

**Universidad Nacional**  
**Facultad de Ciencias de la Salud**  
**Escuela de Medicina Veterinaria**

**Pasantía en la Clínica de Aves de Corral de la Escuela Superior  
de Medicina Veterinaria de Hannover (Alemania).**

**Modalidad: Pasantía**

**Trabajo Final de Graduación para optar por el Grado  
Académico Licenciatura en Medicina Veterinaria**

**María Nelly Morales Rodríguez**

**Campus Presbítero Benjamín Núñez**

**2026**

## **TRIBUNAL EVALUADOR**

Dra. Laura S. Bouza Mora  
Decana de la Facultad de Ciencias de la Salud

Dra. Julia Rodríguez Barahona  
Directora de la Escuela de Medicina Veterinaria

Dra. Aida Chaves Hernández  
Tutora

Firma de la persona que preside la defensa: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

## **Dedicatoria**

A mi madre, que aunque ya no está físicamente conmigo, sigue acompañándome. Gracias por tu amor infinito, por tus enseñanzas y por todo lo que hiciste por mí.

A mi padre, por su apoyo constante, por su ejemplo de trabajo y perseverancia, y por creer en cada momento.

A mi hermana Yósselin, por el ejemplo que me has dado durante tantos años, por acompañarme y cuidarme en cada etapa.

A mi hermana Jessica, por la compañía en esta etapa.

## **Agradecimientos**

A la Universidad Nacional, por brindarme todas las oportunidades de formación y crecimiento académico a lo largo de estos años.

A la Dra. Aida y a Dionei, del Laboratorio de Patología Aviar, por acogerme, compartir sus conocimientos y guiarme con paciencia y dedicación en mi aprendizaje. Su apoyo fue fundamental para mi desarrollo académico.

Al sistema de becas ISAAP-DAAD, por permitirme continuar mi formación profesional en el extranjero, y al programa de intercambio liderado por la Dra. Dolz, cuyo acompañamiento y gestión hicieron posible esta valiosa experiencia.

Al personal docente y administrativo de la Clínica de Aves de Corral de la Universidad de Medicina Veterinaria de Hannover (TiHo), por recibirme durante mi pasantía y brindarme un ambiente de aprendizaje y colaboración invaluable.

A mis amigas, por su compañía, apoyo y motivación constante, que hicieron más llevadero este camino.

A todas las personas que, de una u otra forma, contribuyeron en este proceso. Mi más sincero agradecimiento.

# Índice de Contenido

Índice de Cuadros.....	ii
Índice de Figuras.....	iii
Lista de abreviaturas y símbolos .....	iv
Resumen .....	v
Abstract.....	vi
1. Introducción .....	1
1.1. Justificación .....	1
1.1.1. La avicultura y la veterinaria: .....	1
1.1.2. Investigación en la Avicultura: .....	1
1.1.3. Bacteriología: .....	2
1.2. Objetivos.....	3
1.2.1. Objetivo general: .....	3
1.2.2. Objetivos específicos: .....	3
2 Metodología .....	4
2.1. Materiales y Métodos.....	4
2.1.1. Área de Trabajo .....	4
2.1.3. Horario de Trabajo.....	4
2.1.4. Financiamiento .....	4
2.1.5. Registro y análisis de datos.....	5
2.1.6. Otras actividades.....	5
3. Resultados y discusión .....	6
3.1. Clínica de Aves de Corral .....	6
4. Conclusiones .....	16
5. Recomendaciones.....	17
6. Bibliografía .....	18
7. Anexos .....	25
Anexo 1:.....	25
Anexo 2:.....	26

## Índice de Cuadros

Cuadro 1. Bacterias identificadas en los cultivos bacterianos provenientes de muestras de aves.....	6
Cuadro 3. Distribución de las visitas a granjas.....	9
Cuadro 4. Hallazgos morfológicos y laboratoriales de necropsias.....	12
Cuadro 5. Vacunas aplicadas durante la pasantía.....	13

## Índice de Figuras

Figura 1. Distribución de la resistencia bacteriana encontrada en casos en los que se identificó <i>E. coli</i> .....	8
---	---

## **Lista de abreviaturas y símbolos**

**ADN:** Ácido desoxirribonucleico

**AMP:** Ampicilina

**ARN:** Ácido ribonucleico

**C:** Cloranfenicol

**DA:** Clindamicina

**DO:** Doxiciclina

**E:** Enritromicina

**ENR:** Enrofloxacina

**EPG:** Parásitos por gramo fecal

**FFC:** Florfenicol

**Klinik für Geflügel:** Clínica de Aves de Corral

**ISSAP-DAAD:** Asociaciones Internacionales de Estudio y Formación- Servicio Alemán de Intercambio Académico

**MDS:** Magen Darm Strongyliden (Strongiloides gastrointestinales)

**MHC:** Complejo Mayor de Histocompatibilidad

**N:** Neomicina

**OT:** Oxitetraciclina

**PCR:** Reacción en cadena de polimerasa

**PNSA:** Programa Nacional de Salud Aviar

**RAM:** Resistencia a los antimicrobianos.

**SXT:** Sulfametoxazol + Trimetoprim

**SH:** Espectinomicina

**TiHo:** Universidad de Medicina Veterinaria de Hannover, Alemania

**TUL:** Tulatromicina

**TY:** Tilosina

**UE:** Unión Europea

**UNA:** Universidad Nacional

## Resumen

La avicultura es una de las áreas de la producción animal con mayor crecimiento en las últimas décadas, tanto a nivel global como en Costa Rica. Por esto, el médico veterinario debe contar con conocimientos y herramientas diagnósticas actualizadas que le permitan enfrentar problemas productivos y sanitarios, como las enfermedades infecciosas, la resistencia antimicrobiana y el bienestar animal. Este Trabajo Final de Graduación consistió en una pasantía en la Clínica de Aves de Corral de la Universidad de Medicina Veterinaria de Hannover (TiHo), Alemania, con el objetivo de fortalecer las competencias prácticas en patología aviar, diagnóstico y bioseguridad, e incorporar aprendizajes aplicables al contexto nacional.

Durante la pasantía se trabajó principalmente en el área de diagnóstico, con un enfoque interdisciplinario que abarcó bacteriología, parasitología, biología molecular, patología y clínica de extensión veterinaria. Las actividades se registraron mediante bitácoras y bases de datos digitales. En el área bacteriológica se analizaron 66 cultivos, donde *Escherichia coli* fue la bacteria aislada con más frecuencia en 37.6% de las muestras de pollos. Además, se procesaron 267 muestras de ADN extraído de bazos de pollo mediante múltiples reacciones en cadena de polimerasa (PCR) para tipificar genes del Complejo Mayor de Histocompatibilidad (MHC).

Se realizaron nueve visitas a granjas, de estas, siete fueron sistemas de producción de huevo o carne de pollo. También se documentaron 13 necropsias que incluyeron 179 aves, demostrando el valor de esta herramienta para la detección de enfermedades metabólicas, infecciosas y nutricionales.

La experiencia integró distintas metodologías diagnósticas, desde el laboratorio hasta el trabajo en campo, permitiendo un abordaje clínico más completo. Además, evidenció el rol de la avicultura dentro del enfoque One Health, en particular por su vínculo con la resistencia antimicrobiana y el uso racional de medicamentos y permitió ampliar los conocimientos teóricos y prácticos en diagnóstico veterinario aviar, fortaleciendo la formación profesional con un enfoque preventivo, integral y orientado a la salud pública.

Palabras clave: Bacteriología, Necropsia, Vacunación, Avicultura.

## Abstract

Poultry farming is one of the fastest-growing areas of animal production in recent decades, both globally and in Costa Rica. For this reason, veterinarians must have up-to-date knowledge and diagnostic tools that allow them to address productive and health-related issues, such as infectious diseases, antimicrobial resistance, and animal welfare. This Final Graduation Project consisted of an internship at the Poultry Production Clinic of the University of Veterinary Medicine Hannover (TiHo), Germany, with the goal of strengthening practical skills in avian pathology, diagnostics, and biosecurity, as well as incorporating lessons applicable to the national context.

During the internship, most work was carried out in the diagnostic area, using an interdisciplinary approach that included bacteriology, parasitology, molecular biology, pathology, and clinical veterinary extension. Activities were recorded through logbooks and digital databases. In the bacteriology area, 66 cultures were analyzed. *Escherichia coli* was the most frequently isolated bacterium in 37.6% of the chicken samples, showing relevant patterns of antimicrobial resistance. In addition, 267 DNA samples extracted from chicken spleens were processed using multiple Polymerase Chain Reaction (PCR) reactions to type genes of the Major Histocompatibility Complex (MHC).

Nine farm visits were conducted, seven of which were to broiler or layer production systems. Thirteen necropsies were also documented, involving 179 birds, demonstrating the value of necropsy as a tool for detecting metabolic, infectious, and nutritional diseases (Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, 2014).

This experience integrated different diagnostic methodologies, from laboratory to fieldwork, enabling a more comprehensive clinical approach. It also highlighted the role of poultry farming within the One Health framework, particularly regarding antimicrobial resistance and the rational use of drugs. This internship broadened theoretical and practical knowledge in avian veterinary diagnostics, strengthening professional training with a preventive, comprehensive, and public health-oriented approach.

Keywords: Bacteriology, Necropsy, Vaccination, Poultry

# 1. Introducción

## 1.1. Justificación

### 1.1.1. La avicultura y la veterinaria:

La avicultura es una de las áreas de la producción animal con mayor crecimiento en las últimas décadas, con una expansión mundial del 4.1% en los últimos tres años (FAO, 2024). Costa Rica no se queda atrás en el progreso de esta industria, siendo un país cuyo consumo per-capital de huevo es de 240 al año, mientras que el consumo de carne de pollo alcanza los 32 kg anuales (Castro, 2025). A estos datos, debe sumarse que Costa Rica es un país exportador de múltiples productos avícolas. Por tanto, se torna de suma importancia que el profesional de la medicina veterinaria tenga capacidades que le permitan enfrentar los retos actuales de la avicultura; siendo este responsable tanto del diagnóstico de enfermedades como del manejo integral de las granjas (Cuéllar, 2022; ElsitioAvicola 2021; Lichtensteiger, 2021; Vargas et al., 2021)

Por lo dicho anteriormente, es necesario el conocimiento de la Patología Aviar para el continuo desarrollo de la avicultura, por lo que poder asistir a institutos como Klinik für Geflügel (Clínica de Aves de Corral) de la Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover (TiHo) representa una gran oportunidad para el aprendizaje continuo de esta disciplina veterinaria, siendo no solo una oportunidad individual sino una manera de traer a Costa Rica nuevas ideas de países con mayor desarrollo (Federal Ministry of Food and Agriculture, 2019a; Ahrens, 2025) . El Klinik für Geflügel ofrece servicios de diagnóstico y asesoría a los diferentes sectores de la producción avícola, así como a distintas aves tales como pavos, patos, gansos y palomas (Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, 2014).

### 1.1.2. Investigación en la Avicultura:

De todos los animales utilizados para realizar experimentación es, las aves y específicamente los pollos, destacan como una de las especies más empleadas, en parte por su bajo costo, su versátil manejo y en gran medida, a su ciclo de vida, que facilita el estudio del desarrollo embrionario (Rozenbaum, 2023). Los pollos son utilizados ya sea para ampliar la comprensión de procesos biológicos, para estudios de enfermedades humanas o bien para entender y mejorar la resistencia de su misma especie en el ámbito productivo (Tregaskes & Kaufman, 2021).

Uno de los principales campos en los que han sido utilizados los pollos como modelos de investigación es en el área de la inmunología, donde resaltan las investigaciones relacionadas con el Complejo Mayor de Histocompatibilidad (MHC) (Tregaskes & Kaufman, 2021). En pollos, el MHC es compacto y simple en comparación al de los mamíferos (Kaufman & Wallny, 1996), lo que lo vuelve el modelo perfecto para la experimentación e investigación. La tipificación del MHC permite encontrar los haplotipos relacionados con una mayor resistencia a distintas enfermedades. Esto tiene una utilidad científica e industrial, principalmente en programas de selección genética que potencien la producción y sanidad de los lotes (Bertzbach et al., 2022).

Si bien actualmente existen distintos métodos para realizar la tipificación del MHC, la más utilizada es la Reacción en cadena de polimerasa (PCR) ya que es una técnica rápida y sensible, la cual permite extraer la información necesaria a partir de pequeñas muestras, lo cual la hace especialmente útil en el diagnóstico veterinario y en estudios de selección genética en aves (Zheng et al., 1999).

#### 1.1.3. Bacteriología:

Un aspecto importante para tomar en cuenta en la producción aviar, es su papel en el One Health, no solo como una industria que garantiza alimento, sino que en el uso responsable de los medicamentos, especialmente los antibióticos. Debido al crecimiento acelerado de las empresas avícolas y al alto recambio de animales, el uso de antimicrobianos es frecuente, por lo que un diagnóstico certero y eficiente es indispensable para disminuir el uso indiscriminado de estos fármacos (USDA, 2020; Morrow, 2024).

No obstante, la realidad es que el uso frecuente de antibióticos en las aves no solo implica un riesgo de resistencia bacteriana, sino también un riesgo a la salud pública y ambiental, debido a la presencia de residuo de antibióticos, tanto en carne de pollo como en huevos de mesa (Mund et al., 2017). Los residuos de antibióticos en productos de consumo representan un problema de salud pública directo, pudiendo ser agentes causales de intoxicación, alergias y potenciando la resistencia; además, estos residuos tienen un gran impacto ambiental, siendo las malas prácticas farmacéuticas y el irrespetar los periodos de retiro, las principales causas de esta problemática (Alaboudi, 2017).

Por lo mencionado anteriormente es fundamental que los médicos veterinarios estén capacitados en la interpretación de pruebas laboratoriales, incluyendo cultivos y antibiogramas, para así tomar sus decisiones terapéuticas basados en evidencia. Esto permite

reducir la medicación sin receta, la elección de antibióticos ineficaces y la presión selectiva que favorece el desarrollo de resistencias (Koutsoumanis et al., 2021; Rhouma et al., 2021; Mesquita Souza Saraiva et al., 2022).

En particular, se debe considerar la resistencia antimicrobiana intrínseca, presente en bacterias como las Gram-negativas. Estas, además de contar con una gruesa capa de peptidoglicanos que proporciona una barrera impermeable, presentan una membrana externa de lipopolisacáridos la cual le otorgan una capa perfectamente impermeable a las bacterias (Arzanlou et al., 2017). Otro factor de resistencia intrínseca son las bombas de flujo que tienen como función la expulsión activa de las moléculas antimicrobianas del interior de la bacteria (Arzanlou et al., 2017; Bernardini et al., 2019). También se debe tomar en cuenta el resistoma intrínseco, el cual está comprendido por genes naturalmente presentes en la bacteria, no adquiridos ni dependientes de la exposición previa a antibióticos, que confieren resistencia a diversos antimicrobianos (Purushottam Kaushik et al., 2018).

Comprender estos mecanismos de resistencia permiten al médico veterinario interpretar correctamente los resultados de los antibiogramas y definir los tratamientos, tomando en cuenta las necesidades de su paciente, de la industria alimenticia y de la producción.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.2.1 Objetivo general:**

Adquirir nuevos conocimientos sobre la Patología Aviar por medio de una pasantía en la Clínica de Aves de Corral de la Universidad de Medicina Veterinaria de Hannover (TiHo), Alemania.

### **1.2.2. Objetivos específicos:**

- 1.2.2.1** Mejorar las habilidades de manejo clínico de las aves tanto en granja como en el laboratorio y durante el proceso de la necropsia.
- 1.2.2.2** Reforzar conocimientos sobre las técnicas de colección de diferentes tipos de muestras, así como el procesamiento de estas con fines diagnósticos.
- 1.2.2.3** Mejorar las habilidades en el reconocimiento de lesiones patológicas tanto macroscópicas como microscópicas en aves de producción.
- 1.2.2.4** Adquirir conocimientos sobre protocolos de bioseguridad y evaluación sanitaria durante las visitas a las granjas.

## **2 Metodología**

### **2.1. Materiales y Métodos**

#### **2.1.1. Área de Trabajo**

La pasantía se realizó en la Escuela de Medicina Veterinaria de la Universidad de Hannover, Alemania (TiHo). Se visitó la Clínica de Aves Corral (Anexo 1: Carta de aprovechamiento).

La mayor parte de la pasantía se realizó en la Clínica de Aves de Corral bajo la supervisión de la Prof. Dr. Silke Rautenschlein, PhD. La Clínica se ubica en el Campus de Bünteweg, Hannover- Alemania. La clínica se enfoca principalmente en cuatro áreas: Académica, Diagnóstica, Investigación y Venta de servicios. En el área académica, el instituto participa en la formación de los estudiantes de medicina veterinaria y de posgrado de TiHo. En el área de Diagnóstico, la clínica cuenta con un laboratorio de virología, biología molecular, bacteriología e histopatología, además posee un área de necropsia. En cuanto a la investigación, la clínica tiene constantemente estudiantes de posgrado que realizan investigaciones de forma continua y mantienen proyectos activos en temas de vacunación, inmunología y patógenos de importancia en aves de producción. En cuanto a la venta de servicios, la clínica realiza vacunaciones para aves de traspatio y visitas a granjas (TiHo, 2024).

En el caso de las necropsias se siguió un procedimiento el cual incluyó la inspección externa, la apertura de las cavidades torácica y abdominal, y la evaluación individual de órganos como el hígado, riñones, corazón, pulmones, intestinos y Bursa de Fabricio, entre otros.

#### **2.1.3. Horario de Trabajo**

Se realizaron 484 horas de pasantía en total; 420 de las cuales fueron realizadas en la Clínica de Aves de Corral donde se trabajó en un horario de 8:00a.m a 4:00p.m., para un total de siete horas laborales diarias durante 12 semanas.

#### **2.1.4. Financiamiento**

El financiamiento de los gastos de hospedaje, transporte y alimentación durante los meses en los cuales se realizará la pasantía, fueron cubiertos por la beca ISAP-DAAD y por ayuda de Bienestar Estudiantil de la Universidad Nacional. Los demás materiales necesarios para la realización de la pasantía fueron dados por cada respectivo laboratorio.

#### 2.1.5. Registro y análisis de datos.

Las actividades realizadas fueron registradas mediante una bitácora, donde se incluyó la fecha, lugar/departamento donde se realizó la actividad, así como una pequeña descripción de esta (Anexo 2: Bitácora de pasantía).

Para los casos de laboratorio de bacteriología de la Clínica de Aves de Corral, se realizó un Excel donde se detalla la especie de la cual proviene la muestra, la bacteria identificada y el resultado del antibiograma. En el caso de las necropsias, se realizó una tabla donde se detalla, el tipo y cantidad de aves analizadas, las patologías encontradas y el diagnóstico definitivo. También se cuenta con un registro fotográfico de las principales patologías observadas. De igual forma, los datos de las visitas a granjas se recolectaron de forma descriptiva, donde se especificaba el tipo de granja y la actividad realizada.

#### 2.1.6. Otras actividades

En el caso de actividades de rutina de laboratorio, cuidado de granja o asistencia a estudiantes de Posgrado, estas solo fueron contempladas en la bitácora, ya que los datos de estas no son concluyentes y en algunos casos forman parte de estudios que aún se encuentran en curso.

### 3. Resultados y discusión

#### 3.1. Clínica de Aves de Corral

Durante la pasantía en la clínica se participó en las siguientes actividades: laboratorios, extensión de servicios y discusión de casos clínicos. En el área de laboratorios se participó en bacteriología donde se observó el análisis de cultivos de distintas muestras provenientes de diferentes especies de aves, así como los procesos que se llevan a cabo para la identificación y realización de antibiogramas. En el laboratorio de biología molecular se realizaron PCR convencionales, extracción de ADN y ARN de diferentes tipos de tejidos y electroforesis. En cuanto a la extensión de servicios se participó en la visita de granjas, vacunaciones y necropsias. La discusión de casos clínicos y análisis de artículos se llevaron a cabo mediante Club de Revista con todo el equipo de trabajo de la clínica, así como en reuniones cortas con los doctores del área de diagnóstico.

Durante la pasantía se procesaron un total de 66 casos bacteriológicos (Cuadro 1), para 63 de los casos fue posible una identificación bacteriana específica, en los 3 casos restantes no fue posible una identificación. De los casos identificados *Escherichia coli* fue la bacteria que se presentó con mayor frecuencia. Todos los aislamientos de *E. coli*, mostraron resistencia a clindamicina (DA), tilosina (TY) y eritromicina (E). Estos datos reflejan patrones de resistencia.

**Cuadro 1.** Bacterias identificadas en los cultivos bacterianos provenientes de muestras de aves.

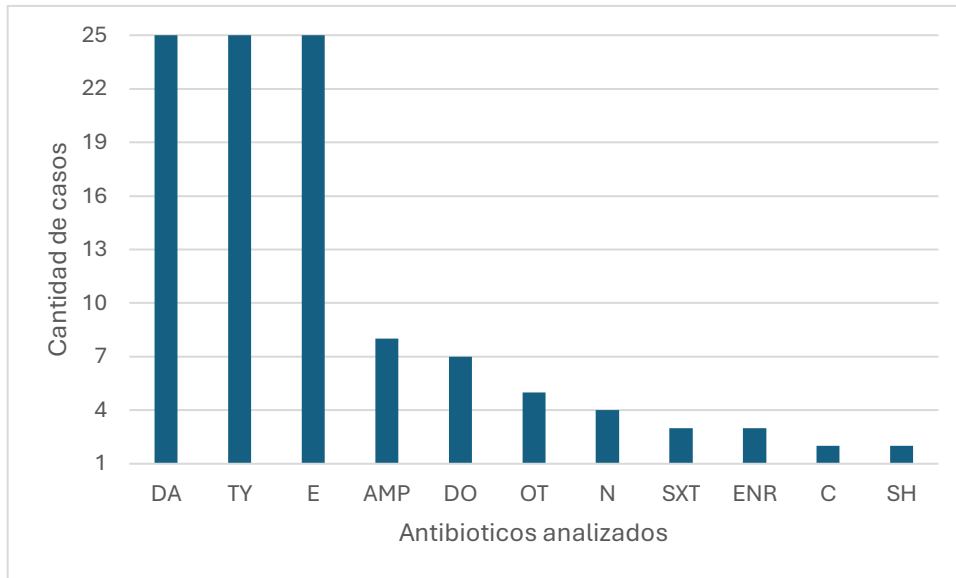
Bacteria identificada	Número de casos	Porcentaje (%)
<i>E. Coli</i>	25	37.9
<i>Staphylococcus spp.</i>	9	13.6
<i>Corynebacterium</i>	8	12.1
<i>Avibacterium</i>	7	10.6
<i>Clostridium perfringes</i>	6	9.0
<i>Gallibacterium anatis</i>	3	4.5
No identificadas	3	4.5
<i>Bacillus subtilis</i>	1	1.5
<i>Enterococcus spp.</i>	1	1.5
<i>Klepsiella spp.</i>	1	1.5
<i>Psitaccicella Melopsittaci</i>	1	1.5
<i>Lactobacilus spp.</i>	1	1.5
<b>Total:</b>	<b>66</b>	<b>100.0</b>

La presencia de *E. coli* en sistemas avícolas tiene una gran importancia sanitaria y económica. Si bien esta bacteria puede formar parte del microbiota intestinal normal, ciertas cepas patógenas poseen factores de virulencia, lo que lo convierte en un microorganismo capaz de causar infecciones sistémicas, conocida como colibacilosis. Esta enfermedad cursa con lesiones de pericarditis, poliserositis, hepatitis, osteomielitis, salpingitis y septicemia. La virulencia de esta bacteria también es evidente en el aumento de la morbilidad y la mortalidad de las aves, lo que se traduce en pérdidas económicas (Kromann & Jensen, 2022).

Debido a la frecuencia con la que se presenta la colibacilosis, es fundamental que las decisiones terapéuticas se tomen con base en pruebas de sensibilidad antimicrobiana. *E. coli*, al ser una bacteria gran-negativa, posee una membrana externa compuesta por lipopolisacáridos, porinas y bombas de eflujo que le confieren una resistencia intrínseca a múltiples antimicrobianos (Purushottam Kaushik et al., 2018). Estas características limitan la entrada de ciertos antibióticos, especialmente aquellos con propiedades hidrofílicas o de gran tamaño molecular, como los macrólidos. En este contexto, Kibret & Abera (2011) y Ma y colaboradores, (2022) explican que los antibióticos como la tilosina y la eritromicina tienen una eficacia limitada frente a *E. coli*, debido a su incapacidad de atravesar la membrana externa de esta bacteria. Sucede igual con antibióticos como la clindamicina, el cual es estructuralmente similar a Ty y E y por ende presenta una efectividad reducida contra *E. coli* (Armillei et al., 2024; Spížek y Řezanka, 2017).

Los resultados obtenidos durante la pasantía muestran una resistencia para estos tres antibióticos en el 100% las cepas de *E. coli* analizadas, y coinciden con lo descrito en la literatura sobre la resistencia intrínseca de esta especie. Sin embargo, también podrían estar reflejando una presión de selección adicional debida al uso excesivo o inadecuado de antimicrobianos en las granjas de origen (Purushottam Kaushik et al., 2018). El hecho de encontrar cepas multirresistentes no solo complica el tratamiento en animales, también representa un riesgo para la salud pública, debido al potencial de transferencia de genes de resistencia (Figura 1).

**Figura 1. Distribución de la resistencia bacteriana encontrada en casos en los que se identificó *E. coli*.**



En Costa Rica, la resistencia antimicrobiana (RAM) en el sector agropecuario ha sido señalada como un problema creciente. El Plan Nacional Pecuario de Resistencia a los Antimicrobianos (SENASA, 2022b) reconoce que en Costa Rica existe un uso frecuente de antimicrobianos sin prescripción veterinaria, así como una limitada vigilancia en animales de producción. Según declaraciones recientes del Dr. Molina, investigador de la Universidad de Costa Rica, el país se encuentra entre los más afectados de América Latina por la resistencia bacteriana, debido a prácticas como la automedicación, la falta de normativas claras y el uso frecuente de antibióticos, especialmente en el sector avícola (Molina, 2024).

Durante la pasantía, y como parte de una investigación en curso del programa de posgrado de la Clínica de Aves de Corral, se procesaron 267 muestras de ADN extraídas de bazos de pollo. A partir de estas muestras, se realizaron 54 reacciones de PCR utilizando 18 primers diferentes, con el objetivo de tipificar genes del MHC mediante electroforesis en gel. La tipificación del MHC es una herramienta fundamental que permite realizar selecciones genéticas orientadas a mejorar la resistencia frente a diversas enfermedades. Además, como en este caso, posibilita el desarrollo de investigaciones dirigidas a monitorear la respuesta inmune de las aves ante distintos agentes patógenos (Kaufman & Wallny, 1996; Lamont, 1998; Tregaskes & Kaufman, 2021).

Se realizaron un total de nueve visitas a granja, de las cuales 77.8% fueron a granjas dedicadas a la producción de huevo o carne de pollo (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Distribución de las visitas a granjas acorde a especie y sistema de producción

<b>Animal</b>	<b>Fin productivo</b>	<b>Tipo de granja</b>	<b>Número de animales</b>	<b>Número de visitas</b>	<b>Procedimientos</b>
<b>Patos</b>	Mascotas	Libres	6	1	Toma de hisopados para monitoreo de Influenza
<b>Pavos</b>	Engorde	Sistema de piso	200	1	Control
<b>Gallinácea domestica</b>	Ponedoras	Jaulas	800	1	Muestras para control de <i>Salmonella</i>
		Sistema de piso/pastoreo	8000	2	Control y toma de aves para necropsia
		Pastoreo	1000	1	Vacunación por aspersión contra Bronquitis infecciosa
		Sistema de piso	10000	1	Muestras para control de <i>Salmonella</i>
	Engorde	Sistema de piso	500/700 (Aves de 1 día)	2	Control

En Alemania, desde el 2010, la explotación avícola en jaulas está prohibida. Aunque algunas granjas siguen utilizando este método amparados en una prórroga creada con el fin de no afectar a los productores que hicieron la inversión en este tipo de granjas (Bundesministerium der Justiz, 2006). Hoy en día el 64% de las gallinas está en sistemas de piso, el 14% en pastoreo o libre de jaula, un 13% en jaulas enriquecidas y el 8 % en ecológico, según datos del Ministerio Federal de Alimentación y Agricultura (BMEL, 2019).

Este cambio en el sistema de producción redujo la autosuficiencia del país europeo, lo que lo ha obligado al aumento de importaciones de huevo, provenientes especialmente desde Países Bajos y Polonia (Windhorst, 2017; Szöllősi et al., 2019; Szöllősi, 2021). Según datos de la Unión Europea (UE) el costo para el consumidor ha aumentado, al pasar a sistemas sin jaula en comparación con las jaulas convencionales, en gran parte debido a la dependencia a las importaciones (LEI Consumer and Chain & Van Horne, 2019).

En términos de bienestar, los sistemas sin jaula permiten conductas naturales tales como perchar y escarbar, lo cual tiene un factor positivo en la reducción de estrés y las conductas contraproducentes que este desencadena (picoteo y canibalismo) (Rodenburg et al., 2005). Sin embargo, también se observan aumentos en mortalidad, fracturas (especialmente en esternón), dermatitis (pododermatitis) y enfermedades como salmonelosis y coccidiosis, debido al mayor contacto con el entorno y mayor relación entre aves (Lay et al., 2011). Por otra parte, los sistemas libres requieren mayor inversión en bioseguridad, incluyendo limpieza, vacunación y control de acceso; ya que si estas medidas no se aplican rigurosamente, puede aumentar la necesidad de uso de medicamentos (Shifaw et al., 2023).

En Costa Rica, la realidad del sector avícola es muy diferente a la vista en los países europeos. Según el Censo Nacional Agropecuario: Actividades Pecuarias, Prácticas y Servicios Agropecuarios realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos, para el 2014, un 54.5% de la producción de huevos se llevaba en un sistema de Jaulas. Aunque actualmente un cambio total a sistemas sin jaulas en Costa Rica no es posible, los consumidores muestran una creciente preocupación por el bienestar animal en la producción (Céspedes, 2019). Por esto, conocer y estudiar sistemas productivos avícolas de Alemania es un excelente insumo para prepararse a un futuro cambio en la avicultura nacional.

Las visitas a granja se realizaban de forma periódica, de acuerdo con el ciclo productivo o las necesidades del productor. En otros casos las visitas se realizaron como parte de la monitorización de algunos agentes patógenos tales como *Salmonella* e Influenza (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 2011).

Los casos de necropsia incluyeron aves provenientes de diferentes contextos productivos (pollos de engorde, pavos, ponedoras, aves silvestres y de traspatio). La mayoría correspondieron a animales con signos clínicos previos, mortalidad reciente o bien

necropsias de control remitidas para diagnóstico o monitoreo. En total, se evaluaron 13 casos, para un total de 179 aves evaluadas, 160 correspondían a pollos de engorde o gallinas ponedoras, y únicamente dos fueron aves no relacionadas con sistemas productivos (silvestre y traspatio).

Las necropsias se realizaron siguiendo procedimiento detallado anteriormente que permitió la evaluación macroscópica detallada de cada uno de los sistemas orgánicos. Seguir un protocolo sistemático permitió minimizar el riesgo de contaminación cruzada y asegurar una evaluación completa, sin omitir estructuras relevantes. En algunos casos, el diagnóstico presuntivo fue complementado con pruebas de laboratorio como cultivos bacterianos, histopatologías o análisis de minerales.

La necropsia es una herramienta fundamental en la avicultura para el diagnóstico, ya que permite una evaluación completa y directa de los órganos, además de facilitar la recolecta de muestras microbiológicas o histológicas de manera más precisa y representativa. Durante la pasantía, esta metodología resultó clave en casos como el número ocho ( ver Cuadro 4), donde se identificó una infección vertebral que difícilmente habría sido diagnosticada en un ave viva debido a la localización de la lesión (Braga et al., 2016).

**Cuadro 4.** Hallazgos morfológicos y laboratoriales de necropsias.

<b>Caso</b>	<b>Animal</b>	<b>Número de animales</b>	<b>Hallazgos o diagnóstico</b>
1	Silvestre ( <i>Eurypyga helias</i> )	1	Saco vitelino persistente
2	Pavos	3	Neumonía Pericarditis Poliserositis
3	Pollos	3	Shock, muerte súbita Pericarditis Hepatitis Poliserositis
4	Pollos	4	Poxvirus
5	Pollos	3	Hepatitis Nefritis Cardiomiopatía dilatada Hidropericardio
6	Pavos	3	Gota Visceral
7	Pollitos	23	Calcificaciones Lesiones compatibles con Bursitis infecciosa
8	Pollos	3	Infección vertebral por <i>E. coli</i>
9	Pollos	4	Deficiencias de Ca y P
10	Pollitos	113	Colisepticemia Salpingitis
11	Ponedoras	3	<i>Heterakis</i> spp Enteritis por <i>Clostridium perfringens</i> y <i>E. coli</i>
12	Gallo de traspatio	1	Obstrucción valvular
13	Pavos	4	Artritis no bacteriana

De igual forma, en el caso nueve se requirió la pulverización ósea para la evaluación de deficiencias minerales, lo que evidencia cómo el análisis post mortem permite obtener información diagnóstica inaccesible mediante otros métodos (Li et al., 2015). Por esto la necropsia es útil no solo como método diagnóstico; sino también como técnica de monitoreo para detectar hallazgos inesperados.

Hallazgos como pericarditis, hepatitis, miocardiopatía dilatada, y poliserositis se repitieron en varios casos. Este patrón coincide con lo descrito en la literatura como parte de síndromes metabólicos, especialmente en aves de engorde las cuales tienen un crecimiento acelerado, desencadenando cuadros de lipidosis hepática, síndrome ascítico o muerte súbita debido al desequilibrio entre la demanda energética y la incapacidad compensatoria del corazón (Ononiwu et al., 1979).

Aunque durante la pasantía no se estableció un diagnóstico definitivo, ya que algunas necropsias se realizaron con fines exploratorios o educativos, los hallazgos observados fueron compatibles con lo descrito para síndromes metabólicos, por lo que pueden considerarse como un diagnóstico diferencial. Este síndrome puede confirmarse mediante hallazgos clínicos, macroscópicos característicos o con apoyo de estudios histopatológicos (Sander, 2019).

La Clínica de Aves de Corral de TiHo ofrece el servicio de vacunación para aves de traspatio o mascotas, con el fin de ayudar a la comunidad con el cumplimiento de obligatorio de la vacunación contra Newcastle (Dimitrov et al., 2017). En la clínica se aplica específicamente la vacuna Ma5+Clone 30, de Nobillis, la cual, a su vez, contiene cepas de Bronquitis infecciosa Aviar. Además, se realiza la vacunación contra coccidios (Cuadro 5).

**Cuadro 5.** Vacunas aplicadas durante la pasantía.

Número de vacunaciones	Total de animales	Edad de animales	Vacunas aplicadas
8	887	>semana	Coccidiocis Bronquitis infecciosa y Newcastle
1	3	Adultas	Coccidiocis
1	5	Adultas	Bronquitis infecciosa y Newcastle

Alemania ha implementado programas sistemáticos de vacunación incluso en aves de traspatio, reconociendo su papel como potenciales reservorios y vectores de enfermedades infecciosas. Esta estrategia ha demostrado ser útil no solo para proteger la producción comercial, sino también como una herramienta epidemiológica para reducir la circulación viral en el entorno (Oberländer et al., 2020).

La inclusión de aves de traspatio en planes vacunales podría representar una medida adicional efectiva en Costa Rica, especialmente en zonas rurales donde el contacto entre aves domésticas, silvestres y comerciales es más frecuente. Aunque esto implicaría desafíos logísticos y de educación sanitaria, permitiría fortalecer el control integral de enfermedades relevantes en la avicultura. En este sentido, la experiencia alemana podría considerarse como una referencia útil para actualizar o ampliar las estrategias nacionales de sanidad aviar (Manual MSD Medicina Veterinaria, 2020).

Durante la pasantía participo activamente en diversas actividades académicas y de investigación, que permitieron ampliar la comprensión sobre las principales enfermedades infecciosas que afectan a las aves de producción. Como se mencionó anteriormente la clínica desarrolla múltiples líneas de investigación enfocadas en la salud intestinal y respiratoria de aves de corral, la patogénesis de enfermedades inmunosupresoras y tumorales, la evaluación de vacunas y medicamentos veterinarios, así como en la implementación de estrategias de manejo y bioseguridad orientadas al bienestar animal y la sostenibilidad de los sistemas productivos (TiHo, 2014). Estos proyectos combinan el trabajo experimental en laboratorio con la investigación aplicada en campo, bajo una perspectiva alineada con los principios de One Health, integrando la salud animal, humana y ambiental.

Como parte de las actividades formativas, se participó semanalmente en los Club de revista, espacios para el análisis crítico y la discusión científica de artículos recientes relacionados con la patología aviar e investigaciones vigentes en la clínica. A través de estas sesiones quincenales, se abordaron temas de alta relevancia. Uno de los artículos discutidos fue “*Actividad antiviral in vitro de la sialidasa bacteriana NaB contra el virus de la influenza aviar H9N2 en células MDCK*” (Nugroho et al., 2025), en el cual se detalla el potencial uso de enzimas bacterianas con actividad antiviral como estrategia alternativa frente a cepas de influenza aviar de alta variabilidad genética, la cual es una de las enfermedades que amenazan más fuertemente la industria (Liu et al, 2020). Asimismo, se

presentó y discutieron casos clínicos relacionados con histomoniasis y ácaro rojo (*Dermanyssus gallinae*), permitiendo vincular los hallazgos de granja y laboratoriales con las manifestaciones clínicas observadas (Gao et al., 2024).

Una parte significativa de los clubes de revista estuvo dedicada a la enfermedad de Marek, una de las patologías virales más relevantes en la industria avícola. Se discutieron varios artículos que abordaban distintos aspectos de su fisiopatología y control, entre ellos “*Virus de la enfermedad de Marek y otras enfermedades tumorales*”, “*Revelando el papel de las células T $\gamma\delta$  en la patogénesis de un herpesvirus aviar oncogénico*” (Ajmi et al., 2025) y “*Aplicación de la lentinana en la supresión de la infección por el virus de la enfermedad de Marek*” (Gao et al., 2024). Estas discusiones permitieron comprender en profundidad los mecanismos de inmunosupresión, tumorales y de evasión del sistema inmune característicos del virus, así como los avances en vacunas vectorizadas, terapias inmunomoduladoras y estrategias alternativas para el control de la infección. Además, se analizó la interacción del virus de la bronquitis infecciosa (IBV) en el tracto reproductivo y su relación con las hormonas sexuales, particularmente el estrógeno, lo cual afecta directamente la fertilidad y la producción de huevos (Yan et al., 2023).

La participación en estas actividades permitió desarrollar una visión más amplia sobre la investigación científica en medicina aviar y fortalecer competencias en la interpretación crítica de artículos, el análisis de resultados y la aplicación práctica del conocimiento científico en el ámbito clínico y productivo. Al mismo tiempo, el contacto continuo con temas de importancia, como la enfermedad de Marek, discusión de casos clínicos y proyectos de investigación, ayudo a profundizar en los desafíos actuales que enfrenta la industria en cuanto a sanidad y bioseguridad.

Estas experiencias, enmarcadas dentro de reuniones científicas, constituyen una herramienta fundamental en la formación académica, ya que promueven la actualización constante y el intercambio de conocimientos entre estudiantes, investigadores y clínicos. A través de la discusión grupales de los avances más recientes en medicina veterinaria, se fortalecen habilidades esenciales y se logra abarcar una mayor variedad de ítems, aunado a esto, conectar los hallazgos experimentales con las problemáticas reales del campo, favorecen una práctica profesional más informada y sustentada en la ciencia (Cahill et al., 2023).

## **4. Conclusiones**

1. La pasantía realizada en la Clínica de Aves de Corral de la Universidad de Medicina Veterinaria de Hannover (TiHo) permitió adquirir y reforzar conocimientos en Patología Aviar, mediante la participación en actividades clínicas, de laboratorio y de diagnóstico, cumpliendo así el objetivo general propuesto.
2. Las actividades desarrolladas contribuyeron a mejorar las habilidades de manejo clínico de las aves tanto en granja como en el laboratorio y durante el proceso de la necropsia, fortaleciendo la correcta manipulación, la observación clínica y el proceso de diagnóstico.
3. La pasantía permitió reforzar los conocimientos sobre las técnicas de colección y procesamiento de diferentes tipos de muestras con fines diagnósticos, destacando la importancia de una adecuada toma de muestra para la obtención de resultados confiables.
4. La participación en necropsias y en el laboratorio de diagnóstico facilitó el reconocimiento de lesiones patológicas tanto macroscópicas como microscópicas en aves de producción, fortaleciendo la capacidad de correlacionar los hallazgos clínicos con los resultados microbiológicos e histopatológicos.
5. Las visitas a granja permitieron adquirir conocimientos sobre los protocolos de bioseguridad y sanidad, favoreciendo la identificación de riesgos, la aplicación de medidas preventivas y para el resguardo de la producción y los animales.

## **5. Recomendaciones**

Fomentar y fortalecer los programas internacionales, como las becas ISAP-DAAD y los convenios de movilidad estudiantil de la Universidad Nacional (UNA), ya que estos ofrecen a los estudiantes la oportunidad de conocer la forma de enseñanza y la investigación en Medicina Veterinaria en regiones del mundo más desarrolladas, como lo es Alemania. Estas experiencias no solo permiten identificar las carencias del área a nivel nacional, sino que también facilitan la incorporación de nuevas ideas, tecnologías y enfoques que pueden ser adaptados y aplicados en el contexto costarricense.

Es fundamental invertir en la capacitación continua de productores, técnicos y docentes del área de la veterinaria en el uso responsable de antimicrobianos. La educación en este tema es clave para reducir prácticas inadecuadas que favorecen el desarrollo de resistencia microbiana, lo cual representa una amenaza creciente tanto para la sanidad animal como para la salud pública.

## 6. Bibliografía

- Ahrens, S. (2025). *Themenseite: Geflügelwirtschaft in Deutschland*. Statista.  
<https://de.statista.com/themen/8929/gefluegelwirtschaft-in-deutschland/>
- Ajmi, N., Duman, M., Coskun, B., Esen, C., Sonmez, O., Tasci, G., Coskuner-Weber, O., Ay, H., Yoyen-Ermis, D., Yibar, A., Desbois, A. P., & Saticioglu, I. B. (2025). Unraveling genomic and pathogenic features of *Aeromonas ichthyocola* sp. Nov., *Aeromonas mytilicola* sp. Nov., and *Aeromonas mytilicola* subsp. *aquatica* subsp. nov. *Animals*, *15*(7), 948. <https://doi.org/10.3390/ani15070948>
- Alaboudi, A. R. (2017). Chapter 42—Antimicrobial Residues in Table Eggs. En P. Y. Hester (Ed.), *Egg Innovations and Strategies for Improvements* (pp. 447-456). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800879-9.00042-1>
- Arzanlou, M., Chai, W. C., & Venter, H. (2017). Intrinsic, adaptive and acquired antimicrobial resistance in Gram-negative bacteria. *Essays in Biochemistry*, *61*(1), 49-59. <https://doi.org/10.1042/EBC20160063>
- Bernardini, A., Cuesta, T., Tomás, A., Bengoechea, J. A., Martínez, J. L., & Sánchez, M. B. (2019). The intrinsic resistome of *Klebsiella pneumoniae*. *International Journal of Antimicrobial Agents*, *53*(1), 29-33.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2018.09.012>
- Bertzbach, L. D., Tregaskes, C. A., Martin, R. J., Deumer, U.-S., Huynh, L., Kheimar, A. M., Conradie, A. M., Trimpert, J., Kaufman, J., & Kaufer, B. B. (2022). The diverse major histocompatibility complex haplotypes of a common commercial chicken line and their effect on Marek's disease virus pathogenesis and tumorigenesis. *Frontiers in Immunology*, *13*, 908305.  
<https://doi.org/10.3389/fimmu.2022.908305>
- Braga, J. F. V., Chanteloup, N. K., Trotureau, A., Baucheron, S., Guabiraba, R., Ecco, R., & Schouler, C. (2016). Diversity of *Escherichia coli* strains involved in vertebral osteomyelitis and arthritis in broilers in Brazil. *BMC Veterinary Research*, *12*, 140.  
<https://doi.org/10.1186/s12917-016-0762-0>

- Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz. (2011). *Salmonella-Bekämpfungsprogramm gemäß Verordnung (EG) Nr. 2160/2003: Ergebnisse für das Jahr 2010—Stellungnahme Nr. 054/2011 des BfR vom 8. Juli 2011*. Bundesinstitut für Risikobewertung.  
<https://www.bfr.bund.de/stellungnahme/salmonella-bekaempfungsprogramm-gemaess-verordnung-eg-nr-2160-2003-ergebnisse-fuer-2010/>
- Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz. (2006). *Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (TierSchNutzV) § 45*. [https://www.gesetze-im-internet.de/tierschnutzv/\\_45.html](https://www.gesetze-im-internet.de/tierschnutzv/_45.html)
- Cahill, E. M., Ferreira, G., & Glendinning, D. (2023). The Effectiveness of a Journal Club for Improving Evidence-Based Medicine Skills and Confidence in Pre-clerkship Medical Students. *Medical Science Educator*, 33(2), 531-538.  
<https://doi.org/10.1007/s40670-023-01779-y>
- Castro, M. T. (2025). *Costa Rica consume más de 32 kilogramos de pollo por persona por año*. *Sinart Digital*.  
<https://www.sinartdigital.com/trecenoticias/nacionales/item/costa-rica-consume-mas-de-32-kilogramos-de-pollo-por-persona-por-ano>
- Céspedes, J. A. (2019, abril 29). *Huevos de pastoreo: Bienestar animal para productos de calidad*. Web UCR. <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2019/04/29/huevos-de-pastoreo-bienestar-animal-para-productos-de-calidad.html>
- Cuéllar Sáenz, J. A. (2022). *Dinámica y tendencias actuales del mercado avícola mundial*. Veterinaria Digital. <https://www.veterinariadigital.com/articulos/dinamica-y-tendencias-actuales-del-mercado-avicola-mundial/>
- Mesquita Souza Saraiva, M., Lim, K., do Monte, D. F. M., Givisiez, P. E. N., Alves, L. B. R., de Freitas Neto, O. C., Kariuki, S., Júnior, A. B., de Oliveira, C. J. B., & Gebreyes, W. A. (2022). Antimicrobial resistance in the globalized food chain: A One Health perspective applied to the poultry industry. *Brazilian Journal of Microbiology: [Publication of the Brazilian Society for Microbiology]*, 53(1), 465-486. <https://doi.org/10.1007/s42770-021-00635-8>

- Departamento de Agricultura de los Estados Unidos [USDA]. (2020). *One Health Certified™ | Agricultural Marketing Service*.  
<https://www.ams.usda.gov/services/auditing/one-health>
- Dimitrov, K. M., Afonso, C. L., Yu, Q., & Miller, P. J. (2017). Newcastle disease vaccines-A solved problem or a continuous challenge? *Veterinary Microbiology*, 206, 126-136. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2016.12.019>
- Equipo de redacción de ElSitio Avícola. (2021). *Centroamérica: Industria avícola busca mejorar su producción*. Elsitio Avícola.  
<https://www.elsitioavicola.com/poultrynews/33708/centroamarica-industria-avacola-busca-mejorar-su-produccion/>
- Federal Ministry of Food and Agriculture [BMEL]. (2019a). *BMEL-Statistik: Geflügelhaltung*.  
<https://www.bmelstatistik.de/landwirtschaft/tierhaltung/gefluegelhaltung>
- Federal Ministry of Food and Agriculture [BMEL]. (2019b). *BMLEH - Farm animals: questions and answers on the subject of laying hen husbandry in Germany*.  
<https://www.bmel.de/EN/topics/animals/farm-animals/laying-hen-husbandry-q-and-a.html>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO] (2024). *Producciones avícolas*. PoultryProduction. <https://www.fao.org/poultry-production-products/production/es/>
- Gao, Q., Zhu, K., Sun, W., Li, S., Wang, Y., Chang, S., & Zhao, P. (2024). Application of lentinan in suppression of Marek's disease virus infection. *Poultry Science*, 103(12), 104427. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.104427>
- Kaufman, J., & Wallny, H. J. (1996). Chicken MHC molecules, disease resistance and the evolutionary origin of birds. En O. Vainio & B. A. Imhof (Eds.), *Immunology and Developmental Biology of the Chicken* (pp. 129-141). Springer.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-642-80057-3\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-642-80057-3_12)
- Koutsoumanis, K., Allende, A., Álvarez-Ordóñez, A., Bolton, D., Bover-Cid, S., Chemaly, M., Davies, R., De Cesare, A., Herman, L., Hilbert, F., Lindqvist, R., Nauta, M., Ru, G., Simmons, M., Skandamis, P., Suffredini, E., Argüello, H., Berendonk, T.,

- Cavaco, L. M., Peixe, L. (2021). Role played by the environment in the emergence and spread of antimicrobial resistance (AMR) through the food chain. *EFSA Journal*, 19(6), e06651. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2021.6651>
- Kromann, S., & Jensen, H. E. (2022). In vivo models of *Escherichia coli* infection in poultry. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 64(1), 33. <https://doi.org/10.1186/s13028-022-00652-z>
- Lamont, S. J. (1998). The chicken major histocompatibility complex and disease. *Revue Scientifique Et Technique (International Office of Epizootics)*, 17(1), 128-142. <https://doi.org/10.20506/rst.17.1.1090>
- Lay, D. C., Fulton, R. M., Hester, P. Y., Karcher, D. M., Kjaer, J. B., Mench, J. A., Mullens, B. A., Newberry, R. C., Nicol, C. J., O'Sullivan, N. P., & Porter, R. E. (2011). Bienestar de las gallinas en diferentes sistemas de alojamiento. *Poultry Science*, 90(1), 278-294. <https://doi.org/10.3382/ps.2010-00962>
- LEI Consumer and Chain, & Van Horne, P. L. M. (2019). *Competitiveness the EU egg sector, base year 2017: International comparison of production costs*. Wageningen Economic Research. <https://doi.org/10.18174/469616>
- Li, W., Angel, R., Kim, S.-W., Jiménez-Moreno, E., Proszkowiec-Weglarz, M., & Plumstead, P. W. (2015). Age and adaptation to Ca and P deficiencies: 2. Impacts on amino acid digestibility and phytase efficacy in broilers. *Poultry Science*, 94(12), 2917-2931. <https://doi.org/10.3382/ps/pev273>
- Liu S, Zhuang Q, Wang S, Jiang W, Jin J, Peng C, Hou G, Li J, Yu J, Yu X, Liu H, Sun S, Yuan L, Chen J. Control of avian influenza in China: Strategies and lessons. *Transbound Emerg Dis*. 2020 Jul;67(4):1463-1471. doi: 10.1111/tbed.13515. Epub 2020 Mar 1. Erratum in: *Transbound Emerg Dis*. 2021 Jan;68(1):208. doi: 10.1111/tbed.13933. PMID: 32065513.
- Lichtensteiger, A. (2021). Poultry veterinarians in health and production. *The Canadian Veterinary Journal*, 62(1), 66-68.
- Manual MSD Medicina Veterinaria. (2020). *Vacunación de aves de traspatio—Animales exóticos y de laboratorio*. Manual de veterinaria de MSD.

<https://www.msdrvvetmanual.com/es/animales-exóticos-y-de-laboratorio/aves-de-traspatio/vacunación-de-aves-de-traspatio>

Molina, J. (2024, enero 14). *Costa Rica está entre los países con los niveles más graves de bacterias resistentes*. Web UCR. <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2024/1/15/dr-molina-costa-rica-esta-entre-los-paises-con-los-niveles-mas-graves-de-bacterias-resistentes.html>

Morrow, C. J. (2024). Antimicrobial resistance (AMR): An important one health issue for layer and meat poultry industries worldwide. *Poultry Science*, *103*(7), 103690. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.103690>

Mund, M. D., Khan, U. H., Tahir, U., Mustafa, B.-E., & Fayyaz, A. (2017). Antimicrobial drug residues in poultry products and implications on public health: A review. *International Journal of Food Properties*, *20*(7), 1433-1446. <https://doi.org/10.1080/10942912.2016.1212874>

Nugroho, C. M. H., Silaen, O. S. M., Kurnia, R. S., Krisnamurti, D. G. B., Putra, M. A., Indrawati, A., Poetri, O. N., Wibawan, I. W. T., Widyaningtyas, S. T., & Soebandrio, A. (2025). In vitro antiviral activity of NanB bacterial sialidase against avian influenza H9N2 virus in MDCK cells. *Avian Pathology: Journal of the W.V.P.A.*, *54*(1), 96-107. <https://doi.org/10.1080/03079457.2024.2386315>

Oberländer, B., Failing, K., Jüngst, C. M., Neuhaus, N., Lierz, M., & Möller Palau-Ribes, F. (2020). Evaluation of Newcastle disease antibody titers in backyard poultry in Germany with a vaccination interval of twelve weeks. *PLOS ONE*, *15*(8), e0238068. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0238068>

Ononiwu, J. C., Thomson, R. G., Carlson, H. C., & Julian, R. J. (1979). Pathological studies of “sudden death syndrome” in broiler chickens. *The Canadian Veterinary Journal*, *20*(3), 70-73.

Purushottam Kaushik, A., Savita Kumari, S. D., & Sunil Kuma. (2018). Antimicrobial Purushottam Kaushik, A., Savita Kumari, S. D., & Sunil Kuma. (2018). Antimicrobial resistance and molecular characterisation of *E. coli* from poultry in Eastern India. *Veterinaria Italiana*, *3*, 197-204. <https://doi.org/10.12834/VetIt.330.1382.2>

- Rhouma, M., Romero-Barrios, P., Gaucher, M.-L., & Bhachoo, S. (2021). Antimicrobial resistance associated with the use of antimicrobial processing aids during poultry processing operations: cause for concern? *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *61*(19), 3279-3296. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1798345>
- Rodenburg, T. B., Tuytens, F. A. M., Sonck, B., De Reu, K., Herman, L., & Zoons, J. (2005). Welfare, health, and hygiene of laying hens housed in furnished cages and in alternative housing systems. *Journal of Applied Animal Welfare Science: JAAWS*, *8*(3), 211-226. [https://doi.org/10.1207/s15327604jaws0803\\_5](https://doi.org/10.1207/s15327604jaws0803_5)
- Rozenbaum, M. (2023). *The reality of chicken research*. Understanding Animal Research. <https://www.understandinganimalresearch.org.uk/news/the-reality-of-chicken-research>
- Servicio Nacional de Salud Animal [SENASA]. (2022a) *Celebración Día Mundial del Huevo*. <https://www.senasa.go.cr/informacion/noticias/507-celebracion-dia-mundial-del-huevo>
- Servicio Nacional de Salud Animal [SENASA]. (2019). *Programa Nacional de Salud Aviar*. <https://www.senasa.go.cr/institucion/organizacion/programas-nacionales/programa-nacional-de-salud-aviar>
- Shifaw, A., Feyera, T., Sharpe, B., Elliott, T., Walkden-Brown, S. W., & Ruhnke, I. (2023). 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>
- Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover. (2014). *Klinik für Geflügel*. <https://www.tiho-hannover.de/kliniken-institute/kliniken/klinik-fuer-gefluegel>
- Szöllősi, L. (2021). Current state and future prospects of the egg sector. *Agriculturae Conspectus Scientificus*. *86*(2), 95-105.
- Szöllősi, L., Szűcs, I., Huzsvai, L., & Molnár, S. (2019). Economic issues of Hungarian table egg production in different housing systems, farm sizes and production levels. *Journal of Central European Agriculture*, *20*(3), 995-1008. <https://doi.org/10.5513/JCEA01/20.3.2284>

- Tregaskes, C. A., & Kaufman, J. (2021). Chickens as a simple system for scientific discovery: the example of the MHC. *Molecular Immunology*, *135*, 12-20.  
<https://doi.org/10.1016/j.molimm.2021.03.019>
- Vargas Céspedes, A., Serrano Chaves, K., Watler, W., Morales, M., & Vignola, R. (2021). *Prácticas de reducción de impactos por eventos climatológicos*. Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG] <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/practicas-reduccion-impactos-por-eventos-climatologicos.html>
- Windhorst, H.-W. (2017). Dynamics and patterns of the EU egg industry. *Lohmann Information*, *51*(2), 42–48.
- Ysea, M. A. V., Umaña, M. C., Fuentes, S. P., Campos, I. V., & Carmona, M. C. (2022). Standardization of molecular techniques for the detection and characterization of intestinal protozoa and other pathogens in humans. *The Journal of Venomous Animals and Toxins Including Tropical Diseases*, *28*, e20210099.  
<https://doi.org/10.1590/1678-9199-JVATITD-2021-0099>
- Zheng, D., O’Keefe, G., Li, L., Johnson, L. W., & Ewald, S. J. (1999). A PCR method for typing B-L beta II family (class II MHC) alleles in broiler chickens. *Animal Genetics*, *30*(2), 109-119. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2052.1999.00460.x>

## 7. Anexos

### Anexo 1: Carta de aprovechamiento de la Clínica de Aves de Corral y Clínica de parasitología

Clinic for Poultry  
University of Veterinary Medicine Hannover  
Bünteweg 17  
30559 Hannover, Germany

Hannover, May 2025

To Whom It May Concern,


This is to certify that María Nelly Morales Rodríguez completed her internship at the Clinic for Poultry, University of Veterinary Medicine Hannover, from February 3 to May 28, 2025, working from 8:00 a.m. to 4:00 p.m.

During her internship, she participated in a wide range of activities, including diagnostics in the bacteriology and molecular laboratories, poultry necropsies, farm visits, and poultry vaccinations.

In addition, during her internship period, she completed a two-week rotation at the Parasitology Laboratory and another two-week rotation at the Clinic for Exotic Animals.

Should you require any additional information, please do not hesitate to contact us.

Sincerely,



PhD. Bexter Frederik  
Clinic for Poultry  
University of Veterinary Medicine Hannover  
Email:frederik.bexter@tiho-hannover.de

Klinik für Geflügel-  
erkrankungen  
Vierling Tierärztliche Hochschule Hannover  
Bünteweg 17  
30559 Hannover  
Tel. 0511/953 87 73/79

Anexo 2: Bitácora de pasantía del trabajo final de graduación en la Clínica de Aves de Corral

Internship at the Poultry Clinic

María Nelly Morales Rodríguez, ced: 117650611.

First Week

Date	Internship place	Specification
03.02.2025	Bacteriology Laboratory	Plate examination (cultures and antibiogram)
	Farm visit	Turkey farm, two facilities with around 200 birds
04.02.2025	Bacteriology Laboratory	Plate examination (cultures and antibiogram)
	Histology Laboratory	Prepare paraffin blocks
05.02.2025	Bacteriology Laboratory	Plate examination (cultures and antibiogram)
	Diagnostic Unit	Case resolution (practical) (Histaminases)
	Necropsy	Wild bird without previous history
06.02.2025	Bacteriology Laboratory	Plate examination (cultures and antibiogram)
	Journal Club	Article discussion "In vitro antiviral activity of NaB bacterial sialidase against avian influenza H9N2 virus in MDCK cells" and clinical case presentation of birds with Histaminases
	Diagnostic Unit	Case resolution (practical) (Gumboro disease)
	Necropsy	Necropsy practice with birds from the university farm, control exam Birds with head lesions, Poxvirus
07.02.2025	Bacteriology Laboratory	Plate examination (cultures and antibiogram)
	Farm visit	Farm with 4 laying hen barns in confinement and 2 additional barns for free-range, around 8,000 birds.
	Extension of services/consultations	Oral coccidiosis vaccination and subdermal Marek's vaccination in 3 chick flocks.

Full Name: Frederik Bexte

Signature: F. Bexte

Klinik für Geflügel  
Sitzung Tierärztliche Hochschule Hannover  
Buntoweg 17  
30559 Hannover  
Tel. 0511/953 87 78/79



Internship at the Poultry Clinic

María Nelly Morales Rodríguez, ced: 117650611.

Second Week

Date	Internship place	Specification
10.02.2025	Bacteriology Laboratory	Plate examination (cultures and antibiogram)
	PCR	MHC Typing (extractions)
	Electrophoresis	MHC Typing (confirmation)
11.02.2025	Bacteriology Laboratory	Plate examination (cultures and antibiogram)
	Farm Visit	Shed with 700 one-day-old chicks, control visit.
12.02.2025	Bacteriology Laboratory	Plate examination (cultures and antibiogram)
13.02.2025	Bacteriology Laboratory	Plate examination (cultures and antibiogram)
	Necropsy	1 Broiler (ascites) and 3 turkeys (one whit gout and 2 without pathologies)
	PCR	MHC Typing (extractions)
	Electrophoresis	MHC Typing (confirmation)
14.02.2025	Bacteriology Laboratory	Plate examination (cultures and antibiogram)
	Internal Farm	Follow-up of animals with leg inflammation
	PCR	MHC Typing (extractions)
	Electrophoresis	MHC Typing (confirmation)

Full Name: \_\_\_\_\_

Signature: F. Baxley



Internship at the Poultry Clinic

María Nelly Morales Rodríguez, ced: 117650611.

Third Week

Date	Internship place	Specification
17.02.2025	Bacteriology Laboratory	Plate examination (cultures and antibiogram)
	PCR	MHC Typing (extractions)
	Electrophoresis	MHC Typing (confirmation)
	Extension of services/consultations	Oral coccidiosis vaccination and subdermal Marek's vaccination in 3 chick flocks.
18.02.2025	Bacteriology Laboratory	Plate examination (cultures and antibiogram)
	PCR	MHC Typing (extractions)
	Electrophoresis	MHC Typing (confirmation)
	Necropsy	11 birds with leg lesions (joint inflammation) and 12 without obvious lesions.
19.02.2025	Bacteriology Laboratory	Plate examination (cultures and antibiogram)
	PCR	MHC Typing (extractions)
	Electrophoresis	MHC Typing (confirmation)
20.02.2025	Bacteriology Laboratory	Plate examination (cultures and antibiogram)
	Necropsy	Birds from the University, with generalized fibrin, suspected <i>Enterococcus</i> spp.
	Journal Club	Article discussion of the Marek's Disease Virus and other tumor diseases and clinical case presentation of birds with red mite.
	PCR	MHC Typing (extractions)
	Electrophoresis	MHC Typing (confirmation)
21.02.2025	Bacteriology Laboratory	Plate examination (cultures and antibiogram)
	Visit farm	Approximately 1000 laying hens vaccinated against Infectious Bronchitis

Name: \_\_\_\_\_

Signature: F. Bexley



Internship at the Poultry Clinic

María Nelly Morales Rodríguez, ced: 117650611.

Week Four

Date	Internship place	Specification
24.02.2025		Sickness absence
25.02.2025		
26.02.2025		
27.02.2025	Journal Club	Personal presentation about information regarding the internship and MHC typing.
	PCR	MHC Typing (extractions)
	Electrophoresis	MHC Typing (confirmation)
	Extension of services/consultations	Oral coccidiosis vaccination and subdermal Marek's vaccination in 7 chick flocks (80 animals).
28.02.2025	Bacteriology Laboratory	Plate examination (cultures and antibiogram)
	PCR	MHC Typing (extractions)
	Electrophoresis	MHC Typing (confirmation)
	Internal Farm	Follow-up of animals with leg inflammation
	Histopatología	Necropsy slides (liver, spleen and bursa)

Name: \_\_\_\_\_

Signature: F. B. B. B.



Internship at the Poultry Clinic

María Nelly Morales Rodríguez, ced: 117650611.

Week Five

Date	Internship place	Specification
03.03.2025	Bacteriology Laboratory	Plate examination (cultures and antibiogram)
	PCR	MHC Typing (extractions)
	Electrophoresis	MHC Typing (confirmation)
	Necropsy	Birds with evident hemorrhages on limbs
04.03.2025	Bacteriology Laboratory	Plate examination (cultures and antibiogram)
	PCR	MHC Typing (extractions)
	Electrophoresis	MHC Typing (confirmation)
05.03.2025	Bacteriology Laboratory	Plate examination (cultures and antibiogram)
	PCR	MHC Typing (extractions)
	Electrophoresis	MHC Typing (confirmation)
06.03.2025	Bacteriology Laboratory	Plate examination (cultures and antibiogram)
	Journal Club	Article discussion of Marek's Disease Virus and introduction to the R language for use in research.
	PCR	MHC Typing (extractions)
	Electrophoresis	MHC Typing (confirmation)
07.03.2025	Bacteriology Laboratory	Plate examination (cultures and antibiogram)
	Extension of services/consultations	Oral coccidiosis vaccination
	PCR	MHC Typing (extractions)
	Electrophoresis	MHC Typing (confirmation)
	Histopathology	Discussion of histopathology cases (Histomoniasis, intoxication, marek, poxvirus, etc).

Name: \_\_\_\_\_

Signature: F. Bente



Internship at the Poultry Clinic

María Nelly Morales Rodríguez, ced: 117650611.

Week Six

Date	Internship place	Specification
10.03.2025	Bacteriology Laboratory	Plate examination (cultures and antibiogram)
	PCR	MHC Typing (extractions)
	Electrophoresis	MHC Typing (confirmation)
	Immunohistochemistry	Test performance
11.03.2025	Bacteriology Laboratory	Plate examination (cultures and antibiogram)
	PCR	MHC Typing (extractions)
	Electrophoresis	MHC Typing (confirmation)
	Extension of services/consultations	Oral coccidiosis vaccination and subdermal Marek's vaccination in 114 animals
12.03.2025	Bacteriology Laboratory	Plate examination (cultures and antibiogram)
	PCR	MHC Typing (extractions)
	Electrophoresis	MHC Typing (confirmation)
13.03.2025	Journal Club	Interaction of IBV infection in the reproductive tract, and interaction with estrogen.
	Visit Farm	Shed with 500 one-day-old chicks, control visit. Broiler.
14.03.2025	Bacteriology Laboratory	Plate examination (cultures and antibiogram)
	Extension of services/consultations	Oral coccidiosis vaccination and subdermal Marek's vaccination in 114 animals

Name: \_\_\_\_\_

Signature: F. Bortez



Internship at the Poultry Clinic

María Nelly Morales Rodríguez, ced: 117650611.

Week Seven

Date	Internship place	Specification
17.03.2025	Bacteriology Laboratory	Plate examination (cultures and antibiogram)
	Case Study	Young pigeons infected with Adenovirus
18.03.2025	Bacteriology Laboratory	Plate examination (cultures and antibiogram)
	PCR	MHC Typing (extractions)
	Electrophoresis	MHC Typing (confirmation)
19.03.2025	Bacteriology Laboratory	Plate examination (cultures and antibiogram)
	PCR	MHC Typing (extractions)
	Electrophoresis	MHC Typing (confirmation)
20.03.2025	Bacteriology Laboratory	Plate examination (cultures and antibiogram)
	PCR	MHC Typing (extractions)
	Necropsy	Necropsy of 113 chicks, possible bacterial infection. Pericarditis.
	DNA and RNA extraction	Extraction of DNA from paraffin-embedded samples and RNA from frozen organs.
21.03.2025	Bacteriology Laboratory	Plate examination (cultures and antibiogram)
	Internal Farm	Follow-up of animals with leg inflammation (all animals)

Name: \_\_\_\_\_

Signature: F. Bexley



Internship at the Poultry Clinic

María Nelly Morales Rodríguez, ced: 117650611.

Week Eight

Date	Internship place	Specification
24.03.2025	Bacteriology Laboratory	Plate examination (cultures and antibiogram)
	Case Study	Young pigeons infected with Adenovirus
	PCR	MHC Typing (extractions)
	Farm visit	Farm with 4 laying hen barns in confinement and 2 additional barns for free-range, around 8,000 birds
	Necropsy	Necropsy of 2 fresh birds and one found dead. No relevant findings (one with salpingitis, and presence of heterakis in another)
25.03.2025	Electrophoresis	MHC Typing (confirmation)
	Bacteriology Laboratory	Plate examination (cultures and antibiogram)
	Seminar virology/pathology	Bornavirus animal pathogen as a zoonotic disease: ONE HEALTH
	PCR	MHC Typing (extractions)
26.03.2025	Electrophoresis	MHC Typing (confirmation)
	Bacteriology Laboratory	Plate examination (cultures and antibiogram)
	PCR	MHC Typing (extractions)
	Farm visit	Two-layer house, with poultry system on the floor (salmonella sampling)
27.03.2025	Electrophoresis	MHC Typing (confirmation)
	Bacteriology Laboratory	Plate examination (cultures and antibiogram)
	Journal Club	Article discussion "Unraveling the role of $\gamma\delta$ T cells in the pathogenesis of an oncogenic avian herpesvirus" and presentation about new generation of sequencing
28.03.2025	Farm Visit	Farm with cage design, about 800 birds per layer house (salmonella sampling).
	Bacteriology Laboratory	Plate examination (cultures and antibiogram)
28.03.2025	Extension of services/consultations	Oral coccidiosis vaccination and subdermal Marek's vaccination in 289 animals

Name: \_\_\_\_\_

Signature: F. Baxley



Internship at the Poultry Clinic

Maria Nelly Morales Rodriguez, ced: 117650611.

Week Nine

Date	Internship place	Specification
31.03.2025	Bacteriology Laboratory	Plate examination (cultures and antibiogram)
01.04.2025	Bacteriology Laboratory	Plate examination (cultures and antibiogram)
	Extension of services/consultations	Oral Newcastle vaccination in 8 chickens.
02.04.2025	Bacteriology Laboratory	Plate examination (cultures and antibiogram)
	Necropsy	Backyard rooster found dead, presence of abundant abdominal fat, slightly pale liver, heart shows valvular obstruction.
03.04.2025	Bacteriology Laboratory	Plate examination (cultures and antibiogram)
	Farm Visit	Farm with cage design, about 800 birds per layer house (salmonella sampling).
04.04.2025	Bacteriology Laboratory	Plate examination (cultures and antibiogram)
	DNA extraction	Extraction of DNA from paraffin-embedded samples.

Name: \_\_\_\_\_

Signature: F. Reyes



Internship at the Poultry Clinic

María Nelly Morales Rodríguez, ced: 117650611.

Week Ten

Date	Internship place	Specification
07.04.2025	Bacteriology Laboratory	Plate examination (cultures and antibiogram)
	PCR	MHC Typing (extractions)
	Electrophoresis	MHC Typing (confirmation)
08.04.2025	Bacteriology Laboratory	Plate examination (cultures and antibiogram)
	DNA extraction	Extraction of DNA from paraffin-embedded samples.
09.04.2025	Bacteriology Laboratory	Plate examination (cultures and antibiogram)
	Cases Bacteriology	Resolution of bacteriology cases (performance of biochemical tests).
10.04.2025	Bacteriology Laboratory	Plate examination (cultures and antibiogram)
11.04.2025	Bacteriology Laboratory	Plate examination (cultures and antibiogram)
	Extension of services/consultations	Oral coccidiosis vaccination and subdermal Marek's vaccination in 130 animals

Name: \_\_\_\_\_

Signature: F. B. Reyes



Internship at the Poultry Clinic

María Nelly Morales Rodríguez, ced: 117650611.

Week eleven

Date	Internship place	Specification
14.04.2025	Bacteriology Laboratory	Plate examination (cultures and antibiogram)
	Farm Visit	Sighting of 6 pet ducks for Influenza sampling
15.04.2025	Bacteriology Laboratory	Plate examination (cultures and antibiogram)
	PCR	MHC Typing (extractions)
	Electrophoresis	MHC Typing (confirmation)
	Necropsy	Necropsy of 3 turkeys, with kidney problems, local abscess in one of the animals.
16.04.2025	Bacteriology Laboratory	Plate examination (cultures and antibiogram)
	PCR	MHC Typing (extractions)
	Electrophoresis	MHC Typing (confirmation)
17.04.2025	Bacteriology Laboratory	Plate examination (cultures and antibiogram)
18.04.2025	Bacteriology Laboratory	Plate examination (cultures and antibiogram)

Name: \_\_\_\_\_

Signature: F. Bexley



Internship at the Poultry Clinic

María Nelly Morales Rodríguez, ced: 117650611.

Week sixteen

Date	Internship place	Specification
20.05.2025	Bacteriology Laboratory	Plate examination (cultures and antibiogram)
	Data collection	Collection of data necessary to perform the statistics and report of the internship.
21.05.2025	Bacteriology Laboratory	Plate examination (cultures and antibiogram)
	Data collection	Collection of data necessary to perform the statistics and report of the internship.
22.05.2025	Bacteriology Laboratory	Plate examination (cultures and antibiogram)
	Journal Club	Presentation of internship data and discussion of the paper "Application of lentinan in suppression of Marek's disease virus infection".
23.05.2025	Bacteriology Laboratory	Plate examination (cultures and antibiogram)
	Extension of services/consultations	Oral coccidiosis vaccination and subdermal Marek's vaccination.

Name: \_\_\_\_\_

Signature: F. Betley

Klinik für Geflügel  
Bilung Tierärztliche Hochschule Hannover  
Bünteweg 17  
30559 Hannover  
Tel. 0511 / 953 87 78/79

