

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE ZOOTECNIA



**“LA ENRAMICINA COMO PROMOTOR DE CRECIMIENTO EN
POLLOS DE CARNE. II. EFECTO SOBRE RENDIMIENTO DE
PECHUGA, INMUNOCOMPETENCIA E INTEGRIDAD
INTESTINAL”**

Presentada por:

JHENNY VANESSA PAREDES MEDINA

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO ZOOTECNISTA**

LIMA – PERÚ

2023

Document Information

Analyzed document	TESIS VANESSA PAREDES.pdf (D167217395)
Submitted	2023-05-16 21:56:00
Submitted by	NICEAS CARLOS VILCHEZ PERALES
Submitter email	cvilchezp@lamolina.edu.pe
Similarity	10%
Analysis address	cvilchezp.unalm@analysis.orkund.com

Sources included in the report

W	URL: https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/5147/quichua-baldeon-rosalia... Fetched: 2022-07-20 18:28:17	 7
SA	Universidad Nacional Agraria La Molina / Tesis JIM ALVAREZ 14 de Agosto.docx Document Tesis JIM ALVAREZ 14 de Agosto.docx (D142911987) Submitted by: ottozea@lamolina.edu.pe Receiver: ottozea.unalm@analysis.orkund.com	 10
SA	Universidad Nacional Agraria La Molina / EFECTO DEL REEMPLAZO PROGRESIVO DE BACITRACINA METILENO DISALICILATO POR Enterococcus faecium SOBRE PERFORMANCE, MORFOMETRÍA INTESTINAL Y ÓSEA EN BROILERS.docx Document EFECTO DEL REEMPLAZO PROGRESIVO DE BACITRACINA METILENO DISALICILATO POR Enterococcus faecium SOBRE PERFORMANCE, MORFOMETRÍA INTESTINAL Y ÓSEA EN BROILERS.docx (D145308187) Submitted by: ottozea@lamolina.edu.pe Receiver: ottozea.unalm@analysis.orkund.com	 1
W	URL: https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5923292.pdf Fetched: 2019-11-14 19:01:16	 3
W	URL: https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.623739 Fetched: 2023-05-16 22:00:00	 4
W	URL: https://doi.org/10.19137/cienvet-20171914 Fetched: 2023-05-16 21:58:00	 1
SA	wpsa1142587453a.pdf Document wpsa1142587453a.pdf (D33475573)	 3
SA	Trabajo farmaco.docx Document Trabajo farmaco.docx (D33462421)	 1
W	URL: https://www.researchgate.net/publication/332218991_Rendimiento_productivo_de_pollos_de_engorde... Fetched: 2019-10-04 02:27:27	 1
W	URL: https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.579006 Fetched: 2023-05-16 21:59:00	 1
W	URL: https://doi.org/10.1079/bjn19550016 Fetched: 2023-05-16 21:59:00	 1

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE ZOOTECNIA

**“LA ENRAMICINA COMO PROMOTOR DE CRECIMIENTO EN
POLLOS DE CARNE. II. EFECTO SOBRE RENDIMIENTO DE
PECHUGA, INMUNOCOMPETENCIA E INTEGRIDAD
INTESTINAL”**

Presentada por:

JHENNY VANESSA PAREDES MEDINA

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO ZOOTECNISTA**

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Mg. Sc. Víctor Vergara Rubín
Presidente

Ph.D. Víctor Guevara Carrasco
Miembro

Ph. D. Otto Zea Mendoza
Miembro

Ph.D. Carlos Vílchez Perales
Asesor

DEDICATORIA

*A mi abuelito Jorge Medina
quien ha sido como un padre
para mí y a mi madre Georgina
Medina por su apoyo
incondicional y siempre creer
en mí.*

*A mis tíos Jorge, Arturo y
Diana Medina por siempre
estar conmigo durante todo
este tiempo.*

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Carlos Vélchez Perales por su orientación, paciencia, disponibilidad y su apoyo en todo momento en el proceso de la tesis.

A la Mg. Sc. Keyla Briones por su apoyo durante y después del proyecto de tesis.

A MONTANA S.A. por permitir el desarrollo de este proyecto.

A José Chacaliza por brindarme su apoyo y por formar parte de esta nueva etapa.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1	Promotores de crecimiento.....	3
2.1.1	Bacitracina.....	4
2.1.2	Enramicina.....	5
2.2	Inmunocompetencia.....	7
2.2.1	Bursa	8
2.2.2	Bazo	9
2.3	Integridad intestinal	10
2.3.1	Sistema de medición para la evaluación de la integridad intestinal	11
2.3.2	Lesiones entéricas	12
2.3.3	Enfermedades entéricas que afectan el rendimiento en pollos de engorde..	13
2.3.4	Mediciones relativas de órganos.....	15
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	17
3.1	Lugar y duración.....	17
3.2	Animales experimentales	17
3.3	Instalaciones y equipos	17
3.4	Alimentación	18
3.5	Descripción de los APC utilizados	18
3.6	Tratamientos	19
3.7	Dietas experimentales	19
3.8	Mediciones	23
3.8.1	Rendimiento de carcasa.....	23
3.8.2	Rendimiento de pechuga	23
3.8.3	Inmunocompetencia.....	23

3.8.4	Integridad intestinal	24
3.9	Análisis estadístico	26
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
4.1	Rendimiento de carcasa y pechuga	27
4.2	Inmunocompetencia.....	30
4.3	Integridad intestinal	32
V.	CONCLUSIONES	39
VI.	RECOMENDACIONES	40
VII.	BIBLIOGRAFÍA.....	41
VIII.	ANEXOS	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Composición de las dietas experimentales durante la etapa de Inicio (1 - 21 días)	20
Tabla 2: Composición de las dietas experimentales durante la etapa de Crecimiento (22 - 35 días)	21
Tabla 3: Composición de las dietas experimentales durante la etapa de Acabado (35 - 42 días)	22
Tabla 4: Puntuaciones para el score de salud intestinal	24
Tabla 5: Efecto de la enramicina sobre los rendimientos de carcasa y pechuga en pollos de 42 días de edad	27
Tabla 6: Efecto de la enramicina sobre los índices morfométricos y relación bursa/bazo en pollos de 42 días de edad	30
Tabla 7: Efecto de la enramicina sobre los índices intestinales en pollos broiler de 35 y 42 días	33

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Datos de Peso vivo, Peso carcasa y Peso de pechuga a los 42 días de edad en pollos de carne.....	61
Anexo 2. Ficha técnica de Bacitracina Metileno Disalicilato (BMD)	62

RESUMEN

El presente estudio tuvo por objetivo evaluar el efecto de la enramicina sobre el rendimiento de carcasa, pechuga, inmunocompetencia e integridad intestinal en pollos de engorde. Para el experimento se utilizaron 800 pollos BB machos de 1 día de edad que fueron distribuidos al azar entre 4 tratamientos con 8 repeticiones cada uno, donde los tratamientos utilizados fueron: T1: dieta basal, T2: T1 + Bacitracina Metileno Disalicilato (BMD) 11% (1kg/TM (110ppm) para el inicio y 0.5kg/TM (55 ppm) para crecimiento y acabado), T3 :T1 + Enramicina 8% (Producto A, dosis 125g/tn (10 ppm)) y T4:T1 + Enramicina 8% (Producto B, dosis 125g/TM (10 ppm)). Las dietas fueron suministradas *ad libitum*, las cuales fueron divididas en tres etapas: AABB Inicio (1 – 21 días), AABB Crecimiento (22 – 35 días) y AABB Acabado (36 – 42 días). Las muestras para evaluar los rendimientos de carcasa, pechuga e inmunocompetencia fueron tomadas a los 42 días y para la evaluación de la integridad intestinal se tomó muestras a los 35 y 42 días. Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza utilizando un Diseño Completamente al Azar y la comparación de medias se realizó mediante la Prueba de Duncan. Los resultados mostraron que el uso enramicina no afectaron ($P > 0.05$) el rendimiento de carcasa, rendimiento de pechuga e inmunocompetencia a los 42 días. El uso de enramicina influyó ($P < 0.05$) sobre el score de salud intestinal. Los parámetros de integridad intestinal: peso de ciego, peso de intestino y longitud intestinal no se vieron afectados ($P > 0.05$) por el uso de enramicina a los 35 y 42 días. Se concluye que el uso de enramicina no afecta el rendimiento de carcasa, rendimiento de pechuga, inmunocompetencia y parámetros de integridad intestinal como peso de ciego, peso de intestino y longitud intestinal.

Palabras clave: pollo, enramicina, bacitracina, inmunocompetencia, integridad intestinal.

ABSTRACT

The objective of the present study was to evaluate the effect of enramycin on carcass and breast yield, immunocompetence and intestinal integrity in broilers. In this experiment, 800 1-day-old male BB chickens were used, which were randomly distributed among 4 treatments with 8 repetitions each, the treatments used were: T1: basal diet, T2: T1 + Bacitracin Methylene Disalicylato (BMD)11% (1kg/MT (110 ppm) for the beginning and 0.5kg/tn (55 ppm) for growth and finishing), T3: T1 + Enramycin 8% (Product A, dose 125g/MT (10 ppm)) and T4: T1 + Enramycin 8% (Product B, dose 125g/MT (10 ppm)). The diets were supplied ad libitum, which were divided into three stages: AABB Start (1 – 21 days), AABB Growth (22 – 35 days) and AABB Finish (36 – 42 days). The samples to evaluate the yields of carcass, breast and immunocompetence were taken at 42 days and the samples for the evaluation of the intestinal integrity were taken at 35 and 42 days. Registered data were submitted to analysis of variance using a Completely Randomized Design and for mean comparison Duncan Test was employed. The results showed that the use of enramycin did not affect ($P > 0.05$) carcass yield, breast yield and immunocompetence at 42 days. The use of enramycin influenced ($P < 0.05$) the intestinal health score. Intestinal integrity parameters: cecum weight, intestine weight and intestinal length were not affected ($P > 0.05$) by the use of enramycin at 35 and 42 days. In conclusion the use of enramycin did not affect carcass yield, breast yield, immunocompetence and intestinal parameters such as cecum weight, intestine weight and intestinal length.

Key words: broilers, enramycin, bacitracin, immunocompetence, intestinal integrity

I. INTRODUCCIÓN

El consumo de la carne de pollo a nivel nacional se ha incrementado con el transcurrir de los años, sin embargo, este consumo se vio mermado por el Covid – 19 siendo así que el consumo per cápita de 51.1 kg/hab/año registrado en el año 2019 descendió a 49.83 kg/hab/año en el 2020, sin embargo, los datos registrados por SIEA (Sistema Integrado de Estadística Agraria) arrojan que el consumo per cápita va en aumento desde el mes de Mayo 2021 en comparación con el mismo mes del año 2020, además se debe tener en cuenta que la carne de pollo es una de las principales fuentes de proteína animal por el bajo costo comparado con otras carnes del sector agropecuario (MIDAGRI, 2021).

Los antibióticos son usados como promotores de crecimiento con el fin de mejorar factores productivos como: mayor aumento de peso y mejor conversión alimenticia. Estos al ser aplicados en bajas dosis modulan la microbiota intestinal suprimiendo a las bacterias entero patógenas, relacionándolo así con la salud intestinal y la respuesta inmune del ave, si las aves presentan el síndrome clínico de inmunosupresión esto va a generar una dificultad para ofrecer resistencia a las enfermedades lo que va a comprometer la respuesta productiva del lote (Perozo *et al.* 2004). Es por ello que la integridad intestinal del pollo juega un rol principal, ya que es uno de los aspectos más importantes para que el ave pueda alcanzar el peso y la conversión alimenticia esperados (Ferket, 2007), además se sabe que los peligros contra la salud intestinal, presentes en todas las integraciones avícolas, son las coccidias y la enteritis bacteriana (Palacios, 2009).

El uso de antibióticos como promotores de crecimiento causan controversia debido a los posibles residuos en la carcasa y además que podrían causar resistencia microbiana que puede ser transmitida a las personas generando riesgos para la salud humana, lo que ha conllevado a que algunos países prohíban el uso de estos antibióticos (Cepero, 2006;

Espinoza, 2017; Torok *et al.* 2011); sin embargo, en el Perú debido a la poca actividad regulatoria se continua con el uso de ciertos antibióticos como promotores de crecimiento, tal es el caso de la Enramicina, Bacitracina Metileno Disalicilato (BMD), entre otros. Debido al gran tamaño molecular de la Enramicina este no es absorbido por el tracto gastrointestinal (Espinoza, 2017) por lo que sigue comercializándose. Ngoh *et al.* 2018 realizó un estudio suministrando Enramicina a 23 ppm (inclusión por encima de los límites sugeridos 3 a 10 ppm (Ilender Corp, 2011 citado por Guaranga, 2012) encontrando residuos en músculo y piel con grasa por debajo de los límites de calificación.

En vista de que se sigue utilizando la Enramicina como promotor de crecimiento es necesario continuar con diferentes investigaciones de este antibiótico que aun continua en el mercado. Es por ello, que el presente estudio tiene como objetivo evaluar el efecto de la Enramicina como un promotor de crecimiento sobre el rendimiento de pechuga, inmunocompetencia e integridad intestinal en pollos de carne.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Promotores de crecimiento

Los promotores de crecimiento son sustancias naturales o sintéticas utilizados en la producción de animales de granja, los cuales son empleados en bajas dosis para no alterar significativamente la composición del alimento (Dabieri *et al.* 2009, citado por Medina, 2014).

Existen diversos tipos de promotores de crecimiento, clasificándose en 6 categorías (Sala, 1989, citado por León, 2012):

- Agentes antimicrobianos
- Agentes microbióticos (probióticos)
- Agentes enzimáticos
- Agentes anabólicos
- Agentes reparticionadores (beta – agonistas)
- Hormona de crecimiento

Los antibióticos se encuentran dentro del grupo de agentes antimicrobianos, los cuales pueden ser usados como antibióticos promotores de crecimiento (APC) al ser administrados en dosis sub terapéuticas durante periodos prolongados (Ortiz, 2010), estos generalmente son usados para maximizar el potencial genético de las aves promoviendo su crecimiento y protección sanitaria (Mokhtari *et al.* 2010). Estos actúan modificando la microflora bacteriana o su actividad, de tal manera que disminuyen la carga bacteriana y el estrés inmunológico que pueden causar estos patógenos, pudiéndose así aprovechar más los nutrientes que se encuentran disponibles en el TGI para el crecimiento del animal (Rosas,

2014). Sin embargo, existe la preocupación de que la utilización de estos antibióticos promotores de crecimiento ponga en riesgo la salud humana causado por la presencia de residuos en los productos de origen animal, además de que al ser administrados a niveles sub terapéuticos en las dietas de los animales podría conducir al desarrollo de resistencia bacteriana (Toghyani *et al.* 2015; Torok *et al.* 2011). A pesar de que hayan señalado la idea de que al retirar los APC se podría reducir el riesgo de crear resistencia de las bacterias a los antibióticos (Belote *et al.* 2018), también han demostrado que, si bien al haber retirado los APC se mejoró los problemas de salud y bienestar en cerdos, también se generó un aumento de un 10% en el uso de antibióticos terapéuticos (Jensen y Hayes, 2014). Por otro lado, algunos autores mencionan que al optimizar las condiciones de producción ya sea ambiente, higiene y dieta los resultados productivos de los APC se reducen (Belote *et al.* 2018), ya que su efecto se basa en la interacción con su microbiota intestinal (Ortiz, 2010).

2.1.1 Bacitracina

La Bacitracina es un antibiótico polipeptídico compuesto por una mezcla de polipéptidos no ribosómicos (Neuman y Suen, 2015) aislado de *Bacillus licheniformis* donde la Bacitracina Metileno Disalicilato (BMD) es producto de la reacción de los subproductos de *B. licheniformis*, la bacitracina y el ácido metileno salicílico (Chen *et al.*, 2021). Este antibiótico es conocido por su acción contra las bacterias Gram positivas (Engberg *et al.* 2000) como: *Streptococcus spp.*, *Staphilococcus spp.*, *Clostridium spp.*, *Fusobacterium spp.* y *Actinomyces spp.* (Proctor y Philips, 2019); sin embargo, no inhibe a los probióticos intestinales como: lactobacilos, bifidiobacterias y los bacilos (Chen *et al.*, 2021).

El BMD es un polipéptido de gran peso molecular (Zambrano, 2017) cuyo valor es de 1422,69 g/mol por lo que no es absorbido a nivel intestinal (Gadde *et al.* 2018).

2.1.1.1 Mecanismo de acción

El principal mecanismo de acción de la bacitracina es inhibir la síntesis de la pared celular bacteriana al inhibir la desfosforilación del pirofosfato e impedir el transporte y la síntesis de precursores de peptidoglicano (Butaye *et al.* 2003).

Este antibiótico ha sido ampliamente usado, estudios han demostrado que la adición de antibióticos en las dietas causa un cambio en las poblaciones microbianas intestinales lo que podría desencadenar una mejora en la conversión alimenticia y ganancia de peso (Collier *et al.* 2003).

Manafi *et al.* (2017) realizaron un estudio utilizando BMD y un probiótico (*Bacillus subtilis*), donde concluyeron que al adicionar estos productos (BMD o *Bacillus subtilis*) a la dieta basal se aumentó significativamente ($P < 0.01$) la ganancia de peso y disminuyó la conversión alimenticia a los 42 días de edad en pollos de engorde; sin embargo, en otra investigación Adewole *et al.* (2021) no obtuvo diferencias significativas entre sus tratamientos con BMD y dieta basal respecto a la ganancia de peso (2,460 g y 2,449 g respectivamente) y conversión alimenticia (1.46 y 1.50 respectivamente) en pollos de 36 días de edad.

Existe la preocupación de la resistencia que podría generar los antibióticos por lo que se han realizado investigaciones acerca de esto, como es el caso de Silva *et al.* (2009) donde al evaluar el efecto de la bacitracina sobre cepas de *Clostridium perfringens* aisladas de pollos de engorde, reportaron haber encontrado que 26 (47.3%) cepas se consideraron resistentes, mientras que 5 (9.1%) y 24 (43.6%) cepas mostraron una concentración mínima inhibitoria (CMI) baja y moderada respectivamente, sin embargo, Chalmers *et al.* (2008) reportaron un 95% de cepas resistentes contra *Clostridium perfringens*, caso contrario fue lo reportado por Johanson *et al.* (2004) donde encontraron una baja resistencia en aislados suecos y daneses, países en los que ya no se utilizaba la bacitracina (Silva *et al.* 2009).

2.1.2 Enramicina

La Enramicina o también conocida como Enduracidina es un antibiótico polipeptídico producido por el hongo *Streptomyces fungicidicus* (Sumano y Gutiérrez, 2010).

La Enramicina está formado por dos moléculas: Factor A y Factor B (Sumano y Gutiérrez, 2010) diferenciados por un carbono que se encuentra unido a la cadena lipídica (Espinoza, 2017). Debido al gran tamaño molecular de la Enramicina (Factor A: 2355,30 g/mol y Factor B: 2369,32 g/mol) (Ficha técnica GOLDBIO) este no es absorbido en el tracto

gastrointestinal, por lo que permanece en el lumen intestinal (Espinoza, 2017) lo que sería una ventaja.

Este antibiótico tiene acción contra las bacterias Gram - positivas, inhibiendo la síntesis de peptidoglicanos para la pared celular bacteriana (componente principal de la pared celular) alterando así su pared celular y provocando su posterior lisis (Ficha técnica MONTANA). Este antibiótico posee una alta actividad contra el *Clostridium perfringens*, el cual es responsable de la enteritis necrótica en aves (Sumano y Gutiérrez, 2010), por lo que es menos probable que interfiera con otros tipos de bacterias del intestino (Vargas, 2010). La Enramicina actúa inhibiendo a las enzimas que utiliza el *Clostridium* para penetrar la pared del intestino, la manera en cómo la enramicina se une a los microorganismos hace menos probable que las aves desarrollen resistencia a la Enramicina, por lo que representa una ventaja de entre los APC (Vargas, 2010). El estudio realizado por Hassan et al. (2010) demostraron que la enramicina mostró un efecto significativo al disminuir la *Escherichia coli* intestinal, sin embargo, no mostró un efecto significativo sobre la *Salmonella spp.*, donde al inhibir el crecimiento de estas bacterias patógenas en el tracto gastrointestinal genera un beneficio para la salud de los animales.

Años atrás ya se hablaba de la baja toxicidad que tenía la Enramicina comparado con otros antibióticos como la Bacitracina, como lo menciona Goto *et al.* 1968, estudios posteriores mostraron que al utilizar una dosis de 675 ppm (67 veces la dosis máxima recomendada de 10 ppm) suministrado durante un mes, no fueron observados efectos adversos; además de ello se menciona la concentración mínima inhibitoria (CMI) la cual es una referencia útil tanto de la eficacia como el valor de los antibióticos que son suministrados en el alimento, donde una CMI baja significaría que el producto está ejerciendo su efecto inhibitorio con menores dosis administradas en las aves, lo que estaría dentro de la promoción de la reducción periódica del uso de antibióticos en las producciones comerciales, contribuyendo en la reducción de la probabilidad de la evolución de cepas patógenas resistentes al antibiótico (Boletín técnico MSD).

Varios estudios demostraron que el microbioma fecal tiene relación con el rendimiento de los pollos de engorde, por ejemplo (a nivel de género) un estudio demostró que el género *Lactobacillus* fue mayor en pollos de engorde con una conversión alimenticia (CA) baja en

comparación con pollos con una CA alta (Singh et al. 2012), así como reportó Chen et al. (2020) donde observaron que la abundancia del género *Lactobacillus* en las heces de pollos se vio incrementada en pollos con una CA baja en su grupo tratado con enramicina, lo que podría ser un factor significativo en el desempeño del rendimiento del ave.

2.1.2.1 Mecanismo de acción

La Enramicina inhibe la síntesis de los peptidoglicanos al inhibir la enzima transferasa MurG o la transglicosilasa bacteriana, mediante la unión de la Enramicina a sus sustratos (Lípido I y Lípido II) donde la Enramicina al unirse al precursor Lípido I inhibe la enzima MurG y al unirse al Lípido II evita la transglicosilación de la biosíntesis del peptidoglicano ya que deja sin sustrato a la enzima transglicosilasa (Fang *et al.* 2006).

La Enramicina es usado como promotor de crecimiento debido a que incrementa la ganancia de peso y mejora la conversión alimenticia (CA) tal como lo reportaron Kamran *et al.* (2013), donde obtuvieron una CA de 1.48 y 1.49 utilizando Enramicina y Zinc Bacitracina respectivamente al compararlo con su grupo control (sin antibióticos) que dio un resultado de 1.56. Asimismo, Hassan *et al.* (2010) al evaluar la CA obtuvo mejores resultados ($P < 0.001$) al suministrar enramicina comparado con su grupo control obteniendo resultados de 1.68 y 1.72 respectivamente, también Guaranga (2012) obtuvo mejores resultados en la ganancia de peso a los 49 días usando una dosis de 100g/tn de enramicina respecto a grupos suplementados con diferentes niveles de Enramicina (0g/tn, 75g/tn, 125g/tn) en el alimento.

Wang *et al.* (2016) obtuvieron una mejor conversión alimenticia ($P < 0.05$) al suministrar Enramicina con respecto a su grupo control (dieta basal sin Enramicina) teniendo como resultados 1.54 y 1.65 respectivamente en pollos de engorde de 42 días de edad, así como una mejor ($P < 0.05$) ganancia diaria promedio 59.2 y 56.6 (con Enramicina y grupo control respectivamente).

2.2 Inmunocompetencia

El sistema inmune está formado por órganos linfoides, estos pueden dividirse en órganos linfoides primarios y secundarios. Los órganos linfoides primarios se desarrollan en estadios

fetales temprano como son el timo y la bolsa de Fabricio también llamada bursa. Los linfocitos inmaduros migran desde la médula ósea hasta un órgano específico para poder continuar con su desarrollo, siendo así que los linfocitos T maduran en el timo y los linfocitos B en la bursa en el caso de las aves (Tizard, 2009).

A diferencia de los órganos linfoides primarios, los órganos linfoides secundarios se originan durante la vida fetal tardía y continua en el individuo adulto. El bazo, es uno de los órganos linfoides secundarios (Tizard, 2009).

Existen diversos factores que pueden afectar el tamaño de los órganos linfoides, como la genética de las aves, agentes infecciosos: virus como Gumboro, Reovirus, Marek, Anemia infecciosa aviar y/o Newcastle o en su defecto toxinas bacterianas (Carabaño, 1999; Soto, 1996), además de agentes no infecciosos como antibióticos, temperatura ambiental o estrés, todo ello puede causar la inmunosupresión del ave afectando la capacidad de sintetizar anticuerpos (Perozo-Marin *et al.* 2004) produciendo en el ave una susceptibilidad a infecciones secundarias, lo que desencadenará en una mala conversión alimenticia, aumento de la mortalidad, incremento de costos , y por consiguiente una baja producción del lote (Tambini *et al.*, 2010).

Actualmente se usan antibióticos en las dietas de las aves; sin embargo, su eficacia depende de la funcionalidad del sistema inmune, si este está disminuido o dañado, el antibiótico no dará una respuesta adecuada (FEDNA).

2.2.1 Bursa

La bolsa de Fabricio o bursa es un órgano redondeado propia de las aves el cual se puede observar macroscópicamente como un saco ciego que se encuentra ubicado dorsalmente a la cloaca. La bursa está formada estructuralmente por pliegues los cuales desembocan en un ducto central, el cual tiene comunicación entre el lumen de la bursa y el lumen intestinal (Gómez *et al.* 2010).

La bolsa de Fabricio va aumentando de tamaño a medida que el pollito crece, logrando su

máximo entre las 8 a 10 semanas después de la eclosión (Olah *et al.* 2014), y se va retrayendo a medida que el ave continua su crecimiento, es por ello que en aves de 56 días es difícil su identificación. Durante la madurez sexual continua la involución por lo que puede verse atrofiada, sin embargo, continúa siendo funcional (Colin, 2015 citado por Mier y Parra, 2016). Olah *et al.* (2014) menciona que el proceso de regresión de la bursa se completa entre los 6 y 7 meses de edad.

La bursa está relacionada con la respuesta inmunológica debido a que este es un órgano primario involucrado en la linfopoyesis de células B, la maduración de linfocitos, y la diferenciación y desarrollo de los anticuerpos (Ifrah *et al.* 2017) cuando el ave se ve afectada por un antígeno, causando diferentes grados de inmunosupresión, además de ser un órgano diana para el virus que ocasiona la enfermedad de Gumboro (Torrubia, 2009). Diferentes condiciones patológicas como enfermedades infecciosas, micotoxinas entre otros, pueden tener un impacto en el tamaño de este órgano, por ejemplo, Anemia infecciosa aviar (CAV), Enfermedad infecciosa de la bursa (IBD) también conocida como Gumboro, Marek, Reovirus y micotoxinas (Cazaban *et al.*, 2015).

2.2.2 Bazo

El bazo es un órgano linfoide secundario, que cumple con la generación de la respuesta inmune por ausencia de ganglios linfáticos en las aves. Aunque este no sea un sitio primario para la proliferación y diferenciación de linfocitos independientes de antígenos, este cumple una función en la linfopoyesis, tal es el caso de que en éste los progenitores de las células B reordenan sus genes de inmunoglobulinas G antes de dirigirse a la bursa (Mier y Parra, 2016).

El bazo se encarga de captar los antígenos provenientes de la sangre, eliminando partículas antigénicas como microorganismos sanguíneos, restos celulares y células sanguíneas viejas, para lo cual está conformado dos tipos de tejido: la pulpa roja que se utiliza en la filtración de la sangre y la pulpa blanca, rica en linfocitos donde ocurren las respuestas inmunes. Su función de filtración y tejido linfático hacen que este órgano sea importante para la respuesta inmune (Tizard, 2009).

Existen criterios para la evaluación de la capacidad de defensa del sistema inmune, desde una evaluación clínica donde se indique la severidad y frecuencia de un proceso infeccioso, así como la evaluación macroscópica, donde se determina el tamaño, peso y apariencia de los órganos linfoides, otro indicador es una evaluación microscópica de los órganos linfoides (Perozo–Marín *et al.* 2004).

La medida del índice morfométrico es un método sencillo que se puede utilizar para la evaluación en campo de la parvada, de esta manera se mantendrá un monitoreo del status inmunológico de las aves. Para ello se pueden calcular: el índice peso bursa/peso corporal (Ibu), el índice peso Bazo/ peso corporal (Iba) y el índice peso Timo/ peso corporal (Perozo–Marín *et al.* 2004). Giambrone (1996) menciona que el Ibu puede ser relacionado con la inmunosupresión cuando este es 1 o menor a 1, así mismo menciona que un adecuado valor esta entre 2 a 4 en aves de 3 a 6 semanas de edad. En el estudio realizado por Tambini *et al.*, (2010) mencionaron que el Ibu evidenció una atrofia moderada y una severa depleción linfoide en la bursa, lo cual hace consistente el utilizar esta metodología para una evaluación rápida en campo.

La relación que existe entre el peso de la Bolsa de Fabricio y el peso del bazo (bursa/bazo), también puede ser utilizado como un indicador del estado inmunológico del lote (Ulloa, 1999). Pulido *et al.* (2001) utilizó esta relación como un indicador de inmunocompetencia en aves vacunadas contra la enfermedad de Gumboro, en una zona endémica de esta enfermedad, reportando que valores superiores a 2 pueden ser considerados como propios de una adecuada inmunocompetencia. El programa de seguimiento de la bursa y bazo es un método sencillo, que nos ayuda en los análisis de los programas de vacunación, rendimiento de las vacunas utilizadas y la detección de un desafío viral en campo (Saif, 2006).

2.3 Integridad intestinal

El tracto gastrointestinal (TGI) cumple una función de barrera entre el tejido y el lumen del ave (Maguiño, 2021) lo que impide la absorción de sustancias no deseadas como toxinas, microorganismos y al mismo tiempo permitir la absorción de nutrientes (Lodemann, 2010) manteniendo así un equilibrio, sin embargo, cuando estas funciones de barrera se ven comprometidas por el estrés metabólico, microorganismos patógenos, lesiones, el manejo o

el ambiente pueden alterar su equilibrio, generando cambios negativos en la conversión alimenticia y/o eficiencia del crecimiento del ave (Hughes, 2005 citado por Maguiño, 2021).

La integridad intestinal es decir la salud intestinal del pollo es uno de los aspectos más importantes para que el ave pueda alcanzar el peso y la conversión alimenticia esperados (Ferket, 2007), además se sabe que los peligros contra la salud intestinal presentes en todas las integraciones avícolas son las coccidias y la enteritis bacteriana (Palacios, 2009).

La microflora existente en el tracto gastrointestinal ofrece un efecto benéfico ya que proporciona nutrientes (producto de la fermentación) y protección (colonización intestinal por patógenos), sin embargo esta microbiota también tiene efectos en contra ya que compete por los nutrientes con el huésped, estimula el recambio de células epiteliales absorptivas, estimula el sistema inmune y la respuesta inflamatoria, lo que conlleva a un gasto de energía a expensas de la eficiencia en el desarrollo (Ortiz, 2010), los APC se acumulan en las células inflamatorias y mejoran la muerte intracelular de las bacterias, inhibiendo la respuesta inmune (Labro, 2000), por lo tanto el uso de APC disminuyen el costo catabólico de mantener esa respuesta inmune al permitir más recursos dedicarse a los procesos anabólicos (Niewold, 2007) (Cardinal et al. 2019).

2.3.1 Sistema de medición para la evaluación de la integridad intestinal

En las explotaciones avícolas se presentan problemas a nivel de tracto gastrointestinal, lo que hace necesario una evaluación de la salud intestinal del ave priorizando así una evaluación rápida y un diagnóstico oportuno en el campo (Maguiño, 2021).

2.3.1.1 ISI (I See Inside)

La metodología I See Inside (ISI), descrito por Kraieski *et al.* (2017) y adaptado por Belote *et al.* (2018), es una evaluación métrica de las alteraciones histológicas que ocurren en el intestino y el hígado, cuyas alteraciones se evalúan con números, a nivel macroscópico y microscópico, permitiendo su correlación con el rendimiento zootécnico del animal (Belote *et al.* 2019).

Belote *et al.* (2019) realizó evaluaciones en pollos desafiados con *Eimeria sp.*, reportando que los datos obtenidos demuestran que mientras más elevados son los puntajes de la evaluación ISI, peor son los resultados de rendimiento zootécnico en los pollos de engorde, por lo tanto, un bajo valor del ISI, podría interpretarse como una mejor integridad intestinal del ave. Las lesiones causadas por coccidias también se pueden evaluar. El modelo de Johnson y Reid (1970) proporciona una clasificación numérica de las lesiones intestinales causadas por coccidias que van desde 0 hasta 4, dependiendo la gravedad y para los demás parámetros, de integridad intestinal, se dan valores de 0 o 1, si la evaluación es negativa o positiva respectivamente. La evaluación ISI, permitió comparar numéricamente el efecto de diferentes tratamientos en la salud intestinal (Belote *et al.* 2018), además si se presentase una mala salud intestinal, este afectaría la calidad de la cama, lo que causara un impacto en el sistema locomotor y el tegumento, perjudicando indirectamente el acceso del ave hacia el alimento y agua agravando de esta forma la salud intestinal del ave (Kraieski *et al.* 2017).

2.3.2 Lesiones entéricas

Factores infecciosos y no infecciosos pueden influir en la salud intestinal (Pantin- Jackwood, 2013) se han encontrado diferentes virus los cuales son causantes de infecciones a nivel de tracto gastrointestinal, tenemos entre los conocidos al rotavirus, astrovirus, coronavirus, enterovirus, adenovirus, paramixovirus y reovirus (Guy, 1998), por ejemplo el astrovirus del pollo provoca diarrea leve en pollos de un día de edad (Baxendale y Mebatsion, 2004), el rotavirus provoca el aumento del paso de los excrementos cecales, la distensión del ciego y una atrofia de las vellosidades intestinales (McNulty *et al.* 1983) (Meulemans *et al.* 1985). Existen factores nutricionales que pueden afectar la salud intestinal (Ter Venn *et al.* 2017) como la granulometría, calidad y presentación del alimento (Orozco, 2019), calidad del agua ya que el pH debe mantenerse ligeramente ácido (5.5 y 7) ya que la alcalinidad reduce la actividad de algunas enzimas digestivas (Ovidio, 2019), micotoxinas, grasas rancias, factores anti nutricionales en los insumos, polisacáridos no amiláceos, niveles altos de sodio en el alimento (Maguiño, 2021).

También factores ambientales como temperatura, humedad además del manejo pueden influir en una adecuada salud intestinal ya que se presentará estrés en las aves causando una inmunosupresión, reducción del consumo de alimento, reducción de la digestión

desencadenando un problema intestinal (Ovidio, 2019).

El mantener una buena salud intestinal consiste en prevenir más que solucionar los problemas, buscando una buena asimilación de los nutrientes en el TGI ya que al tener mayor cantidad de nutrientes no digeridos en el intestino grueso estos pueden ser asimilados por los patógenos ayudando así a la proliferación de bacterias, protozoos, hongos e incluso virus, este incremento de nutrientes en el intestino grueso puede deberse a un exceso de nutrientes en la dieta o a una digestión subóptima (Ovidio, 2019).

Las lesiones pueden ser causadas por coccidiosis, ésta es una enfermedad entérica causada por varios parásitos protozoarios del género *Eimeria*, infectando el tracto gastrointestinal, dependiendo la localización de las lesiones estas se pueden dividir en cecales causadas por *E. tenella* y en el intestino delgado causadas por *E. acervulina* y *E. máxima* siendo estas las más prevalentes. Estas coocidias pueden causar desintegración local de la barrera de la mucosa del intestino (asociado con la inflamación del tejido), diarrea sanguinolenta, enteritis, síndrome de shock e incluso la muerte en casos severos (Belote *et al.*, 2019; Bernal y Valle, 1995). La coccidiosis no solo disminuye la función de la barrera intestinal, sino que se aumenta la susceptibilidad a las infecciones bacterianas (Chapman, 2014). Las infecciones por coocidias inducen una respuesta inflamatoria mediadas por las células T para la génesis de mucina intestinal, la cual es aprovechada como sustrato por *C. perfringens* (Collier *et al.*, 2008). A parte de haberse observado que infecciones producidas por *Eimeria* spp. inducen respuestas inflamatorias, estas aceleran el estrés oxidativo (Sepp *et al.*, 2012). Además, condiciones estresantes para el ave pueden aumentar la producción de radicales libres (Liu *et al.*, 2015). Settle, 2014 reporta que el BMD funciona eficazmente como eliminador de radicales hidroxilo y superóxido y redujo el estrés oxidativo, al eliminar los radicales libres en el intestino se reduce el estrés oxidativo y esto conlleva a reducir la inflamación intestinal asociada a la alimentación, además menciona que el reducir el estrés oxidativo podría llevar a una disminución del consumo de alimento y una mejora de la conversión alimenticia.

2.3.3 Enfermedades entéricas que afectan el rendimiento en pollos de engorde

La microflora intestinal forma parte del sistema digestivo de todos los animales (Apajalahti y Kettunen, 2002) y juega un rol importante en la mantención de la homeostasis intestinal

(Lee et al. 2010). Tras la eclosión, los pollitos ingieren gérmenes ubicuos que provocarán el desarrollo del microbiota intestinal, generando cambios en ésta a medida que el ave crece al igual que cambia la estructura y funcionalidad del intestino delgado (Ortiz, 2007). Los microorganismos intestinales que se encuentran asociados a la reducción del crecimiento del ave y que resultan inhibidos por agentes antibacterianos no han sido identificados, sin embargo, datos experimentales demuestran que el *Clostridium perfringens* es un agente causal (Mateos et al. 2002).

Clostridium perfringens es una bacteria Gram positiva anaerobia que puede encontrarse en el piso, polvo, heces, alimento y cama de los pollos. Esta bacteria es el agente causal de la Enteritis Necrótica (EN), tiene como signos clínicos la depresión, plumas erizadas, falta de apetito, diarrea y, en casos severos, una elevada mortalidad. Las principales lesiones que se presentan son el agrandamiento o inflamación de los intestinos con una coloración que va desde claro a marrón, con pseudomembranas diftéricas y un fluido acuoso marrón-sanguinolento. Además, se puede observar con mayor frecuencia las lesiones en el asa descendente del duodeno hacia el yeyuno, y ocasionalmente en el íleon. La EN se manifiesta principalmente en pollos de engorde de 10 a 28 días de vida (Hofacre, 2018). Además, el virus del IBD se considera un factor importante que contribuye en la EN porque afecta las células linfoides, dirigiéndose específicamente a la bursa de Fabricio, y al estar infectadas por este virus a menudo tienden a presentar infecciones secundarias como *Clostridium perfringens* y *Escherichia coli* (Lee et al. 2011). El daño causado por *Eimerias spp.* y *Clostridium perfringens* en la mucosa del intestino conduce a una disminución en la absorción (Hofacre, 2003), lo que a su vez está relacionado con la inflamación, lo que aumenta las demandas de energía (Kogut y Klasing, 2009) citado por Belote al. (2018).

La microbiota intestinal depende no solo de la dieta sino también de las condiciones del medio. Camas sucias son fuentes continuas de bacterias (Apajalahti y Kettunen, 2002). Es por ello que las bacterias tienen un fuerte impacto en el rendimiento, salud y bienestar de las aves, así como en la seguridad alimentaria (Hofacre, 2018). Por ello debemos ser capaces de controlar la colonización del intestino en el pollito de un día de edad y mantener una “microbiota ideal” en el resto de la vida del ave, lo que será beneficioso para su salud y la producción (Ortiz, 2007).

Liu et al. (2021) reportaron que la enramicina puede reducir la expresión del factor inflamatorio y también restaurar la barrera física intestinal lo que ayudaría a reducir las puntuaciones de las lesiones intestinales.

En el estudio realizado por Adewole *et al.*(2021) donde utilizaron BMD reportaron que no obtuvieron diferencias significativas al comparar los valores ISI entre su grupo control con el grupo alimentado con BMD obteniendo resultados de 5.28 y 4.35, respectivamente, para ninguno de los segmentos del intestino (duodeno, yeyuno e íleon); sin embargo, si obtuvieron una diferencia ($P < 0.05$) al comparar el íleon de su grupo OE (dieta basal + ácidos orgánicos + aceites esenciales) con su grupo control y su grupo con BMD, obteniendo un mayor score (6.60) en el grupo OE, en base a estos resultados mencionan que este alto valor ISI podría deberse a una respuesta inflamatoria intestinal basal.

2.3.4 Mediciones relativas de órganos

El tamaño y la estructura del tracto gastrointestinal son indicadores que se pueden usar para predecir el efecto de los componentes del alimento sobre la función y desarrollo de los órganos de las aves (Moon et al. 2022). Los mecanismos de acción de los APC podrían incluir cambios en la morfología del intestino.

El ciego sirve para optimizar el balance del agua y el proceso de fermentación de la microbiota ya que las bacterias cecales son responsables de la fermentación de los alimentos y la producción de ácidos grasos de cadena corta.

Marume *et al.* (2020) mencionaron que una longitud intestinal mayor aumenta la energía requerida para mantenerse además de que podría reducir la entrada de energía a las actividades de producción, teniendo en cuenta que el mayor tiempo de retención de digesta requerido para realizar el proceso digestivo en el intestino aumenta aún más la longitud intestinal, por lo que Reis *et al.* (2017) mencionaron que la eficiencia alimenticia y la digestibilidad de los nutrientes aumentan concomitantemente con la reducción de la longitud y el peso del intestino (Moon et al. 2022) Además de ello otros autores mencionan que al incluir antibióticos se reduce el peso y longitud del intestino (Visek, 1978; Fernandes et al.

2014).En el estudio realizado por Moon et al. 2022, reportaron una reducción en la longitud del intestino al utilizar un probiótico comparado con su PC (grupo control), sin embargo no encontraron diferencias en el rendimiento y la eficiencia alimenticia., por lo que sugieren que se deben realizar más estudios.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar y duración

El presente estudio fue llevado a cabo en la granja experimental de Montana, ubicada en el distrito de Lurín, provincia de Lima, departamento de Lima. El estudio tuvo una duración de 42 días.

3.2 Animales experimentales

Se emplearon 800 pollos BB machos de la Línea Cobb 500, de 1 día de edad. Las aves fueron distribuidas al azar en 4 tratamientos de 200 pollos cada uno. Cada tratamiento tuvo 8 repeticiones con 25 pollos cada una.

3.3 Instalaciones y equipos

Los pollitos fueron alojados en 32 corrales metálicos de 2 m x 1.25 m, con una densidad de crianza de 10 pollos / m².

Para mantener la temperatura homogénea se utilizaron 8 criadoras de gas y para su verificación se usaron dos Termo-higrómetros. Durante la primera semana cada unidad experimental estuvo acondicionada con bebederos plásticos tipo Tongo y comederos de plástico para pollo BB, a partir de la segunda semana se utilizó bebederos tipo niple con copa y comederos tipo tolva.

Durante la necropsia se utilizó material quirúrgico y para la colecta de datos los equipos usados fueron los siguientes:

- Balanza electrónica 0.1 g
- Balanza electrónica de joyería EHA 701 de 200g x 0,01g.

3.4 Alimentación

El alimento fue elaborado en la Planta de Alimentos Balanceados que pertenece al Programa de Investigación y Proyección Social en Alimentos (PIPS) ubicado en la Universidad Nacional Agraria La Molina.

Las dietas fueron suministradas *ad libitum*, las cuales fueron divididas en tres etapas: AABB Inicio (1 – 21 días), AABB Crecimiento (22 – 35 días) y AABB Acabado (36 – 42 días).

3.5 Descripción de los APC utilizados

- **Bacitracina Metileno Disalicilato (BMD)**

Antibiótico polipeptídico que actúa contra bacterias Gram positivas, donde cada 100g de producto contiene 11g de Bacitracina Metileno Disalicilato. Tiene acción sobre *Clostridium perfringens* causante de la Enteritis necrótica y otros organismos susceptibles al BMD. El BMD forma un complejo al unirse al C55-isoprenil- pirofosfato, el cual es un intermediario en la síntesis del peptidoglicano, donde al unirse al transportador del nucleótido de Park inhibe su desfosforilación lo que evita que este nucleótido se transporte al exterior de la bacteria impidiendo así la formación de la pared bacteriana.

Este producto no posee periodo de retiro.

- **Enramicina (Producto A y Producto B)**

Antibacteriano polipeptídico que presenta una intensa actividad contra bacterias Gram positivas, donde cada 1000g de producto contiene 80g de enramicina, está indicado para prevenir la enteritis necrótica producida por *C. perfringens*, la *enramicina* actúa inhibiendo la síntesis de la pared celular bacteriana promoviendo el incremento interno de la presión osmótica y posterior lisis bacteriana.

Este producto no posee periodo de retiro.

3.6 Tratamientos

Los tratamientos que se consideraron para el experimento fueron:

- Tratamiento 1: control negativo; dieta sin antibiótico promotor de crecimiento.
- Tratamiento 2: control positivo; T1 + BMD 11% (1kg/TM para el inicio equivalente a 110 ppm y 0.5kg/tn para crecimiento y acabado equivalente a 55 ppm).
- Tratamiento 3: T1 + Enramicina 8% (Producto A, dosis 125g/TM equivale a 10ppm).
- Tratamiento 4: T1 + Enramicina 8% (Producto B, dosis 125g/TM equivale a 10ppm).

3.7 Dietas experimentales

Las dietas experimentales fueron formuladas siguiendo las especificaciones nutricionales de la Línea Cobb 500. La composición de las dietas se muestran en las Tablas 1, 2 y 3.

Tabla 1: Composición de las dietas experimentales durante la etapa de Inicio (1 - 21 días)

COMPOSICIÓN	TRATAMIENTOS (%)			
	T1	T2	T3	T4
Maíz Americano	57.842	57.842	57.842	57.842
Torta de Soya 46%	31.014	31.014	31.014	31.014
Harina Integral de Soya	5.405	5.405	5.405	5.405
Aceite de Soya	2.000	2.000	2.000	2.000
Carbonato de Calcio	1.123	1.123	1.123	1.123
Fosfato Monocálcico 21%	0.849	0.849	0.849	0.849
DL-Metionina	0.418	0.418	0.418	0.418
L-Lisina	0.311	0.311	0.311	0.311
Sal alimenticia sin yodo	0.239	0.239	0.239	0.239
L-Treonina	0.198	0.198	0.198	0.198
Bicarbonato de Sodio	0.137	0.137	0.137	0.137
Cloruro de Colina 60%	0.100	0.100	0.100	0.100
Secuestrante de Micotoxinas	0.100	0.100	0.100	0.100
Premezcla de Vitaminas y Minerales	0.100	0.100	0.100	0.100
Anticoccidial	0.050	0.050	0.050	0.050
L-Triptófano	0.006	0.006	0.006	0.006
Fitasa	0.005	0.005	0.005	0.005
Complejo Multienzimático	0.005	0.005	0.005	0.005
BMD 11%	0.000	0.100	0.000	0.000
Enramicina (producto A)	0.000	0.000	0.013	0.000
Enramicina (producto B)	0.000	0.000	0.000	0.013
Material inerte	0.100	0.000	0.088	0.088
Total	100.000	100.000	100.000	100.000
CONTENIDO NUTRICIONAL CALCULADO				
Energía Metabolizable aves, kcal	3049.83	3049.83	3049.83	3049.83
Proteína Cruda, %	22.00	22.00	22.00	22.00
Fibra Cruda, %	3.27	3.27	3.27	3.27
Calcio, %	0.89	0.89	0.89	0.89
Fósforo Disponible, %	0.47	0.47	0.47	0.47
Arginina dig. aves, %	1.34	1.34	1.34	1.34
Lisina dig. aves, %	1.32	1.32	1.32	1.32
Metionina dig. aves, %	0.72	0.72	0.72	0.72
Met + Cis dig. aves, %	1.03	1.03	1.03	1.03
Treonina dig. aves, %	0.92	0.92	0.92	0.92
Triptófano dig. aves, %	0.24	0.24	0.24	0.24
Valina dig. aves, %	1.00	1.00	1.00	1.00

T1: Dieta Basal (sin antibiótico); **T2:** T1+ BMD; **T3:** T1+ Enramicina (producto A); **T4:**T1+Enramicina (producto B)

Tabla 2: Composición de las dietas experimentales durante la etapa de Crecimiento (22 - 35 días)

COMPOSICIÓN	TRATAMIENTOS (%)			
	T1	T2	T3	T4
Maíz Americano	61.971	61.971	61.971	61.971
Torta de Soya 46%	19.994	19.994	19.994	19.994
Harina Integral de Soya	12.268	12.268	12.268	12.268
Aceite de Soya	2.000	2.000	2.000	2.000
Carbonato de Calcio	1.024	1.024	1.024	1.024
Fosfato Monocálcico 21%	0.722	0.722	0.722	0.722
DL-Metionina	0.417	0.417	0.417	0.417
L-Lisina	0.404	0.404	0.404	0.404
Sal alimenticia sin yodo	0.194	0.194	0.194	0.194
L-Treonina	0.228	0.228	0.228	0.228
Bicarbonato de Sodio	0.202	0.202	0.202	0.202
Cloruro de Colina 60%	0.100	0.100	0.100	0.100
Secuestrante de Micotoxinas	0.100	0.100	0.100	0.100
Premezcla de Vitaminas y Minerales	0.100	0.100	0.100	0.100
Anticoccidial	0.050	0.050	0.050	0.050
Valina	0.049	0.049	0.049	0.049
L-Triptófano	0.021	0.021	0.021	0.021
Fitasa	0.005	0.005	0.005	0.005
Complejo Multienzimático	0.005	0.005	0.005	0.005
Pigmentante	0.027	0.097	0.097	0.097
BMD 11%	0.000	0.050	0.000	0.000
Enramicina (producto A)	0.000	0.000	0.013	0.000
Enramicina (producto B)	0.000	0.000	0.000	0.013
Material inerte	0.120	0.000	0.038	0.038
TOTAL	100.000	100.000	100.000	100.000
CONTENIDO NUTRICIONAL CALCULADO				
Energía Metabolizable aves, kcal	3179.83	3179.83	3179.83	3179.83
Proteína Cruda, %	20.00	20.00	20.00	20.00
Fibra Cruda, %	3.11	3.11	3.11	3.11
Calcio, %	0.82	0.82	0.82	0.82
Fósforo Disponible, %	0.43	0.43	0.43	0.43
Arginina dig. aves, %	1.18	1.18	1.18	1.18
Lisina dig. aves, %	1.25	1.25	1.25	1.25
Metionina dig. aves, %	0.69	0.69	0.69	0.69
Met + Cis dig. aves, %	0.97	0.97	0.97	0.97
Treonina dig. aves, %	0.87	0.87	0.87	0.87
Triptófano dig. aves, %	0.22	0.22	0.22	0.22
Valina dig. aves, %	0.95	0.95	0.95	0.95

T1: Dieta Basal (sin antibiótico); **T2:** T1+ BMD; **T3:** T1+ Enramicina (producto A); **T4:** T1+Enramicina (producto B)

Tabla 3: Composición de las dietas experimentales durante la etapa de Acabado (35 - 42 días)

COMPOSICIÓN	TRATAMIENTOS (%)			
	T1	T2	T3	T4
Maíz Americano	66.688	66.688	66.688	66.688
Torta de Soya 46%	14.390	14.390	14.390	14.390
Harina Integral de Soya	14.227	14.227	14.227	14.227
Aceite de Soya	2.000	2.000	2.000	2.000
Carbonato de Calcio	0.904	0.904	0.904	0.904
Fosfato Monocálcico 21%	0.508	0.508	0.508	0.508
DL-Metionina	0.214	0.214	0.214	0.214
L-Lisina	0.146	0.146	0.146	0.146
Sal alimenticia sin yodo	0.268	0.268	0.268	0.268
L-Treonina	0.069	0.069	0.069	0.069
Bicarbonato de Sodio	0.094	0.094	0.094	0.094
Cloruro de Colina 60%	0.133	0.133	0.133	0.133
Secuestrante de Micotoxinas	0.050	0.050	0.050	0.050
Premezcla de Vitaminas y Minerales	0.100	0.100	0.100	0.100
Anticoccidial	0.050	0.050	0.050	0.050
Fitasas	0.005	0.005	0.005	0.005
Complejo Multienzimático	0.005	0.005	0.005	0.005
Pigmentante	0.100	0.100	0.100	0.100
BMD 11%	0.000	0.050	0.000	0.000
Enramicina (producto A)	0.000	0.000	0.013	0.000
Enramicina (producto B)	0.000	0.000	0.000	0.013
Material inerte	0.050	0.000	0.038	0.038
TOTAL	100.000	100.000	100.000	100.000
CONTENIDO NUTRICIONAL CALCULADO				
Energía Metabolizable aves, kcal	3279.83	3279.83	3279.83	3279.83
Proteína Cruda, %	18.00	18.00	18.00	18.00
Fibra Cruda, %	2.98	2.98	2.98	2.98
Calcio, %	0.72	0.72	0.72	0.72
Fósforo Disponible, %	0.38	0.38	0.38	0.38
Arginina dig. aves, %	1.07	1.07	1.07	1.07
Lisina dig. aves, %	0.95	0.95	0.95	0.95
Metionina dig. aves, %	0.48	0.48	0.48	0.48
Met + Cis dig. aves, %	0.74	0.74	0.74	0.74
Treonina dig. aves, %	0.66	0.66	0.66	0.66
Triptófano dig. aves, %	0.18	0.18	0.18	0.18
Valina dig. aves, %	0.81	0.81	0.81	0.81

T1: Dieta Basal (sin antibiótico); **T2:** T1+ BMD; **T3:** T1+ Enramicina (producto A);
T4: T1+Enramicina(producto B)

3.8 Mediciones

3.8.1 Rendimiento de carcasa

Se obtuvo el rendimiento de carcasa en relación con el peso vivo del ave el día 42. Se pesó la carcasa sin patas y sin vísceras a excepción de los pulmones y riñones.

$$\text{Rendimiento de carcasa (\%)} = \frac{\text{Peso de carcasa (kg)} \times 100\%}{\text{Peso vivo del ave a los 42 días (kg)}}$$

3.8.2 Rendimiento de pechuga

Se retiró y se pesó la pechuga con hueso para obtener su porcentaje en relación con el peso vivo de las aves. La evaluación se realizó a los 42 días de edad.

$$\text{Rendimiento de pechuga (\%)} = \frac{\text{Peso de pechuga (kg)} \times 100\%}{\text{Peso vivo del ave a los 42 días (kg)}}$$

3.8.3 Inmunocompetencia

Para realizar la medición se procedió a extraer la Bursa y el Bazo, después se obtuvo el peso individual de cada órgano y el peso del ave para finalmente hallar los índices morfométricos de la Bursa y Bazo. Además, se halló la relación entre Bursa/Bazo a los 42 días de edad. La fórmula utilizada fue la siguiente (Rosales *et al.*; 1989, Ismail *et al.*; 1990, Grieve; 1991, Alamsyah *et al.*; 1993, Salazar; 1997, Ulloa; 1999, Sandoval *et al.*; 2002 y Perozo-Marín *et al.*; 2004; Tambini, 2010).

$$\text{IM} = \frac{\text{PO}}{\text{PC}} \times 1000$$

Donde:

IM: Índice morfométrico

PO: Peso del órgano (g)

PC: Peso corporal (g)

$$\text{Relacion bursa/bazo} = \frac{\text{peso de bursa (g)}}{\text{peso de bazo (g)}}$$

3.8.4 Integridad intestinal

a. Score de salud intestinal

Las aves fueron sacrificadas bajo el proceso de dislocación cervical, se procedió a extraer el intestino; se midió su longitud y se abrió a lo largo para observar las lesiones para finalmente pesar el intestino. Se analizó mediante la Metodología del Sistema de Puntuación I See Inside (ISI), siguiendo una adaptación del protocolo según Kraieski (2016); para la puntuación de lesiones por coccidias se siguió el Modelo de Johnson y Reid (1970) que proporciona una clasificación numérica de las lesiones intestinales que va de 0 hasta 4, para los demás parámetros se evaluó si es negativo o positivo (0 o 1, respectivamente). La metodología "I See Inside" (ISI), se basa en una puntuación numérica de alteración con el parámetro evaluado, se muestra el listado en la Tabla 4.

En esta metodología, un menor número de índice ISI representa una mejor salud intestinal.

Tabla 4: Puntuaciones para el score de salud intestinal

ÍTEM	PUNTUACIÓN MÁXIMA
E. acervulina	4
E. máxima	4
E. tenella	4
Hiperemia	1
Exceso de fluido intestinal	1
Ausencia de Tono intestinal	1
Exceso de moco intestinal	1
Descamación celular	1
Exceso de gases intestino	1
Contenido acuoso en ciego	1
Contenido de gases en ciego	1
Pasaje de alimento	1
Suma total	21

Fuente: Kraieski (2016); Johnson y Reid (1970)

b. Peso de ciego

Se extrajeron los ciegos de las aves a los 35 y 42 días de edad y se pesaron para hallar posteriormente el peso relativo.

$$\text{Peso del ciego (\%)} = \frac{\text{Peso del ciego(g)} \times 100\%}{\text{Peso vivo del ave(g)}}$$

c. Peso de intestino

Se extrajeron los intestinos de las aves a los 35 y 42 días de edad, se pesaron para hallar el peso relativo de cada intestino

$$\text{Peso del intestino (\%)} = \frac{\text{Peso del intestino(g)} \times 100\%}{\text{Peso vivo del ave(g)}}$$

d. Longitud intestinal

Los intestinos de las aves fueron extraídos, posteriormente se extendieron sobre una superficie para medir la longitud desde el inicio del duodeno hasta la intersección con los ciegos.

3.9 Análisis estadístico

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con 4 tratamientos y 8 repeticiones, los datos de los parámetros evaluados fueron analizados utilizando el programa estadístico SAS, y para las diferencias estadísticas ($P < 0.05$), se analizó la comparación de medias mediante la prueba de DUNCAN.

El Modelo Aditivo Lineal General empleado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta

μ = Media General

t_i = Efecto del i-ésimo tratamiento ($i = 1, 2, 3$ y 4)

e_{ij} = Error experimental

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Rendimiento de carcasa y pechuga

Los resultados de los rendimientos de carcasa y pechuga se presentan en la Tabla 5.

Al evaluar el rendimiento de carcasa no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos T1, T2, T3 y T4, es así que el uso de enramicina no generó alguna diferencia con respecto a su grupo negativo (dieta basal) y su grupo positivo (BMD) así como se muestra en la Tabla 5. Saleem *et al.* (2020) tampoco encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control y la suplementación con enramicina al 8% obteniendo como resultado 67.26 ± 0.39 % y 71.03 ± 1.91 % respectivamente.

Tabla 5: Efecto de la enramicina sobre los rendimientos de carcasa y pechuga en pollos de 42 días de edad

	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	T4
Rendimiento de carcasa, % de PV	74.86 ^a	74.56 ^a	74.38 ^a	74.74 ^a
Rendimiento de pechuga, % de PV	27.30 ^a	27.09 ^a	27.39 ^a	27.92 ^a

^aDentro de una misma fila, aquellas medias con un superíndice común, no difieren estadísticamente ($P > 0.05$). **T1:** Dieta basal (sin antibiótico); **T2:** T1+ BMD; **T3:** T1+ Enramicina (producto A); **T4:** T1 + Enramicina (producto B); **PV:** Peso Vivo

En el estudio realizado por Hasan *et al.* (2010) no encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) al evaluar el rendimiento de carcasa en dietas suministradas con enramicina y sin presencia de APC (dieta basal) obteniendo datos de 72.43 % y 72.21 % respectivamente. Así mismo, Guaranga (2012) reportó que no encontró diferencias estadísticas ($P > 0.05$) en su evaluación realizada al comparar diferentes niveles de enramicina al 8% (75g/tn, 100g/tn,

125g/tn) y el grupo control en pollos criados hasta los 49 días de edad, obteniendo como resultados 71.669%, 71.259%, 71.131% y 70.791%, respectivamente.

Abudabus y Yehia (2013) evaluaron el efecto de un complejo multi enzimático (ROV) sin enramicina y combinado con enramicina, donde no obtuvieron diferencias ($P>0.05$) entre los tratamientos control, tratamiento con ROV y tratamiento con ROV adicionando 0.01% de enramicina (ROV+ENRA) teniendo como resultados para el rendimiento de carcasa 70.5%, 70.8% y 70.8% respectivamente.

Otros estudios como el de Attia *et al.* (2016) mostraron que no encontraron diferencias significativas en pollos de engorde de 40 días de edad, reportando como resultado valores de 72.7% y 73.6% para su grupo control y grupo tratado con zinc bacitracina. Jaramillo (2012) reportó que no hubo diferencias estadísticas al evaluar el antibiótico Zinc Bacitracina con el grupo control obteniendo como resultado un 78.77% y 77.32% respectivamente. Leeson *et al.* (2005) informaron que no encontraron diferencias significativas al comparar el peso de la carcasa al evaluar el BMD y el grupo control. Así mismo, Saleem *et al.* (2020) tampoco encontraron diferencias estadísticamente significativas.

Con respecto al rendimiento de pechuga no se encontraron diferencias estadísticas ($P>0.05$) por efecto de los tratamientos T1, T2, T3 y T4, en tal sentido las dietas suministradas con enramicina no mostraron diferencias con respecto a su grupo negativo (T1) y positivo (T2). Amaechi *et al.* (2014) alimentando pollos con enramicina obtuvieron mayor porcentaje de pechuga que su grupo control teniendo como resultados 24.33% y 19.10%, respectivamente, con la diferencia que ese trabajo se realizó en trópico húmedo y hasta los 56 días de edad. Abudabus y Yehia (2013) no obtuvieron diferencias significativas al evaluar el efecto de un complejo multi enzimático reportando como resultados valores de 31.1%, 33.3% y 36.4% para sus tratamientos: control, ROV y ROV + ENRA, respectivamente.

El estudio realizado por Leeson *et al.* (2005) muestra que las aves alimentadas con BMD no presentaron resultados significativos respecto a los otros tratamientos reportando un 22.6% y 22.2% con uso de BMD y grupo control respectivamente. Así mismo, García (2007) no

obtuvo resultados significativos al comparar un AGP (Avilamicina) con el grupo control en su estudio en aves hasta los 49 días de edad.

De Oliveira *et al.* (2019) evaluaron el efecto de un probiótico y BMD en aves desafiadas por *Clostridium perfringens* y *Eimeria maxima* sobre el rendimiento de carcasa y pechuga reportando que obtuvieron valores similares ($P > 0.05$) entre el T1: grupo positivo (dieta basal sin aditivo y sin desafío) y el T3: BMD (0.05g/kg de alimento) + grupo negativo (dieta basal sin aditivo y desafiadas) y mejores rendimientos ($P < 0.05$) de carcasa y pechuga al usar el T3 en comparación con el T2: grupo negativo, mencionando que las aves fueron más eficientes al utilizar los nutrientes para la deposición muscular valores que son comparables con el grupo positivo.

El estudio realizado por Kamran *et al.* (2021) donde evaluó el efecto de los Manano oligosacáridos (MOS) con APC como el zinc bacitracina y la enramicina no mostraron diferencias significativas al evaluar el rendimiento de carcasa y el rendimiento de pechuga para los diferentes tratamientos. Así mismo, Ashraf *et al.* (2019) no encontró diferencias significativas al comparar sus dietas: T1: dieta basal, T2: dieta basal + enramicina (250 g/tn) y T3: dieta basal + zinc bacitracina (500 g/tn) para sus parámetros de rendimiento de carcasa y rendimiento de pechuga. Bedford (2000) menciona que la falta de un desafío microbiano limitará la respuesta del promotor de crecimiento. Este experimento se desarrolló en condiciones ideales lo cual probablemente no generó un resultado significativo en expresar el potencial del APC ya que los efectos potenciadores del aditivo antimicrobiano son evidentes cuando el ave es sometida a condiciones subóptimas, como dietas menos digeribles o ambientes menos limpios (García, 2007; Bedford, 2000). Los antibióticos alteran el microbiota intestinal, al interferir con su capacidad de replicarse o eliminándolos directamente lo cual tendría un efecto significativo en la absorción de los nutrientes siendo esto positivo para el ave (Mehdi, 2018; Bedford, 2000).

4.2 Inmunocompetencia

Los indicadores de inmunocompetencia (índice morfométrico del bazo, índice morfométrico de la bursa y relación bursa/bazo) se muestran en la Tabla 6.

Dentro del estudio, los índices morfométricos no presentaron diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) al comparar la enramicina con T1 (control negativo) o T2 (BMD) para ninguna de las variables estudiadas: índice morfométrico del bazo (Iba), índice morfométrico de la Bursa (Ibu) y relación bursa/bazo (bu/ba). Los índices morfométricos del bazo (Iba) fueron inferiores a lo reportado por Tambini *et al.* (2010), donde obtuvieron diferencias significativas al final de la séptima semana reportando valores de 1.74 ± 0.49 y 1.32 ± 0.36 en cama nueva y cama reutilizada respectivamente.

Tabla 6: Efecto de la enramicina sobre los índices morfométricos y relación bursa/bazo en pollos de 42 días de edad.

42 DÍAS				
VARIABLES	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	T4
Índice morfométrico del bazo (Iba)	0.80 ^a	0.94 ^a	0.94 ^a	0.85 ^a
Índice morfométrico de la bursa (Ibu)	1.49 ^a	1.65 ^a	1.45 ^a	1.37 ^a
Relación bursa / bazo (bu/ba)	1.86 ^a	1.82 ^a	1.59 ^a	1.66 ^a

^a Dentro de una misma fila, aquellas medias con un superíndice común, no difieren estadísticamente ($P > 0.05$). **T1:** Dieta Basal (sin antibiótico); **T2:** T1+ BMD; **T3:** T1+ Enramicina (producto A); **T4:** T1 +Enramicina (producto B)

Paez (2017) obtuvo un Iba de 1.17 en su dieta testigo. Wang *et al.*, (2018) reportaron valores de 0.16 y 0.14 para tratamientos con enramicina y grupo control respectivamente en pollos de engorde hasta los 52 días, sin encontrar diferencia entre los tratamientos. Del mismo modo Hassan *et al.* (2010) al evaluar los pesos relativos del bazo no encontraron diferencias significativas entre sus tratamientos a base de enramicina y su dieta control, del mismo modo Moon *et al.* (2021) no encontró diferencias significativas al evaluar el peso relativo del bazo al comparar su dieta suministrada con enramicina y su dieta basal sin APC. Asimismo,

Hossain *et al.* (2016) reportó que al comparar los pesos relativos del bazo entre la dieta con enramicina (5 ppm) y la dieta basal (libre de antibiótico) no presentaron una diferencia significativa. Ahiwe *et al.* (2019) no encontraron diferencias significativas entre los pesos del bazo al comparar sus tratamientos 1 (sin desafío ni antibiótico) con el tratamiento 5 (sin desafío + zinc bacitracina y salinomicina) y tratamiento 6 (con desafío + zinc bacitracina y salinomicina). En el estudio realizado por Hamid *et al.* (2019) evaluaron el efecto de varios APC entre ellos sus T1 (dieta basal), T2(dieta basal + enramicina 8ppm + sulfato de colicistina 8 ppm) y T3 (dieta basal + zinc bacitracina 40 ppm +sulfato de colicistina 8ppm) donde reportan no haber encontrado diferencias significativas ($P > 0.05$) al evaluar el peso relativo del bazo obteniendo valores de 1.16, 1.47 y 1.37 respectivamente en aves de 42 días de edad.

Respecto al índice morfométrico de la bursa (Ibu), no se obtuvo diferencias significativas entre la dieta suministrada con enramicina y el grupo negativo y BMD, teniendo como resultados: 1.49, 1.65, 1.45 y 1.37 para T1, T2, T3 y T4 respectivamente, encontrándose estos valores por encima de lo sugerido por Giambrone (1996) (mencionado por Chico, 2019) donde afirma que el Índice de la Bursa puede ser relacionado con inmunosupresión cuando este es 1 o menor a 1, así mismo menciona que un adecuado valor esta entre 2 a 4 en aves de 3 a 6 semanas de edad, concordaría con lo encontrado por Tambini *et al.*(2010) donde reportaron un valor de Ibu 0.7 ± 0.36 en aves con una moderada atrofia de la bursa en cama reutilizada al final de la campaña y en cama nueva resultados de 1.67 ± 0.49 ($P < 0.05$). Paez (2017) obtuvo un Ibu de 1.74 en la séptima semana en su grupo testigo. Los resultados encontrados en este estudio concuerdan con lo reportado por Wang *et al.*, (2018) donde no encontraron diferencias significativas entre el grupo con enramicina y el grupo control en pollos de engorde de plumas amarillas Lingnan macho, asimismo, Ko *et al.*, (2021) no obtuvieron diferencias significativas al evaluar el índice de la bursa comparando su grupo basal con su grupo suministrado con enramicina (250 ppm) en pollos de 35 días de edad. De igual manera otros autores como Hassan *et al.* (2010) y Moon *et al.* (2021) no obtuvieron diferencias significativas al comparar el peso relativo de la bursa entre sus tratamientos a base de enramicina y su grupo control, así como Hossain *et al.* (2016) no encontró diferencias entre su grupo control y su grupo con inclusión de enramicina (5ppm). Vineeta *et al.* (2017) no registraron diferencias significativas al comparar el peso relativo de la bursa entre sus grupos control y su grupo con BMD.

Ahiwe et al. (2019) evaluaron el efecto de los antibióticos versus la pared celular de levadura con y sin desafío de enteritis necrótica, donde reportaron que no encontraron diferencias ($P > 0.05$) entre los pesos de la bursa comparando su tratamiento 1 (sin desafío ni antibiótico) con el tratamiento 5 (sin desafío + zinc bacitracina y salinomicina) y tratamiento 6 (con desafío + zinc bacitracina y salinomicina). Hamid et al. (2019) no encontraron diferencias significativas entre sus tratamientos: T1 (dieta basal), T2 (enramicina + sulfato de colicistina) y T3 (zinc bacitracina + sulfato de colicistina) al evaluar el peso relativo de la bursa obteniendo resultados de 0.67, 0.65 y 0.76 respectivamente en pollos de engorde de 42 días de edad.

En el presente estudio la variable bursa/bazo no presentó diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los grupos con enramicina y la dieta basal (T1) y dieta con BMD (T2). Tambini *et al.* (2010) reportaron en la séptima semana una relación bu/ba de 0.99 y 0.52 para cama nueva y reutilizada, respectivamente ($P < 0.05$). Paez (2017) obtuvo un resultado de 1.49 en la séptima semana y Chico (2019) reportó un valor de 2.35 en su relación bursa/bazo. Probablemente, la falta de diferencias sobre los índices morfométricos y la relación bursa/bazo podrían deberse a las condiciones experimentales controladas de crianza, por lo que no generaría una tensión en su sistema inmunológico (Adewole *et al.*, 2021).

4.3 Integridad intestinal

Los resultados obtenidos para las diferentes variables evaluadas (score de salud intestinal, % peso de ciego, % peso de intestino y longitud intestinal) se presentan en la Tabla 7.

En el intestino a los 35 días de edad, se obtuvo diferencias al comparar las dietas suministradas con enramicina con el control negativo (T1), pero no con el grupo con adición de BMD. A los 42 días de edad, se encontró diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los grupos T4 (enramicina) y T1 (control negativo), siendo el score de salud intestinal significativamente más bajo en el T1 teniendo un valor de 3.4 así como se observa en la Tabla 7. Cardinal *et al.* (2019) mencionaron que un bajo score ISI está relacionado con una buena salud intestinal. Belote *et al.* (2018) al evaluar el efecto de la Enramicina en tratamientos desafiados con *Clostridium perfringens* y *Eimeria* mencionaron que la adición de enramicina disminuyeron las puntuaciones de las lesiones intestinales.

Tabla 7: Efecto de la enramicina sobre los índices intestinales en pollos de engorde a los 35 y 42 días

VARIABLES	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	T4
35 DÍAS				
Score de salud intestinal	2.0 ^b	3.4 ^a	5.0 ^a	4.4 ^a
Peso de ciego, % de PV	0.38 ^a	0.38 ^a	0.40 ^a	0.33 ^a
Peso de intestino, % de PV	3.31 ^a	2.82 ^a	2.98 ^a	2.88 ^a
Longitud de intestino, cm	228.38 ^a	224.88 ^a	207.80 ^a	200.93 ^a
42 DÍAS				
Score de salud intestinal	3.4 ^b	5.0 ^{ab}	4.6 ^{ab}	5.5 ^a
Peso de ciego, % de PV	0.34 ^a	0.33 ^a	0.35 ^a	0.33 ^a
Peso de intestino, % de PV	2.73 ^a	2.50 ^a	2.64 ^a	2.58 ^a
Longitud de intestino, cm	218.12 ^a	221.55 ^a	230.06 ^a	220.60 ^a

^{a,b} Dentro de una misma fila, aquellas medias con un superíndice no común, difieren estadísticamente ($P < 0.05$). **T1:** Dieta Basal (sin antibiótico); **T2:** T1+ BMD; **T3:** T1+ Enramicina (producto A); **T4:** T1 + Enramicina (producto B); **PV:** Peso Vivo

Kan *et al.* (2021) reportaron que no hubo diferencias significativas al desafiar a los pollos con SNE (Enteritis necrótica subclínica) en una dieta basal sin Enramicina y otra con este APC a los 25 o 42 días de edad, obteniendo un mayor score del intestino delgado en su dieta basal con Enramicina (2.57) comparado con su dieta basal sin Enramicina (2.17) a los 25 días y un menor score en el tratamiento con enramicina (0.71) comparado con el grupo sin enramicina (0.92) a los 42 días de edad, siendo así que el uso de la enramicina ayudó a mitigar los efectos de la infección por SNE.

Cobucci, 2020 evaluaron el efecto de la enramicina sobre el íleon teniendo como tratamientos: NC: dieta basal, NCAGP: dieta suministrada con enramicina (10 ppm) y CHAGP: dieta con desafío de *Eimeria spp.* + *C. perfringens* + enramicina, al evaluar su score encontraron diferencias ($P < 0.05$) al comparar el grupo tratado con enramicina (NCAGP) con su grupo control (NC), y su grupo desafiado (CHAGP), sin embargo, no hubo diferencias al comparar su dieta CHAGP (desafiada) con su grupo control (NC).

Otros estudios con APC como el de Adewole *et al.*(2021) no obtuvieron diferencias significativas al comparar los valores ISI entre su grupo control con el grupo alimentado con BMD obteniendo resultados de 5.28 y 4.35, respectivamente, para ninguno de los segmentos del intestino (duodeno, yeyuno e íleon); sin embargo, si obtuvieron una diferencia ($P < 0.05$) al comparar el íleon de su grupo OE (dieta basal + ácidos orgánicos + aceites esenciales) con su grupo control y su grupo con BMD, obteniendo un mayor score (6.60) en el grupo OE, el autor menciona que este alto valor ISI podría deberse a una respuesta inflamatoria intestinal basal.

En aves que no fueron desafiadas, Ahiwe *et al.* (2019) no encontraron lesiones ($P > 0.05$) en ninguna de las partes histológicas del intestino (duodeno, yeyuno e íleon) para ninguno de los tratamientos utilizados (con y sin zinc bacitracina); sin embargo, cuando las aves fueron desafiadas si hubo diferencias significativas al evaluar el íleon.

Gharib-Naseri *et al.* (2019) no encontraron diferencias significativas al evaluar el score de las lesiones causadas en las diferentes secciones del intestino en pollos de engorde entre los tratamientos sin y con antibiótico (Salinomicina + Zinc bacitracina)

Park *et al.* (2019) no encontraron diferencias significativas al comparar sus tratamientos: T2(dieta basal), T3(dieta basal + virginiamicina) y T4(dieta basal + BMD) en aves al ser infectados con *E. máxima* el día 21; por el contrario, estos tratamientos (T2, T3 y T4) difieren ($P < 0.05$) de su T1 (dieta basal sin desafío de *E. máxima*), donde obtuvo un puntaje de lesión mucho menor. Sin embargo, a pesar de haber obtenido un mayor score en sus tratamientos desafiados con *E. maxima*, los autores mencionan que la suplementación con virginiamicina y BMD mejoraron la integridad de la barrera epitelial del intestino.

El estudio realizado por Fernandes *et al.* (2014) no encontraron diferencias entre sus grupos con y sin enramicina, siendo sus ítems para salud intestinal: pérdida epitelial, presencia de moco y organización de vellosidades. Diversos estudios han demostrado que las respuestas de los APC se reducen cuando se optimizan las condiciones de producción (Hays, 1970; Letlole *et al.* 2021), también sugieren que se viene reduciendo la efectividad de los APC (Laxminarayan *et al.* 2015), posiblemente relacionado con la optimización de las condiciones, el aumento de la ganancia del peso inicial de los pollitos, el posible aumento del nivel de resistencia y el cambio potencial en el tipo de moléculas utilizadas (Cardinal *et al.*, 2019), además el alto valor ISI pudo deberse a una respuesta inflamatoria intestinal basal. Esto es normal incluso en aves criadas en condiciones experimentales limpias (Sanches, 2019 citado por Adewole *et al.*, 2019).

En el presente estudio no se obtuvieron diferencias estadísticas ($P > 0.05$) al evaluar el peso del ciego al comparar las dietas con enramicina con la dieta basal (T1) y grupo con BMD (T2), así como la evaluación de Moon *et al.* (2021) y Moon *et al.* (2022) donde no encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) al evaluar su grupo control con su tratamiento con APC (Enramicina). Asimismo, Fernandes *et al.* (2014) no encontraron diferencias significativas al comparar los pesos relativos de su grupo control con su grupo suministrado con enramicina siendo sus valores 0.62% y 0.57% respectivamente.

Con respecto al peso del intestino no se presentaron diferencias significativas a los 35 y 42 días ($P > 0.05$) entre T1, T2, T3 y T4 por lo que los tratamientos con inclusión de enramicina no tuvieron un efecto significativo comparado con el tratamiento a base de BMD y el T1(dieta basal), donde a los 42 días los valores hallados fueron: 2.73%, 2.50%, 2.64% y 2.58% para los T1, T2, T3 y T4, respectivamente. Moon *et al.* (2022) al evaluar los pesos

relativos en las diferentes secciones del intestino delgado (duodeno, yeyuno e íleon) reportaron que no obtuvieron diferencias significativas comparando su grupo control con su tratamiento suministrando enramicina 1ppm; sin embargo, Hassan *et al.* (2020) encontraron diferencias significativas entre su grupo control y su grupo con enramicina, siendo sus datos con antibiótico menores a los del grupo control, de igual forma Moon *et al.* (2021) al comparar sus tratamientos: T1 (dieta basal) y T2 (dieta basal + enramicina) reportaron menores ($P < 0.05$) pesos relativos de los segmentos del intestino: yeyuno e íleon, mas no obtuvieron una diferencia significativa al evaluar el duodeno.

Miles *et al.* (2006) registraron menores ($P < 0.05$) pesos relativos del intestino en pollos de engorde de 7 semanas de edad alimentados a base de dietas con APC (zinc bacitracina o virginiamicina) en comparación a su grupo control (dieta basal sin APC). Attia *et al.* (2016) no obtuvieron diferencias significativas al usar zinc bacitracina, teniendo como resultados: 3.48% y 3.59% con respecto a su grupo control y el grupo tratado con 0.5g/kg de zinc bacitracina, respectivamente, en aves de 40 días de edad, al igual que Amaechi y Iheanetu (2014) quienes reportaron que no hubo diferencias significativas en aves bajo el tratamiento con enramicina (4.76%) comparado con su grupo control (4.53 %). Visek (1978) demostró que las inclusiones con antibióticos reducen el peso de los intestinos en las aves, ya que generan cambios en la morfología del tracto gastrointestinal como: mucosas más delgadas, disminución de la proliferación celular, menos lamina propia y un aumento en el área de superficie de absorción (Miles *et al.* 2006); además, Dibner y Richards (2005) mencionan que un efecto de los APC en animales criados bajo condiciones libres de gérmenes incluyen una reducción del tamaño del intestino, paredes intestinales más delgadas al igual que las vellosidades resultando en un uso moderado de nutrientes y una mejora en el rendimiento. Sin embargo, Borato *et al.* (2004) no encontraron influencia de probióticos o antibióticos en el peso relativo de los intestinos de pollos de engorde de 42 días de edad ya sea infectados o no con *E.coli*.

Las longitudes de los intestinos no presentaron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos dosificados con enramicina, control positivo (BMD) y control negativo (dieta basal) a los 35 y 42 días de edad. Para este último, se obtuvieron como resultados 218.12 cm, 221.55 cm, 230.06 cm y 220.60 cm para T1 (dieta basal), T2(BMD), T3(enramicina A) y T4(enramicina B), respectivamente, al igual que los resultados reportados por Pedroso *et.*

al. (2003) donde no obtuvieron diferencias significativas al comparar los resultados registrados entre sus tratamientos: control (188.75 cm), con bacitracina (183.91 cm) y tratamiento con enramicina (196.91 cm) en pollos de 42 días de edad. Miles *et al.* (2006) reportaron que las aves de 7 semanas de edad alimentadas con antibióticos (BMD o virginiamicina) obtuvieron valores menores a su grupo control encontrando diferencias significativas.

Abudabus y Yehia (2013) reportaron valores de 155.7 cm, 149.0 cm y 154.7 cm obtenidos de su grupo control, ROV (complejo multienzimático) y ROV+Enramicina, respectivamente, donde no obtuvieron diferencias ($P>0.05$) en aves de 25 días de edad. Asimismo, Thema *et al.* (2019) tampoco encontraron diferencias significativas al comparar diferentes combinaciones de un probiótico, una mezcla de ácidos orgánicos, una enzima proteasa y minerales como alternativas al zinc bacitracina obteniendo como resultados: 155.75 cm, 147.44 cm en sus tratamientos control y con adición de zinc bacitracina respectivamente en pollos hasta los 35 días de edad.

Moon *et al.* (2022) y Moon *et al.* (2021) encontraron diferencias significativas al evaluar las longitudes relativas de las diferentes partes del intestino delgado (duodeno, yeyuno e íleon) entre sus grupos control (sin APC) y su grupo con APC (enramicina), además de obtener menores valores en su grupo a base de APC comparado con su grupo control, por el contrario, Hassan *et al.* (2020) no registraron diferencias significativas al evaluar las longitudes relativas (duodeno, yeyuno e íleon) entre su grupo suplementado con enramicina y su grupo control.

Marume *et al.* (2020) mencionan que una longitud intestinal mayor aumenta la energía requerida para mantenerse además de que podría reducir la entrada de energía a las actividades de producción, teniendo en cuenta que el mayor tiempo de retención de digesta requerido para realizar el proceso digestivo en el intestino aumenta aún más la longitud intestinal, por lo que Reis *et al.* (2017) mencionan que la eficiencia alimenticia y la digestibilidad de los nutrientes aumentan concomitantemente con la reducción de la longitud y el peso del intestino (Moon *et al.* 2022). También diversos autores mencionan que al incluir antibióticos se reduce el peso y longitud del intestino (Visek, 1978; Fernandes *et al.* 2014).

Si bien algunos autores han reportado una disminución del peso relativo del intestino con el uso de enramicina (Moon et al. 2021, Hassan et al. 2020) y la disminución de la longitud relativa (Moon et al. 2021, Moon et al. 2022), la ausencia de estos efectos de la enramicina en el intestino comparado con el control en este estudio puede ser debido a las diferencias en el entorno higiénico.

V. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se llevó a cabo el presente estudio, se concluye lo siguiente:

- El uso de enramicina no afecta el rendimiento de carcasa, rendimiento de pechuga e inmunocompetencia en pollos de engorde.
- El uso de enramicina no influyó positivamente en el score de salud intestinal; sin embargo, los otros indicadores de integridad intestinal no se vieron afectados por el uso de la enramicina a los 35 y 42 días de edad.

VI. RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente estudio, se recomienda lo siguiente:

- Realizar más investigaciones donde se compare la Enramicina con otros productos naturales (ácidos orgánicos, probióticos, etc.).

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Adewole, D. I., Oladokun, S., & Santin, E. (2021a). Effect of organic acids-essential oils blend and oat fiber combination on broiler chicken growth performance, blood parameters, and intestinal health. *Animal Nutrition (Zhongguo Xu Mu Shou Yi Xue Hui)*, 7(4), 1039–1051. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2021.02.001>
- Adewole, D. I., Oladokun, S., & Santin, E. (2021b). Effect of organic acids–essential oils blend and oat fiber combination on broiler chicken growth performance, blood parameters, and intestinal health. *Animal Nutrition (Zhongguo Xu Mu Shou Yi Xue Hui)*, 7(4), 1039–1051. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2021.02.001>
- Adriano, M. (2001). Índices productivos comparativos de pollos de carne vacunados con cepas vivas no atenuadas de Eimerias contra un programa anticoccidial convencional. Tesis para optar el grado de Médico veterinario. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.
- Ahiwe, E. U., Chang’a, E. P., Abdallh, M. E., Al-Qahtani, M., Kheravii, S. K., Wu, S., Graham, H., & Iji, P. A. (2019). Dietary hydrolysed yeast cell wall extract is comparable to antibiotics in the control of subclinical necrotic enteritis in broiler chickens. *British Poultry Science*, 60(6), 757–765. <https://doi.org/10.1080/00071668.2019.1664727>
- Alnassan, A. A., Kotsch, M., Shehata, A. A., Krüger, M., Dauschies, A., & Bangoura, B. (2014). Necrotic enteritis in chickens: development of a straightforward disease model system. *The Veterinary Record*, 174(22), 555. <https://doi.org/10.1136/vr.102066>
- Amaechi, N., & Iheanetu, E. (2014). *International Journal of Veterinary Science*. Ijvets.com. <http://www.ijvets.com/pdf-files/Volume-3-no-2-2014/68-73.pdf>

- Apajalahti, J., Kettunen, A. (2002). Efecto de la dieta sobre la flora microbiana en el tracto gastrointestinal de las aves. *Dieta y flora microbiana en aves. XVIII Curso de especialización FEDNA*. pp.41-51.
- Ardoino, S. M., Toso, R. E., Alvarez, H. L., Mariani, E. L., Cachau, P. D., Mancilla, M. V., & Oriani, D. S. (2017). Antimicrobial as growth promoters (AGP) in poultry balanced feed: use, bacterial resistance, new alternatives and replacement options. *Ciencia veterinaria*, *19*(1), 50–66. <https://doi.org/10.19137/cienvet-20171914>
- Attia, Y. A., Bovera, F., Abd El-Hamid, A. E., Tag El-Din, A. E., Al-Harhi, M. A., & El-Shafy, A. S. (2016). Effect of zinc bacitracin and phytase on growth performance, nutrient digestibility, carcass and meat traits of broilers. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, *100*(3), 485–491. <https://doi.org/10.1111/jpn.12397>
- Baurhoo, B., Ferket, P. R., & Zhao, X. (2009). Effects of diets containing different concentrations of mannanoligosaccharide or antibiotics on growth performance, intestinal development, cecal and litter microbial populations, and carcass parameters of broilers. *Poultry Science*, *88*(11), 2262–2272. <https://doi.org/10.3382/ps.2008-00562>
- Baxendale, W., & Mebatsion, T. (2004). The isolation and characterisation of astroviruses from chickens. *Avian Pathology: Journal of the W.V.P.A*, *33*(3), 364–370. <https://doi.org/10.1080/0307945042000220426>
- Bedford, M. (2000). Removal of antibiotic growth promoters from poultry diets: implications and strategies to minimise subsequent problems. *World's Poultry Science Journal*, *56*(4), 347–365. <https://doi.org/10.1079/wps20000024>
- Belote, B. L., Tujimoto-Silva, A., Hümmelgen, P. H., Sanches, A. W. D., Wammes, J. C. S., Hayashi, R. M., & Santin, E. (2018). Histological parameters to evaluate intestinal health on broilers challenged with *Eimeria* and *Clostridium perfringens* with or

without enramycin as growth promoter. *Poultry Science*, 97(7), 2287–2294.
<https://doi.org/10.3382/ps/pey064>

Belote, Bruna L., Soares, I., Tujimoto-Silva, A., Sanches, A. W. D., Kraieski, A. L., & Santin, E. (2019). Applying I see inside histological methodology to evaluate gut health in broilers challenged with *Eimeria*. *Veterinary Parasitology: X*, 1, 100004.
<https://doi.org/10.1016/j.vpoa.2019.100004>

Bernal, J. y Valle, J. (1995). Porcentaje y grado de lesiones presentadas en aves afectadas por coccidias y sacrificadas en el rastro municipal de Guadalajara, en el periodo de julio y agosto de 1995. Tesis para optar el grado de Médico Veterinario y Zootecnista. Universidad de Guadalajara. México.

Butaye, P., Devriese, L. A., & Haesebrouck, F. (2003). Antimicrobial growth promoters used in animal feed: effects of less well known antibiotics on gram-positive bacteria. *Clinical Microbiology Reviews*, 16(2), 175–188.
<https://doi.org/10.1128/CMR.16.2.175-188.2003>

Capitán-Vallvey, L. F., Navas, N., Titos, A., & Checa, R. (2001). Determination of the antibiotic zinc bacitracin in animal food by high-performance liquid chromatography with ultraviolet detection. *Chromatographia*, 54(1–2), 15–20.
<https://doi.org/10.1007/bf02491826>

Cazaban, C., Majo Masferrer, N., Dolz Pascual, R., Nofrarias Espadamala, M., Costa, T., & Gardin, Y. (2015). Proposed bursa of Fabricius weight to body weight ratio standard in commercial broilers. *Poultry Science*, 94(9), 2088–2093.
<https://doi.org/10.3382/ps/pev230>

Cepero, R. (2006). Retirada de los antibióticos promotores de crecimiento en la Unión Europea: Causas Y Consecuencias. XII Congreso Bienal Asociación Mexicana de Especialistas en Nutrición Avícola (AMENA). Octubre 2005. 46 p.

Chalmers, G., Martin, S. W., Hunter, D. B., Prescott, J. F., Weber, L. J., & Boerlin, P. (2008). Genetic diversity of *Clostridium perfringens* isolated from healthy broiler chickens

at a commercial farm. *Veterinary Microbiology*, 127(1–2), 116–127. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2007.08.008>

Chapman, H. D. (2014). Milestones in avian coccidiosis research: a review. *Poultry Science*, 93(3), 501–511. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03634>

Chapman, H. D., & Rayavarapu, S. (2007). Acquisition of immunity to *Eimeria maxima* in newly hatched chickens reared on new or reused litter. *Avian Pathology: Journal of the W.V.P.A.*, 36(4), 319–323. <https://doi.org/10.1080/03079450701460773>

Chen, Y.-C., & Yu, Y.-H. (2020). *Bacillus licheniformis*-fermented products improve growth performance and the fecal microbiota community in broilers. *Poultry Science*, 99(3), 1432–1443. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.10.061>

Chen, Y., Hu, S., Li, J., Zhao, B., Yang, N., Zhou, T., Liang, S., Bai, S., & Wu, X. (2021). Bacitracin methylene disalicylate improves intestinal health by modulating its development and Microbiota in weaned rabbits. *Frontiers in Microbiology*, 12, 579006. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.579006>

Chuaqui, B., Duarte, I., Gonzales, S., Oddó, D., & Rosenberg, H. (1999). *Manual de Patología general 2da edición*. Santiago de Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile.

Recuperado

de:

http://publicacionesmedicina.uc.cl/PatologiaGeneral/PatoL_034.html

Coates, M. E., Davies, M. K., & Kon, S. K. (1955). The effect of antibiotics on the intestine of the chick. *The British Journal of Nutrition*, 9(1), 110–119. <https://doi.org/10.1079/bjn19550016>

Colin, G. (2015). *Sturkie's Avian Physiology*. Elsevier (6ta ed.). Milwaukee, Estados Unidos.

Cobucci, A. (2020). Intestinal health assessment of broilers supplemented with *Bacillus subtilis* DSM 29784. Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do

título de Mestre em Ciências Veterinárias. Setor de Ciências Agrárias,
Universidade Federal do Paraná. Brasil.

Collier, C. T., Hofacre, C. L., Payne, A. M., Anderson, D. B., Kaiser, P., Mackie, R. I., & Gaskins, H. R. (2008). Coccidia-induced mucogenesis promotes the onset of necrotic enteritis by supporting *Clostridium perfringens* growth. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, *122*(1–2), 104–115.

<https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2007.10.014>

Collier, C. T., van der Klis, J. D., Deplancke, B., Anderson, D. B., & Gaskins, H. R. (2003). Effects of tylosin on bacterial mucolysis, *Clostridium perfringens* colonization, and intestinal barrier function in a chick model of necrotic enteritis. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, *47*(10), 3311–3317.
<https://doi.org/10.1128/AAC.47.10.3311-3317.2003>

Das, Q., Shay, J., Gauthier, M., Yin, X., Hasted, T.-L., Ross, K., Julien, C., Yacini, H., Kennes, Y. M., Warriner, K., Marcone, M. F., & Diarra, M. S. (2021). Effects of vaccination against coccidiosis on gut Microbiota and immunity in broiler fed bacitracin and berry pomace. *Frontiers in Immunology*, *12*, 621803.
<https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.621803>

Dabiri, N.; Ashayeizadeh, A.; Ashayeizadeh, O.; Mizadeh, K.H.; Roshanfekar, H.; Bojapour, M.; Ghorbani, M.R. (2009). Comparison effects of several growth promotants stimulating additives on performance responses and microbial population in crop and ileum of broiler chickens on their 21th day of life. *J. Anim. Vet. Adv.* 8:1509-1515.

Recuperado de: <https://www.researchgate.net/publication/259583902>

de Oliveira, M. J. K., Sakomura, N. K., de Paula Dorigam, J. C., Doranalli, K., Soares, L., & Viana, G. da S. (2019). *Bacillus amyloliquefaciens* CECT 5940 alone or in combination with antibiotic growth promoters improves performance in broilers under enteric pathogen challenge. *Poultry Science*, *98*(10), 4391–4400.
<https://doi.org/10.3382/ps/pez223>

- Dibner, J. J., & Richards, J. D. (2005). Antibiotic growth promoters in agriculture: history and mode of action. *Poultry Science*, 84(4), 634–643. <https://doi.org/10.1093/ps/84.4.634>
- Dominguez, I. (2015). *Diagnóstico de la coccidiosis y la enteritis bacteriana en pollos de engorde*. aviNews, la revista global de avicultura. <https://avicultura.info/diagnostico-de-la-coccidiosis-y-la-enteritis-bacteriana/>
- Engberg, R. M., Hedemann, M. S., Leser, T. D., & Jensen, B. B. (2000). Effect of zinc bacitracin and salinomycin on intestinal microflora and performance of broilers. *Poultry Science*, 79(9), 1311–1319. <https://doi.org/10.1093/ps/79.9.1311>
- Espinoza, S. (2017). Comparación del rendimiento productivo de pollos de engorde suplementados con tylosina fosfato versus enramicina como promotores de crecimiento. Tesis para optar el título profesional de Médico Veterinario. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.
- Fang, X., Tianont, K., Zhang, Y., Wanner, J., Boger, D., & Walker, S. (2006). The mechanism of action of ramoplanin and enduracidin. *Molecular BioSystems*, 2(1), 69–76. <https://doi.org/10.1039/b515328j>
- Ferket, P.R. (2007). Controlling gut health without the use of antibiotics. Department of Poultry Science, College of Agriculture and Life Sciences, North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, USA. doi=10.1.1.318.7689&rep=rep1&type=pdf
- Fernandes, B. C. S., Martins, M., Mendes, A. A., Milbradt, E. L., Sanfelice, C., Martins, B.B., Aguiar, E. F., & Bresne, C. (2014). Intestinal integrity and performance of broilerchickens fed a probiotic, a prebiotic, or an organic acid. *Revista brasileira de cienciaavicola*, 16(4), 417–424. <https://doi.org/10.1590/1516-635x1604417-424>
- Gadde, U. D., Oh, S., Lillehoj, H. S., & Lillehoj, E. P. (2018). RETRACTED ARTICLE: Antibiotic growth promoters virginiamycin and bacitracin methylene disalicylate

alter the chicken intestinal metabolome. *Scientific Reports*, 8(1).<https://doi.org/10.1038/s41598-018-22004-6>

García, V., Catalá-Gregori, P., Hernández, F., Megías, M. D., & Madrid, J. (2007). Effect of formic acid and plant extracts on growth, nutrient digestibility, intestine mucosa morphology, and meat yield of broilers. *The Journal of Applied Poultry Research*, 16(4), 555–562. <https://doi.org/10.3382/japr.2006-00116>

Gharib-Naseri, K., Kheravii, S. K., Keerqin, C., Morgan, N., Swick, R. A., Choct, M., & Wu, S.-B. (2019). Two different *Clostridium perfringens* strains produce different levels of necrotic enteritis in broiler chickens. *Poultry Science*, 98(12), 6422–6432. <https://doi.org/10.3382/ps/pez480>

GOLDBIO. (2022). Ficha técnica enramicina. (Página web) (Consultado el 22 de noviembre del 2022)

GOLDBIO. (2022). Ficha técnica bacitracina. (Página web) (Consultado el 22 de noviembre del 2022)

Gómez, G., López, C., Maldonado, C., Ávila, E. (2010) Sistema inmune digestivo en las aves. *Revista Investigación y Ciencia*. 8 (48): 9-16

Goto, S., Kuwahara, S., Zenyoji, H., & Okubo, N. (1968). In vitro and in vitro evaluation of enduracidin, a new peptide antibiotic substance. *The Journal of antibiotics*, 21(2), 119–125. <https://doi.org/10.7164/antibiotics.21.119>

Griss, L. G., Galli, G. M., Fracasso, M., Silva, A. D., Fortuoso, B., Schetinger, M. R. C., Morsch, V. M., Boiago, M. M., Gris, A., Mendes, R. E., Baldissera, M. D., Stefani, L. M., & da Silva, A. S. (2019). Oxidative stress linked to changes of cholinesterase and adenosine deaminase activities in experimentally infected chicken chicks with *Eimeria* spp. *Parasitology International*, 71, 11–17. <https://doi.org/10.1016/j.parint.2019.03.003>

- Guaranga W. 2012. Utilización de diferentes niveles de enramicina en dietas para pollos parrilleros. (Tesis de grado previa a la obtención del título de: Ingeniero Zootecnista).Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba – Ecuador.
- Guy, J. S. (1998). Virus infections of the gastrointestinal tract of poultry. *Poultry Science*, 77(8), 1166–1175. <https://doi.org/10.1093/ps/77.8.1166>
- Hamid, H., Zhao, L. H., Ma, G. Y., Li, W. X., Shi, H. Q., Zhang, J. Y., Ji, C., & Ma, Q. G. (2019). Evaluation of the overall impact of antibiotics growth promoters on broiler health and productivity during the medication and withdrawal period. *Poultry Science*, 98(9), 3685–3694. <https://doi.org/10.3382/ps/pey598>
- Hassan, H. M. A., Mohamed, M. A., Youssef, A. W., & Hassan, E. R. (2010). Effect of using organic acids to substitute antibiotic growth promoters on performance and intestinal microflora of broilers. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 23(10), 1348–1353. <https://doi.org/10.5713/ajas.2010.10085>
- Hassan, R. A., Shafi, M. E., Attia, K. M., & Assar, M. H. (2020). Influence of oyster mushroom waste on growth performance, immunity and intestinal morphology compared with antibiotics in broiler chickens. *Frontiers in Veterinary Science*, 7, 333. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00333>
- Hays, V. W. (1970). *Effectiveness of feed additive usage of antibacterial agents in swine and poultry production*. University of Kentucky.
- Hofacre, C. L., Beacorn, T., Collett, S., & Mathis, G. (2003). Using competitive exclusion, Mannan-oligosaccharide and other intestinal products to control necrotic enteritis. *The Journal of Applied Poultry Research*, 12(1), 60–64. <https://doi.org/10.1093/japr/12.1.60>
- Hofacre, C. (2018). Manejo, epidemiología e impacto económico de las enfermedades entéricas bacterianas en pollo de engorde. LPN Congress. Rev. Avi News.

- Ifrah, M. E., Perelman, B., Finger, A., & Uni, Z. (2017). The role of the bursa of Fabricius in the immune response to vaccinal antigens and the development of immune tolerance in chicks (*Gallus domesticus*) vaccinated at a very young age. *Poultry Science*, 96(1), 51–57. <https://doi.org/10.3382/ps/pew232>
- Jaramillo, A. (2012). Evaluación de la mezcla de un ácido orgánico y un prebiótico en los parámetros productivos y alométricos de pollos de engorde con alimentación controlada. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*. vol. 5, n.1, pp. 52-66. Recuperado de: <http://revistas.ut.edu.co/index.php/ciencianimal/article/view/126>
- Jensen, H. H., & Hayes, D. J. (2014). Impact of Denmark's ban on antimicrobials for growth promotion. *Current Opinion in Microbiology*, 19, 30–36. <https://doi.org/10.1016/j.mib.2014.05.020>
- Jia, L., Zhang, X., Li, X., Schilling, W., David Peebles, E., Kiess, A. S., Zhai, W., & Zhang, L. (2022). Bacitracin, *Bacillus subtilis*, and *Eimeria* spp. challenge exacerbates woody breast incidence and severity in broilers. *Poultry Science*, 101(1), 101512. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101512>
- Johansson, A., Greko, C., Engström, B. E., & Karlsson, M. (2004). Antimicrobial susceptibility of Swedish, Norwegian and Danish isolates of *Clostridium perfringens* from poultry, and distribution of tetracycline resistance genes. *Veterinary Microbiology*, 99(3–4), 251–257. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2004.01.009>
- Johnson, J., & Reid, W. M. (1970). Anticoccidial drugs: lesion scoring techniques in battery and floor-pen experiments with chickens. *Experimental Parasitology*, 28(1), 30–36. [https://doi.org/10.1016/0014-4894\(70\)90063-9](https://doi.org/10.1016/0014-4894(70)90063-9)
- Kamran, Z.; Mirza, M.; Ahmad, S.; Samad AH.; Sohail MU.; Saasullah, M. (2013). Rendimiento de pollos de engorde alimentados con manano oligosacáridos como alternativas a los antibióticos desde uno hasta veintidós días de edad. *J. Anim. Plant Sci.*, 23, pp. 1 482 - 1,485.

- Kamran, Z., Ali, S., Ahmad, S., Sohail, M. U., Koutoulis, K. C., Lashari, M. H., Shahzad, M. I., & Chaudhry, H. R. (2021). Efficacy of Mannan-oligosaccharides as alternatives to commonly used antibiotic growth promoters in broilers. *Animal Nutrition and Feed Technology*, 21(3), 523–532. <https://doi.org/10.5958/0974-181x.2021.00043.3>
- Kan, L., Guo, F., Liu, Y., Pham, V. H., Guo, Y., & Wang, Z. (2021). Probiotics *Bacillus licheniformis* improves intestinal health of subclinical necrotic enteritis-challenged broilers. *Frontiers in Microbiology*, 12, 623739. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.623739>
- Kraieski, A. L., Hayashi, R. M., Sanches, A., Almeida, G. C., & Santin, E. (2017). Effect of aflatoxin experimental ingestion and Eimeria vaccine challenges on intestinal histopathology and immune cellular dynamic of broilers: applying an Intestinal Health Index. *Poultry Science*, 96(5), 1078–1087. <https://doi.org/10.3382/ps/pew397>
- Ko, S. K. K., Paraso, M. G. V., Pajas, A. M. G. A., & Dela Cruz, J. F. (2021). Immunomodulatory responses in plectasin-supplemented broilers under tropical environmental conditions. *Tropical Animal Health and Production*, 53(2), 253. <https://doi.org/10.1007/s11250-021-02691-6>
- Kogut, M. H., & Klasing, K. (2009). An immunologist's perspective on nutrition, immunity, and infectious diseases: Introduction and overview. *The Journal of Applied Poultry Research*, 18(1), 103–110. <https://doi.org/10.3382/japr.2008-00080>
- Laxminarayan, R., Van Boeckel, T. and Teillant, A. (febrero 2015). The Economic Costs of Withdrawing Antimicrobial Growth Promoters from the Livestock Sector. OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers, No. 78, OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/5js64kst5wvl-en>
- Lee, K., Lillehoj, H. S., & Siragusa, G. R. (2010). Direct-fed microbials and their impact on the intestinal microflora and immune system of chickens. *The Journal of Poultry Science*, 47(2), 106–114. <https://doi.org/10.2141/jpsa.009096>

- Lee, K. W., Lillehoj, H. S., Jeong, W., Jeoung, H. Y., & An, D. J. (2011). Avian necrotic enteritis: experimental models, host immunity, pathogenesis, risk factors, and vaccine development. *Poultry Science*, *90*(7), 1381–1390. <https://doi.org/10.3382/ps.2010-01319>
- León, A. (2012). Efecto de la cisteamina como promotor de crecimiento en la dieta sobre comportamiento productivo de pollos de carne. (Tesis para obtener el grado de Ingeniero Zootecnista). Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima- Perú.
- Letlole, B. R., Damen, E. P. C. W., & Jansen van Rensburg, C. (2021). The effect of α -monolaurin and butyrate supplementation on broiler performance and gut health in the absence and presence of the antibiotic growth promoter zinc bacitracin. *Antibiotics (Basel, Switzerland)*, *10*(6), 651. <https://doi.org/10.3390/antibiotics10060651>
- Li, J., Xiao, Y., Fan, Q., Yang, H., Yang, C., Zhang, G., & Chen, S. (2022). Dietary bacitracin methylene disalicylate improves growth performance by mediating the gut Microbiota in broilers. *Antibiotics (Basel, Switzerland)*, *11*(6), 818. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11060818>
- Liu, S. K., Niu, Z. Y., Min, Y. N., Wang, Z. P., Zhang, J., He, Z. F., Li, H. L., Sun, T. T., & Liu, F. Z. (2015). Effects of dietary crude protein on the growth performance, carcass characteristics and serum biochemical indexes of Lueyang black-boned chickens from seven to twelve weeks of age. *Revista brasileira de ciencia avicola*, *17*(1), 103–108. <https://doi.org/10.1590/1516-635x1701103-108>
- Maguiño, L. (2021). Evaluación de la salud del sistema digestivo en pollos de engorde utilizando el sistema de monitoreo de salud (HTS). Trabajo de suficiencia profesional para optar el título de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Maria Cardinal, K., Kipper, M., Andretta, I., & Machado Leal Ribeiro, A. (2019). Withdrawal of antibiotic growth promoters from broiler diets: performance indexes

and economic impact. *Poultry Science*, 98(12), 6659–6667. <https://doi.org/10.3382/ps/pez536>

Martinez, S. (2018). *Principales factores que afectan a la salud intestinal de las aves*. aviNews, la revista global de avicultura. <https://avinews.com/principales-factores-que-afectan-a-la-salud-intestinal-de-las-aves/>

Marume, U., Mokagane, J. M., Shole, C. O., & Hugo, A. (2020). Citrullus lanatus essential oils inclusion in diets elicit nutraceutical effects on egg production, egg quality, and physiological characteristics in layer hens. *Poultry Science*, 99(6), 3038–3046. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.01.029>

Mateos GG, Lázaro R, Gracia MI. 2002. Modificaciones nutricionales y problemática digestiva en aves. En: XVIII Curso de especialización FEDNA "Avances en nutrición y alimentación animal". Fundación Española para el 47 desarrollo de la nutrición y alimentación animal. Rebollar P.; C.de Blas; G. Mateos (Eds). España.

McNulty, M. S., Allan, G. M., & McCracken, R. M. (1983). Experimental infection of chickens with rotaviruses: clinical and virological findings. *Avian Pathology: Journal of the W.V.P.A*, 12(1), 45–54. <https://doi.org/10.1080/03079458308436148>

Medina, M. (2014). Efecto de la Tilvalosina sobre los parámetros productivos en pollos de engorde. Tesis para optar el título de Médico Veterinario. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.

Mehdi, Y., Létourneau-Montminy, M.-P., Gaucher, M.-L., Chorfi, Y., Suresh, G., Rouissi, T., Brar, S. K., Côté, C., Ramirez, A. A., & Godbout, S. (2018). Use of antibiotics in broiler production: Global impacts and alternatives. *Animal Nutrition (Zhongguo Xu Mu Shou Yi Xue Hui)*, 4(2), 170–178. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2018.03.002>

Meulemans, G., Peeters, J. E., & Halen, P. (1985). Experimental infection of broiler chickens with rotavirus. *The British Veterinary Journal*, 141(1), 69–73. [https://doi.org/10.1016/0007-1935\(85\)90128-9](https://doi.org/10.1016/0007-1935(85)90128-9)

MIDAGRI (2020). Panorama y perspectivas de la producción de carne de pollo en el Perú

MIDAGRI (2021). Boletín Estadístico Mensual de la Producción y comercialización de Productos Agrícolas.

Mier, N. y Parra, G. (2016). Efecto de dos inmunomoduladores comerciales sobre componentes del Sistema inmune y parametros zootecnicos en pollos de engorde de una granja experimental del Ecuador. Trabajo de titulación para optar por el título de Ingenieras en Biotecnología. Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias. Ecuador.

Miles, R. D., Butcher, G. D., Henry, P. R., & Littell, R. C. (2006). Effect of antibiotic growth promoters on broiler performance, intestinal growth parameters, and quantitative morphology. *Poultry Science*, 85(3), 476–485. <https://doi.org/10.1093/ps/85.3.476>

Mokhtari R, Yazdani A, Kashfi H. (2015). The effects of different growth promoters on performance and carcass characteristics of broiler chickens. *Journal of Veterinary Medicine and Animal Health*. 7(8): 271-277.

MONTANA (2016). Ficha técnica de zinc bacitracina (Página web) (Consultado 15 de Agosto 2019).

Moon, S.-G., Kothari, D., Kim, W.-L., Lee, W.-D., Kim, K.-I., Kim, J.-I., Kim, E.-J., & Kim, S.-K. (2021). Feasibility of sodium long chain polyphosphate as a potential growth promoter in broilers. *Journal of Animal Science and Technology*, 63(6), 1286–1300. <https://doi.org/10.5187/jast.2021.e110>

Moon, S.-G., Kothari, D., Lee, W.-D., Kim, J.-I., Kim, K.-I., Kim, Y.-G., Ga, G.-W., Kim, E.-J., & Kim, S.-K. (2022). Potential probiotic acceptability of a novel strain of *Paenibacillus konkukensis* SK 3146 and its dietary effects on growth performance, intestinal Microbiota, and meat quality in broilers. *Animals: An Open Access Journal from MDPI*, 12(11), 1471. <https://doi.org/10.3390/ani12111471>

- MSD (2012). Technical Services Bulletin – MSD Animal Health “Un estudio de largo plazo revela que Enradin ® ofrece máxima eficacia contra Clostridium perfringens”. Revisado 24 noviembre 2022.
- Neumann, A. P., & Suen, G. (2015). Differences in major bacterial populations in the intestines of mature broilers after feeding virginiamycin or bacitracin methylene disalicylate. *Journal of Applied Microbiology*, 119(6), 1515–1526. <https://doi.org/10.1111/jam.12960>
- Ngoh, M., Wrzesinski, C., Yang, Y., Zschiesche, E., Madsen, T., Stephenson, C., Newman, L., & Deetz, L. (2018). Evaluation of the presence and level of enramycin in broiler tissues following in-feed administration at therapeutic dose. *The Journal of Applied Poultry Research*, 27(4), 449–452. <https://doi.org/10.3382/japr/pfy031>
- Orozco J. (2019). Evaluación de tres proporciones diferentes de partículas finas en el alimento y sus efectos en rendimientos productivos, tamaño de molleja e integridad intestinal en pollos de engorde. Tesis presentada para optar por el título en el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Agronómica con énfasis en Zootecnia. Universidad de Costa Rica.
- Ortiz, A. (2007). Salud intestinal- ajuste de dietas. *Actualidad avipecuaria* 1(3) 43-50.
- Ortiz, R. (2010). Bases fisiológicas para el uso de Antibióticos Promotores de Crecimiento y preventivo en enfermedades bacterianas intestinales en aves y cerdos. Universidad Autónoma de Aguascalientes, Aguascalientes. México. Publicación Trimestral de Actualización Científica y Tecnológica No.20. Disponible en <http://www.virbac.com.mx>.
- Paéz, A. (2017). Efecto de un simbiótico fitoterapéutico sobre los índices morfométricos de la bursa, bazo y timo en pollos de engorde. Documento final del proyecto de investigación como requisito para obtener el grado de médico veterinario zootecnista. Universidad Técnica de Ambato. Cevallos-Tungurahua, Ecuador.

- Park, I., Lee, Y., Goo, D., Zimmerman, N. P., Smith, A. H., Rehberger, T., & Lillehoj, H. S. (2020). The effects of dietary *Bacillus subtilis* supplementation, as an alternative to antibiotics, on growth performance, intestinal immunity, and epithelial barrier integrity in broiler chickens infected with *Eimeria maxima*. *Poultry Science*, 99(2), 725–733. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.12.002>
- Parsaie, S., Shariatmadari, F., Zamiri, M. J., & Khajeh, K. (2007). Influence of wheat-based diets supplemented with xylanase, bile acid and antibiotics on performance, digestive tract measurements and gut morphology of broilers compared with a maize-based diet. *British Poultry Science*, 48(5), 594–600. <https://doi.org/10.1080/00071660701615788>
- Pedroso, A. A., Menten, J. F. M., Racanicci, A. M. C., Longo, F. A., Sorbara, J. O. B., & Gaiotto, J. B. (2003). Performance and organ morphology of broilers fed microbial or antimicrobial additives and raised in batteries or floor pens. *Revista brasileira de ciencia avicola*, 5(2), 111–117. <https://doi.org/10.1590/s1516-635x2003000200004>
- Perozo-Marín, F; Nava, J; Mavárez, Y; Arenas, E; Serje, P; Briceño, M. (2004). Caracterización morfométrica de los órganos linfoides en pollos de engorde de la línea Ross criados bajo condiciones de campo en el estado Zulia, Venezuela. *Revista Científica, FCV-LUZ / Vol. XIV, N° 603*, p. 217 – 225. Recuperado de: file:///C:/SciELO/serial/rc/v14n3/body/art_05
- Pulido, M., Barcelo, S., Perera, C. (2001). Relaciones entre algunos de los indicadores morfométricos de los órganos linfoides y la inmunocompetencia en pollos. *Rev. Cubana de Ciencia Avícola* 25(1): 45-50.
- Qiu, K., Li, C.-L., Wang, J., Qi, G.-H., Gao, J., Zhang, H.-J., & Wu, S.-G. (2021). Effects of dietary supplementation with *Bacillus subtilis*, as an alternative to antibiotics, on growth performance, serum immunity, and intestinal health in broiler chickens. *Frontiers in nutrition*, 8. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.786878>
- Reis, M. P., Fassani, E. J., Júnior, A. A. P. G., Rodrigues, P. B., Bertechini, A. G., Barrett, N., Persia, M. E., & Schmidt, C. J. (2017). Effect of *Bacillus subtilis* (DSM 17299)

on performance, digestibility, intestine morphology, and pH in broiler chickens. *The Journal of Applied Poultry Research*, 26(4), 573–583. <https://doi.org/10.3382/japr/pfx032>

Rosas, Ch.J. (2014). Comparación del rendimiento productiva de pollos de engorde suplementados con tylosina fosfato como promotor de crecimiento en dosis mínimay máxima. Tesis para optar el título profesional de Médico Veterinario. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.

Saleem, K., Saima, Rahman, A., Pasha, T. N., Mahmud, A., & Hayat, Z. (2020). Effects of dietary organic acids on performance, cecal microbiota, and gut morphology in broilers. *Tropical Animal Health and Production*, 52(6), 3589–3596. <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02396-2>

Samanta, S., Haldar, S., & Ghosh, T. K. (2010). Comparative efficacy of an organic Acid blend and bacitracin methylene disalicylate as growth promoters in broiler chickens: effects on performance, gut histology, and small intestinal milieu. *Veterinary Medicine International*, 2010, 645150. <https://doi.org/10.4061/2010/645150>

Sanches, A. (2019). The avian microscopic enteritis under the “I See Inside” (ISI) methodology: new perspectives on a missed subject. Tesis presentada como requisito para la obtención de título de Doctor en Ciencias Veterinarias. Universidad Federal de Paraná. Brasil

Sepp, T., Karu, U., Blount, J. D., Sild, E., Männiste, M., & Hõrak, P. (2012). Coccidian infection causes oxidative damage in greenfinches. *PLoS One*, 7(5), e36495. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0036495>

Settle, T., Leonard, S. S., Falkenstein, E., Fix, N., Van Dyke, K., & Klandorf, H. (2014). Effects of a phytogetic feed additive versus an antibiotic feed additive on oxidative stress in broiler chicks and a possible mechanism determined by electron spin resonance. *International Journal of Poultry Science*, 13(2), 62–69. <https://doi.org/10.3923/ijps.2014.62.69>

- Silva, R. O. S., Salvarani, F. M., Assis, R. A., Martins, N. R. S., Pires, P. S., & Lobato, F. C. F. (2009). Antimicrobial susceptibility of *Clostridium perfringens* strains isolated from broiler chickens. *Brazilian Journal of Microbiology*, 40(2), 262–264. <https://doi.org/10.1590/S1517-838220090002000010>
- Singh, K. M., Shah, T., Deshpande, S., Jakhesara, S. J., Koringa, P. G., Rank, D. N., & Joshi, C. G. (2012). High through put 16S rRNA gene-based pyrosequencing analysis of the fecal microbiota of high FCR and low FCR broiler growers. *Molecular Biology Reports*, 39(12), 10595–10602. <https://doi.org/10.1007/s11033-012-1947-7>
- Solano, W., Giambone, J. J., Williams, J. C., Lauerman, L. H., Panangala, V. S., & Garces, C. (1986). Effect of maternal antibody on timing of initial vaccination of young white leghorn chickens against infectious bursal disease virus. *Avian Diseases*, 30(4), 648–652. <https://doi.org/10.2307/1590562>
- Song, J., Xiao, K., Ke, Y. L., Jiao, L. F., Hu, C. H., Diao, Q. Y., Shi, B., & Zou, X. T. (2014). Effect of a probiotic mixture on intestinal microflora, morphology, and barrier integrity of broilers subjected to heat stress. *Poultry Science*, 93(3), 581–588. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03455>
- Sorvari, T., Sorvari, R., Ruotsalainen, P., Toivanen, A., & Toivanen, P. (1975). Uptake of environmental antigens by the bursa of Fabricius. *Nature*, 253(5488), 217–219. <https://doi.org/10.1038/253217a0>
- Sumano HS, Gutiérrez L. 2010. *Farmacología clínica en aves comerciales*. 4a edición México: McGraw-Hill Interamericana. 703 p.
- Swirski, A. L., Kasab-Bachi, H., Rivers, J., & Wilson, J. B. (2020). Data driven enhancements to the intestinal integrity (I2) index: A novel approach to support poultry sustainability. *Agriculture*, 10(8), 320. <https://doi.org/10.3390/agriculture10080320>

- Tambini A.; Alba, C.; Perales, C.; Falcon, P. (2010). Evaluación anátomo-histopatológica de bursa, timo y bazo de pollos de carne criados sobre cama reutilizada vs. cama nueva. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, vol.21, n.2, pp. 180-186.
- ter Veen, C., de Bruijn, N. D., Dijkman, R., & de Wit, J. J. (2017). Prevalence of histopathological intestinal lesions and enteric pathogens in Dutch commercial broilers with time. *Avian Pathology: Journal of the W.V.P.A*, 46(1), 95–105. <https://doi.org/10.1080/03079457.2016.1223271>
- Thema, K., Mlambo, V., Snyman, N., & Mnisi, C. M. (2019). Evaluating alternatives to zinc-bacitracin antibiotic growth promoter in broilers: Physiological and meat quality responses. *Animals: An Open Access Journal from MDPI*, 9(12), 1160. <https://doi.org/10.3390/ani9121160>
- Timbermont, L., Haesebrouck, F., Ducatelle, R., & Van Immerseel, F. (2011). Necrotic enteritis in broilers: an updated review on the pathogenesis. *Avian Pathology: Journal of the W.V.P.A*, 40(4), 341–347. <https://doi.org/10.1080/03079457.2011.590967>
- Tizard, I. (2009). *Introducción a la inmunología veterinaria*. Elsevier. (8va ed.). Barcelona, España.
- Toghyani, M., Mosavi, S. K., Modaresi, M., & Landy, N. (2015). Evaluation of kefir as a potential probiotic on growth performance, serum biochemistry and immune responses in broiler chicks. *Animal Nutrition (Zhongguo Xu Mu Shou Yi Xue Hui)*, 1(4), 305–309. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2015.11.010>
- Torok, V. A., Allison, G. E., Percy, N. J., Ophel-Keller, K., & Hughes, R. J. (2011). Influence of antimicrobial feed additives on broiler commensal posthatch gut microbiota development and performance. *Applied and Environmental Microbiology*, 77(10), 3380–3390. <https://doi.org/10.1128/AEM.02300-10>
- Ulloa, J. (1999). Caracterización del desarrollo de la bursa de Fabricio, timo y bazo en pollos de engorde comerciales. *Memorias del XIV Congreso Latinoamericano de Avicultura*. pp. 23-33. Lima, Perú.

- Vargas, F. (2010). El uso inteligente de promotores de crecimiento puede aumentar las utilidades. The Poultry Site. 6ta ed.
- Vilela, M. (septiembre, 2020). El Impacto de la coccidiosis en la salud intestinal y en la pigmentación del pollo de engorda. Los avicultores y su entorno, BM editores, n.136, pp. 21-26 Recuperado de: <https://bmeditores.mx/avicultura/coccidiosis-impacto-en-salud-intestinal-y-pigmentacion-en-pollos/>
- Vineetha, P. G., Tomar, S., Saxena, V. K., Kapgate, M., Suvarna, A., & Adil, K. (2017). Effect of laboratory-isolated *Lactobacillus plantarum* LGFCP4 from gastrointestinal tract of guinea fowl on growth performance, carcass traits, intestinal histomorphometry and gastrointestinal microflora population in broiler chicken. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 101(5), e362–e370. <https://doi.org/10.1111/jpn.12613>
- Visek, W. J. (1978). The mode of growth promotion by antibiotics. *Journal of animal science*, 46(5), 1447–1469. <https://doi.org/10.2527/jas1978.4651447x>
- Wang, H. L., Shi, M., Xu, X., Pan, L., Zhao, P. F., Ma, X. K., Tian, Q. Y., & Piao, X. S. (2016). Effects of flavomycin, *Bacillus licheniformis* and enramycin on performance, nutrient digestibility, gut morphology and the intestinal microflora of broilers. *The Journal of Poultry Science*, 53(2), 128–135. <https://doi.org/10.2141/jpsa.0150077>
- Wang, Y., Wang, Y., Xu, H., Mei, X., Gong, L., Wang, B., Li, W., & Jiang, S. (2018). Direct-fed glucose oxidase and its combination with *B. amyloliquefaciens* SC06 on growth performance, meat quality, intestinal barrier, antioxidative status, and immunity of yellow-feathered broilers. *Poultry Science*, 97(10), 3540–3549. <https://doi.org/10.3382/ps/pey216>
- Zambrano, L. (2017). Influencia del butirato, propionato y bacitracina en el rendimiento productivo de la codorniz (*Coturnix japonica*) en etapa de postura, cajamarca 2016. Tesis para optar el Grado Académico de Maestro en Ciencias. Cajamarca – Perú.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Datos de Peso vivo, Peso carcasa y Peso de pechuga a los 42 días de edad en pollos de carne

42 DÍAS				
TRATAMIENTOS	REPETICIÓN	PARÁMETROS		
		PESO VIVO (g)	PESO CARCASA (g)	PESO PECHUGA (g)
T1	1	3270	2520	830.3
	2	3470	2640	962.3
	3	3430	2600	989.6
	4	3310	2460	958
	5	3360	2550	956.2
	6	3390	2600	922
	7	3460	2560	891.5
	8	3300	2420	944.4
	9	3310	2410	882.7
	10	3400	2470	861.7
T2	1	3290	2450	884.7
	2	3340	2500	770.2
	3	3330	2450	892.8
	4	3360	2440	887.1
	5	3380	2480	883.3
	6	3210	2440	897.5
	7	3360	2520	984.2
	8	3370	2560	962.1
	9	3430	2660	1025.6
	10	3240	2340	839.9
T3	1	3290	2430	899.2
	2	3300	2430	1023.2
	3	3260	2330	815.2
	4	3310	2550	1000.4
	5	3320	2430	848.9
	6	3350	2570	942.5
	7	3330	2520	860.2
	8	3330	2470	890.1
	9	3240	2370	868.8
	10	3300	2470	898.4
T4	1	3310	2470	900.3
	2	3290	2420	883.9
	3	3260	2440	928.8
	4	3210	2360	908.3
	5	3300	2430	944.7
	6	3370	2540	995.8
	7	3370	2590	924.9
	8	3350	2500	891.8
	9	3280	2440	910.4
	10	3420	2600	970.7

T1: Dieta Basal (sin antibiótico); T2: T1+ BMD; T3: T1+Enramicina (productoA);T4: T1+Enramicina (producto B)

Anexo 2. Ficha técnica de Bacitracina Metileno Disalicilato (BMD)

		HOJA TECNICA		ID-HT-04	
Fecha de emisión: 27.01.2016		Versión: 04		Página: 1 de 2	
<p>BacitraMPro[®]</p> <p>Hoja Técnica 78567</p>				<p>Fecha: 12/06/2019</p> <p>Versión: 01</p> <p>Elaborado por: JTM</p> <p>Aprobado por: JT</p>	
1. DENOMINACIÓN:		BacitraMPro[®] es un antibiótico peptídico que actúa contra bacterias Gram positivas.			
2. COMPOSICIÓN:		Cada 100 g de BacitraMPro [®] contiene:			
		Bacitracina (*)		11,0 g	
		Excipientes c.s.p.		100,0 g	
		*Como bacitracina metileno disalicilato			
3. FORMA FARMACÉUTICA:		Polvo granulado.			
4. DATOS CLÍNICOS:					
4.1. Especie de Destino		Aves y porcinos.			
4.2. Indicaciones de uso		BacitraMPro[®] está indicado para el control de enteritis clostridial causada por <i>Clostridium perfringens</i> en lechones lactantes, y prevención de la enteritis necrótica causada por <i>Clostridium spp.</i> , así como otros organismos susceptibles a la bacitracina metileno disalicilato en pollos de engorde. Asimismo, para el control de la disentería porcina asociada con <i>Treponema hyodysenteriae</i> .			
4.3. Contraindicaciones		No se han reportado.			
4.4. Precauciones especiales de uso		Mezclar bien con el alimento para asegurar la distribución homogénea. Proteger el empaque de daños físicos. Se recomienda mantener alejado de fuentes de ignición o generadoras de fuego.			