematic review and meta-analysis. *Poultry Science*, 100(5):101082. <http://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101082>.
- Shiferaw S, Tamiru F, Gizaw A, Atalel D, Terfa W, et al. (2016). Study on prevalence of helminthes of local backyard and exotic chickens in and around Ambowest Shoa Zone, Oromia Regional State, Ethiopia. *Journal Veterinary Science Medicine*, 4(2):1-4.

Simões R, da Silva Carneiro V, Luque JL (2021). Helminth community of backyard chickens (*Gallus gallus domesticus* Linnaeus, 1758) in Seropédica, Rio de Janeiro, Brazil. *Neotropical Helminthology*, 15(2):139-148. <https://doi.org/10.24039/rnh20211521196>.

Singh H, Nama P (2018). Incidence of endohelminth parasites in the alimentary canal of domestic fowl (*Gallus domesticus*), Butchered at Pipar city, Jodhpur. *International Journal of Research and Analytical Reviews*, 5(4):130-133. ISSN 2348-1269.

Skallerup P, Luna L, Johansen M, Kyvsgaard N (2005). The impact of natural helminth infections and supplementary protein on growth performance of free-range chickens on smallholder farms in El Sauce, Nicaragua. *Preventive Veterinary Medicine*, 69: 229-44. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2005.02.003>.

Skírnisson K, Pálsdóttir GR (2020). Past and present status of poultry parasites in Iceland. *Icelandic Journal of Agricultural Science*, 33(3):14. <https://doi.org/10.16886/IAS.2020.01>.

Soglia F, Petracci M, Davoli R, Zappaterra M (2021). A critical review of the mechanisms involved in the occurrence of growth-related abnormalities affecting broiler chicken breast muscles. *Poultry Science*, 100(6):101180. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101180>.

Solomon T, Yobsan T (2017). The prevalence of gastrointestinal helminths of free range backyard Chicken (*Gallus gallus domesticus*) in Digalu Andtijo District, in Arsi Zone, Oromiya Region. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 7(24):33-39.

Sotudeh A, Garedaghiand Y (2015). Survey on gastrointestinal helminthes of native poultry in Abharcity, Iran. *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences*, 5 (4): 100-106. Disponible en: <http://www.cibtech.org/jls.htm>

Soulsby EJL (1987). *Parasitología y enfermedades parasitarias en los animales domésticos*. De: Nueva Editorial Interamericana, México 1987. 823 pp.

Sreedevi C, Jyothisree Ch, Devi RV, Annapurna P, Jeyabal L (2016). Seasonal prevalence of gastrointestinal parasites in desi fowl (*Gallus gallus domesticus*) in and around Gannavaram, Andhra Pradesh. *Journal of Parasitic Diseases*, 40(3):656-61. doi: <https://doi.org/10.1007/s12639-014-0553-0>.

Ssenyonga GS (1982). Prevalence of helminth parasites of domestic fowl (*Gallus domesticus*) in Uganda. *Tropical Animal Health Production*, 14(4):201-204.

Suhaila AH, Sabrina DL, Nik Ahmad Irwan Izzauddin NH, Hamdan A, Khadijah S (2015). Study of parasites in commercial free-range chickens in northern peninsular Malaysia. *Malaysian Journal of Veterinary Research*, 6(2): 53 – 64.

Sum S, Chungpivat S, Nhuong K, Taweethavonsawat P (2015). Survey and identification of gastrointestinal parasite in domestic chicken (*Gallus domesticus*, L.) in Lowland of Cambodia. Proceedings of the 14<sup>th</sup> Chulalongkorn University Veterinary Conference, April 20-22, Bangkok. Thailand.

Tanveer S, Ahad S, Chishti MZ (2015). Morphological characterization of nematodes of the genera *Capillaria*, *Acuaria*, *Amidostomum*, *Streptocara*, *Heterakis*, and *Ascaridia* isolated from intestine and gizzard of domestic birds from different regions of the temperate Kashmir Valley. Journal of Parasitic Diseases, 39(4):745-760.

Tarazona JM (1999). Parasitosis de las aves. Capitulo 42 In: Parasitología Veterinaria. Eds. Cordero M, Martínez AR, Sánchez C, Hernández, A, Navarrete I, Díez P, Quiroz, H, Carvallho M. McGraw-Hill Interamericana. Madrid 1999. 755-811. ISBN: 84-486-0236-6.

Tarbiat B, Rahimian S, Jansson DS, Halvarsson P, Höglund J (2018). Developmental capacity of *Ascaridia galli* eggs is preserved after anaerobic storage in faeces. Veterinary Parasitology, 255:38–42. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2018.03.025>.

Tarellus W (2008). Efficacy of ivermectim (Ivomec) against intestinal capillariosis in falcons. Parasite, 15:171-174.

Tasawar Z, Aziz F, Akhtar M (1999). Prevalence of cestode parasites of domestic fowl (*Gallus gallus domesticus*). Pakistan Vet. J. 19 (3): 142-144.

Taylor MA, Coop RL, Wall RL (2016). Veterinary Parasitology. 4<sup>a</sup> Ed (1987 1<sup>a</sup> Ed). Wiley Blackwell. UK.1032 pp.

Terregino C, Catelli E, Poglayan G, Tonelli A, Gadale OI (1999). Preliminary study of the helminths of the chicken digestive tract in Somalia. Revue d'Élevage et de Médecine Veterinaire des Pays Tropicaux, 52(2):107-112.

Thapa S, Hinrichsen LK, Brenninkmeyer C, Gunnarsson S, Heerkens JL, Verwer C, Niebuhr K, Willett A, Grilli G, Thamsborg SM, Sørensen JT, Mejer H (2015). Prevalence and magnitude of helminth infections in organic laying hens (*Gallus gallus domesticus*) across Europe. Veterinary Parasitol, 214(1-2):118-24. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2015.10.009>.

Thapa S, Hinrichsen LK, Brenninkmeyer C, Gunnarsson S, Heerkens JL, Verwer C, Niebuhr K, Willett A, Grilli G, Thamsborg SM, Sørensen JT, Mejer H (2015). Prevalence and magnitude of helminth infections in organic laying hens (*Gallus gallus domesticus*) across Europe. Veterinary Parasitology, 214(1-2):118-24. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2015.10.009>.

Tolossa Y, Shafi Z, Basu A (2009). Ectoparasites and gastrointestinal helminths of chickens of three agro-climatic zones in Oromia Region, Ethiopia, *Animal Biology*, 59(3):289-297.

<https://doi.org/10.1163/157075609X454926>

Tolossa YH, Tafesse HA (2013). Occurrence of ectoparasites and gastrointestinal helminthes infections in Fayoumi chickens (*Gallus gallus* Fayoumi) in Debre Zeit Agricultural Research Center Poultry Farm, Oromia region, Ethiopia. *Journal of Veterinary Medicine and Animal Health*, 5 (4):107-112.

Tood AC (1948). Worm parasites of Tennessee chickens. The University of Tennessee Agricultural Experiment Station Bulletin N° 205. 20 pp. Disponible online en

[https://trace.tennessee.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1140&context=utk\\_agbulletin](https://trace.tennessee.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1140&context=utk_agbulletin).

Ünclü H, Eren H (2013). Helminth fauna in chickens that are kept in rural areas in Aydin. *Animal Health Production and Higyene*, 2(2):193-197.

Uriarte J, Cabaret J, Tanco JA (1985). The distribution and abundance of parasitic infections in sheep grazing on irrigated or on non-irrigated pastures in North-Eastern Spain. *Annales de recherches veterinaires*, 16(4):321-325.

Van NTB, Cuong NV, Yen NTP, Nhi NTH, Kiet BT, Hoang NV, Hien VB, Thwaites G, Carrique-Mas JJ, Ribas A (2020). Characterisation of gastrointestinal helminths and their impact in commercial small-scale chicken flocks in the Mekong Delta of Vietnam. *Tropical Animal Health Production*, 52(1):53-62.

<https://doi.org/10.1007/s11250-019-01982-3>.

Van Riper SG, Van Riper C (1985). A summary of known parasites and diseases recorded from the avifauna of the Awaian Islands. Pp 298-371 in CP Stone & JM Scott (Eds) *Hawai's terrestrial ecosystems: Preservation and management*. Honolulu, Univ. Hawaii Press. 584 pp.

Disponible en: <http://www.hear.org/books/hte1985/pdfs/hte1985vanripervanriper.pdf>

Vassiliadēs G (1980). Helminthes parasites d'oiseaux du Sénégal. *Bulletin de l'Institut Fondamental d'Afrique Noire*. Tome 42, série A, no 1.

Ventosa ML, Reyes M, García N, Lorenzo N (2010). Ácaros y helmintos de animales domésticos y de interés económico registrados en Cuba. *Cubazoo*, 21:27-32.

Vicente JJ, Rodrigues HO, Gomes D, Pinto R.M (1995). Nematóides do Brasil. Parte IV: Nematóides de aves. *Revista Brasileira de Zoologia*, 12(1):1273. <https://doi.org/10.1590/S0101-81751995000500001>.

Vieira FEG (2010). Helminth fauna in chickens (*Gallus gallus domesticus* LINNAEUS, 1758) reared under semi-intensive system in the northern of Parana State. Dissertation Masters Degree in Animal Science. Universidade Estadual de Londrina. Brasil. 72 pp.

Viero MH (1984). Incidência helmíntica em *Gallus gallus domesticus* (L.) criados em Fundo de Quintal na microrregião dos Campos de Lages, Santa Catarina [Helminth incidence in *Gallus gallus domesticus* (L.) in back yards in the Lages Region State of Santa Catarina (Brazil)]. *Acta Biológica Paranaense*, Curitiba, 13(1,2,3,4):123-135.

Wakelin D (1964). A survey of the intestinal helminths parasitic in British domestic fowl. *Journal of Helminthology*, 38(1-2):191-200. <https://doi.org/10.1017/S0022149X00033745>

Wakelin D. (1965). On species of the genus *Capillaria* Zeder, 1800 (Nematoda) from British domestic fowl. *Parasitology*. 55:285-301. <https://doi.org/10.1017/S0031182000068761>.

Wamboi P, Waruiru RM, Mbutia PG, Nguhiu JM, Bebola LC (2020). Haemato-biochemical changes and prevalence of parasitic infections of indigenous chicken sold in markets of Kiambu County, Kenya. *International Journal of Veterinary Science and Medicine*, 8(1):18-25. <https://doi.org/10.1080/23144599.2019.1708577>

Weekes PJ (1982). Checklist of helminths parasites of birds in New Zealand. *New Zealand Journal of Zoology*, 9(4):451-460. <https://doi.org/10.1080/03014223.1982.10423876>

Wilson KI, Yazwinski TA, Tucker CA, Johnson ZB (1994). A survey into the prevalence of poultry helminths in Northwest Arkansas commercial broiler chickens. *Avian-Diseases*, 38: 1, 158-160.

Wongrak K, Das G, Mors E, Sohnrey B, Gauly M. (2014). Establishment of gastro-intestinal helminth infections in free-range chickens: a longitudinal on farm study. *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift*, 127(7-8):314-321.

Wongrak K, Daş G, von Borstel UK, Gauly M (2015). Genetic variation for worm burdens in laying hens naturally infected with gastro-intestinal nematodes. *British Poultry Science*, 56(1):15-21. <https://doi.org/10.1080/00071668.2014.981147>.

Worku Y, Bedanie T (2019). Identification of helminths parasites, species richness and their effects on hematological components in chicken kept under scavenging chicken production system in and around Bishoftu, Ethiopia. *Journal of Veterinary Science and Technology*, 10: 577.

Wuthijaree K, Lambertz C, Gauly M (2017). Prevalence of gastrointestinal helminth infections in free-range laying hens under mountain farming production conditions, *British Poultry Science*, 58(6):649-655. <https://doi.org/10.1080/00071668.2017.1379049>.

Yadav AK, Tandon V (1991). Helminth parasitism of domestic fowl (*Gallus domesticus* L.) in a subtropical high-rainfall area of India. *Beitrage zur tropischen Landwirtschaft und Veterinarmedizin*, 29(1):97-104.

Yagoob G, Mohsen HM (2014). Prevalence of gastrointestinal and pulmonary helminthic parasites of native chickens in piranshahr city, Iran. *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences*, 4 (3): 324-328. Disponible en: <http://www.cibtech.org/jls.htm>

Yazwinski T, Tucker C, Wray E., Jones L, Johnson Z, Steinlage S, Bridges J (2013). A survey on the incidence and magnitude of intestinal helminthiasis in broiler breeders originating from the southeastern United States. *Journal of Applied Poultry Research*, 22(4):942–947. <http://dx.doi.org/10.3382/japr.2013-00776>.

Yoriyo KP, Adang KL, Fabiyi JP, Adamu SU (2008). Helminthes parasites of local chickens in Bauchi State, Nigeria. *Science World Journal*, 3(2):35-37.

Yousfi F, Senouci K, Medjoul I, Djellil H, Slimane T H (2013). Gastrointestinal helminths in the local chicken *Gallus gallus domesticus* (Linnaeus, 1758) in traditional breeding of North-Western Algeria. *Biodiversity Journal*, 4(1): 229-234.

Zago Filho H, Pereira Barreto, M (1962) Contribuição para o conhecimento dos hospedeiros intermediários da *Tetrameres confusa* Trav., 1917 (Nematoda, Spiruoidea). *Revista Brasileira de Biologia*, 22:33-37.

Zahrani MR, Ashour AA, Shobrak MY (2012). Tapeworms of rock dove and domestic chicken in Taif area, Saudi Arabia. *Journal of the Egyptian Society of Parasitology*, 42(3):507-13. <http://doi.org/10.12816/0006336>

Zakian N, Nayebzadeh H, Dezfoulian O, Agha ebrahimi-Samani R (2015). Parasitic infections of local chickens from Lorestan Province, Iran. *Veterinary Journal, Veterinary Researches and Biological Products*, 28(4):18-20. <https://doi.org/10.22092/vj.2015.103025>

Zaman RF, Khatun A, Alam S, Muznebin F, Khanun H (2016). Comparative incidence of helminth parasites in domestic fowl, White Leg Horne, Layer and cock. *Bangladesh j. Zool.*, 44(2):245-254.

Zhang S, Bu Y, Huang G, Wen Q, Zhang L (2012). A checklist of parasitic nematodes (Nematoda) from birds (Aves) in China. *Zootaxa* 3446: 1–31 (2012). Disponible en [www.mapress.com/zootaxa/](http://www.mapress.com/zootaxa/)

Ziela M (1999). A comparative study of gastrointestinal nematode infections in traditional and commercial chickens and effects of anthelmintic treatment on production. Thesis. University of Zambia School of Veterinary Medicine Department of Clinical studies. Lusaka. 114 pp.

Zloch A, Kuchling S, Hess M, Hess C (2018). Influence of alternative husbandry systems on postmortem findings and prevalence of important bacteria and parasites in layers monitored from end of rearing until slaughter Veterinary Record, 182(12):350-359. <https://doi.org/10.1136/vr.104632>.

Zubeda B, Shaikh AA, Memon SA, Mal B (2014). Prevalence of cestode parasites in the intestine of local chicken (*Gallus domesticus*) from Hyderabad, Sindh, Pakistan. Journal of Entomology and Zology Studies 2 (6): 301-303. Disponible en: [www.entomoljournal.com](http://www.entomoljournal.com)

Zuidhof MJ, Schneider BL, Carney VL, Korver DR, Robinson FE (2014). Growth, efficiency, and yield of commercial broilers from 1957, 1978, and 2005. Poultry Science,93(12):2970-2982. <https://doi.org/10.3382/ps.2014-04291>.