

**Evaluación in vitro de la respuesta y de la actividad inhibitoria de bacterias
ácido lácticas aisladas del intestino de gallinas ponedoras en un medio preferente a
Salmonella Heidelberg.**

Trabajo de grado para optar por el título de Médica Veterinaria

Nataly González Zapata

Asesor

John Edison Muñoz Zuluaga

Médico Veterinario

Unilasallista Corporación Universitaria

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Programa de Medicina veterinaria

Caldas, Antioquia

2024

Tabla De Contenido

Resumen	7
Introducción	8
Objetivos	10
Justificación	11
Impacto Tecnológico	11
Impacto Social y Económico	11
Marco Teórico	12
Microbiota gastrointestinal de las aves	12
Bacterias ácido lácticas	13
Salmonella sp.	15
Salmonella Heidelberg.	17
Línea Brown Nick	18
Materiales y Métodos	19
Método para la recolección de muestras intestinales	20
Método para el Aislamiento Microbiológico de Bacterias Ácido Lácticas	22
Método para el Aislamiento y Evaluación de la Actividad Inhibitoria de Bacterias Ácido Lácticas en Medio Preferente a Salmonella Heidelberg	24

Análisis estadístico	27
Resultados	28
Discusión	32
Conclusiones	35
Referencias	36

Lista de Imágenes

Figura 1 Tracto gastrointestinal de un pollo con proventrículo, ventrículo y asas intestinales	21
Figura 2 Incisión de 2 cm en Duodeno ascendente y toma de muestra con hisopo estéril	21
Figura 3 Eppendorf rotulados con caldo MRS	22
Figura 4 Placas con agar MRS.....	23
Figura 5 Placa agar MRS con colonia.....	23
Figura 6 Placa agar MRS inoculado.	25
Figura 7 Procedimiento baño de placas previamente inoculadas	25
Figura 8 Placa cubierta	26
Figura 9 Halos de inhibición por segmento	26

Lista de tablas

Tabla 1 Test por placa	28
Tabla 2 Test y análisis por placa	29

Lista de gráficas

Grafica 1 Promedio de los Halos de inhibición de Salmonella Heidelberg frente a BAL	30
Grafica 2 Media y Desviación Estándar de los Halos de inhibición de Salmonella Heidelberg frente a BAL	30

Resumen

El presente estudio evaluó in vitro la respuesta y la actividad inhibitoria de bacterias ácido lácticas (BAL) aisladas del intestino de gallinas ponedoras frente a *Salmonella Heidelberg*, una cepa destacada por su prevalencia y resistencia a múltiples antibióticos. Las BAL, conocidas por sus beneficios probióticos, inhiben patógenos mediante diversos mecanismos. La investigación se centra en identificar y evaluar BAL con actividad inhibitoria contra *Salmonella Heidelberg* en un medio diseñado para favorecer el crecimiento de esta bacteria. Se pretende determinar la eficacia de estas BAL y su potencial uso como agentes de control en la industria avícola.

Los resultados obtenidos pueden tener un impacto significativo en la producción avícola al promover una estrategia sostenible y efectiva para mejorar la salud intestinal de las aves y reducir la carga de patógenos como *Salmonella*. Esto no solo contribuiría a disminuir la dependencia de antibióticos, sino que también mejoraría la seguridad alimentaria al prevenir infecciones en las aves, beneficiando tanto a la industria avícola como a la salud pública en general.

Introducción

La seguridad alimentaria es una preocupación global debido a la incidencia de enfermedades transmitidas por alimentos, siendo las infecciones por *Salmonella* una de las más comunes y graves. Entre las numerosas cepas de *Salmonella*, *Salmonella* Heidelberg se destaca por su prevalencia y resistencia a múltiples antibióticos, lo que la convierte en un patógeno de interés crítico para la salud pública y la industria avícola.

Las bacterias ácido lácticas (BAL) son microorganismos ampliamente reconocidos por sus beneficios probióticos y su capacidad para inhibir patógenos a través de varios mecanismos. En el contexto avícola, la utilización de BAL como probióticos puede representar una estrategia efectiva y sostenible para mejorar la salud intestinal de las aves y reducir la carga de patógenos como *Salmonella*.

El intestino de las gallinas ponedoras alberga una comunidad microbiana diversa, dentro de la cual las BAL desempeñan un papel fundamental en la modulación de la microbiota intestinal y en la prevención de infecciones. La identificación y caracterización de BAL específicas con actividad inhibitoria contra *Salmonella* Heidelberg puede proporcionar herramientas biológicas valiosas para la prevención de esta patología en la producción avícola.

El presente estudio tiene como objetivo evaluar *in vitro* la respuesta y la actividad inhibitoria de bacterias ácido lácticas aisladas del intestino de gallinas ponedoras frente a *Salmonella* Heidelberg. Se pretende determinar la eficacia de estas BAL en un medio diseñado para favorecer el crecimiento de *Salmonella*, proporcionando información crítica sobre su potencial uso como agentes biocontroladores en la industria avícola.

Objetivo General

Describir la capacidad inhibitoria in vitro de las bacterias ácido lácticas aisladas de diferentes porciones del intestino gallinas ponedoras y Salmonella Heidelberg.

Objetivos Específicos

Preparar muestras de contenido intestinal de gallinas ponedoras para establecer cultivos bacterianos.

Aislar colonias de bacterias ácido lácticas de distintos segmentos intestinales de gallinas ponedoras.

Comparar el crecimiento de Salmonella Heidelberg ante bacterias ácido lácticas aisladas de distintas secciones del tracto gastrointestinal de gallinas ponedoras.

Justificación

Impacto Tecnológico

La investigación en este campo puede conducir al desarrollo de técnicas más avanzadas para administrar y controlar las poblaciones bacterianas en el intestino de las aves. La promoción de un microbiota intestinal saludable mediante el uso de bacterias benéficas puede reducir la necesidad de antibióticos en la producción avícola. Esto es importante, debido a la creciente preocupación sobre la resistencia a los antibióticos y la necesidad de reducir su uso en la Es así como estos hallazgos pueden contribuir a una producción avícola más sostenible y respetuosa con el medio ambiente y la salud pública. En tópicos que van desde el control de enfermedades y la optimización de prácticas de producción hasta el cumplimiento de regulaciones de seguridad alimentaria y la reducción del uso de antibióticos.

Impacto Social y Económico

El control efectivo de la Salmonella es crucial para proteger la salud pública, ya que es una de las principales causas de enfermedades transmitidas por alimentos en todo el mundo, con tasas de mortalidad que pueden llegar hasta el 21%. Además, reduce los costos asociados con el tratamiento médico de las enfermedades transmitidas por alimentos, aliviando la carga financiera tanto para los individuos como para los sistemas de salud.

Preservar la seguridad alimentaria es otro aspecto importante del control de la Salmonella, ya que su presencia en los alimentos puede causar brotes de enfermedades. El manejo a tiempo es esencial para proteger la viabilidad económica de la industria alimentaria, ya que los brotes de esta bacteria llevan a repercusiones financieras graves.

El correcto y eficaz control de la Salmonella va a impactar positivamente la salud pública, al prevenir los brotes por ETAS y garantizar la seguridad de los alimentos, se promueve el bienestar de la sociedad y se fomenta un entorno económico más saludable.

Marco Teórico

Microbiota gastrointestinal de las aves

Al nacer, las aves tienen un sistema digestivo prácticamente desprovisto de microorganismos. Sin embargo, a medida que crecen, el microbiota intestinal comienza a desarrollarse principalmente a través de dos vías: la ingestión de alimentos y la exposición a microorganismos del entorno. Es a partir de estas interacciones que la población microbiana se forma y se establece en el tracto gastrointestinal de las aves (Cabrera, 2021). Es importante destacar que el microbiota no solo interactúa entre sí, sino también con el huésped (Guamán, Capa, Yunga & Sánchez, 2017). Este ecosistema en el tracto gastrointestinal influye en diversos aspectos del organismo y funcionamiento aviar, desde la digestión de nutrientes hasta la salud inmunológica (Cabrera, 2021).

Las características de la microbiota gastrointestinal en aves están influenciadas por la anatomía y fisiología del tracto gastrointestinal (Kers et al., 2018) y está compuesta por una variedad de bacterias, hongos y otros microorganismos residentes, que desempeñan un papel importante en la salud y el bienestar de esta especie (Bailey, 2019). El canal alimentario de las gallinas está caracterizado anatómicamente por incluir el esófago con su ingluvio, el proventrículo, el ventrículo, el intestino delgado, intestino grueso y cloaca (König, Korbel & Liebich., 2016). La diversidad y la distribución del microbiota en el canal alimentario de las aves varían a lo largo de sus diferentes segmentos lo que proporciona diferentes nichos ecológicos para diversos microorganismos (Cabrera, 2021).

Su composición, dinámica y funciones son influenciadas por una variedad de factores, y su estudio es fundamental para comprender mejor la fisiología y la ecología de las aves, así como para desarrollar estrategias de manejo y salud aviar efectivas.

Bacterias ácido lácticas

Las bacterias ácido lácticas (BAL) son un grupo diverso de organismos procariotas que desempeñan un papel crucial en una variedad de procesos biológicos y aplicaciones industriales. Dentro de este grupo se pueden encontrar bacterias pertenecientes a varios géneros diferentes, como *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Streptococcus* y *Enterococcus*, entre otros (Parra, 2010). Además, las BAL están ampliamente distribuidas en el medio ambiente y en los sistemas gastrointestinales de los animales, incluidas las aves (Ruiz, Colello, Padola & Etcheverría, 2017).

Su presencia en el intestino aviar es de suma importancia debido a su responsabilidad en la salud intestinal y el rendimiento del ave, además, es una de las comunidades microbianas más predominantes en su tracto gastrointestinal (Renata & Renata, 2022), desempeñando funciones clave en la fermentación de sustratos y la modulación del sistema inmunológico, donde se ha comprobado que ciertas especies de BAL tienen efectos beneficiosos en la regulación de la inflamación y la estimulación de la producción de anticuerpos, lo que fortalece la resistencia del ave contra enfermedades (Freire, Silva, Ferreira & Santos., 2021).

Las BAL tienen una serie de características que las hacen únicas y beneficiosas para las aves. Entre estas características se incluye su capacidad para producir ácido láctico como producto principal de la fermentación de carbohidratos, lo que contribuye a reducir el pH intestinal y crear un ambiente desfavorable para el crecimiento de patógenos (Parra, 2010). La acidificación del intestino por las BAL es crucial para mantener la salud intestinal y prevenir la colonización de bacterias patógenas en las aves (Ducatelle et al. 2015).

Las BAL también están involucradas en la modulación del sistema inmunológico de las aves, ya sea directamente a través de la interacción con las células inmunes o indirectamente a

través de la producción de metabolitos que afectan la respuesta inmune; pueden estimular también la producción de citoquinas y la actividad fagocítica de los macrófagos, lo que puede mejorar la respuesta inmune innata y adaptativa en las aves. (Freire et al., 2021)

En conjunto, estas funciones beneficiosas de las BAL contribuyen significativamente a la salud y el bienestar de los animales, mejorando la digestión, fortaleciendo el sistema inmunológico y protegiendo contra infecciones (Stanley, Hughes, Geier, & Moore, 2016); teniendo también aplicaciones diversas y beneficiosas en una variedad de industrias, desde la alimentaria hasta la agrícola y la médica, su capacidad para fermentar sustratos, producir compuestos bioactivos y modular la respuesta inmune las convierte en un recurso valioso en numerosos campos. (Parra, 2010)

Las aves pueden albergar una variedad de bacterias en su organismo, algunas de las cuales representan un riesgo para la salud tanto de las propias aves como para los humanos que entran en contacto con ellas o con sus derivados como la carne, vísceras, huevos, heces entre otras. Estas bacterias pueden causar enfermedades graves y tener un impacto significativo en la industria avícola y la salud pública. (Ventura, 2024)

Entre las bacterias patógenas más comunes que se identifican en el organismo de las aves se encuentra la *Salmonella* sp., otro patógeno común es *Campylobacter* spp, las cuales también puede causar enfermedades gastrointestinales en aves y ser transmitido a humanos a través del consumo de carne contaminada (Berghaus et al., 2013). Además de estas, otras bacterias patógenas como *Escherichia coli* patogénica (*E. coli*), *Clostridium perfringens*, y *Staphylococcus aureus* pueden encontrarse en el organismo de las aves y representar un riesgo para la salud pública (Cruz et al., 2022). Pueden causar una variedad de enfermedades, desde infecciones respiratorias hasta intoxicaciones alimentarias, dependiendo de la cepa y de las

condiciones ambientales. (Background, Food Safety And Quality, Food And Agriculture Organization Of The United Nations, s. f, 2009)

La presencia de bacterias patógenas en el organismo de las aves puede ser el resultado de diversas prácticas de manejo, condiciones ambientales y factores de estrés que afectan a las aves en las granjas avícolas. La densidad poblacional, la calidad del agua, la ventilación y la higiene son factores que pueden influir en la prevalencia y propagación de estas bacterias, las cuales representan un riesgo tanto para la salud de las aves como para la salud pública. Por ello, la implementación de medidas preventivas y de control es esencial para reducir este riesgo y garantizar la seguridad de los productos avícolas destinados al consumo humano.

Salmonella sp.

Salmonella sp. pertenece a la familia Enterobacteriaceae, Phylum Proteobacteria. Es un bacilo acapsular, anaerobio facultativo, similar a otros géneros de la familia Enterobacteriaceae. Es móvil debido a flagelos peritricos y muestra colonias blancas o grises y viscosas en agar-sangre a 37°C. (Herrera & Jabib, 2015)

La *Salmonella* es un género de bacterias patógenas que puede habitar en el intestino aviar, puede causar enfermedad y representan un riesgo de contaminación de los productos avícolas destinados al consumo humano.

Las características de *Salmonella* que le permiten sobrevivir y persistir en el intestino aviar son diversas. Esta bacteria posee adaptaciones genéticas que le permiten colonizar y multiplicarse en el intestino, así como resistir los mecanismos de defensa del hospedador y los desafíos ambientales. La capacidad de *Salmonella* para formar biofilms en la mucosa intestinal y resistir la acción del sistema inmunológico aviar contribuye a su persistencia en el tracto gastrointestinal, además de que desarrolla una marcada resistencia a los desinfectantes y a los antibióticos. (Cabrer, 2019)

La diversidad de antígenos que tiene ayuda a evadir la detección y eliminación por parte del sistema inmunológico. Esta variabilidad contribuye a su adaptación a diferentes entornos y huéspedes. Entender la estructura antigénica de *Salmonella* es clave para comprender su patogenicidad y desarrollar estrategias de prevención y tratamiento de las enfermedades que causa.

La presencia de *Salmonella* en el intestino aviar puede ser consecuencia de diversas prácticas de manejo y de las condiciones ambientales en las granjas avícolas. Factores como la densidad poblacional, la calidad del agua y la contaminación cruzada son determinantes en la colonización y diseminación de *Salmonella* en las aves. La *Salmonella* no solo representa un riesgo para la salud de las aves, sino también para la salud pública, debido a la posibilidad de contaminación de productos avícolas destinados al consumo humano. La manipulación y consumo de alimentos contaminados con *Salmonella* pueden dar lugar a brotes de la enfermedad transmitida por alimentos en humanos. Se estima que la salmonelosis causa 93.8 millones de casos de gastroenteritis y 155,000 muertes anuales. (Alfaro, 2018)

La implementación de medidas de bioseguridad y saneamiento es fundamental para prevenir la entrada y propagación de *Salmonella* en las granjas avícolas y reducir el riesgo de contaminación de productos avícolas para consumo humano.

Entre las diversas cepas de *Salmonella* spp, *Salmonella* Heidelberg sobresale por su alta prevalencia y su resistencia a varios antibióticos, convirtiéndose en un patógeno de gran importancia tanto para la salud pública como para la industria avícola. (Aravena et al., 2019)

Salmonella Heidelberg.

Salmonella Heidelberg fue descubierta inicialmente en 1933 en Heidelberg, Alemania. En 1954 se aisló por primera vez en Estados Unidos. (De Souza Oro et al., 2023)

Es una serovariedad de Salmonella entérica que puede ser encontrada en el intestino aviar y que representa una preocupación significativa para la industria avícola y la salud pública. (Kaldhone, Foley & Ricke, 2017)

Esta cepa bacteriana se ha asociado con brotes de enfermedades transmitidas por alimentos en humanos, lo que resalta su importancia tanto en la sanidad animal como en la salud humana, siendo las aves de corral y los huevos las principales fuentes de transmisión. (Aravena et al., 2019)

Las características genéticas y fenotípicas de Salmonella Heidelberg contribuyen a su capacidad para colonizar y persistir en el intestino aviar. Esta cepa bacteriana posee adaptaciones que le permiten sobrevivir en diversos ambientes, incluyendo el tracto gastrointestinal de las aves (Kaldhone et al., 2017). Estas adaptaciones incluyen la capacidad de adherirse a las células epiteliales intestinales y resistir los mecanismos de defensa del huésped aviar. (Nascimento, 2018)

Los hallazgos de S. Heidelberg clínicos y ambientales revelaron una susceptibilidad superior al 90% en los antimicrobianos detectados. Se cree que se ha adaptado al entorno gastrointestinal del ave debido a la presión selectiva del entorno polimicrobiano del intestino aviar. La exposición a antimicrobianos puede afectar su susceptibilidad, y muchas cepas son resistentes a múltiples medicamentos, incluyendo Ceftiofur y Florfenicol. La resistencia al Ceftiofur está asociada con la presencia del gen bla CMY-2, que codifica una β -lactamasa plasmídica tipo AmpC, común en Salmonella y Escherichia coli. (Aravena et al., 2019)

(Este mecanismo de resistencia es de relevancia para la salud pública, ya que el gen bla CMY-2 que codifica para la AmpC plasmídica CMY-2, también tiene la capacidad de

transferirse a otras enterobacterias, tanto en la comunidad como en el ambiente nosocomial, por lo que se considera que tienen un claro potencial epidémico. (Ayala, Acuña, Calvo, Morales, & Chacón, 2016)

Salmonella Heidelberg representa una amenaza tanto para la industria avícola como para la salud pública debido a su capacidad para colonizar el intestino aviar y su potencial para causar enfermedades en humanos a través del consumo de productos avícolas contaminados (Nascimento, 2018). La implementación de medidas de control efectivas es esencial para mitigar este riesgo y garantizar la seguridad alimentaria.

Línea Brown Nick

La raza de gallinas Nick Brown es muy popular en la industria avícola debido a su alta producción de huevos de cáscara marrón de excelente calidad. Resultan del cruce de diferentes líneas de aves, lo que optimiza sus características productivas. Son eficientes en la conversión de alimento en huevos, económicamente rentables, vigorosas y adaptables a diversas condiciones de manejo y clima. Físicamente, tienen plumaje marrón en tonos variados, un cuerpo mediano y compacto, y un comportamiento dócil. Su capacidad para mantener alta producción de huevos en manejo intensivo, buena salud y resistencia a enfermedades las hace una elección común en la producción comercial de huevos a nivel mundial. (H&N International, 2021)

Materiales y Métodos

El presente estudio fue llevado a cabo con el permiso del Comité de Ética en el Uso de Animales (CEUA), el cual garantiza que el proceso de investigación se adhiere a los más altos estándares éticos y legales; cabe señalar que “CEUA es responsable de cumplir y hacer cumplir, en el ámbito de sus funciones las disposiciones de la Ley Arouca (Ley n° 11794/2008) y demás normas aplicables al uso de animales pertenecientes al phylum Chordata, subphylum Vertebrata” (CEUA, 2019). Este permiso refleja nuestro compromiso con la integridad científica y el respeto por los derechos y el bienestar de los animales involucrados en el estudio.

El estudio fue de naturaleza experimental. La recolección y procesamiento de las muestras se realizó durante el mes de marzo del 2024, en el Laboratorio de Ornitopatología de la Universidad Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp), Botucatu, São Paulo, Brasil.

Para el muestreo fueron utilizadas 9 gallinas ponedoras de la línea Brown Nick, se tuvo en cuenta que todos los animales estuvieran clínicamente sanos, sin registro de enfermedad o signos con 2 semanas previas al muestreo.

Las aves fueron sacrificadas de manera humanitaria por medio de la técnica de dislocación cervical (consiste en aplicar una fuerza rápida y controlada al cuello del ave para dislocar las vértebras cervicales y provocar una rápida pérdida de consciencia y muerte) siguiendo todas las regulaciones y directrices pertinentes en materia de bienestar animal.

Método para la Recolección de Muestras Intestinales

Posterior a la muerte de las aves se procede a hacer técnica de necropsia descrita en el Manual de necropsia dos de la Serie Zoetis. Teniendo como enfoque principal la correcta extracción del intestino de las 9 aves, tras su extracción este fue extendido para poder realizar la identificación de los distintos segmentos intestinales (Figura 1); de donde se tomaron 4 hisopados por ave, uno para cada porción intestinal: duodeno, yeyuno, íleon y ciego. Se realizó una incisión de 2 cm de longitud y se efectuó el respectivo cambio de cuchilla en cada una de estas porciones (Figura 2), descritas a continuación, para un total de 36 hisopados.

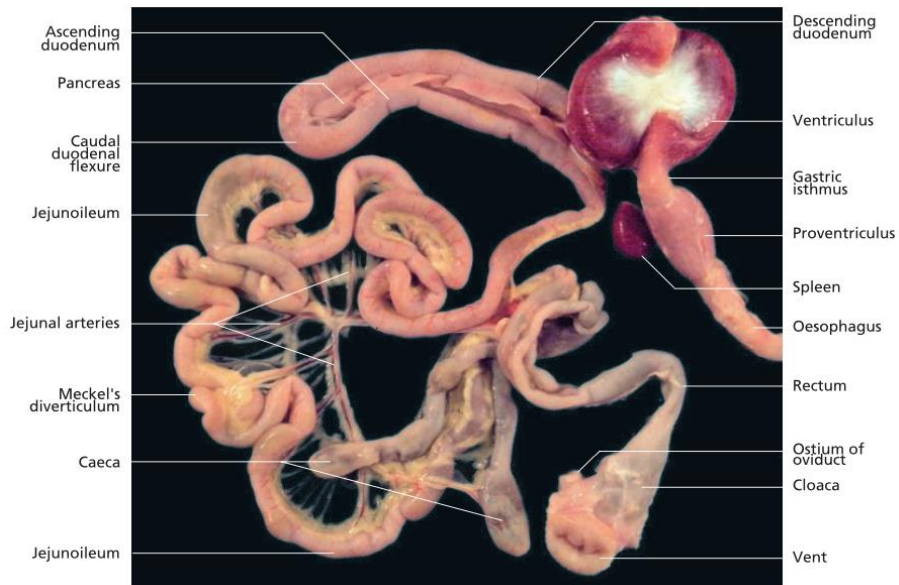
Duodeno, que comienza en la entrada ventrículo pilórica del ventrículo, forma un asa duodenal en forma de U que consta de una porción descendente y un componente ascendente, el hisopado se hizo en la porción media ascendente. La flexión duodeno-yeyunal forma la unión entre el duodeno y el yeyuno.

Yeyuno, ubicado justo craneal a la arteria mesentérica craneal, inmediatamente ventral a la columna vertebral, realizándose la toma de muestra en la parte más caudal de esta porción. El yeyuno y el íleon están dispuestos en asas que ocupan el cuadrante caudal derecho de la cavidad corporal. Divertículo de Meckel, se encuentra en el asa axial (un asa intestinal en el medio del yeyuno e íleo), frente a la rama media más larga de la arteria mesentérica craneal.

Íleon, dispuesto en espiral en forma de guirnalda y donde no se distingue un asa supraduodenal, el hisopado en esta porción se realizó en la parte íleon terminal. Ciego, las aves domésticas tienen dos ciegos grandes, comienzan en la transición entre el íleon y el recto y están conectados al íleon terminal por un ligamento ileocecal bien definido (lig ileocecal). La toma de la muestra se hizo en la porción media de cada uno de los ciegos.

Figura 1

Tracto gastrointestinal de un pollo con proventrículo, ventrículo y asas intestinales.



Fuente: Avian Anatomy, Textbook and Colour Atlas, König –Korbel & Liebich., 2016

Figura 2

Incisión de 2 cm en Duodeno ascendente y toma de muestra con hisopo estéril.



Fuente: Propia.

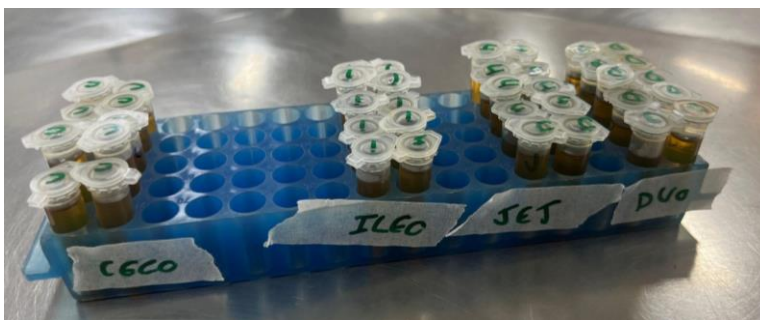
Método para el Aislamiento Microbiológico de Bacterias Ácido Lácticas (BAL)

Se utilizaron hisopos estériles (SWAB PARA COLETA DE AMOSTRAS ESTÉRIL, marca ABSORVE) para extraer las respectivas muestras de cada segmento, posteriormente fueron insertados en eppendorf con 1 ml de caldo MRS, que fueron rotulados e identificados previamente (Figura 3). Estos Eppendorf fueron puestos en estufa (Estufa de secado con circulación de aire FANEM® 520-C) durante 24 horas a 37°C con el fin de mantenerlos en incubación.

Se realizó la toma de muestra de cada uno de los Eppendorf con un asa microbiológica para posteriormente ser sembradas por la técnica de agotamiento sobre una placa con agar MRS (Figura 4), las cuales se llevaron a incubadora por un lapso de 24 horas a una temperatura de 37°C. Luego de la incubación (Figura 5), se aisló 1 colonia por cada placa, se seleccionaron aquellas con aspecto transparente y blanquecino cremoso, de crecimiento individual aislado y se depositó cada una en Eppendorf con 1 ml de caldo MRS, por último, estos Eppendorf fueron puestos en estufa durante 48 horas a 37°C con el fin de mantenerlos en incubación. Se descartaron 9 de las placas ya que no presentaron crecimiento de bacterias.

Figura 3

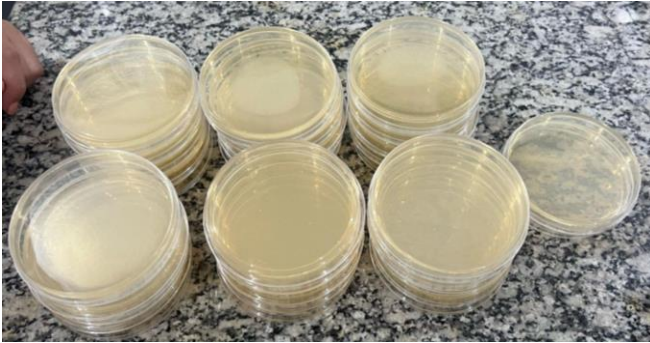
Eppendorf rotulados con caldo MRS.



Fuente: Propia.

Figura 4

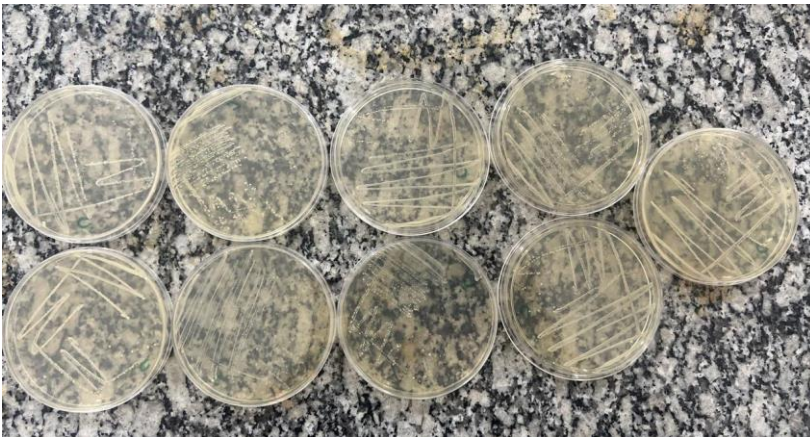
Placas con agar MRS



Fuente: Propia.

Figura 5

Placa agar MRS con colonia.



Fuente: Propia.

Método para el Aislamiento y Evaluación de la Actividad Inhibitoria de Bacterias Ácido Lácticas en Medio Preferente a Salmonella Heidelberg

En placa de agar MRS se inocularon 15 uL de bacterias ácido lácticas (incubadas en eppendorf descrito anteriormente) en 3 puntos diferentes por placa (Figura 6), para un total de 27 placas inoculadas que se llevan a incubación en estufa a un temperatura de 37°C durante 48 horas.

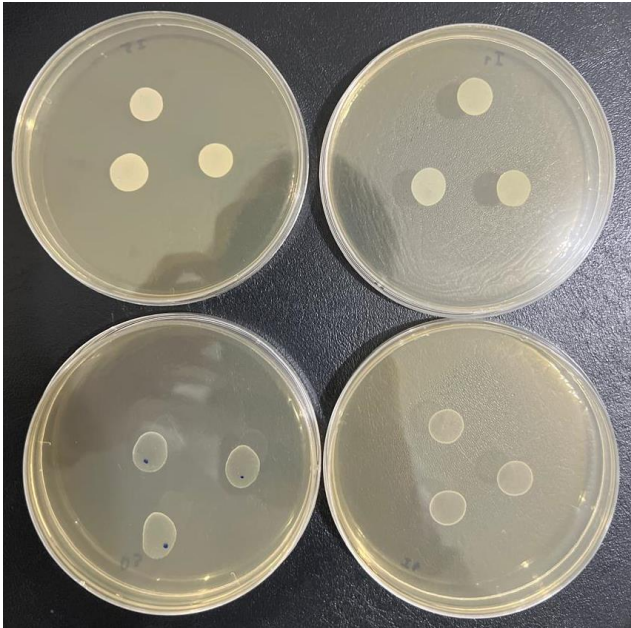
Pasadas las 48 horas se procedió a cubrir con agar BHI + dilución (BHI (NAL/RIF + Salmonella identificada)) de Salmonella Heidelberg (perteneciente a colección del Laboratorio de Ornitopatología de UNESP Botucatu) relación 1:10 las placas de agar MRS previamente incubadas (Figura 7).

Una vez cubiertas (Figura 8) las 27 placas se introducen nuevamente en la estufa por 48 horas a 37°C,

Transcurrido este tiempo se realizó la medición manual de los halos de inhibición por identificación visual, con regla milimetrada, partiendo desde la periferia de la colonia en línea recta hasta el borde interno del halo. (Figura 9).

Figura 6

Placa agar MRS inoculado.



Fuente: Propia.

Figura 7

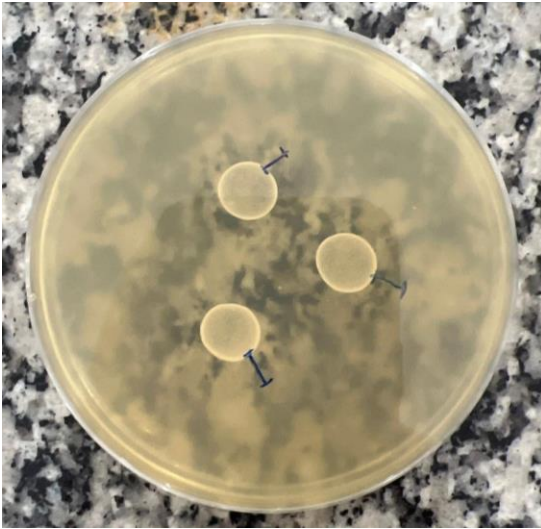
Procedimiento baño de placas previamente inoculadas.



Fuente: Propia.

Figura 8

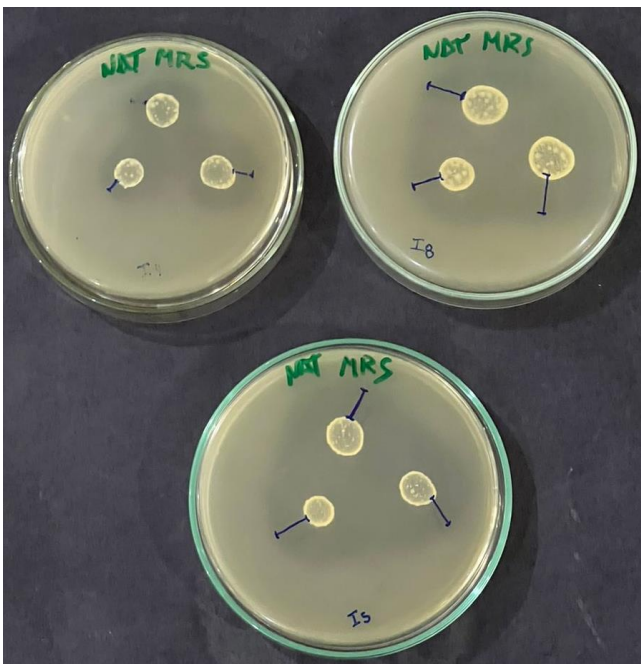
Placa cubierta.



Fuente: Propia.

Figura 9

Halos de inhibición por segmento.



Fuente: Propia.

Análisis estadístico

Para evaluar la capacidad de las BAL de inhibir Salmonella en los diferentes segmentos intestinales, se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado. Se empleó un modelo de análisis de normalidad y de análisis de varianza (ANOVA) de un solo factor para comparar los recuentos de la inhibición de Salmonella Heidelberg entre los diferentes grupos (duodeno, yeyuno, íleon y ciego). Se utilizó un nivel de significancia de $\alpha=0.05$.

Test 1 por placa.

Prueba de normalidad: Aprobado (P = 0.132)

Prueba de igual varianza: Aprobada (P = 0.763)

Test 2 por halo

Prueba de normalidad: Aprobado (P = 0.091)

Prueba de igual varianza: Aprobada (P = 0.447)

A cada procedimiento se le realizó un seguimiento escrito con el fin de tener documentado su desarrollo. El proceso de toma de muestras y análisis de laboratorio tuvo una duración total de 2 semanas.

Resultados

Este estudio se realizó para evaluar la capacidad inhibitoria de las bacterias ácido lácticas (BAL) recolectadas de cuatro segmentos distintos del tracto gastrointestinal de aves: duodeno, yeyuno, íleon y ciego, frente a *Salmonella Heidelberg*.

Los resultados arrojados por este estudio mostraron unos halos de inhibición en Duodeno desde 0,3 mm a 16 mm , con una media de 7.833 y una desviación estándar de 2.256. En yeyuno se presentaron halos de inhibición de 0,5 mm a 17 mm, con una media de 9.417 y una desviación estándar de 3.248. Halos de inhibición presentados en placas de Íleon de 0,5 mm a 14 mm, una media de 8.852 y desviación estándar de 2.688, así mismo en placas de Ciego se obtuvieron halos de 0,7 mm a 12 mm, media de 9.867 y desviación estándar de 1.880

Tabla 1

Test por placa.

Nombre del grupo	N	Ausente	Mediana	DE	SEM
Duodeno	9	0	7.833	2.256	0.921
Yeyuno	4	0	9.417	3.248	1.624
Íleon	9	0	8.852	2.688	0.896
Ciego	5	0	9.867	1.880	0.841

Fuente: SigmaStat 3.5, 2024

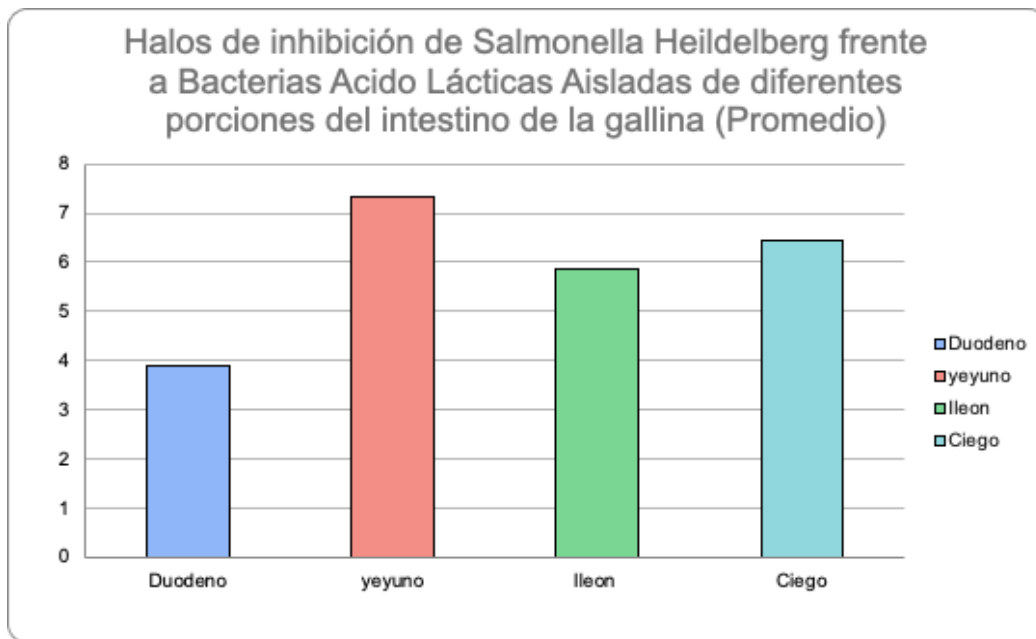
Tabla 2*Test y análisis por placa.*

Fuente de variación	DF	SS	MS	F	P
Entre grupos	3	12.58	4.196	0.650	0.592
Residual	20	129.0	6.451		
Total	23	141.6			

Fuente: SigmaStat 3.5, 2024

Gráfica 1

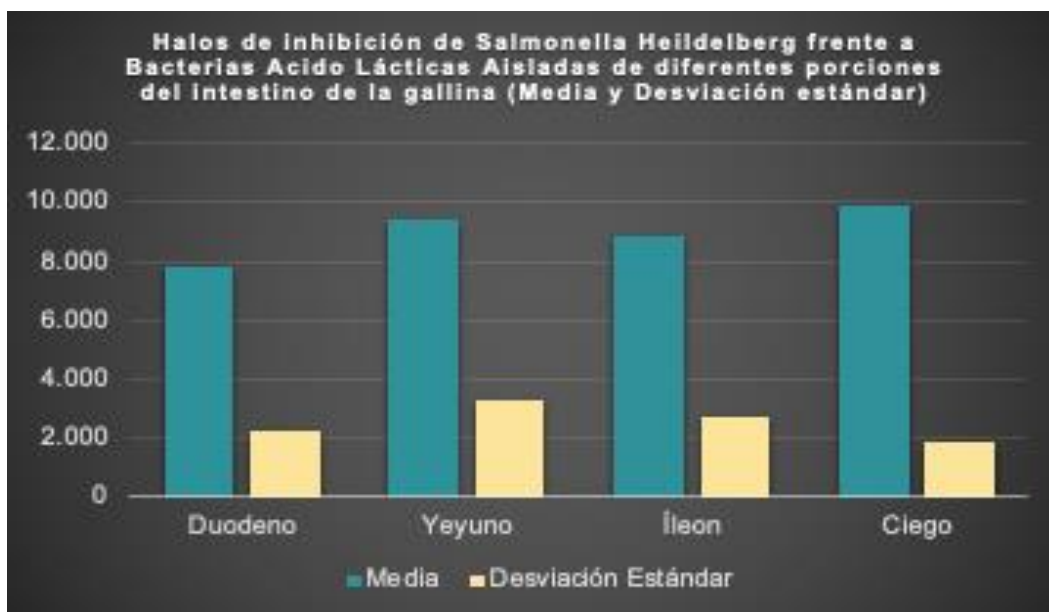
Promedio de los Halos de inhibición de Salmonella Heidelberg frente a BAL.



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfica 2

Media y Desviación Estándar de los Halos de inhibición de Salmonella Heidelberg frente a BAL.



Fuente: Elaboración Propia.

Los análisis se llevaron a cabo utilizando el software estadístico SigmaStat 3.5, el cual arrojó un resultado de NO significancia de los ítems analizados.

Discusión

Los resultados revelaron una respuesta inhibitoria en los cultivos de todas las porciones intestinales evaluadas, unos halos de inhibición en Duodeno desde 0,3 mm a 16 mm, con una media de 7.833 y una desviación estándar de 2.256, yeyuno se presentaron halos de inhibición de 0,5 mm a 17 mm, con una media de 9.417 y una desviación estándar de 3.248 Halos de inhibición presentados en placas de Íleon de 0,5 mm a 14 mm, una media de 8.852 y desviación estándar de 2.688, así mismo en placas de Ciego se obtuvieron halos de 0,7 mm a 12 mm, media de 9.867 y desviación estándar de 1.880, lo que indica el potencial antimicrobiano de las BAL presentes en el intestino de las aves frente a Salmonella; Esto concuerda con lo encontrado por Johana et al., 2014 quien habla de las BAL con un buen poder bacteriocinogénico convirtiéndolo en un microorganismo con prometedora aplicación al ser activo frente a bacterias Gram negativas, mostrando un efecto inhibitorio frente a Salmonella spp y Escherichia coli, Cortes, 2018 también habla de la capacidad de las BAL para inhibir, enfocando su estudio al poder inhibitorio no solo en Gram negativas si no también en Gram positivas.

Para evaluar más a fondo estas observaciones, se realizó un análisis estadístico detallado. Inicialmente, se llevó a cabo una exploración exhaustiva de los datos para verificar la normalidad y la homogeneidad de las varianzas, lo que es fundamental para garantizar la validez de los resultados estadísticos. Posteriormente, se realizaron dos análisis de varianza (ANOVA) de un solo factor para determinar si existían diferencias significativas en la inhibición de Salmonella Heidelberg entre los segmentos intestinales.

Los resultados de estos análisis no mostraron diferencias significativas en el análisis por placa, en el análisis por halos, ni entre los segmentos intestinales. Esto sugiere que las

diferencias observadas no fueron significativas en la actividad inhibitoria entre los segmentos intestinales probablemente debido a la homogeneidad en la microbiota en los distintos segmentos intestinales o por el tipo de cultivo selectivo que se llevó a cabo, lo cual pudo haber influido en la variabilidad de las bacterias que fueron aisladas puesto que este aislamiento selecciona ciertas bacterias. La falta de diferencias significativas entre los segmentos intestinales resalta la importancia de considerar la variabilidad natural en la microbiota intestinal.

El efecto inhibitor de las bacterias ácido lácticas (BAL) contra *Salmonella* spp. coincide con los hallazgos de De la Cruz et al., (2017)., quien identificó bacterias acidolácticas antagónicas de *Salmonella* entérica var. *Thyphimurium* aisladas de queso artesanal. También, Hidalgo et al. (2022) caracterizó bacterias ácido lácticas aisladas del ambiente intestinal de aves con actividad anti-*Salmonella* in vitro, resaltando que el ácido orgánico, producido por el metabolismo de las BAL, ejerce una fuerte acción inhibitora sobre las bacterias Gram-negativas. Además de estos metabolitos, las BAL probióticas pueden producir moléculas antibacterianas específicas, como bacteriocinas o sustancias similares a las bacteriocinas. En este contexto, múltiples estudios tanto in vitro como in vivo han demostrado que diversas BAL son capaces de interferir en el crecimiento de una amplia gama de enteropatógenos.

Se observó que, de los 81 puntos de evaluación realizados, todos arrojaron resultados positivos de actividad enzimática in vitro frente a *Salmonella* Heidelberg. Esto sugiere que las BAL presentes en cada segmento intestinal tienen la capacidad de inhibir el crecimiento de esta bacteria patógena, lo que es prometedor en términos de salud intestinal y seguridad alimentaria en las aves de corral. Parra et al., (2010) refuerza esta idea mediante su estudio, bacterias ácido lácticas: papel funcional de los alimentos “Las bacterias ácido lácticas desde la antigüedad y hasta el tiempo presente, han representado una gran utilidad biotecnológica en el área de los

alimentos. La biopreservación de alimentos utilizando bacteriocinas producidas por bacterias ácido lácticas, tendrán un éxito mayor en la aplicación de alimentos, tal es el caso de la carne, y también en el control de microorganismos patógenos como Salmonella y E. coli”.

La integración de bacterias ácido lácticas (BAL) en la producción avícola no sólo representa un avance significativo en el control de patógenos como Salmonella Heidelberg, sino que también resalta un enfoque preventivo en la seguridad alimentaria. Estudios previos han demostrado que las BAL pueden inhibir eficazmente el crecimiento de varios patógenos a través de diversos mecanismos, incluyendo la producción de ácido láctico, peróxido de hidrógeno y bacteriocinas (Parra et al., 2010) lo cual concuerda con los hallazgos encontrados en los cultivos realizados dado que si se presenta inhibición. Estos hallazgos destacan la necesidad de investigaciones continuas para optimizar la aplicación de BAL como probióticos, promoviendo prácticas agrícolas más seguras y sostenibles. Además, este enfoque biotecnológico resalta la importancia de estrategias en la mejora de la calidad alimentaria y la necesidad de dichas investigaciones adicionales para comprender mejor los mecanismos detrás de la actividad inhibitoria de las BAL, además de la importancia de éstas en la protección contra patógenos, apuntando hacia un futuro donde la salud pública y la seguridad alimentaria sean prioridades inquebrantables.

Conclusiones

Los hallazgos muestran que las BAL presentes en el duodeno, yeyuno, íleon y ciego indican actividad enzimática *in vitro* frente a *Salmonella Heidelberg*.

Los resultados de este estudio proporcionan evidencia convincente de la capacidad inhibitoria de las bacterias ácido lácticas (BAL) recolectadas de diferentes segmentos del tracto gastrointestinal de aves contra *Salmonella Heidelberg*.

Las BAL demostraron una actividad inhibitoria significativa contra *Salmonella Heidelberg* en condiciones *in vitro*.

Se sugiere la realización de estudios adicionales, incluyendo ensayos *in vivo*, para confirmar la efectividad de las BAL en condiciones de campo y para entender mejor sus mecanismos de acción, también sería útil explorar la formulación de mezclas de BAL que optimicen su actividad inhibitoria. El uso de BAL como una estrategia biológica para controlar *Salmonella* puede ser una alternativa sostenible y económicamente viable frente al uso de antibióticos preventivos; Esto no solo mejoraría la salud y el bienestar de las aves, sino que también respondería a la creciente demanda de productos libres de antibióticos por parte de los consumidores, dada la creciente ola de resistencia a los antimicrobianos.

Referencias

- Alfaro-Mora, R. (2018). Aspectos relevantes sobre Salmonella sp en humanos. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 34(3), 110-122.
- Antunes, P., Mourão, J., Campos, J., & Peixe, L. (2016). Salmonellosis: the role of poultry meat. *Clinical Microbiology And Infection*, 22(2), 110-121.
<https://doi.org/10.1016/j.cmi.2015.12.004>
- Apajalahti, J., Kettunen, A., & Graham, H. K. (2004). Characteristics of the gastrointestinal microbial communities, with special reference to the chicken. *World's Poultry Science Journal*, 60(2), 223-232. <https://doi.org/10.1079/wps200415>
- Aravena, C., Valencia, B., Villegas, A., Ortega, M., R, A. F., R, P. A., Saavedra, A., & Del Campo, R. (2019). Caracterización de cepas clínicas y ambientales de Salmonella enterica subsp. enterica serovar Heidelberg aisladas en Chile. *Revista Médica de Chile*, 147(1), 24-33.
<https://doi.org/10.4067/s0034-98872019000100024>.
- Ayala, A. T., Acuña, H. M. B., Calvo, M. T. A., Morales, J. L. V., & Chacón, E. C. (2016, 1 julio). Emergencia de β -lactamasa AmpC plasmídica del grupo CMY-2 en Shigella sonnei y Salmonella spp. en Costa Rica, 2003-2015.
<https://www.scielosp.org/article/rpsp/2016.v40n1/70-75/#>
- Background | Food safety and quality | Food and Agriculture Organization of the United Nations. (s. f.). <https://www.fao.org/food-safety/background/en/>
- Bailey, D. R. A. (2019). Salud del tracto digestivo de las aves:
- Berghaus, R. D., Thayer, S. G., Law, B. F., Mild, R. M., Hofacre, C. L., & Singer, R. S. (2013). Enumeration of Salmonella and Campylobacter spp. in Environmental Farm Samples and Processing Plant Carcass Rinses from Commercial Broiler Chicken Flocks. *Applied And Environmental Microbiology*, 79(13), 4106-4114.
<https://doi.org/10.1128/aem.00836-13>

Berghaus, R. D., Thayer, S. G., Law, B., Mild, R. M., Hofacre, C. L., & Singer, R. S. (2013).

Enumeration of Salmonella and Campylobacter spp. in Environmental Farm Samples and Processing Plant Carcass Rinses from Commercial Broiler Chicken Flocks. *Applied And Environmental Microbiology*, 79(13), 4106-4114. <https://doi.org/10.1128/aem.00836-13>

Cabrera, O. (2019, noviembre 11). Cómo salmonella se adapta & sobrevive en el pollo & en el ambiente. *aviNews*, la revista global de avicultura.

<https://avinews.com/como-salmonella-se-adapta-sobrevive-en-el-pollo-en-el-ambiente/>

Cabrera, O., & Cabrera, O. (2019, 18 noviembre). Cómo salmonella se adapta & sobrevive en el pollo & en el ambiente. *aviNews*, la Revista Global de Avicultura.

<https://avinews.com/como-salmonella-se-adapta-sobrevive-en-el-pollo-en-el-ambiente/#:~:text=Acerc%C3%A1ndose%20a%20los%20%C3%A1cidos%2C%20la,del%20pH%20del%20tracto%20digestivo.>

Cabrera, O., & Cabrera, O. (2021b, junio 2). Influencia de la microbiota sobre la salud intestinal de las aves. *aviNews*, la Revista Global de Avicultura. <https://avinews.com/influencia-de-la-microbiota-sobre-la-salud-intestinal-de-las-aves/?reload=yes>

Characterization of lactic acid bacteria isolated from the poultry intestinal environment with anti-Salmonella activity in vitro. (s. f.). <https://rdcu.be/dHygi>

Chiarle, A., & Chiarle, A. (2022a, enero 8). Nuevas tecnologías para la producción mundial de carne aviar y sus subproductos. *nutriNews*, la Revista de Nutrición Animal.

<https://nutrinews.com/nuevas-tecnologias-para-la-produccion-mundial-de-carne-aviar-y-sus-subproductos/>

Chittick, P., Sulka, A., Tauxe, R. V., & Fry, A. M. (2006). A Summary of National Reports of Foodborne Outbreaks of Salmonella Heidelberg Infections in the United States: Clues for Disease Prevention. *Journal Of Food Protection*, 69(5), 1150-1153.

<https://doi.org/10.4315/0362-028x-69.5.1150>

Cruz, L. C. F., Costa, T. F., Sampaio, S. A., Da Silva, N. G. D., De Abreu, J. M., Borges, K. F., Sales, G. M., De Sousa Andrade Alexandrino, S. L., Santos, F. R. D., & Minafra, C. S. (2022). Microbioma intestinal das aves e sua importância. *Research, Society And Development*, 11(2), e22411225583. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i2.25583>.

Colección Zoetis avicultura en práctica: manual necropsia/Zoetis. – 1. ed. – Campinas (SP): Formato IB, 2020.

De la Cruz, J. F. R., De Gante, A. V., Romero, L. A., & Cúe, J. L. G. (2017). Identificación de bacterias acidolácticas antagónicas de *Salmonella enterica* var. *Typhimurium* aisladas de queso artesanal. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(4), 785-797. <https://doi.org/10.29312/remexca.v8i4.7>

De Souza Oro, C., Ouros, C. C. D., Ribeiro, G. C., Santos, C. B. T. D., Okamoto, A. S., Hataka, A., De Moraes, G. N., Milbradt, E. L., & Filho, R. L. A. (2023). Evaluation of probiotic and glutamine in ovo on broilers challenged with *Salmonella Heidelberg*. *Journal Of Applied Poultry Research*, 32(1), 100328. <https://doi.org/10.1016/j.japr.2022.100328>

Díaz-López, E., Ángel-Isaza, J., & B, D. Á. (2017). Probióticos en la avicultura: una revisión. *Revista de Medicina Veterinaria/Revista Medicina Veterinaria*, 35, 175-189. <https://doi.org/10.19052/mv.4400>.

Ducatelle, R., Goossens, E., De Meyer, F., Eeckhaut, V., Antonissen, G., Haesebrouck, F., & Van Immerseel, F. (2018). Biomarkers for monitoring intestinal health in poultry: present status and future perspectives. *Veterinary Research*, 49(1). <https://doi.org/10.1186/s13567-018-0538-6>

Enteritis necrótica - Enfermedades de las aves. (s. f.). Elsitio Avicola.

<https://www.elsitioavicola.com/publications/6/enfermedades-de-las-aves/255/enteritis/>

Entrar | Centro de Biotecnología. (s. f.). <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/biotecnologia>

F_tecnica_salmonelosis_aviar_v2-2016.pdf. (s. f.). Recuperado 18 de abril de 2024, de
https://www.sag.gov.cl/sites/default/files/f_tecnica_salmonelosis_aviar_v2-2016.pdf

Figueira, S., Mota, B., Leonídio, A., Nascimento, G., & Andrade, M. A. (2014, 1 julio).

MICROBIOTA INTESTINAL DAS AVES DE PRODUÇÃO.

<https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/2829>.

Figura 1. Cambios espaciales de la microbiota intestinal de las aves. (s. f.). ResearchGate.

https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Cambios-espaciales-de-la-microbiota-intestinal-de-las-aves_fig1_344498781

Fooks, L., & Gibson, G. R. (2002). In vitro investigations of the effect of probiotics and prebiotics on selected human intestinal pathogens. *FEMS Microbiology Ecology/FEMS Microbiology, Ecology*, 39(1), 67-75. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6941.2002.tb00907.x>

Freire, T. T., Silva, A. L. T. E., Ferreira, B. K. O., & Santos, T. M. D. (2021a). Bactérias ácido lácticas suas características e importância: revisão. *Research, Society And Development*, 10(11), e513101119964. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i11.19964>

Galán, J. E., & Curtiss III, R. (1989). Cloning and molecular characterization of genes whose products allow *Salmonella typhimurium* to penetrate tissue culture cells. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 86(16), 6383-6387.

Garcia, K. O. [. (2010, 23 febrero). Infecção experimental de aves de postura (*Gallus gallus domesticus*) por cepas de *Salmonella enterica* sorovar Gallinarum (SG), SGNalr SGcobS e SGcobSchiA: Anatomopatologia, hemograma e perfil bioquímico sérico.
<http://repositorio.unesp.br/handle/11449/95970>.

Gast, R. K., Regmi, P., Guraya, R., Jones, D. R., Anderson, K. E., & Karcher, D. M. (2019). Contamination of eggs by *Salmonella Enteritidis* in experimentally infected laying hens of four commercial genetic lines in conventional cages and enriched colony housing. *Poultry Science*, 98(10), 5023-5027. <https://doi.org/10.3382/ps/pez222>

Guamán, R. M. A., Capa-Morocho, M., Yunga, V. H., & Sanchez, G. E. (2017). Cambios en la microbiota intestinal de las aves y sus implicaciones prácticas. *ResearchGate*.
https://www.researchgate.net/publication/323152630_Cambios_en_la_microbiota_intestinal_de_las_aves_y_sus_implicaciones_practicas

Guía ilustrado para aislamiento de Salmonella spp de origem avícola. - Portal Embrapa. (s. f.).
<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1065434/guia-ilustrado-para-isolamento-de-salmonella-spp-de-origem-avicola>

H&N INTERNATIONAL. (2021, 11 febrero). Chickens Breeding & Genetics Parent Stock and Layers H&N International. H&N International. <https://hn-int.com/>

Herrera, B. Y., & Jabib, R. L. (2015). Salmonelosis, zoonosis de las aves y una patogenia muy particular. *Redalyc.org*. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63638739002>.

Herrera, B. Y., A, S. P., & Cardona, A. J. (2015). Psitacosis y salmonelosis: zoonosis que involucran a las aves. *Revista Colombiana de Ciencia Animal Recia*, 7(1), 100.
<https://doi.org/10.24188/recia.v7.n1.2015.429>

Home | Food and Agriculture Organization of the United Nations. (s. f.). FAOHome.
<https://www.fao.org/>

<http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/3228/1/20142152.pdf>. (Girón, 2021).

Johana, F. V. K., Cristina, C. E. I., Lisett, W. L., & Antonio, C. A. J. (s. f.). CARACTERIZACIÓN DE LOS METABOLITOS DE BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS y EFECTO INHIBIDOR DE LAS BACTERIOCINAS EN MICROORGANISMOS PATÓGENOS EN ALIMENTOS: REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA, 2008-2012.

http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1657-95502014000100006&script=sci_arttext

Kaldhone, P., Foley, S. L., & Ricke, S. C. (2017). Salmonella Heidelberg in Layer Hens and Egg Production. En Elsevier eBooks (pp. 235-256). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-802582-6.00012-4>.

- Kers, J. G., Velkers, F. C., Fischer, E., Hermes, G. D. A., Stegeman, J., & Smidt, H. (2018). Host and Environmental Factors Affecting the Intestinal Microbiota in Chickens. *Frontiers In Microbiology*, 9. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.00235>
- Kohl, K. D. (2012). Diversity and function of the avian gut microbiota. *Journal Of Comparative Physiology. B, Biochemical, Systemic, And Environmental Physiology*, 182(5), 591-602. <https://doi.org/10.1007/s00360-012-0645-z>
- König, H. E., Korbel, R., Liebich, H., & Klupiec, C. (2016a). *Avian anatomy: Textbook and Colour Atlas*.
- Lee, K., Lim, S., Choi, H., Lim, S., Song, J., & An, D. (2014). Plasmid-mediated AmpC β -lactamase (CMY-2) gene in *Salmonella typhimurium* isolated from diarrheic pigs in South Korea. *BMC Research Notes*, 7(1). <https://doi.org/10.1186/1756-0500-7-329>.
- Maskell, D. J., Hormaeche, C. E., Johnson, K., & Dougan, G. (1986). Antigenic properties and protective capacity of the Vi antigen of *Salmonella typhi*. *Infection and immunity*, 53(1), 314-320.
- Mastroeni, P., & Maskell, D. (2009). *Salmonella* infections in the mouse model: host resistance factors and in vivo dynamics of bacterial spread and distribution in the tissues. *Microbes and infection*, 11(3), 417-425.
- MICROBIOTA INTESTINAL DAS AVES DE PRODUÇÃO.
- <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/2829>
- Muyyarikkandy, M. S., & Amalaradjou, M. A. R. (2017). *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus rhamnosus* and *Lactobacillus paracasei* Attenuate *Salmonella Enteritidis*, *Salmonella Heidelberg* and *Salmonella Typhimurium* Colonization and Virulence Gene Expression In Vitro. *International Journal Of Molecular Sciences*, 18(11), 2381. <https://doi.org/10.3390/ijms18112381>
- Nascimento, V. P., DO. (2018). *Salmonella Heidelberg* em aves e na saúde pública.

<http://hdl.handle.net/10183/183141>

Núñezj. (2022, 11 mayo). ¿Qué son las bacterias acidolácticas?

<https://infoalimentos.org.ar/temas/salud-y-alimentos/98-las-bacterias-acidolacticas>

Nutrition, E. (2023, 13 noviembre). El Manejo de la salud intestinal: un desafío clave en la producción de pollos de engorda libre de antibióticos (ABF). EW Nutrition. <https://ew-nutrition.com/es/managing-gut-health-key-challenge-abf-broiler-production/>

Pan, D., & Yu, Z. (2013). Intestinal microbiome of poultry and its interaction with host and diet. *Gut Microbes*, 5(1), 108-119. <https://doi.org/10.4161/gmic.26945>

Parra Huertas, Ricardo Adolfo. (2010). Bacterias ácido lácticas: Papel funcional en los Alimentos. *Biotechnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 8 (1), 93-105. Recuperado el 13 de abril de 2024, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612010000100012&lng=en&tlng=es.

Phytobiotics. (2021, 12 marzo). Charlas calientes: La alimentación del animal, el sistema inmunitario y la microbiota. All About Feed ES - Puerta A la Industria Global de Alimentación. <https://es.allaboutfeed.net/charlas-calientes-la-alimentacion-del-animal-el-sistema-inmunitario-y-la-microbiota/>

Reis, S. A., Calaça, K. L., De Paula Nascente, E., Damasceno, A. D., De Sá Jayme, V., & Andrade, M. A. (2020). Identification and antimicrobial resistance of *Salmonella enterica* isolated from live birds at commercial resellers. *Ciência Animal Brasileira*, 21. <https://doi.org/10.1590/1809-6891v21e-64646>

Renata, & Renata. (2022, 30 marzo). La importancia de la salud intestinal en la producción avícola – Parte I. aviNews, la Revista Global de Avicultura. <https://avinews.com/importancia-salud-intestinal-produccion-avicola/>

Requena, T. (2019, 18 noviembre). Bacterias lácticas en la alimentación y en la salud. DIGITAL.CSIC. <http://hdl.handle.net/10261/194782>

- Ruiz, M. J., Colello, R., Padola, N. L., & Etcheverría, A. I. (2017). Efecto inhibitorio de *Lactobacillus* spp. sobre bacterias implicadas en enfermedades transmitidas por alimentos. *Revista Argentina Microbiología/Revista Argentina de Microbiología*, 49(2), 174-177. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2016.10.005>
- Salud intestinal en las aves: el mundo interior - 2. (s. f.). Elsitio Avicola. <https://www.elsitioavicola.com/articles/2464/salud-intestinal-en-las-aves-el-mundo-interior-2/>
- Schokker, D., Smits, M. A., Hoekman, A. J. W., Parmentier, H. K., & Rebel, J. M. J. (2010). Effects of *Salmonella* on spatial-temporal processes of jejunal development in chickens. *Developmental and Comparative Immunology*, 34(10), 1090-1100. <https://doi.org/10.1016/j.dci.2010.05.013>
- Serrano, C., Jara, L. M., Chauca, L., & Shiva, C. (2021). Evaluación In Vitro de la capacidad probiótica de bacterias ácido lácticas aisladas de heces de cuyes (*Cavia porcellus*) de un Centro Experimental. *Salud y Tecnología Veterinaria*, 8(2), 40-46. <https://doi.org/10.20453/stv.v8i2.3871>
- Servin, A. L. (2004). Antagonistic activities of lactobacilli and bifidobacteria against microbial pathogens. *FEMS Microbiology Reviews*, 28(4), 405-440. <https://doi.org/10.1016/j.femsre.2004.01.003>
- Shinohara, N. K. S., Barros, V. B. de, Jimenez, S. M. C., Machado, E. de C. L., Dutra, R. A. F., & Lima Filho, J. L. de. (2008). *Salmonella* spp., importante agente patogênico veiculado em alimentos. *Ciência & Saúde Coletiva*, 13, 1675-1683. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232008000500031>
- Shinohara, N. K. S., De Barros, V. B., Jimenez, S. M. C., De Castro Lima Machado, E., Dutra, R. A. F., & De Lima Filho, J. L. (2008). *Salmonella* spp., importante agente patogênico veiculado em alimentos. *Ciência & Saúde Coletiva*, 13(5), 1675-1683. <https://doi.org/10.1590/s1413->

81232008000500031

- Stanley, D., Geier, M. S., Chen, H., Hughes, R., & Moore, R. J. (2015). Comparison of fecal and cecal microbiotas reveals qualitative similarities but quantitative differences. *BMC Microbiology*, 15(1). <https://doi.org/10.1186/s12866-015-0388-6>
- Stanley, D., Hughes, R., Geier, M. S., & Moore, R. J. (2016). Bacteria within the Gastrointestinal Tract Microbiota Correlated with Improved Growth and Feed Conversion: Challenges Presented for the Identification of Performance Enhancing Probiotic Bacteria. *Frontiers In Microbiology*, 7. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00187>
- Téllez, G., Latorre, J. D., Kuttappan, V. A., Kogut, M. H., Wolfenden, A. D., Hernández-Velasco, X., Hargis, B. M., Bottje, W., Bielke, L. R., & Faulkner, O. B. (2014). Utilization of rye as energy source affects bacterial translocation, intestinal viscosity, microbiota composition, and bone mineralization in broiler chickens. *Frontiers In Genetics*, 5. <https://doi.org/10.3389/fgene.2014.00339>
- Ufmg, S. C. D. C. U. U. (2016). Guia ilustrado para isolamento de Salmonella spp de origem avícola. <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1065434>.
- World Health Organization: WHO. (2020, 1 mayo). Campylobacter. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/campylobacter>
- Yonairo, B., & Leonel, R. (s. f.). Salmonelosis, zoonosis de las aves y una patogenia muy particular—Salmonelose, zoonose dos pássaros e uma patogênese muito particular.
- Yu, L., Verstegen, M., Tamminga, S., & Williams, B. A. (2005a). The role of the commensal gut microbial community in broiler chickens. *World's Poultry Science Journal*, 61(1), 95-104. <https://doi.org/10.1079/wps200445>
- Zhang, S., Wang, Q., Ye, J., Fan, Q., Lin, X., Gou, Z., Azzam, M. M., Wang, Y., & Jiang, S. (2023a). Transcriptome and proteome profile of jejunum in chickens challenged with *Salmonella Typhimurium* revealed the effects of dietary bilberry anthocyanin on immune

function. *Frontiers In Microbiology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1266977>