

UCUENCA

Universidad de Cuenca

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Determinación de valores hematológicos, química sanguínea y tamaño de vellosidades intestinales con el uso de probióticos en pollos de engorde


Trabajo de titulación previo a la obtención
del título de Médico Veterinario
Zootecnista

Autor:

Andrea Karina Montalván Vivar

Director:

Fabián Manuel Astudillo Riera

ORCID:  0000-0001-9180-5477

Cuenca, Ecuador

2023-10-05

Resumen

La presente investigación se realizó en el sector de San Camilo ubicado en el cantón Biblián provincia de Cañar; cuyo objetivo fue determinar los efectos de la inclusión de probióticos durante la etapa de crianza en pollos de engorde tanto en la valoración hematológica como tamaño de vellosidad intestinal. Para el desarrollo de la investigación se empleó una población de 600 pollitos Cobb-500 de un día de edad, los cuales fueron distribuidos en dos tratamientos, conformados por 300 aves: **T1**: control, **T2**: sustrato (melaza-vinaza) fermentado con *Lactobacillus acidophilus* y *L. bulgaricus*; se evaluó el tamaño histológico de vellosidades intestinales a los 49 días, además se determinó valores hematológicos mediante hemograma y química sanguínea. En los resultados: no se encontraron diferencias ($p \geq 0,05$) entre las medias de tratamiento en las variables hematológicas, química sanguínea ni vellosidades intestinales en los pollos. Se observó en el análisis hematológico variables alteradas de su rango normal, tal es el caso de PCT con un valor menor T1 y T2 (tabla 5). En la química sanguínea se determinaron variables alteradas de su rango normal en AST, ALT, ALP, TBA, LPS, CK, CREA (tabla 7).

Palabras clave: flora microbiana, intestinos, histología, hematología

Abstract

The present investigation was carried out in the San Camilo sector located in the Biblián city, Cañar province; whose objective was to determine the effects of the inclusion of probiotics during the rearing stage in broilers both in the hematological assessment and in the size of intestinal villi. For the development of the research, a group of 600 Cobb-500 one-day-old chicks was used, which were distributed in two treatments, made up of 300 birds: T1: control, T2: substrate (molasses-vinasse) fermented with *Lactobacillus acidophilus* and *L. bulgaricus*; the histological size of the intestinal villi was evaluated at 49 days; in addition, the hematological values were prolonged by complete blood count and blood chemistry. In the results: no differences ($p \geq 0.05$) were found between the treatment means in the hematological variables, blood chemistry or intestinal villi in chickens. Variables altered from their normal range were observed in the hematological analysis, such as PCT with a lower T1 and T2 value (Table 5). In blood chemistry, variables altered from their normal range were determined in AST, ALT, ALP, TBA, LPS, CK, CREA (table 7).

Keywords: microbial flora, intestines, histology, hematology

Índice de contenido

Introducción	11
Objetivos.....	13
Objetivo General	13
Objetivos Específicos	13
3. Revisión de literatura	14
3.1. Aspectos sanitarios en avicultura.....	14
3.2. Tracto gastrointestinal	14
3.3. Probióticos.....	14
3.3.1. Mecanismos de acción	15
3.3.2. Efectos de los probióticos en el rendimiento productivo.....	16
3.4. La integridad intestinal.....	17
3.5. Factores que afectan la integridad.....	17
3.6. Velloidades	18
3.6.1. Mucosa.....	19
3.7. Criptas intestinales	19
3.8. Perfil hematológico y bioquímico	19
3.8.1. Toma de muestras de sangre	20
3.8.2. Variables que influyen en la calidad de las muestras de sangre	20
3.9. Hematología aviar.....	20
3.9.2. Índices eritrocitarios.....	22
3.10. Análisis bioquímico.....	22
3.10.1. Plasma.....	23
4. Materiales y métodos.....	26
4.1. Materiales.....	26
4.1.1. Materiales de campo	26
4.1.2. Materiales químicos.....	26
4.1.3. Materiales biológicos	26

4.2.	Métodos y técnicas empleadas.....	26
4.2.1.	Área de estudio	26
4.2.2.	Ubicación geográfica	26
4.2.3.	Diseño experimental.....	27
4.3.	Metodología del manejo de la investigación.....	27
4.3.1.	Preparación del galpón.....	27
4.3.2.	Control de temperatura interna del galpón.....	27
4.3.3.	Recepción de los pollitos	27
4.3.4.	Empleo de vacunas	27
4.3.5.	Tratamientos.....	28
4.3.6.	Toma de muestras.....	28
4.3.7.	Determinación de variables en el experimento	29
4.3.8.	Análisis estadístico	29
5.	Resultados y discusión	30
5.1.	Hemograma.....	30
5.2.	Química sanguínea.....	31
5.3.	Vellosidades y criptas intestinales	34
	Conclusiones	37
	Recomendaciones	38
	Referencias	39
	Anexos.....	46

Índice de figuras

Figura 1. Ejemplo de la morfología intestinal del pollo de engorde con un corte histológico 10x.....	19
Figura 2. Ubicación geográfica San Camilo perteneciente al Cantón Biblián provincia del Cañar.....	26
Figura 3. Corte histológico de duodeno de pollo. Se muestra los puntos de referencia para la medición de vellosidad intestinal.....	36
Figura 4. Corte histológico de duodeno de pollo. Se muestra los puntos de referencia para la medición de cripta intestinal.....	36

Índice de tablas

Tabla 1. Factores que afectan la salud intestinal.....	18
Tabla 2. Descripción y valores de referencia en el hemograma de pollos.....	21
Tabla 3. Descripción y valores de referencia en la química sanguínea de pollos.....	23
Tabla 4. Uso del sustrato. (Criterio de rango).....	28
Tabla 5. Hemograma de las aves según tratamientos	30
Tabla 6. Valor de prueba t y valor p de hemograma.....	31
Tabla 7. Química sanguínea de las aves según tratamiento.....	32
Tabla 8. Valor de prueba t y valor p de química sanguínea.....	33
Tabla 9. Medidas de vellosidades y criptas intestinales según tratamientos.....	35
Tabla 10. Valor de prueba t y valor p de vellosidades y criptas intestinales.....	35

Agradecimientos

En primer lugar, agradezco a Dios, por brindarme sabiduría y guiarme en este largo trayecto para culminar mis estudios universitarios. A cada miembro de nuestra familia especialmente a mis padres, hermanos, esposo por brindarme todo su apoyo y amor en cada momento, por ser ese pilar fundamental en mi vida cotidiana y profesional.

Un agradecimiento muy especial al Dr. Fabián Astudillo, por guiarme y haber confiado en mí para la realización de este trabajo y siempre apoyándome para hacer las cosas de la mejor manera. Así también al Dr. Guillermo Guevara, Dr. Diego Rodríguez y al Ing. Edwin Maldonado por impartir sus conocimientos.

Finalmente, quiero agradecer a todos los docentes de la carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, quienes compartieron sus experiencias y conocimientos a lo largo de esta carrera.

Karina Montalván Vivar

Dedicatoria

A Dios, por guiarme por el camino del bien y guiar mis pasos, por darme las fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la fe ni desfallecer en el intento.

A mi familia, en especial a mis padres, esposo y mi hija por su amor, su comprensión, sus consejos y apoyo, en cada momento me demostraron que siempre hay que seguir adelante que con esfuerzo y dedicación los sueños si se hacen realidad;

A mis Abuelos José y Francisca, Ángel y Rosario que desde el cielo siempre están presentes para mí.

Al Dr. Fabián Astudillo por siempre estar presente en cada paso para lograr esta meta, por su tiempo y apoyo incondicional.

Karina Montalván Vivar

Glosario

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación

CONAVE: Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador

DCA: diseño completamente aleatorizado

UFC: unidades formadoras de colonias

ml: mililitro

kg: kilogramo

APC: antibióticos promotores de crecimiento

Introducción

El consumo de la carne de pollo como proteína de origen animal ocupa el primer lugar en el mundo (FAO, 2016) lo cual va acompañado de una mayor demanda por la población. Las industrias avícolas, en consecuencia, requieren incrementar la producción para sostener dicha necesidad (Roa *et al.*, 2018). Ante esta situación, la producción avícola ha tenido avances importantes, sobre todo en la selección de las líneas genéticas, en el manejo de las granjas, en la inclusión de dietas según los requerimientos nutricionales para cada etapa productiva y en el correcto control sanitario, lo que ha permitido obtener una mayor y mejor rentabilidad al productor (Agostini *et al.*, 2012 Guzmán, 2016).

La Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador (CONAVE), afirma que la industria de producción de proteína animal que más ha crecido en estas dos décadas es la avícola (Gutiérrez, 2017).

CONAVE, (2022) estima que el consumo *per cápita* de carne de pollo esta aproximadamente en 27,31 al año, siendo ésta la proteína de mayor consumo en el País. En cuanto a la producción, el volumen anual está situado aproximadamente 263 millones de pollos de engorde.

Se destaca que la distribución de la industria es equitativa, cuya participación es de alrededor de 30% por cada sector, es decir, entre grandes, medianos y pequeños productores. Además, se ha calculado que en Ecuador existen aproximadamente 1.900 granjas avícolas (Gutiérrez, 2017).

En las crianzas intensivas, la posibilidad de adquirir la microbiota autóctona natural está fuertemente disminuida, lo que conduce a que el intestino sea fácilmente colonizado por patógenos, entre los que sobresalen *Escherichia coli* y *Salmonella spp.*, que pueden desencadenar respuestas inflamatorias, producir infecciones localizadas o sistémicas, sintetizar toxinas o compuestos perjudiciales (Londero, 2012). Si consideramos las importantes pérdidas económicas que originan estos agentes patógenos en las explotaciones avícolas, es evidente el interés que puede suscitar la manipulación de la microbiota intestinal como una estrategia para prevenir la colonización de enteropatógenos (Chambers y Gong, 2011).

A nivel mundial se han utilizado los antibióticos como promotores de crecimiento (APC), los cuales mejoran la tasa de crecimiento, la salud y el bienestar de los animales (Chávez, 2014).

El tracto gastrointestinal de las aves en producción está colonizado aproximadamente por 640 especies de bacterias de 140 géneros diferentes, varía en abundancia y diversidad a lo

largo del tracto intestinal, y es inferior el número de microorganismos en los que el paso del alimento es más rápido (Gil de los Santos *et al.*, 2005).

El término probiótico significa «a favor de la vida» y actualmente se utiliza para designar bacterias y levaduras que tienen efectos beneficiosos para los seres humanos y los animales. La definición más reciente de probióticos fue propuesta por la International Scientific Association of Probiotics and Prebiotics, estos fueron definidos como «microorganismos vivos que, al ser administrados en cantidades adecuadas, confieren un beneficio saludable al hospedador (Hill *et al.*, 2014).

Según (Rosmini *et al.*, 2004) en la actualidad, el uso de probióticos en animales de producción está destinado a mejorar la conversión alimenticia, a promover el crecimiento y a inhibir el desarrollo de bacterias patógenas. Estos microorganismos con capacidad probiótica en las producciones pecuarias han mejorado los parámetros productivos, haciéndose eficaces en la mitigación de agentes patógenos a nivel de tracto gastrointestinal del huésped (Agostini *et al.*, 2012).

Esta investigación pretende identificar el porcentaje de inclusión de probióticos dentro de la alimentación y así determinar valores hematológicos a través de un hemograma y química sanguínea, así como determinar la influencia sobre tamaño de vellosidad intestinal a los 49 días de edad.

Objetivos

Objetivo General

Determinar los efectos de la inclusión de probióticos durante la crianza en pollos, para establecer valores hematológicos, química sanguínea y tamaño de vellosidades intestinales.

Objetivos Específicos

- Establecer valores de química sanguínea en pollos de engorde a los 49 días.
- Determinar mediante hemograma los valores hematológicos correspondientes en pollos de engorde.
- Valorar el tamaño de las vellosidades intestinales mediante corte histológico.

3. Revisión de literatura

3.1. Aspectos sanitarios en avicultura

Dentro del ciclo productivo del pollo de engorde frecuentemente se enfrentan retos de índole sanitario, en especial durante la adaptación del pollito al período posterior a la eclosión o en el aumento de los factores de estrés que se derivan de las prácticas utilizadas en la producción avícola moderna, que en conjunto pueden debilitar el sistema inmunitario y predisponer a los pollos a la colonización de diversos microorganismos patógenos en el tracto gastrointestinal, lo que representaría una seria amenaza para la salud de las aves, y a su vez, para la inocuidad y seguridad alimentaria (Wigley, 2013).

3.2. Tracto gastrointestinal

En el tracto gastrointestinal de las aves habita una comunidad diversa de bacterias, hongos, protozoos y virus, que interactúan constantemente con el huésped. La adquisición y desarrollo de esta microbiota intestinal en las aves se origina desde la eclosión del pollito, junto con los microbios que se encuentran en la superficie de la cáscara del huevo, los cuales corresponden a microorganismos del intestino de la madre, además de fuentes externas presentes en el medio ambiente, el alimento y el personal que manipula los animales. Esto influye sobre la población intestinal de los pollos (Diaz *et al.*, 2017)

El TGI de los pollos recién nacidos es básicamente estéril. Por medio de la alimentación, los microorganismos colonizan poco a poco el TGI, el cual forma un consorcio microbiano estable con el tiempo. Se necesitan aproximadamente de 2 a 4 semanas para que se establezca la microbiota intestinal (Chávez, 2014).

El tracto gastrointestinal de las aves en producción está colonizado aproximadamente por 640 especies de bacterias de 140 géneros diferentes, varía en abundancia y diversidad a lo largo del tracto intestinal siendo inferior el número de microorganismos en los que el paso del alimento es más rápido (Gil de los Santos *et al.*, 2005).

3.3. Probióticos

La FAO/OMS (2001) define a los probióticos como microorganismos vivos que cuando se administran en cantidades adecuadas confieren un beneficio de salud en el hospedero. Es decir que, los probióticos son microorganismos vivos no patógenos ni tóxicos de la naturaleza, que, al ser administrados a través de la vía digestiva, son favorables para la salud del hospedador (Lutful, 2009).

Los probióticos pueden estar conformados por un solo tipo de microorganismo o por combinaciones de estos, con el fin de lograr mayor eficiencia al colonizar el intestino.

Principalmente utilizan bacterias de los géneros *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Enterococcus*, *Lactococcus*, *Streptococcus* y *Pediococcus*, y emplean levaduras como prebióticos, como la *Saccharomyces cerevisiae*, cada género de microorganismos puede tener diferentes especies y cepas con capacidad de producir efectos metabólicos diferentes, por lo que se recurre a utilizarlos en conjunto para lograr los mejores beneficios (Montezouris *et al.*, 2010).

Para que un probiótico sea efectivo, debe incrementar el número de organismos benéficos, sin causar enfermedad en el huésped y a la vez, reducir el número de patógenos (Chapman *et al.*, 2011).

3.3.1. Mecanismos de acción

Los probióticos presentan múltiples mecanismos de acción a través de los cuales coadyuvan a generar estabilidad en la microbiota intestinal, los cuales se describen a continuación.

Adherencia a las células intestinales: El primer paso es la adhesión a las células epiteliales del intestino; una de las principales propiedades de los probióticos es la capacidad que tienen para adherirse a la mucosa intestinal, la cual tiene gran influencia en la defensa del organismo, ya que las bacterias benéficas conforman una barrera de exclusión a los microorganismos patógenos, fundamentalmente, por la ocupación de los sitios de adhesión y la estimulación del sistema inmune (Chávez, 2014).

Sin embargo, a pesar de que la exclusión competitiva siempre es constante, se presentan algunos resultados contradictorios, en parte debido a las diferencias en el ambiente intestinal de cada animal: se ha observado en animales adultos con microbiota estable que la exclusión competitiva no es biológicamente significativa en contraste con animales jóvenes, cuyo ambiente intestinal aún está en desarrollo. Este hecho se explicaría, en parte, debido a que el tipo y la cantidad de probiótico suministrado pudieran no ser los indicados para el animal, con el probable desarrollo de antagonismo, evidenciado por la incorrecta generación de exclusión competitiva de los patógenos en el intestino (Gil de los Santos *et al.*, 2005).

Producción de sustancias antimicrobianas: como ácido láctico y otros ácidos de cadena corta, metabolitos como peróxido de hidrógeno, di acetilo y bacteriocinas, entre otros que reducen el número de células patógenas posibles, perturbando el metabolismo bacteriano o la producción de toxinas (Marlli, 2013).

Producción de sustancias bacteriostáticas, que son activas contra los siguientes agentes patógenos: *Bacillus subtilis*, *B. cereus*, *B. stearothermophilus*, *Cándida albicans* *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *L. bulgaricus*, *L. Fermenti*, *L. helveticus*,

L. lactis, *L. leichmannii*, *L. plantarum*, *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas aeruginosa*, *P. fluorescens*, *Salmonella typhosa*, *S. schottmuelleri*, *Shigella dysenteriae*, *S. paradysenteriae*, *Sarcina lutea*, *Serratia marcescens*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus faecalis*, *S. Lactis* *Vibrio comma* (Marlli, 2013).

Los mecanismos, son de gran importancia debido a que promueven el equilibrio de la microbiota intestinal y mejoran la salud de las aves, ya que ayudan a proteger la pared intestinal. Esta actúa como barrera natural contra bacterias patógenas y sustancias tóxicas presentes en el intestino; la integridad de las criptas y las vellosidades intestinales permiten una correcta absorción de los nutrientes suministrados en el alimento (Montezouris *et al.*, 2010).

La tasa de crecimiento de las bacterias benéficas se puede afectar por factores estresantes ambientales y de manejo, lo que lleva al desequilibrio en la microflora intestinal, y aumenta el riesgo de proliferación de bacterias patógenas. Sin embargo, se ha demostrado que la inclusión de microorganismos probióticos en la dieta mejora dicho equilibrio, como lo evidenciaron Li *et al.*, (2014).

3.3.2. Efectos de los probióticos en el rendimiento productivo

Estudios realizados para determinar el efecto de los probióticos en la mucosa intestinal han evidenciado un incremento en el tamaño de las vellosidades del intestino. Según Pelicano *et al.*, (2004), hallaron que las microvellosidades del yeyuno de aves suplementadas con probióticos hasta el día 21 de edad fueron significativamente más largas (230 μm) comparadas con las que no recibieron suplementación (200 μm). Así mismo, en otro experimento en el que se suplementaron aves hasta los 42 días de edad, con una mezcla de siete tipos de microorganismos probióticos, se observó así mismo un incremento en tamaño de las vellosidades del íleon, y pasaron de medir $458,3 \pm 37,45 \mu\text{m}$ a $675,0 \pm 25,0 \mu\text{m}$ (Beski y Al-Sardary, 2015).

Algunos investigadores afirman que la suplementación probiótica mejora las variables productivas, como lo describieron Alkhalf *et al.*, (2010), estos autores observaron aumento significativo sobre el peso de las aves; registrando $1863,6 \text{ g} \pm 26,87$ después de suplementar con *Pediococcus acidilactic* a una dosis de 109 ufc/g, mientras que en el grupo control el peso corporal fue de $1661,31 \text{ g} \pm 26,75$. Respecto a la conversión alimenticia, estos investigadores también evidenciaron efecto significativo, ya que se pasa de un índice de $1,930 \text{ g} \pm 0,021$ a uno de $1,850 \text{ g} \pm 0,021$ (Alkhalf *et al.*, 2010).

De forma contradictoria, en otro experimento, y después de evaluar el peso corporal de pollos de engorde al día 42 suplementados con un antibiótico promotor de crecimiento, un probiótico, y comparados con un grupo control, no observa diferencia entre los tratamientos, obteniendo respectivamente pesos de 2635,5 g, 2624,6 g y 2587,7g (Bitterncourt *et al.*, 2011).

La variabilidad de los resultados experimentales para determinar el efecto de los diferentes probióticos sobre los parámetros productivos se puede explicar, en parte, por los diferentes microorganismos utilizados, como probióticos, métodos de cría, condiciones sanitarias y ambientales (Gil de los Santos *et al.*, 2005).

3.4. La integridad intestinal

Se define como desarrollo completo, macroscópico y microscópico, a la integridad ininterrumpida y al funcionamiento normal del tubo intestinal (Cervantes, 2019).

Un correcto mantenimiento de esta nos va a dar como resultado un crecimiento uniforme y eficiente de las aves. Cualquier agresión del intestino en el pollo, es respondida desde el aparato digestivo, desviando energía que debería ir destinada a reposición de carne o producción de huevos, a la función defensiva (Faus, 2008).

Existen varios factores por los que la integridad intestinal específica de la capa epitelial puede ser dañada (tabla 1), principalmente por la presencia de virus, bacterias, hongos, parásitos y/o toxinas. Estas afecciones pueden provocar diversas reacciones en el tracto gastrointestinal como la degradación de la capa de moco, las células epiteliales se deshagan o destruyan, el suministro vascular se interrumpa, o el sistema inmune se comprometa. La pérdida de la integridad intestinal tiene un impacto negativo en varios aspectos como es la presentación de una mala conversión alimenticia, reducción de la producción, poca pigmentación, reducción de la eficiencia del procesado y preocupación por la seguridad alimentaria (Domínguez, 2015). Esto va a traer como consecuencia que se vea afectado el rendimiento y la rentabilidad de las aves (Sánchez Hidalgo, 2009).

3.5. Factores que afectan la integridad

Cuando la integridad intestinal se encuentra alterada, las proteínas encargadas del desarrollo muscular son llevados para realizar la reparación del intestino, por lo tanto, se presentan atrasos en la producción. Cabe resaltar que la microbiota intestinal influye en el mantenimiento de la integridad, es la responsable de mantener el equilibrio o desequilibrio del sistema digestivo (Aguavil Enriquez, 2012).

Tabla 1. Factores que afectan la salud intestinal.

Factor	Características
Factores de la dieta	Deficiencias nutricionales debido a: desbalances de la formula, mal manejo del grano, alta carga bacteriana en el alimento y toxinas, que afectan la salud intestinal.
Barreras físicas	La integridad intestinal se ve comprometida cuando la pared de la mucosa es dañada, las células epiteliales afectadas, el suministro vascular interrumpido o el sistema inmune comprometidos.
Factores estresantes	El equilibrio intestinal también se puede ver alterado por factores de estrés como manejo inadecuado o defectuoso y transportación, sobrepoblación, cambios bruscos del medio ambiente.
Microflora intestinal	El equilibrio de la microflora intestinal permite una óptima integridad. Las bacterias útiles juegan un papel importante en el control de la flora y estimulan el desarrollo de la pared intestinal
Toxinas en el alimento	Las toxinas en el alimento y tóxicos también afectan la integridad intestinal.
Deformidad del pico	Una deformidad del pico evita un consumo adecuado de alimento y puede causar daño al desarrollo intestinal.
Estado sanitario	Enfermedades como colera aviar afectan severamente la integridad intestinal. Los virus, hongos, bacterias, parásitos y toxinas pueden ser la causa.

Fuente: (Granados, 2008).

3.6. Vellosidades

Las vellosidades son proyecciones digitiformes de la mucosa, que se extienden en el lumen (interior) del intestino como dedos flexibles; vasos linfáticos, capilares, haces de fibras musculares lisos, tejido nervioso y otras células que ocupan el núcleo de cada vellosidad (figura 1). Estas tienen la función de incrementar superficie de absorción de los nutrientes que a su vez está influenciada por el área superficial disponible (Yamauchi, 2002).

La longitud de las vellosidades varía de acuerdo con la actividad fisiológica, se encuentran cubiertas con enterocitos maduros para la absorción, con ocasionales células que secretan moco. Estas células viven por pocos días, mueren y pasan a ser parte del contenido intestinal donde son digeridas (Bernabé *et al.*, 2017).

3.6.1. Mucosa

La mucosa o epitelio intestinal representa una interfaz entre el medio interno y el externo. Tiene dos funciones vitales: La primera de absorción de nutrientes, en donde están implicados pliegues, vellosidades, microvellosidades y criptas intestinales, estableciendo el desarrollo de estas consiste en el aumento de la altura y la densidad de las vellosidades mismas, se renuevan con células que se derivan desde las criptas (Rodríguez, 2010). La segunda de barrera, protegiendo el hospedero contra la absorción de sustancias no deseadas, toxinas y microorganismos o contra la pérdida de sustancias propias o de iones (Lodemann, 2010).

3.7. Criptas intestinales

Están formadas por invaginaciones tubulares de la mucosa, (Figura 1) mientras que las microvellosidades se localizan en el borde apical de los enterocitos (Puente et al., 2019).

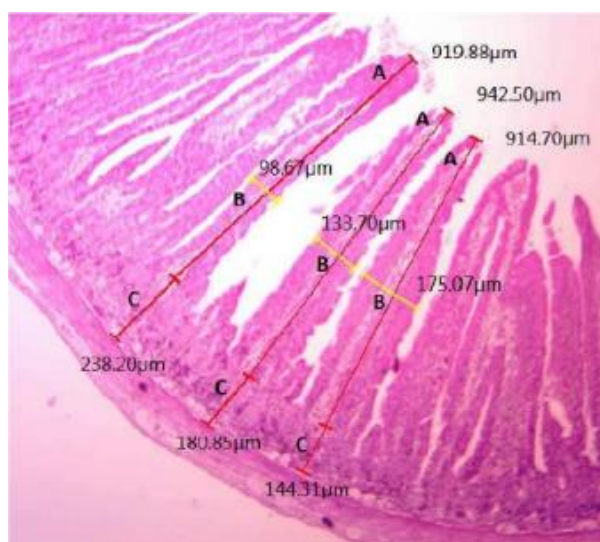


Figura 1. Ejemplo de la morfología intestinal del pollo de engorde con un corte histológico. Se muestra los puntos de referencia para la medición de largo (A) y ancho (B) de vellosidades intestinal y la profundidad (C) de las criptas de Lieberkühn, 10x (Puente *et al.*, 2019).

3.8. Perfil hematológico y bioquímico

La determinación de los rangos hematológicos de las especies tiene una importancia relevante para el trabajo clínico veterinario. Al tener predeterminados los rangos de una especie aviar se podrá valorar cuáles de estos pueden estar alterados en las aves que concurren a consulta o en necesarias investigaciones de campo en áreas protegidas y con base en esto poder determinar las posibles causas que estén actuando en la salud del ave (Avilez Colon *et al.*, 2015).

Según Samour (2010), menciona que en los últimos años se ha realizado avances notables al uso de los análisis hematológicos para el diagnóstico diferencial de trastornos patológicos en las aves, se han ido desarrollando juntamente con otras áreas de la medicina aviar tales como: nutrición, tratamientos, entre otros.

3.8.1. Toma de muestras de sangre

Según Otero, (2023) los lugares de colección de muestras de sangre en aves puede ser a partir de los siguientes puntos:

- Vena braquial
- Punción de la vena braquial con bisturí
- Punción cardíaca
- Entrada del Tórax
- Punción lateral
- Espacio entre el occipital y el atlas
- Decapitación

3.8.2. Variables que influyen en la calidad de las muestras de sangre

La principal alteración de las muestras enviadas al laboratorio es la hemólisis, y según Otero, (2023) casi siempre es causada por:

- Jeringas, agujas o tubos con residuos de agua.
- Tubos calientes por diferentes medios físicos.
- Movimientos bruscos en la toma o en el transporte.
- Muestras congeladas.
- Contaminación de la muestra (Alcohol o yodo)

3.9. Hematología aviar

La hematología nos permite realizar el estudio morfológico de los elementos sanguíneos figurados y realizar el conteo diferencial de leucocitos se encarga del estudio de la sangre y sus componentes, la determinación de los rangos hematológicos de las aves tiene una importancia relevante para el trabajo clínico veterinario (Samour, 2010).

3.9.1. Hemograma

El hemograma es un estudio de rutina importante; se evalúa tres tipos de células: los glóbulos rojos, los glóbulos blancos y los trombocitos, (tabla 2) células producidas en la médula ósea mediante el proceso de fragmentación citoplasmática y que desempeñan un papel importante en la homeostasis (Gutiérrez Castro y Corredor Matus, 2017).

Los valores hematológicos de la sangre pueden variar por el estado nutricional, sexo, edad, hábitat, época del año, estado reproductivo y estrés ambiental. Por lo tanto, un equilibrio entre las células hemáticas puede mejorar la condición fisiológica de las aves y la respuesta celular (Odunsi et al., 1999).

Tabla 2. Descripción y valores de referencia en el hemograma de pollos

Indicador	Descripción	Valores	Fuente
Leucocitos o glóbulos blancos	Pertenecen al sistema inmunológico de las aves.	3,0 – 11.0 El aumento produce estrés o presencia de enfermedades, desordenes neoplásicos o degenerativos, procesos inflamatorios.	(Galvez et al., 2009)
Eritrocitos o glóbulos rojos	Tienen una vida relativamente corta de 20 a 30 días.	2,5 – 4,5	(Morales, 2009) (Galvez et al., 2009)
Linfocitos	Son encargados de la producción de anticuerpos y son muy importantes en el control de los patógenos extracelulares, como las bacterias.	58,6-85,4%	(Fernández et al., 2005) (Galvez et al., 2009)
Monocito	Destruyen los microorganismos, ingieren el material extraño, eliminan las células muertas y estimulan las respuestas inmunitarias.	0-5,0%	(Lauvau et al., 2015) (Galvez et al., 2009)
Neutrófilos	son una de las primeras células inmunitarias que		(Sanz et al., 2017)

	reaccionan cuando entran al cuerpo microorganismos.		
Hematocrito	El hematocrito es el porcentaje de sangre ocupante de glóbulos rojos o eritrocitos respecto al volumen total de sangre.	35-55%. Valores inferiores a 35% indican anemia y superiores a 55% sugiere deshidratación.	(Montolio, 2015) (Donoso, 2011)
Hemoglobina	Es una proteína globular que se encuentra en grandes cantidades dentro de los glóbulos rojos, de importancia fisiológica para el aporte normal de oxígeno a los tejidos.	11,0-19,0 g/dL. La concentración de hemoglobina se mide por unidad de volumen, expresado en g/dL, su desnivel puede causar curso crónico de anemia y policitemia.	(Galvez <i>et al.</i> , 2009) (Copete, 2013)

3.9.2. Índices eritrocitarios

Los índices eritrocitarios son las relaciones que se establecen para determinar el tamaño de los hematíes y su contenido hemoglobínico. Los valores utilizados son: la hemoglobina corpuscular media (HCM), concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM) y volumen corpuscular medio (VCM) se emplean para detectar la presencia de anemia y evaluar la capacidad de la médula ósea para producir glóbulos rojos de tamaño normal, así como el contenido de hemoglobina Volumen corpuscular VC (Avilez Colon *et al.*, 2015).

3.10. Análisis bioquímico

El estudio bioquímico de las aves se debe realizar a partir del fragmento plasmático, que se obtiene mediante la centrifugación de la muestra de sangre (tabla 3) (Montolio, 2015).

3.10.1. Plasma

El plasma se distingue del suero, es la porción de célula-libre de la sangre de la cual el fibrinógeno ha sido separado en el proceso de la coagulación. El color del plasma en la mayoría de las aves es claro o amarillo pálido, esto es debido a la presencia de carotenos en la alimentación y no debe ser interpretado como plasma icterico (Galvez *et al.*, 2009).

Tabla 3. Descripción y valores de referencia en la química sanguínea de pollos

Indicador	Descripción	Valores	Fuente
Aspartato amino transferasa AST	Se puede apreciar en diversos tejidos tales como: cerebro, corazón, hígado, riñones y musculo esquelético.	74-364 UI/L. Al estar elevada esta enzima en la sangre conlleva a un daño hepático y muscular, la disminución no es clínicamente significativa.	(Montolio, 2015). (Galvez <i>et al.</i> , 2009).
Alanina amino transferasa ALT	Esta enzima se presenta en musculo y en el hígado.	9-17 UI/L. ALT en aves da un valor escaso para diagnosticar un daño hepático, la disminución no tiene importancia clínica.	(Montolio, 2015). (Galvez <i>et al.</i> , 2009).
Fosfatasa alcalina FA	Se presenta en: hígado, duodeno, riñón y hueso.	5,50-200 UI/L. Esta enzima se eleva en animales en desarrollo, gallinas ponedoras, presencia de traumas, neoplasias e infecciones.	(Samour, 2010). (Galvez <i>et al.</i> , 2009).
Gama glutamil transpeptidasa GGT	Se localiza en el conducto biliar y en el epitelio tubular del riñón.	0,06-11 UI/L. Valores elevados se presenta en aves con carcinoma biliar y enfermedades hepáticas, la disminución no tiene importancia clínica.	(Samour, 2010). (Galvez <i>et al.</i> , 2009). (Montolio, 2015).
Creatina kinasa CK	Se encuentra en la mayoría de tejidos tales como: duodeno, páncreas, riñón, hígado,	2,21-3164 UI/L. El aumento de CK produce lesiones musculares, necrosis, convulsiones, neuropatías,	(Samour, 2010). (Galvez <i>et al.</i> , 2009).

	proventrículo pero principalmente en el cerebro, músculo esquelético y cardíaco.	deficiencia de vitamina E y Se, intoxicación por plomo. Valores inferiores no presentan relevancia clínica.	
Amilasa AMI	Se presenta en el páncreas, intestino delgado e hígado.	245-510 UI/L. El aumento produce pancreatitis aguda y enteritis. La disminución no es significativa clínicamente.	(Cerón, 2014). (Galvez <i>et al.</i> , 2009). (Samour, 2010).
Albúmina	Es sintetizada en el hígado, triglicéridos, colesterol, glucosa y ácido úrico.	2,81-5g/L (Galvez <i>et al.</i> , 2009). valores reducidos en sangre pueden ser asociados con afectaciones hepáticas como enfermedad de hígado graso, por lo general provocan niveles (Amevea, 2010).	(Amevea, 2010).
Glucosa	Es considerada como fuente de energía, la glucosa se filtra desde la sangre a través del riñón, en los glomérulos renales y se reabsorbe en los túbulos.	209,1-403,5mg/dl. La concentración normal en aves es de 200 a 500mg/dl. El aumento ocurre en diabetes mellitus y la disminución se presenta en enfermedades hepáticas o septicemia.	(Samour, 2010). (Galvez <i>et al.</i> , 2009). (Soto Piñeiro & Bert, 2010).
Urea	Indica el nivel de hidratación de las aves.	3,5-5mg/dl. En aves jóvenes varia de 1-2 mg/dl. Los valores de urea aumentan en casos de obstrucción renal.	(Montolio, 2015). (Galvez <i>et al.</i> , 2009). (Pulido, 2010).

Triglicéridos	Son una fuente principal de energía y es la forma de almacenamiento de lípidos.	El aumento produce obstrucción biliar y su disminución enfermedades metabólicas.	(Samour, 2010). (Villiers y Blackwood, 2012).
----------------------	---	--	---

4. Materiales y métodos

4.1. Materiales

4.1.1. Materiales de campo

- Comederos
- Bebederos
- Criadoras a gas
- Tanques de gas
- Termómetro

4.1.2. Materiales químicos

- Alimento balanceado

4.1.3. Materiales biológicos

- Pollitos Cobb 500
- Probiótico
- Vacuna

4.2. Métodos y técnicas empleadas

4.2.1. Área de estudio

El trabajo experimental se realizó en San Camilo perteneciente al Cantón Biblián provincia del Cañar.

4.2.2. Ubicación geográfica

Coordenadas y climatología del área de estudio

El lugar se encuentra a 2639 msnm, posee una temperatura promedio de 13 a 18 °C siendo sus coordenadas:

Latitud Sur: 4'48.34"S y Longitud Oeste: 79° 4'30.12"O (Db-City, 2021).

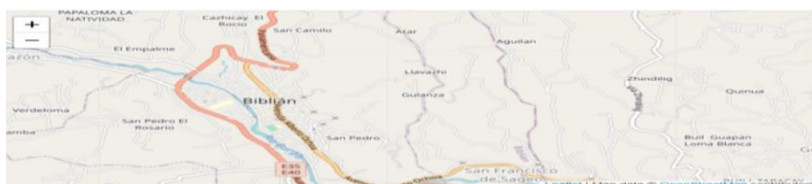


Figura 2. Ubicación geográfica San Camilo perteneciente al Cantón Biblián provincia del Cañar. Fuente: (Db-City, 2021).

4.2.3. Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado (DCA) con dos tratamientos, cada uno de ellos con 300 pollitos Cobb-500, los cuales fueron: T1 grupo control; T2, sustrato obtenido a partir de melaza de caña y mosto de vinaza fermentado con *Lactobacillus acidophilus* y *L. bulgaricus*, sin titulación por considerarse secreto industrial (respaldo notariado).

4.3. Metodología del manejo de la investigación

4.3.1. Preparación del galpón

Quince días previos a la llegada de los pollitos a la granja, se procedió a limpiar y acondicionar el galpón. Se barrió toda el área y se aplicó detergente para remover las impurezas y evitar la proliferación de patógenos; posteriormente, se realizó la desinfección con soplete lanza llamas y desinfectante a base de glutaraldehído, una vez seco el piso, se esparció cal sobre el mismo. Se acopló el galpón con las cortinas tanto internas como externas y se armaron las unidades experimentales dentro de cada galpón, en las cuales se distribuyó el tamo de arroz, el cual tuvo que ser fumigado con glutaraldehído para prevenir bacterias y hongos. Se inspeccionó el correcto funcionamiento de las campanas criadoras, de los bebederos y comederos (anexo A).

4.3.2. Control de temperatura interna del galpón

Durante los siete primeros días de vida los pollitos fueron mantenidos a 32 °C y luego se redujo 3 °C cada semana hasta los 21 días de edad.

4.3.3. Recepción de los pollitos

Tras la llegada de los pollitos, se evaluó su estado físico, el alimento fue ofrecido *ad libitum* los primeros 5 días y a partir de ese día se aplicó restricción alimenticia con horario de 7:30 a 16:00. Se controló la iluminación, temperatura, ventilación y humedad para evitar estrés en las aves, realizándose el proceso de crianza según las normativas establecidas en los manuales de crianza de la línea genética Cobb 500, hasta los 49 días (anexo B).

4.3.4. Empleo de vacunas

Todos los animales en estudio fueron vacunados contra la enfermedad de Newcastle y Gumboro a los 8 días de edad, en forma individual, vía ocular; a los 21 días se realizó una revacunación de Newcastle en el agua de bebida (anexo F).

4.3.5. Tratamientos

El tratamiento 1 (grupo control), el tratamiento T2 con el uso de los probióticos a emplearse (sustrato (melaza-vinaza) fermentado con *Lactobacillus acidophilus* y *L. bulgaricus*), están relacionados con la edad de las aves, a partir del primer día de recepción se administró la dosis de probiótico en forma directa, vía oral (anexo D); para permitir la activación microbiana, posteriormente progresivamente se aumentó según la edad a través del balanceado con una dosis de mantenimiento cada 3 días. La dosificación se basó en estudios previos Miranda *et al.*, (2021) y en función de las UFC admitidos para esta cantidad de alimento (tabla 4).

Tabla 4. Uso del sustrato. (Criterio de rango)

Día	
1	T2 Probiótico 0,5 ml-ave
3	T2 Probiótico 300 ml/2 kg balanceado
6	T2 Probiótico 300 ml/ 3 Kg balanceado
9	T2 Probiótico 300 ml/3 Kg balanceado
12	T2 Probiótico 450 ml / 3,5 Kg balanceado
15	T2 Probiótico 450 ml/3,5 Kg balanceado
18	T2 Probiótico 450 ml /3,5 Kg balanceado
21	T2 Probiótico 450 ml /3,5 Kg balanceado
27	T2 Probiótico 450 ml /3,5 Kg balanceado
35	Agua pura + Probiótico (T2) (Vía oral) 1ml-ave

4.3.6. Toma de muestras

Para obtener los valores hematológicos mediante hemograma y química sanguínea se tomó muestras de sangre de la vena braquial (anexo H), se utilizaron ocho pollos por tratamiento siendo, seleccionados al azar a los 49 días, así mismo para la valoración del tamaño de vellosidad intestinal, se utilizaron los mismos ocho pollos por tratamiento y posteriormente sacrificados luego de 12 horas de ayuno para extraer una porción del duodeno de 3 cm. La muestra se fijó en formol tamponado y se procedió al corte histológico y medición de vellosidades intestinales (anexo I).

4.3.7. Determinación de variables en el experimento

Variable independiente

- **Tratamientos por emplearse.**

T1: control

T2: sustrato (melaza-vinaza) fermentado con *Lactobacillus acidophilus* y *L. bulgaricus*.

Variables dependientes

- **Valores de química sanguínea**

ALB albumina, TP tiempo de protombina, GLOB globulinas, GGT gama-glutamyltransferasa, AST aspartato aminotransferasa, ALT alanina aminotransferasa, ALP fosfatasa alcalina, TBA ácidos biliares torales, AMY amilasa, LPS lipopolisacáridos, CK creatina cinasa, Crea Creatinina, BUN nitrógeno ureico, GLU glucosa, TG Triglicéridos, Ca Calcio, PHOS Fosforo.

- **Valores de hemograma**

RCB recuento de glóbulos rojos o eritrocitos, HGB hemoglobina, HCT hematocrito, MCV volumen corpuscular medio, MCH hemoglobina corpuscular media, MCHC concentración de hemoglobina corpuscular media, MPV volumen plaquetario medio, PCT procalcitonina.

- **Tamaño de vellosidades y criptas intestinales.**

4.3.8. Análisis estadístico

Los datos fueron tabulados en el programa Excel y el análisis estadístico se llevó a cabo mediante el programa IBM SPSS. La normalidad y homogeneidad de los datos se evaluó mediante las pruebas de Levene y Shapiro-Wilk respectivamente, posteriormente se aplicó la prueba de T de Student ($P < 0,05$) para corroborar diferencias significativas en las variables que la significancia fue igual o mayor a 0,05 y para las variables que la significancia fue menor a 0,05 se realizó la comparación con la prueba de Mann-Whitney (no paramétrico).

5. Resultados y discusión

5.1. Hemograma

Con respecto al hemograma, no existió diferencia estadística ($p > 0,05$) entre los distintos tratamientos lo cual coincide con los valores reportados por Gutiérrez y Corredor, (2017). El hematocrito y hemoglobina de las aves estuvieron entre los parámetros fisiológicos acordes para la especie. Al extraer sangre de los vasos braquiales aumenta el estado de estrés, debido al incremento del cortisol plasmático el que provoca la movilización de los eritrocitos, por lo que se puede presentar un ligero aumento en la hemoglobina, sin embargo, esta no mostró cambios significativos entre tratamientos.

Se observó variable alterada de su rango normal, tal es el caso de PCT en T1 y T2 (tabla5).

Tabla 5. Hemograma de las aves según tratamientos.

	Trat	Estadístico	gl	Sig.
RBC	1	0,892	8	0,244
	2	0,977	8	0,948
HGB	1	0,83	8	0,059
	2	0,906	8	0,33
HCT	1	0,889	8	0,227
	2	0,927	8	0,489
MCV	1	0,992	8	0,997
	2	0,837	8	0,069
MCH	1	0,975	8	0,931
	2	0,925	8	0,471
MCHC	1	0,928	8	0,5
	2	0,881	8	0,191
MPV	1	0,961	8	0,815
	2	0,939	8	0,603
PCT	1	0,418	8	0
	2	0,418	8	0

RCB recuento de glóbulos rojos o eritrocitos, HGB hemoglobina, HCT hematocrito, MCV volumen corpuscular medio, MCH hemoglobina corpuscular media, MCHC concentración de hemoglobina corpuscular media, MPV volumen plaquetario medio, PCT procalcitonina

Tabla 6. Valor de prueba t y valor p de hemograma.

Variables	Prueba t	P value	MT1	MT2
RBC	-4,445	0,001	3,0050	3,8588
HGB	-5,353	0,000	16,9750	21,5000
HCT	-4,114	0,001	47,9500	59,1125
MCV	-0,733	0,477	154,2875	155,6625
MCH	0,247	0,808	55,3000	55,1000
MCHC	0,551	0,591	35,6500	35,4000
MPV	0,936	0,366	9,8000	9,5125
PCT	-0,447	0,664	0,0275	0,0288

MT1: Media de Tratamiento 1

MT2: Media de Tratamiento 2

5.2. Química sanguínea

De acuerdo con los datos analizados, no existió diferencia estadística ($p > 0,05$) entre los tratamientos en relación con la química sanguínea.

Se determinaron variables alteradas de su rango normal en GLOB, LPS, TC en T1, ALB, ALT, ALP, TBA, CK, CREA en T2 (tabla7).

Estudios previos han demostrado una disminución de los niveles sanguíneos de ALT en aves que fueron alimentados con dietas que contenían *Bacillus subtilis*, *Bacillus coagulans* y *Saccharomyces boulardii*. El uso de cultivos vivos de *B. subtilis* en la dieta reduce de manera significativa la actividad de la alanina transferasa. Niveles bajos de ALT están asociados a una buena salud y funcionalidad del hígado, y a la ausencia de agentes patógenos, como *E. coli*, en el organismo (Abramowicz *et al.*, 2019).

Tabla 7. Química sanguínea de las aves según tratamiento.

	Trat	Estadístico	gl	Sig.
ALB	1	0,96	8	0,806
	2	0,875	8	0,167
TP	1	0,934	8	0,557
	2	0,975	8	0,934
GLOB	1	0,875	8	0,17
	2	0,978	8	0,951
GGT	1	0,884	8	0,206
	2	0,858	8	0,114
AST	1	0,876	8	0,171
	2	0,82	8	0,047
ALT	1	0,613	8	0
	2	0,418	8	0
ALP	1	0,94	8	0,615
	2	0,822	8	0,049
TBA	1	0,656	8	0,001
	2	0,624	8	0
AMY	1	0,91	8	0,353
	2	0,967	8	0,874
LPS	1	0,657	8	0,001
	2	0,862	8	0,126
CK	1	0,827	8	0,055
	2	0,597	8	0
Crea	1	0,7	8	0,002
	2	0,728	8	0,005
BUN	1	0,947	8	0,677
	2	0,892	8	0,242
GLU	1	0,901	8	0,294
	2	0,957	8	0,783
TG	1	0,966	8	0,863
	2	0,836	8	0,068
Ca	1	0,954	8	0,755
	2	0,981	8	0,967
PHOS	1	0,893	8	0,248
	2	0,915	8	0,391

ALB albumina, TP tiempo de protombina, GLOB globulinas, GGT gama-glutamyltransferasa, AST aspartato aminotransferasa, ALT alanina aminotransferasa, ALP fosfatasa alcalina, TBA ácidos biliares torales, AMY amilasa, LPS lipopolisacáridos, CK creatina cinasa, Crea Creatinina, BUN nitrógeno ureico, GLU glucosa, TG Triglicéridos, Ca Calcio, PHOS Fósforo.

Tabla 8. Valor de prueba t y valor p de química sanguínea.

<i>Variables</i>	<i>Prueba t</i>	<i>P value</i>	<i>MT1</i>	<i>MT2</i>
ALB	-0,266	0,794	14,2250	14,3750
TP	0,246	0,809	35,8000	35,4125
GLOB	0,442	0,665	21,5625	21,0500
GGT	-0,675	0,512	16,6250	17,7500
AST	1,992	0,072	456,0000	329,0000
ALT	0,932	0,374	6,2500	5,3750
ALP	-0,824	0,424	1041,3750	1125,3750
				0
TBA	-0,604	0,562	6,3038	8,4413
AMY	0,755	0,463	355,6250	332,1250
LPS	-0,548	0,598	14,1250	15,8750
CK	0,312	0,762	3814,0000	3754,5000
				0
Crea	-1,012	0,336	11,9875	14,7500
BUN	-0,901	0,383	1,3875	1,5775
GLU	1,740	0,106	10,5788	9,7238
TG	0,325	0,752	,5525	,5250

Ca	-0,418	0,683	2,4750	2,4975
PHOS	0,263	0,797	2,1813	2,1625

MT1: Media de Tratamiento 1

MT2: Media de Tratamiento 2

5.3. Vellosidades y criptas intestinales

El análisis estadístico de los resultados en cuanto a vellosidades y criptas intestinales reveló que no existe diferencia significativa ($p > 0,05$) entre los dos grupos (tabla 9). Medina *et al.*, (2015), concuerda con los resultados obtenidos en nuestra investigación ya que menciona en su estudio que la morfología intestinal en pollos de engorde (machos Ross 308) con o sin suministro de biomasa de levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*), no hubo diferencias estadísticamente significativas en variables alométricas, alturas de las vellosidades y profundidades de criptas.

Por lo contrario Leone Pelicano *et al.*, (2003), asociaron la mayor productividad de pollos suplementados con probióticos a una mayor altura de las vellosidades intestinales, atribuyendo el incremento de la función absorbente al aumento de la superficie de absorción, de la expresión de enzimas del borde en cepillo y de los sistemas de transporte de nutrientes, coincide con Franz *et al.*, (2011), las aves alimentadas con *E. faecium* presentaron mayor desarrollo intestinal reflejado en vellosidades con mayor altura y ancho, y criptas menos profundas.

Según Cao *et al.*, (2023), evaluaron la inclusión de *E. faecium* en pollos de engorde y encontraron que a nivel intestinal las vellosidades presentaron mayor altura y la profundidad de criptas fue menor, en comparación con el control, lo que está asociado al aumento en la eficiencia de crecimiento y en la superficie de absorción de nutrientes.

Tabla 9. Medidas de vellosidades y criptas intestinales según tratamientos.

	Trat	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Vellosidades	1	8	2252,52 7	629,653	222,615
	2	8	2225,45 1	309,517	109,431
Criptas	1	8	81,257	13,883	4,908
	2	8	137,967	41,183	14,560

Tabla 10. Valor de prueba t y valor p de vellosidades y criptas intestinales.

Variables	Prueba	P value	MT1	MT2
Vellosidades	t			
	0,109	0,915	2252,5275	2225,451 3
Criptas	-3,691	0,005	81,2575	137,9675

MT1: Media de Tratamiento 1

MT2: Media de Tratamiento 2

En la investigación de Santos *et al.*, (2016), se observó que tanto las aves que recibieron el probiótico de Flora indefinida liofilizado, como las que recibieron el simbiótico presentaron mayor altura de vellosidades en el duodeno que las aves del control. Las células viables constituyentes de los probióticos compiten con los microorganismos patogénicos por los sitios de adhesión en la mucosa intestinal, disminuyendo la incidencia de diarreas y mejorando la absorción de nutrientes disponibles y, al mismo tiempo, interfiriendo directamente en el restablecimiento de la mucosa intestinal con aumento de la altura de las vellosidades.

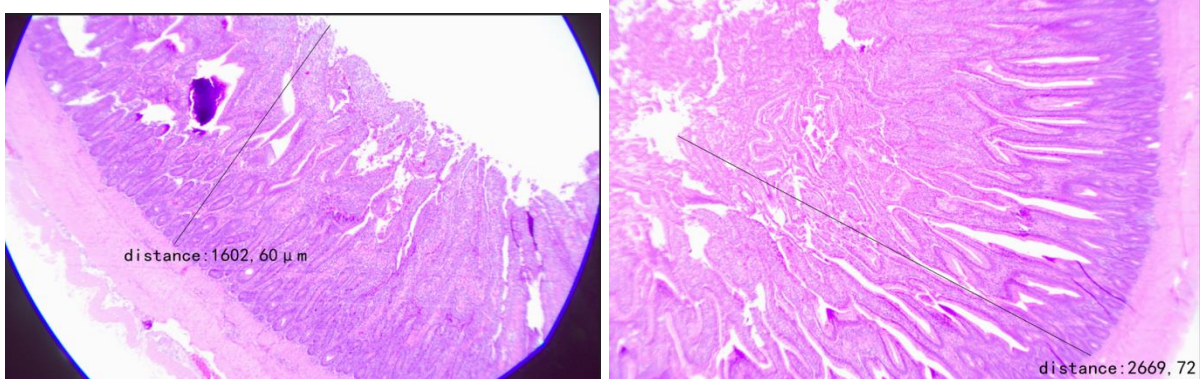


Figura 3. Corte histológico de duodeno de pollo. Se muestra los puntos de referencia para la medición de vellosidad intestinal (Montalván, 2023).

Iji *et al.*, (2001) Encontraron que, en el día 21, las vellosidades ileales eran significativamente más largas en pollos alimentados con una dieta menos viscosa, aunque no fueron diferentes durante los primeros 7 días del experimento. El intestino puede cambiar su área de superficie al crecer en longitud y/o al aumentar o disminuir la altura de sus vellosidades cuando se suministran probióticos en la dieta.

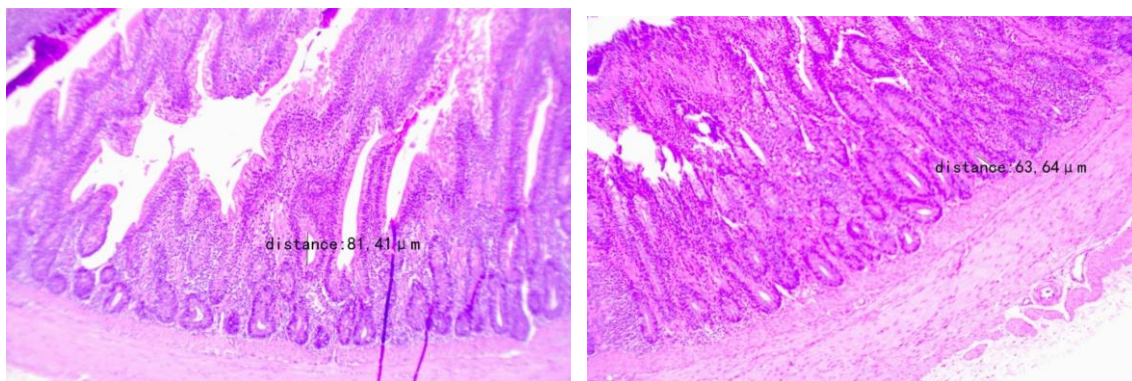


Figura 4. Corte histológico de duodeno de pollo. Se muestra los puntos de referencia para la medición de cripta intestinal (Montalván, 2023).

Conclusiones

- Según los datos obtenidos en hemograma, química sanguínea, morfometría de las vellosidades y criptas intestinales no muestran diferencia con respecto a la adición o no de probióticos en la dieta de pollos de engorde.
- En los valores del hemograma y química sanguínea existen alteraciones en variables.
- Los probióticos si se usan correctamente junto con medidas nutricionales de manejo y de bioseguridad, pueden ser una herramienta poderosa para mantener la salud del tracto gastrointestinal (tamaño de vellosidad intestinal y microbiota) de las aves, mejorando así su rendimiento zootécnico.

Recomendaciones

- Realizar estudios sobre el tema propuesto, buscando analizar posibles variables que pudieran influir en estos valores de referencia.
- Evaluar la efectividad de los probióticos, donde se utilicen distintas concentraciones de los mismos.
- Con la finalidad de obtener mayor variabilidad de resultados se recomienda realizar investigaciones con mayor número de unidades experimentales y repeticiones siguiendo los pasos que se han descrito en esta investigación.

Referencias

- Abramowicz, K., Krauze, M., & Ognik, K. (2019). The Effect of a Probiotic Preparation Containing *Bacillus subtilis* PB6 in the Diet of Chickens on Redox and Biochemical Parameters in Their. Abramowicz, K., Krauze, M., & Ognik, K. (2019). The Effect of a Probiotic Preparation Containing *Bacillus subtilis*. *Annals Of Animal Science*, 19, 433–451. <https://pubag.nal.usda.gov/catalog/6400253>
- Agostini, P. ., Solà, D., Nofrarías, M., Barroeta, A. ., Gasa, J., & Manzanilla, E. . (2012). Role of in-feed clove supplementation on growth performance, intestinal microbiology, and morphology in broiler chicken. *Elsiever*, 147(1–3), 113–118. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1871141312001412>
- Aguavil Enriquez, J. C. (2012). *Evaluación del efecto de un probiótico nativo elaborado en base a Lactobacillus acidophilus y Bacillus subtilis sobre el sistema gastrointestinal en pollos broiler Ross-308 en Santo Domingo de los Tsáchilas* [Universidad de las Fuerzas Armadas]. <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/5213>
- Alkhalif, A., Alhaj, M., & Al-homidan, I. (2010). No Title. *Saudi J Biol*, 17(3), 219–225. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1319562X10000434>
- Amevea. (2010). *Patología y produccion aviar*. https://amevea.org/pdfplumazos/Plumazos_036.pdf
- Avilez Colon, B., Rugeles, C., Jabib Ruiz, L., & Herrera, Y. (2015). Parámetros hematológicos en pollos de engorde criados en una granja de producción cerrada. *Revista de Medicina Veterinaria*, 29, 33–39. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0122-93542015000100004&script=sci_abstract&lng=es
- Bernabé, A., Navarro, J., & Pallares, F. (2017). *Morfología y fisiología del sistema digestivo* [Universidad de Murcia]. <http://ocw.um.es/cc.-de-la-salud/citologiaehistologia-veterinaria/material-de-clase-1/tema25-intestino.pdf>
- Beski, S., & Al-Sardary, S. (2015). Effects of Dietary Supplementation of Probiotic and Synbiotic on Broiler Chickens Hematology and Intestinal Integrity. *International Journal of Poultry Science*, 14, 31–36. <https://scialert.net/fulltext/index.php?doi=ijps.2015.31.36>
- Bitterncourt, L., Cassimira da Silva, C., Silva Range, P., Zanardo Donato, D., De Albuquerque, R., & Araújo, L. (2011). Influence of a probiotic on broiler performance. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40. <https://www.scielo.br/j/rbz/a/Vk7qdWvSqfznxjstdRtdwNM/?lang=en>

- Cao, G. T., Zeng, X. F., Chen, A. G., Zhou, L., Zhang, L., Xiao, Y. P., & Yang, C. M. (2023). Effects of a probiotic, *Enterococcus faecium*, on growth performance, intestinal morphology, immune response, and cecal microflora in broiler chickens challenged with *Escherichia coli* K88. *Poultry Science*, 92, 2949–2955. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24135599/>
- Cerón, J. (2014). *Análisis clínicos en pequeños animales* (Intermedica (ed.)). http://www.intermedica.com.ar/media/mconnect_uploadfiles/c/e/ceron.pdf
- Cervantes, H. (2019, August). Integridad intestinal en aves. *BM Editores*. <https://bmeditores.mx/avicultura/integridad-intestinal-en-aves/>
- Chambers, J. R., & Gong, J. (2011). The intestinal microbiota and its modulation for *Salmonella* control in chickens. *Food Research International*, 14, 3149–3159. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996911005114?via%3Dihub>
- Chapman, C., Gibson, M., & Rowland, G. (2011). Health benefits of probiotics: are mixtures more effective than single strains. *European Journal of Nutrition*, 50, 1–17. <https://doi.org/10.1007/s00394-010-0166-z>.
- Chávez, L. (2014). *Evaluación de cepas probióticas (L. acidophilus, L. casei y E. faecium) como inmunomoduladores nutricionales en pollos de engorde* [Universidad Nacional de Colombia]. https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/54593/43977835_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- CONAVE. (2022). *Estadística del sector avícola*. <https://conave.org/informacion-sector-avicola-publico/>
- Copete, M. (2013). Aspectos Generales de la Evaluación Hematológica en Fauna Silvestre y no Convencional. *Revista Veterinarios*, 9, 17–55. <https://www.revistas.veterinariosvs.org/index.php/cima/article/view/126>
- Db-City. (2021). *Informacion de Biblian*. <https://es.db-city.com/Ecuador--Cañar--Biblián>
- Díaz, E., Ángel Isaza, J., & Ángel, D. (2017). Probióticos en la avicultura: una revisión. *Revista de Medicina Veterinaria*, 175–189. <http://dx.doi.org/10.19052/mv.4400>
- Donoso, C. (2011). *Cambios hematológicos en aves y mamíferos de distinto requerimiento energético*. [Universidad de Chile]. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/131232>

- FAO. (2016). Probiotics in animal nutrition: production, impact and regulation Probiotics in animal nutrition: production, impact and regulation. *Agris*. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=XF2017001765>
- Faus, C. (2008). La integridad intestinal: factores asociados a su mantenimiento. *Selección Avícola*, 11–16. <https://seleccionesavicolas.com/pdf-files/2008/6/3979-la-integridad-intestinal-factores-asociados-a-su-mantenimiento.pdf>
- Fernández, E., Lorenzo, S., & González, Á. (2005). Linfocitos T y B. Clasificación. Receptores. Generación de diversidad: mecanismos moleculares. Capacidades funcionales. *Medicine: Programa de Formación Médica*, 33, 2162–2173. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1252689>
- Franz, C., Huch, M., Abriouel, H., Holzapfel, W., & Gálvez, A. (2011). Enterococci as probiotics and their implications in food safety. *International Journal of Food Microbiology Periódico*, 151, 125–140. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21962867/>
- Galvez, C., Ramirez, G., & Osorio, J. (2009). El laboratorio clínico en hematología de aves exóticas. *Biosalud*, 8, 178–188. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1657-95502009000100020&lng=e&nrm=iso&tlng=es#:~:text=EL LABORATORIO CLÍNICO EN HEMATOLOGÍA DE AVES EXÓTICAS.&text=El empleo de las técnicas,de rutina con mayor importancia.
- Gil de los Santos, J., Storch, O. B., & Gil-Turnes, C. (2005). *Bacillus cereus* var. *toyoi* and *Saccharomyces boulardii* increased feed efficiency in broilers infected with *Salmonella enteritidis*. *British Poultry Science*, 46(4), 494–497. <https://doi.org/10.1080/00071660500181461>
- Granados, J. (2008). Factores que influyen en la Integridad Intestinal del Broiler. *Listado de Memorias Seminario AMEVEA*, 224.
- Gutiérrez. (2017). Ecuador: Avicultura provee la mayor fuente de proteína animal Ecuador: Avicultura provee la mayor fuente de proteína animal. *Avi News*. <https://avicultura.info/ecuador-avicultura-provee-la-mayor-fuente-de-proteina-animal/#:~:text=En los últimos años el consumo se ha estancado.&text=La industria avícola ecuatoriana tiene,demanda de una inversión importante.>
- Gutiérrez Castro, L., & Corredor Matus, J. (2017). Parámetros sanguíneos y respuesta inmune en pollos de engorde alimentados con probióticos. *Revista Veterinaria y Zootecnia*, 11,

- 81–92. <http://vetzootec.ucaldas.edu.co/index.php/english-version/91-coleccion-articulos-espanol/236-parametros-sanguineos-y-respuesta-inmune-en-pollos#:~:text=El hemograma es un estudio,papel importante en la homeostasis.>
- Hill, C., Guarner, F., Reid, G., Gibson, G., Merenstein, D., Pot, B., Morelli, L., Canani, R., Flint, H., Salminen, S., Calder, P., & Sanders, M. (2014). Expert consensus document. The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*, *11*, 506–514.
- Iji, P. A., Saki, A. A., & Tivey, D. R. (2001). Intestinal development and body growth of broiler chicks on diets supplemented with non-starch polysaccharides. *Animal Feed Science and Technology*, *89*, 175–188. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0377840100002236>
- Lauvau, G., Loke, P., & Hohl, T. (2015). Monocyte-mediated defense against bacteria, fungi, and parasites. *Semin Immunol*, *27*(6), 397–409. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S104453231600021X?via%3Dihub>
- Leone Pelicano, E., Alves de Souza, P., Alves de Souza, H. B., Oba, A., Norkus, E., Kodawara, L., & Azevedo de Lima, T. (2003). Morfometria e Ultra-Estrutura da Mucosa Intestinal de Frangos de Corte alimentados com Dietas contendo diferentes Probióticos. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinarias*. http://www.fmv.ulisboa.pt/spcv/PDF/pdf9_2003/547_125_134.pdf
- Li, Y., Xu, Q., Yang, C., Yang, X., Lv, L., Yin, C., Liu, X., & Yan, H. (2014). Effects of probiotics on the growth performance and intestinal micro flora of broiler chickens. *Pakistan Journal of Pharmacy*, *27*, 713–717. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24816710/>
- Lodemann, U. (2010). *Effects of Probiotics on Intestinal Transport and Epithelial Barrier Function*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123749383000219?via%3Dihub>
- Londero, A. (2012). *Alimentos funcionales: obtención de un producto probiótico para aves a partir de suero de quesería fermentado con microorganismos de kefir* [Universidad Nacional de La Plata.]. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/2776>
- Lutful, S. (2009). The Role of Probiotics in the Poultry Industry. *Molecular Sciences*, *10*, 3531–3546. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2812824/>

- Marlli, A. (2013). *Uso de probióticos en la nutrición de monogástricos como alternativa para mejorar un sistema de producción*. [Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD]. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/1075/52424223.pdf?sequence=1>
- Medina, N., González, C., Matute, G., & Barahona, R. (2015). Morfología intestinal en pollos de engorde con o sin suministro de biomasa de levaduras de la producción de etanol combustible. *Zootecnia Tropical*, 33. https://www.researchgate.net/publication/289505035_Morfologia_intestinal_en_pollos_de_engorde_con_o_sin_suministro_de_biomasa_de_levaduras_de_la_produccion_de_etanol_combustible
- Miranda, J., Astudillo, F., & Marin, A. (2021). Effect of Bioadditives on the Bioproductive Behavior and Histomorphometric Changes of Cobb-500 Chicks. *Journal of Animal Science*, 99, 141. https://academic.oup.com/jas/article-abstract/99/Supplement_3/141/6383771?redirectedFrom=fulltext
- Montalván, K. (2023). *“Determinación de valores hematológicos, química sanguínea y tamaño de vellosidades intestinales con el uso de probióticos en pollos de engorde*. Universidad de Cuenca.
- Montezouris, K., Tsitsrikos, P., Palamidi, Y., Arvaniti, U., Mohnl, M., Schatzmayr, G., & Fegerós, K. (2010). Efectos de los niveles de inclusión de probióticos en la nutrición de pollos de engorde sobre el rendimiento del crecimiento, la digestibilidad de los nutrientes, las inmunoglobulinas plasmáticas y la composición de la microflora cecal. *PublMed*, 58–67.
- Montolio, S. (2015). *Estudio de la hematología y la bioquímica sanguínea de las rapaces nocturnas ibéricas* [Universidad Autònoma de Barcelona]. <https://www.tdx.cat/handle/10803/329287#page=1>
- Morales, M. (2009). *Atlas de hemocitología veterinaria* (Servet (ed.); Segunda).
- Odunsi, A. ., Onifade, A. ., & Babatunde, G. M. (1999). Response of broiler chicks to virginiamycin and dietary protein concentrations in the humid tropics. *Archivos de Zootecnia*, 48, 317–325. <file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/Dialnet-RespuestaDeBroilersALaVirginiamicinaYALasConcentra-4141.pdf>
- Otero, M. (2023). Toma, conservación y envío de muestras al laboratorio. *LABORATORIO PRONAVÍCOLA*. <https://www.pronavicola.com/contenido/webinar/WEBINAR7.pdf>

- Pelicano, E., De Souza, P., De Souza, H., Leonel, F., Zeola, N., & MM, B. (2004). Productive traits of broiler chickens fed diets containing different growth promoters. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 6. <https://www.scielo.br/j/rbca/a/m4NgC6pwFFttszRRrRjYcTb/?lang=en>
- Puente, J., Carcelén, F., Ara, M., Bezada, S., Huamán, A., Santillán, G., Perales, R., Guevara, J., & Asencios, A. (2019). Efecto de la suplementación con niveles crecientes de probióticos sobre la histomorfometría del intestino delgado del cuy (*Cavia porcellus*). *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 30.
- Pulido, M. (2010). *Perfil bioquímico en aves*. https://www.ufrgs.br/lacvet/restrito/pdf/bioquimico_aves_martha.pdf
- Roa, M. L., Guzmán, Y. E., & Navarro, C. A. (2018). Efecto del uso de probióticos en la morfometría intestinal de pollos de engorde. *Archivos de Zootecnia*, 67, 260. <http://www.uco.es/ucopress/az/index.php/az/article/view/3878>
- Rosmini, M., Sequeira, G., Guerrero, I., Marti, L., Dalla, R., Frizzo, L., & Bonazza, J. (2004). Producción de prebióticos para animales de abasto: importancia del uso de la microbiota intestinal indígena. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 3, 187–197. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62030203>
- Samour, J. (2010). *Medicina aviaria* (Segunda).
- Sánchez Hidalgo, L. (2009). Importancia de la Integridad Intestinal y uso de probióticos en gallinas de postura. *Agrovetmarket*. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16316/1/UPS-CT007940.pdf>
- Santos, J., Mendes, A., Rossi, P., Cella, S., Narváez, W., Carvalho, E., Groff, P., & Takahashi, S. (2016). Probióticos y simbióticos en el rendimiento y la morfometría intestinal de pollos de engorde desafiados con *Salmonella enteritidis*. *Revista Electrónica Veterinaria*, 17, 1–16. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63647456005.pdf>
- Sanz, J., Gómez, A., Sosa, M., & Prieto, A. (2017). Introducción al sistema inmune. Componentes celulares del sistema inmune innato. *Medicine*, 12, 1369–1378. <https://www.residenciamflapaz.com/Articulos Residencia 17/158 Introduccion al sistema inmune innato MEDICINE 02-17.pdf>
- Soto Piñeiro, C., & Bert, E. (2010). Valoración de las afectaciones hepáticas en aves. *REDVET*, 11, 1–16. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63617152004.pdf>

Villiers, E., & Blackwood, L. (2012). *Manual de diagnóstico de laboratorio en pequeños animales* (Lexus (ed.); segunda).

Wigley, P. (2013). Immunity to bacterial infection in the chicken. *Developmental and Comparative Immunology*. Elsevier.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0145305X13001122>

Yamauchi, K. (2002). Review on chicken intestinal villus histological alterations related with intestinal function. *Journal of Poultry Science*, 39, 229–242.
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpsa/39/4/39_4_229/_pdf

Anexos

Anexo A. Preparación del galpón para la recepción de los pollitos

Se preparó el galpón y se dividió en dos unidades experimentales.



Anexo B. Recepción de los pollitos

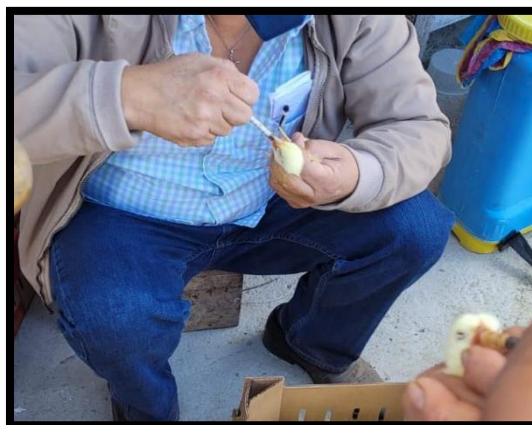


Anexo C. Pollitos de una semana de vida

Los pollitos se alimentaron *ad libitum* hasta los 5 días de edad.



Anexo D. Administración de probiótico al primer día, vía oral a cada pollo

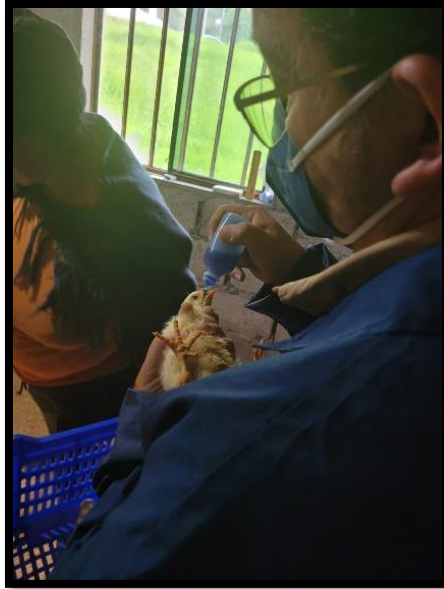


Anexo E. Pesaje de balanceado y mezcla homogénea con probiótico

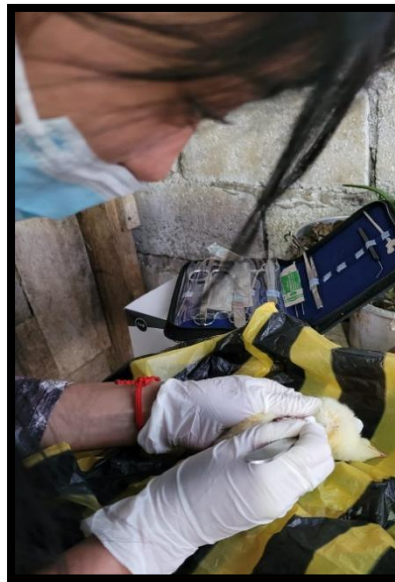


Anexo F. Vacunación

Vacuna contra Newcastle y Gumboro a los 8 días de edad y se revacunó a los 21 días.

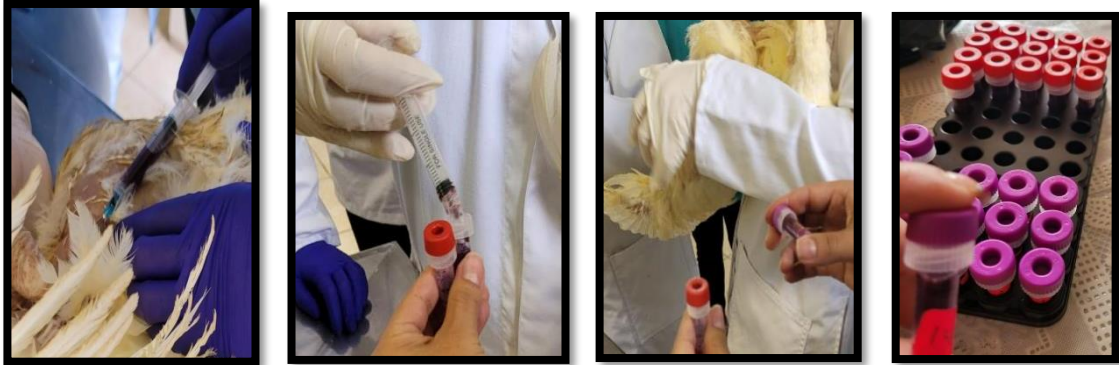


Anexo G. Necropsia realizada a las aves muertas



Anexo H. Toma de muestras de sangre

Toma de muestra de 16 pollos. 8 para cada tratamiento.



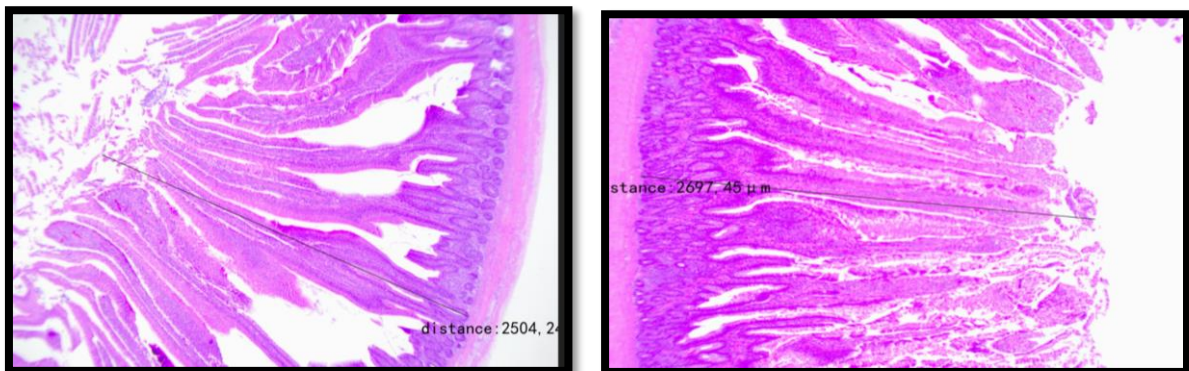
Anexo I. Toma de muestras de intestino



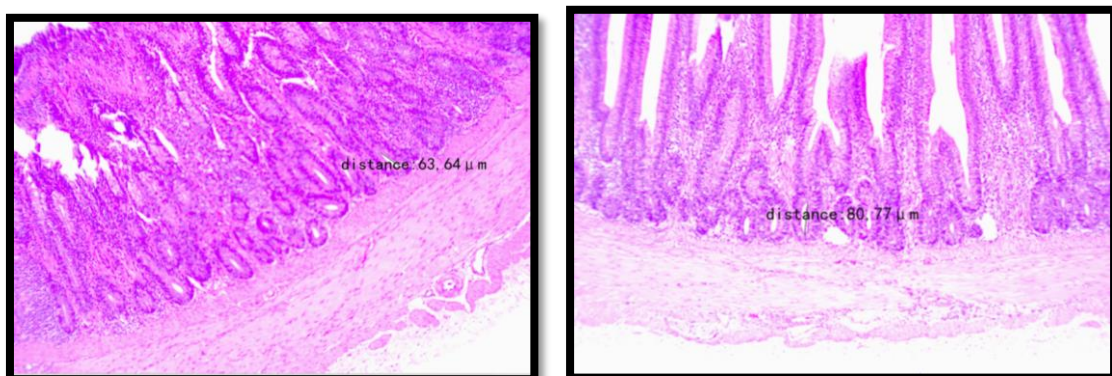


Anexo J. Resultados del Laboratorio

Cortes histológicos de duodeno de pollo. Se muestra los puntos de referencia para la medición de vellosidad intestinal



Cortes histológicos de duodeno de pollo. Se muestra los puntos de referencia para la medición de cripta intestinal



Resultados del hemograma obtenidos en el laboratorio

1	Nombre:	pollo 3				
2						
3	WBC	***.*	10*9/L	7.5	21.5	
4	LYM%	***.*	%	24	70	
5	MID%	***.*	%	4	25.4	
6	NEUT%	***.*	%	18	63	
7	LYM#	***.*	10*9/L	4.5	27	
8	MID#	***.*	10*9/L	0.8	10	
9	NEUT#	***.*	10*9/L	3.3	24	
10	RBC	2.72	10*12/L	6	8	
11	HGB	15.4	g/dL	11	15	
12	HCT	43.2	%	37	51	
13	MCV	159	fL	47	250	
14	MCH	56.6	pg	14	22	
15	MCHC	35.6	g/dL	28	33	
16	RDW-SD	52	fL	37	54	
17	RDW-CV	11	%	11	15.5	
18	PLT	37	10*9/L	250	800	
19	MPV	10.4	fL	7	12	
20	PDW	7.4	%	9	30	
21	PCT	0.03	%	0.1	9.99	
22	P-LCR	17.1	%	9	55	
<div style="display: flex; justify-content: space-between; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"> ◀ ▶ Hoja1 Hoja2 Hoja3 Hoja4 Hoja5 Hoja6 Hoja7 Hoja8 </div>						

Resultados de química sanguínea obtenidos en el laboratorio

1	CEMEVET				
2	RESULTADOS				
3	Dueño:				
4	Animal:				
5	ID Médico:	36			
6	ID Muestra:	5			
7	AGEGroup:	Adulto			
8	Animal:	Pájaro			
9	Tipo de mue	Plasma			
10	ID Operador:				
11	Lab:				
12	Lote reactiv	922097			
13	ID Rotor:	1367922097			
14	ID Máquina:	121002868			
15	Ver:	V1.00.00.92/1.00.01.50			
16	Hora prueba	2022-05-09 16:48			
17	-----				
18	Ensayo	Resultado	Ref	Unidad	
19	ALB	13.7		g/L	
20	TP	35.9		g/L	
21	GLOB	22.2		g/L	
22	A/G	0.62			
<div style="display: flex; justify-content: space-between; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"> ◀ ▶ ... Hoja4 Hoja5 Hoja6 Hoja7 Hoja8 Hoja9 Hoja10 Hoja11 </div>					