

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA

EVALUACIÓN DEL EFECTO ANTICOCCIDIAL DE LA
SAPONINA DE ALFALFA (*Medicago sativa L.*) ADICIONADA
EN LA DIETA DE POLLOS DE ENGORDE

DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COMO
REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE MEDICO VETERINARIO
ZOOTECNISTA

AUTOR:

Mijael Alexander López Gutiérrez

TUTOR:

Dr. Marco Antonio Rosero Peñaherrera, Mg.

CEVALLOS, 2022

**EVALUACIÓN DEL EFECTO ANTICOCCIDIAL DE LA SAPONINA DE
ALFALFA (*Medicago sativa L.*) ADICIONADA EN LA DIETA DE
POLLOS DE ENGORDE**

REVISADO POR:

.....

Dr. Marco Antonio Rosero Peñaherrera, Mg.

TUTOR

APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN:

Fecha

.....

02/09/2022

Ing. Marco Pérez Salinas, PhD.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

.....

30/08/2022

Ing. Gonzalo Aragadvay Yungán.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

.....

31/08/2022

Dr. Orlando Quinteros Pozo.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

AUTORIA DE LA INVESTIGACIÓN

El suscrito, **MIJAEL ALEXANDER LÓPEZ GUTIÉRREZ**, portador de cédula de ciudadanía número: 180385526-9, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: “**EVALUACIÓN DEL EFECTO ANTICOCCIDIAL DE LA SAPONINA DE ALFALFA (*Medicago sativa L.*) ADICIONADA EN LA DIETA DE POLLOS DE ENGORDE**”, es original, auténtico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.

MIJAEL ALEXANDER LÓPEZ GUTIÉRREZ

DERECHO DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado **“EVALUACIÓN DEL EFECTO ANTICOCCIDIAL DE LA SAPONINA DE ALFALFA (*Medicago sativa L.*) ADICIONADA EN LA DIETA DE POLLOS DE ENGORDE”** como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Médico Veterinario y Zootecnista, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él.

MIJAEL ALEXANDER LÓPEZ GUTIÉRREZ

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico principalmente a Dios por ser guía espiritual y por todas las bendiciones provistas durante todo este trayecto universitario y mi vida, que me han permitido seguir adelante con este sueño de convertirme en un profesional.

A mis padres Verónica y Lenin que siempre han sido un apoyo incondicional, por la lucha y sacrificio día a día para salir adelante y dar lo mejor de ellos sin esperar nada a cambio, permitiéndome alcanzar un peldaño más en mi vida. A mi hermano Nicolás que con sus ocurrencias y compañía siempre saca una sonrisa en mí.

A mis abuelos maternos y paternos Alberto, Nancy, Víctor y Rosario por todo el amor, paciencia, valores y sabiduría que han sabido impartir durante toda mi vida. Por hacer de mi un excelente ser humano y enseñarme a no rendirme frente a las adversidades, pero sobre todo por ser partícipes de este trabajo investigativo, su ayuda día y noche fue excelente.

A mi querida Samy por permanecer siempre firme junto a mí, por entregarme su amor, atención y paciencia que han permitido mantenerme encaminado en mis objetivos y sueños. A mi bebé que ha sido el motivo para no darme por vencido y ser la bendición más grande que la vida pudo entregarme.

A mi hermano Paúl por siempre estar para mí cuando más lo he necesitado, por tus consejos y palabras, mi cariño y respeto para ti.

A toda mi familia que siempre han sido lo más hermoso de la vida, cada integrante de ella ha permitido que sea mejor y perseverare.

A mis amigos y docentes que han impartido conocimiento, vivencias y muy buenos momentos, también han sido parte fundamental de este gran camino.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, la Virgen y San Martín que con sus bendiciones derramadas sobre mí y toda mi familia he logrado alcanzar un objetivo más en mi vida.

Mi agradecimiento fraterno a mis padres y abuelos que siempre han guiado mi camino y su apoyo ha sido incondicional, por velar por mis sueños y luchar para alcanzarlos juntos.

A la Universidad Técnica de Ambato, especialmente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias que me abrió las puertas desde el 2016, permitiéndome formarme en mi carrera profesional.

Mi gratitud eterna en especial a mi tutor Dr. Marco Rosero que con mucha responsabilidad y paciencia me ha permitido llegar a concluir el presente trabajo, impartiendo su sapiencia, valores y responsabilidad.

Al Ing. Luciano Valle por sus acertadas recomendaciones y colaboración en la parte estadística.

Al Ing. Alberto Gutiérrez por siempre estar al pendiente y ser parte fundamental de este trabajo investigativo, por su paciencia en los días más duros y por compartir la felicidad de culminar una etapa más en mi vida, gracias padre eres mi gran ejemplo.

A todos los docentes que supieron guiarme en la entrega de sus conocimientos y sapiencias para ser un buen profesional.

INDICE GENERAL

CONTENIDO

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
CAPÍTULO I	3
I. MARCO TEÓRICO	3
INTRODUCCIÓN	3
<i>1.1. Antecedentes Investigativos</i>	<i>4</i>
1.2. Objetivos	<i>12</i>
<i>1.2.1. Objetivo general</i>	<i>12</i>
<i>1.2.2. Objetivos específicos</i>	<i>12</i>
1.3. Categorías fundamentales	<i>12</i>
<i>1.3.1. Prevalencia de la coccidiosis en pollos de engorde</i>	<i>12</i>
<i>1.3.2. Impacto de la coccidiosis en la economía avícola</i>	<i>13</i>
<i>1.3.3. Impacto de lo coccidiosis sobre los índices productivos en pollos de engorde</i> 14	
<i>1.3.4. Coccidiosis aviar</i>	<i>14</i>
<i>1.3.5. Etiología, clasificación y morfología</i>	<i>14</i>
<i>1.3.6. Transmisión</i>	<i>20</i>
<i>1.3.7. Ciclo biológico</i>	<i>20</i>
<i>1.3.8. Cuadro clínico y lesiones</i>	<i>24</i>
<i>1.3.9. Diagnóstico</i>	<i>28</i>
<i>1.3.10. Métodos para el tratamiento y control de la coccidiosis</i>	<i>30</i>
<i>1.3.11. Saponinas</i>	<i>32</i>
<i>1.3.12. Saponinas de alfalfa</i>	<i>32</i>

1.3.13. <i>Uso de saponinas en aves</i>	33
1.3.14. <i>Efecto anticoccidial de las saponinas</i>	33
CAPÍTULO II	35
METODOLOGÍA	35
2.1. <i>Ubicación del experimento</i>	35
2.2. <i>Características del lugar</i>	35
2.3. <i>Material experimental</i>	35
2.4. <i>Materiales y equipos</i>	35
2.4.1. <i>Materiales y equipos de campo</i>	35
2.4.2. <i>Materiales y equipos de laboratorio</i>	36
2.4.3. <i>Materiales y equipos de oficina</i>	37
2.4.4. <i>Biológicos</i>	37
2.5. <i>Factores de estudio</i>	37
2.6. <i>Metodología</i>	37
2.6.1. <i>Extracción de saponinas</i>	37
2.6.2. <i>Infección de aves con coccidios</i>	38
2.6.3. <i>Toma de muestras</i>	38
2.6.4. <i>Diagnóstico de ooquistes de Eimeria spp.</i>	39
2.6.5. <i>Cuantificación de ooquistes</i>	40
2.6.6. <i>Datos para calcular los índices productivos</i>	41
2.6.7. <i>Calificación de lesiones intestinales</i>	41
2.7. <i>Manejo de animales</i>	42
2.8. <i>Diseño experimental</i>	42
2.9. <i>Variables respuesta</i>	43
2.9.1. <i>Ganancia de peso</i>	43

2.9.2.	<i>Conversión alimenticia</i>	44
2.9.3.	<i>Mortalidad</i>	44
2.9.4.	<i>Índice de eficiencia europea</i>	45
CAPÍTULO III		46
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		46
CAPÍTULO III		46
3.1.	<i>Peso vivo</i>	46
3.2.	<i>Consumo de alimento</i>	47
3.3.	<i>Ganancia de peso</i>	48
3.4.	<i>Conversión alimenticia</i>	49
3.5.	<i>Índice de Eficiencia europea</i>	51
3.6.	<i>Mortalidad</i>	51
3.7.	<i>Número de ooquistes/gramo de heces</i>	52
3.8.	<i>Lesiones macroscópicas</i>	55
3.9.	<i>Prevalencia de coccidios</i>	56
3.10.	<i>Discusión</i>	57
CAPÍTULO IV		61
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		61
4.1.	<i>Conclusiones</i>	61
4.2.	<i>Recomendaciones</i>	62
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica de Eimeria spp.....	15
Tabla 2. Características del ciclo de vida y esporulación de Eimeria spp	24
Tabla 3. Características de las lesiones macroscópicas post mortem de las diferentes especies de Eimeria en pollos de engorde	25
Tabla 4. Desempeño de la variable peso vivo a la aplicación de extracto de saponina de alfalfa (Medicago sativa L).	46
Tabla 5. Desempeño de la variable consumo de alimento a la aplicación de extracto de saponina de alfalfa (Medicago sativa L).	47
Tabla 6. Desempeño de la variable ganancia de peso a la aplicación de extracto de saponina de alfalfa (Medicago sativa L).	48
Tabla 7. Desempeño de la variable conversión alimenticia a la aplicación de extracto de saponina de alfalfa (Medicago sativa L).	49
Tabla 8. Desempeño de la variable índice de eficiencia europea a la aplicación de extracto de saponina de alfalfa (Medicago sativa L).	51
Tabla 9. Desempeño de la variable mortalidad a la aplicación de extracto de saponina de alfalfa (Medicago sativa L).	51
Tabla 10. Desempeño de la variable contabilización de ooquistes por gramo de heces a la aplicación de extracto de saponina de alfalfa (Medicago sativa L)....	52
Tabla 11. Desempeño de la variable score de lesiones macroscópicas a la aplicación de extracto de saponina de alfalfa (Medicago sativa L).	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructuras internas de ooquiste esporulado de <i>Eimeria</i>	16
Figura 2. Localización de lesiones macroscópicas y morfometría de ooquiste de <i>E. acervulina</i>	17
Figura 3. Localización de lesiones macroscópicas y morfometría de ooquiste de <i>E. máxima</i>	17
Figura 4. Localización de lesiones macroscópicas y morfometría de ooquiste de <i>E. brunetti</i>	18
Figura 5. Localización de lesiones macroscópicas y morfometría de ooquiste de <i>E. tenella</i>	18
Figura 6. Localización de lesiones macroscópicas y morfometría de ooquiste de <i>E. necatrix</i>	19
Figura 7. Localización de lesiones macroscópicas y morfometría de ooquiste de <i>E. mitis</i>	19
Figura 8. Localización de lesiones macroscópicas y morfometría de ooquiste de <i>E. praecox</i>	20
Ilustración 9. Ciclo biológico de <i>Eimeria</i> spp. en sus dos fases: endógena y exógena	23
Figura 10. Áreas de puntuación de lesiones	29
Ilustración 11. Prevalencia de la coccidiosis.....	56

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en la parroquia de Chiquicha del cantón Pelileo, provincia de Tungurahua ubicado a 2598 msnm a 1°16'0'' de latitud sur y a 78°31'60'' de longitud oeste. El trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto anticoccidial de la saponina de alfalfa (*Medicago sativa L*) incluida en la dieta de pollos de engorde, se aplicó el diseño completamente al azar (DCA) con 4 tratamientos: T1 (10 g de extracto de saponina de alfalfa/40 kg de alimento), T2 (20 g de extracto de saponina de alfalfa/40 kg de alimento), T3 (30 g de extracto de saponina de alfalfa/40 kg de alimento) y T4 (0 g de extracto de saponina de alfalfa/40 kg de alimento) con 3 repeticiones. Los resultados obtenidos fueron para la variable número de ooquistes/g de heces, en el día 19 (5 post inoculación) y 21 (7 post inoculación) siendo los mejores T (10 - S), T (20 - S) y T (30 - S) con una media de 0.00 ooq/g, en el día 23 (9 post inoculación) el mejor tratamiento fue T (30 - S) con un valor de 50.00 ooq/g. En el día 25 (11 post inoculación) el mejor resultado presenta el tratamiento T (20 - S) con un valor de 166.67 ooq/g, para el día 27 (13 post inoculación) la mejor resultado se obtuvo en el T (30 - S) con un valor de 333.33 ooq/g, el día 35 (21 post inoculación) el valor de 1450.00 ooq/g fue para el tratamiento T (30 - S), en el día 42 (28 post inoculación) y 49 (35 post inoculación) se presentó un mismo comportamiento a los días anteriores, obteniendo un valor de 25626.67 ooq/g y 104150.00 ooq/g respectivamente. Finalmente, en el día 56 (42 post inoculación) el mejor resultado fue del T (30 - S) con 107416.67 ooq/g, mientras que el tratamiento que presento mayor número de ooquistes en la investigación es el (T - 0). Por otro lado, los índices productivos como: peso vivo, conversión alimenticia e índice europeo fueron mejores en las aves alimentadas con extracto de saponina de alfalfa, mientras que la ganancia de peso fue mejor en el tratamiento que no incluía el extracto de saponinas en su dieta.

Palabras clave: saponina, coccidio, anticoccidial, ooquistes.

ABSTRACT

The research work was carried out in the Chiquicha parish of Pelileo canton, Tungurahua province, located at 2598 meters above sea level at 1°16'0" south latitude and 78°31'60" west longitude. The objective was to evaluate the anticoccidial effect of alfalfa saponin (*Medicago sativa* L) included in the diet of broilers, a completely randomized design (DCA) was applied with 4 treatments: T1 (10 g of alfalfa saponin extract /40 kg of feed), T2 (20 g of saponin extract from alfalfa/40 kg of feed), T3 (30 g of saponin extract from alfalfa/40 kg of feed) and T4 (0 g of saponin extract from alfalfa). alfalfa/40 kg of food) with 3 repetitions. The results obtained were for the variable number of oocysts/g of feces, on day 19 (5 post inoculation) and 21 (7 post inoculation) being the best T (10 - S), T (20 - S) and T (30 -S) with a mean of 0.00 ooq/g, on day 23 (9 post inoculation) the best treatment was T (30 - S) with a value of 50.00 ooq/g. On day 25 (11 post inoculation) the best result is presented by treatment T (20 - S) with a value of 166.67 ooq/g, for day 27 (13 post inoculation) the best result was obtained in T (30 - S) with a value of 333.33 ooq/g, on day 35 (21 post inoculation) the value of 1450.00 ooq/g was for treatment T (30 - S), on day 42 (28 post inoculation) and 49 (35 post inoculation) the same behavior was presented as in the previous days, obtaining a value of 25626.67 ooq/g and 104150.00 ooq/g respectively. Finally, on day 56 (42 post inoculation) the best result was T (30 - S) with 107416.67 ooq/g, while the treatment that presented the highest number of oocysts in the investigation is (T - 0). On the other hand, the productive indices such as: live weight, feed conversion and European index were better in the birds fed with alfalfa saponin extract, while weight gain was better in the treatment that did not include the saponin extract in its feed. diet.

Keywords: saponin, coccidial, anticoccidial, oocysts.

CAPÍTULO I

I. MARCO TEÓRICO

INTRODUCCIÓN

La coccidiosis en pollos de engorde es una enfermedad de origen parasitaria que ha promovido grandes pérdidas productivas y económicas, generalmente con cuadros clínicos o subclínicos caracterizados por diarreas sanguinolentas al verse afectada la mucosa intestinal tras una invasión y proliferación de este protozooario (Del Cacho Malo, 2013). En aves esta enfermedad parasitaria es causada por la especie *Eimeria*, cuyas cepas pueden ser diferentes y la enfermedad no le corresponde a una en específico, ya que existen nueve variedades que afectan las aves y siete de ellas a aves de producción (Paap & Del Prado, 2016).

A nivel mundial se ha visto que desde el punto de vista productivo los coccidios afectan a los parámetros productivos de aves de engorde como son: disminución en la ganancia de peso y déficit en la conversión alimenticia (Bruzual & Marton, 2021), como indica Macías et al. (2012) en su texto, al causar daño tisular intestinal disminuye la superficie de absorción de nutrientes, interrumpe el proceso digestivo y deshidrata a las aves, ocasionando en casos graves hasta la muerte de las mismas. En Ecuador la prevalencia de infección por coccidias según Espinosa (2019) constituye 74.74% es decir es la principal enfermedad parasitaria que afecta a las aves de engorde y traspatio, teniendo como principal agente infeccioso a la *Eimeria mitis*. No obstante, existen ciertas condiciones que promueven su proliferación las cuales se relacionan al manejo y control del ambiente.

Por otra parte, el impacto económico que ha tenido la coccidiosis en la industria de cría de pollos de engorde ha generado grandes pérdidas, a nivel mundial se estima que las pérdidas superan los 3000 millones de dólares solo en cuadros subclínicos (Snyder et al., 2013). Esto se debe que desde el principio del siglo XX combatir esta parasitosis ha resultado muy costosa por el uso excesivo de químicos o drogas, que actualmente se ha visto que no los eliminan de forma permanente ya que es muy difícil por la crianza de forma intensiva y resistencia del parásito. Razón por la cual se incorpora drogas (ionóforos) de forma rotativa reduciendo las infecciones y evitando

una resistencia hacia estos fármacos denominados anticoccidiales (Macías et al., 2012).

Actualmente el uso de fitoterapéuticos o productos de origen natural como son los extractos herbales, extractos fúngicos o el uso de aceites esenciales han tenido gran acogida por sus eficientes efectos antimicrobianos sin provocar resistencia en los microorganismos (Youssef et al., 2021). Así mismo la estimulación del sistema inmune y crecimiento de la flora bacteriana con el uso de probióticos, prebióticos y el desarrollo de vacunas para el control de la coccidiosis han permitido que las aves desarrollen inmunidad hacia este parásito, pero desarrollando en ocasiones a la enfermedad de forma subclínica (Espejo-Martínez, 2014).

Las saponinas adicionadas en dietas alimenticias o en agua para bebida en diferentes especies animales ha tenido efectos positivos frente a patologías del tracto respiratorio e intestinal, ha mejorado la salud intestinal a través de la digestibilidad y prevenido el control de gases como el amoníaco que causan contaminación y fuertes olores (Espejo-Martínez, 2014). En las aves, las saponinas funcionan de forma diferente ya que actúan directamente sobre el parásito que se encuentran en el lumen intestinal y no son absorbidos a nivel intestinal, convirtiéndose en compuestos secundarios seguros e inofensivos para su uso en aves. Su función anticoccidial es sorprendente ya que forman un enlace saponina-colesterol que evita que ingrese a la mucosa intestinal dañando la membrana celular del parásito, inmovilizándolos, precipitándolos y finalmente eliminándolos a través de la heces (Maci Lyn Oelschlager, 2018)

1.1. Antecedentes Investigativos

La coccidiosis es una enfermedad parasitaria de la especie *Eimeria spp.* de alta incidencia en aves de producción, principalmente en aquellas de engorde con procesos intensivos de crecimiento sobre camas reutilizadas. Se ha estimado que produce pérdidas económicas a nivel mundial de más de tres mil millones de dólares en el campo de la avicultura y no solo eso, sino que también afecta de manera negativa los índices productivos de las aves al desarrollar daño a nivel del epitelio de la mucosa intestinal, ocasionando pérdida de la permeabilidad, pérdida en la absorción de nutrientes, inflamación, hemorragias, diarreas sanguinolentas y hasta la muerte (Youssef et al., 2021). Razón por la cual hoy en día existe una amplia gama de terapéuticos para su control como son los anticoccidiales, coccidiostatos,

inmunización por medio de vacunas y finalmente los fitoterapéuticos. El uso de fitoterapéuticos en la producción animal está tomando un espacio cada vez más amplio en el mercado y producción animal durante los últimos años, debido a la concientización y estudio del uso indiscriminado de fármacos químicos terapéuticos, donde se irrespeta su periodo de retiro en animales con fines alimenticios siendo evidente la trazabilidad de estas drogas en las carnes. Por esta razón el uso de compuestos secundarios de las plantas puede llegar a ser una alternativa prudente a estos fármacos, entre ellos tenemos a los aceites esenciales, extracto de saponinas, flavonoides, ácidos orgánicos, etc (Espejo-Martínez, 2014).

Las saponinas forman parte de los extractos de plantas que tienen propiedades benéficas contra bacterias, protozoarios y hongos, sin provocar intoxicaciones y no necesitan tiempo de retiro, actuando sobre la luz intestinal de las aves. Es así como Rodríguez L. et al. (2019) en su investigación demuestra que el uso de saponinas comerciales a base de *Yucca schidigera* y *Trigonella foenum-graecum* promueven un efecto anticoccidial en pollos de engorde, los tratamientos utilizados fueron adicionados en el alimento para sus tres etapas de producción y se conformaron de la siguiente manera: T1: alimento base sin ningún tipo de anticoccidial, T2: alimento base en conjunto con un anticoccidial químico (Propidol-25) para la etapa inicial y crecimiento, para la etapa de engorde se empleó un anticoccidial ionóforo (Salinomicina) y el T3: alimento base con la adición de saponinas comerciales a base de las plantas ya mencionadas (Norponin XO). El desafío del experimento fue la infección intencionada con coccidias para que las aves presenten signos clínicos y la enfermedad no transcurra de manera subclínica, para su posterior contabilización de ooquistes en un gramo de heces por medio del método coproparasitario, evaluación de parámetros productivos y a nivel macroscópico realizar una evaluación de las lesiones a nivel intestinal. Obteniendo como resultados que el T3 y T2 tuvieron un recuento menor de ooquistes de *Eimeria* spp, menor puntuación en lesiones intestinales e índices productivos (ganancia de peso y consumo de alimento) similares, sin diferencia significativa entre ambos. Por otro lado, el T1 obtuvo una mayor contabilización de ooquistes, puntuación más alta en lesiones intestinales e índices productivos menores, visualizando una diferencia muy significativa con los otros tratamientos. Llegando a la conclusión que las saponinas de origen natural actúan de como un anticoccidial que puede controlar la coccidiosis en aves disminuyendo el número de ooquistes por muestra de heces, reduce el daño y lesiones a nivel intestinal y al no verse afectada la mucosa del intestino los índices productivos mejoran, obteniendo un grado de similitud al uso de anticoccidiales químicos.

Así también el estudio realizado por Sánchez-Hernández et al., (2019) ha buscado promover el uso de saponinas como un agente alternativo para el control de coccidias en pollos

de engorde a través de dos experimentos, el objetivo de este estudio fue evaluar Peptasan, un aditivo alimenticio que contiene saponinas provenientes de *Acacia concinna* comparando su eficacia con un anticoccidial químico (Salinomicina) en un grupo de pollos de engorde desafiados con coccidios. El primer experimento usó 300 pollitos de un día de edad de la línea Ross y se basó en cinco tratamientos aleatorios: T1: grupo control negativo es decir aves no desafiadas y sin aditivo, T2: grupo control positivo es decir aves desafiadas y sin aditivo, T3: grupo desafiado incluido 500 ppm del aditivo, T4: grupo desafiado incluido 700 ppm del aditivo y T5: grupo desafiado incluido 1000 ppm del aditivo, cabe mencionar que el desafío se realizó en el día 21 de edad de los pollos de engorde con diferentes tipos de *Eimeria* y número de ooquistes esporulados, a través de la vía oral combinada en 150 gramos de alimento. Y la recolección de heces para contabilización de ooquistes se realizó desde el día 1 al 14 post infección. El segundo experimento se basó en comparar el aditivo alimenticio con el anticoccidial ionóforo, utilizando los mismos tratamientos exceptuando el último tratamiento, el cual fue cambiado a T5: grupo desafiado incluido salinomicina al 12% a 550 ppm, por otro lado, el desafío en este grupo fue realizado bajo las mismas observaciones del primer grupo. Otros parámetros a evaluar fueron índices productivos y score de lesiones en duodeno superior, yeyuno medio y ciego que son tejido predilecto de forma natural por las coccidias utilizadas en el desafío. Como resultados se obtuvo que para el primer estudio los índices productivos (peso vivo) al inicio fueron mejores en el grupo control negativo, pero al término de la campaña de producción los pesos vivos fueron estadísticamente similares, considerando que el mejor resultado se obtuvo en el T4. Para el segundo estudio la primera semana se obtuvo mejores pesos vivos para los dos grupos con los tratamientos controles (T1 y T2) en comparación con los demás tratamientos, entre el día 28 y 35 de edad de los pollos los tratamientos T3 y T4 obtuvieron mejores resultados en peso corporal, consumo de alimento y ganancia de peso. En cuanto al efecto que tiene el aditivo frente a la coccidiosis se obtuvieron resultados alentadores, ya que disminuyó el número de ooquistes por gramo de heces, se obtuvo una tendencia lineal a la disminución de ooquistes de acuerdo a la dosis adicionada. Por último, el efecto anticoccidial del segundo estudio se basó en la medición de lesiones en las partes de los intestinos ya mencionados, obteniendo en el grupo control positivo un score de lesiones de 4 a nivel del ciego, pero para los tratamientos adicionados el aditivo se obtuvo un score de 0.83 y 1.5 respectivamente, en cambio para la salinomicina una calificación de 1.83. Llegando a la conclusión final de esta investigación que uso de saponinas provenientes del aditivo Peptasan tiene mejores resultados que la salinomicina en índices productivos, mortalidad y disminución de ooquistes, así como también la inclusión de este aditivo disminuye las lesiones intestinales razón por la cual mejora la producción animal.

En un experimento realizado por Oelschlager et al. (2019) el cual permitió determinar si el uso de saponinas derivadas de *Yucca schidigera* incrementa la respuesta inmunitaria frente al desafío coccidial en un grupo de aves, los tratamientos asignados en esta investigación fueron cuatro con 12 repeticiones y unidades experimentales de 12 animales: T1: alimento base y una inoculación simulada para el desafío, T2: alimento base más una inoculación con ooquistes de *Eimeria spp.*, T3: alimento base adicionado extracto de saponinas (250 mg/kg) más una inoculación con ooquistes de *Eimeria spp.* y T4: alimento base adicionado extracto de saponinas (500 mg/kg) más una inoculación con ooquistes de *Eimeria spp.* El desafío coccidial empezó el día 14 de vida de las aves, inoculándolos con *E. acervulina*, *E. máxima* y *E. tenella* con dosis de 100000, 40000 y 30000 ooquistes/dosis respectivamente, a través de vía oral con un volumen de 1.5 ml de agua para ser bebida y para la inoculación simulada únicamente 1.5 ml de agua. Se obtuvieron como resultados que las aves expuestas al desafío redujeron su crecimiento, aunque durante los primeros 14 días las aves del T4 aumentaron el consumo de alimento, pero no hubo diferencia a percibir debido al tratamiento incorporado en la dieta entre los grupos desafiados. En el conteo de ooquistes de *Eimeria* redujeron de manera considerable tanto para los T3 y T4 que incluían extracto de saponina en las dos inclusiones, pero no hubo diferencia significativa con el T2. Por otro lado, los linfocitos aumentaron porcentualmente dentro del total de células blancas a los 7 días post inoculación en comparación con las aves no infectadas. Dentro de las características morfométricas e histopatológicas se notó que los grupos pertenecientes a los tratamientos T2, T3 y T4 la altura de las vellosidades y profundidad de las criptas disminuía en comparación con los grupos del T1. En conclusión, a los resultados obtenidos estos sugieren que el uso de saponinas como suplemento alimenticio pueden influir en la respuesta inmunitaria en aves desafiadas a la infección por coccidias como un inmunomodulador que se ve reflejado en el aumento de los linfocitos y cambio en la morfología y estructura intestinal.

La presentación del extracto de saponina en productos comerciales dependerá de cada casa comercial y su aplicación puede ser en el alimento o agua de bebida, en la investigación realizada por Espejo-Martínez (2014) el extracto herbáceo de saponinas utilizado es Nema-Q de presentación líquida para ser aplicada en el agua de bebida con una concentración de 6% de saponinas extraída de *Quillaja saponaria*, misma que fue utilizada desde el día 11 de vida de las aves. La metodología de esta investigación fue utilizar 132 aves divididas en cinco grupos para cada uno de los tratamientos utilizados respectivamente, los tratamientos sugeridos fueron los siguientes: T1G1: grupo infectado más tratamiento de agua de bebida adicionado 125 ppm del producto de saponinas, T2G2: grupo infectado más tratamiento de agua de bebida adicionado 250 ppm del producto de saponinas. T3G3: grupo infectado más tratamiento de

agua de bebida adicionado 500 ppm del producto de saponinas, T4G4: grupo infectado sin tratamiento de agua de bebida y CG5: grupo no infectado y sin tratamiento de agua en bebida. El desafío de este proyecto de investigación se basó en la infección oral a través de sondaje directo al buche para inocular la coccidiosis en base a una vacuna viva de *Eimeria spp* que contiene 5 especies de este parásito en el día 14 de vida de las aves, se administró bajo un piloto a dosis altas de Immucox (15 veces lo recomendado) cuyo objetivo es que el ave produzca signos y lesiones de la enfermedad. Bajo esta metodología se busca evaluar: el recuento de ooquistes por gramo de heces frescas a partir del día 4 post inoculación hasta el día 9 post inoculación con tomas de muestras diarias y contabilización de ooquistes a través de la cámara de McMaster, lesiones en el intestino de tipo macroscópicas y microscópicas, y por último el efecto que tiene sobre los índices productivos. Al finalizar la parte de campo se obtuvieron los siguientes resultados, el grupo CG5 mantuvo un recuento cero de ooquistes durante toda la fase de campo que duro 23 días, se manifestó que el día 9 post inoculación el T4G4 tuvo un incremento en el recuento de ooquistes superior al resto de grupos. Las lesiones macroscópicas fueron inespecíficas puesto que las lesiones correspondiste a la coccidiosis aviar solo presentaron el T1G1, T2G2 y T4G4 siendo entre ellas no significativas y leves. Bajo el aspecto histopatológico no existió diferencia significativa entre los grupos evaluados encontrando a nivel macroscópico infiltrados inflamatorios de células blancas y vellosidades intestinales cortas, que son características propias de la enfermedad a nivel intestinal. La conclusión de esta investigación en base a los resultados presentados fue que las saponinas extraídas de *Quillaja saponaria* son efectivas para controlar la coccidiosis, disminuyendo su presentación en las heces y lesiones en los intestinos.

De igual forma dentro del estudio del uso de saponinas de extractos herbáceos se ha incluido el uso simultaneo con vacunas vivas, el estudio realizado por Bafundo et al. (2021) determinó el efecto que tiene el extracto de saponinas triterpenoides y esteroidales respectivamente de *Quillaja saponaria* y *Yucca schidigera* sobre la producción de ooquistes de *Eimeria spp* posterior a la vacunación, la inmunidad desarrollada por las aves y su rendimiento a través de tres estudios comparativos en pollos de engorde. El primer estudio se basó en determinar el efecto de las saponinas provenientes de las plantas ya mencionadas sobre la producción de ooquistes durante 12 días post vacunación, el desafío empezó el día 0 de vida de las aves tras la vacunación por aspersión y se asignó en jaulas al azar sobre piso de malla evitando la exposición nuevamente al parásito, facilitando la recolección de muestras de heces. Los tratamientos utilizados fueron: T1: alimento comercial inicial adicionado 250 ppm de saponinas y el T2: alimento comercial inicial sin adición de saponinas durante un periodo de 12 días, las aves se mantuvieron bajo alimento y agua proporcionado ad libitum y la

recolección de muestras fueron los días 5,6,7,8,10 y 12 post vacunación para la medición de ooquistes por gramo de heces. Los resultados obtenidos en el conteo de ooquistes por gramos de heces nos indican que las diferencias no son significativas en los días 6,7 y 8 post vacunación, así mismo que la presencia de ooquistes se maximiza el día 7 posterior a la vacunación y disminuyen de forma radical en el día 10, siendo tan escasos que muchas de las veces no se encuentran en la contabilización. Por otro lado, las aves alimentadas con la dieta a la que se adicionó las saponinas tienden a tener una menor cantidad de ooquistes los días 6, 7 y 8.

El segundo estudio relacionó el uso del extracto de saponinas con el desarrollo de inmunidad de tres vacunas vivas contra la coccidiosis. La vacunación se realizó en el día 0 de vida de acuerdo a lo prescrito por el fabricante permitiéndoles acicalarse durante treinta minutos para una mejor dispersión de los ooquistes los tratamientos utilizados fueron los siguientes: T1: seis grupos de aves fueron administrados las vacunas 1, 2 y 3 para luego alimentarlas con dieta comercial sin ningún tipo de saponina o suplemento adicional. T2: tres grupos de aves fueron administradas las vacunas 1,2 y 3 respectivamente para luego alimentarlas con alimento comercial adicionado 250 ppm de extracto de saponinas. El tipo de alimento ofrecido fue de acuerdo a los requisitos de las aves y según las etapas de crianzas: inicial hasta el día 18, crecimiento hasta el día 28 y engorde hasta el día 42, si agregar ningún tipo de aditivo adicional a las saponinas, por otro lado, la crianza se realizó en una cama reutilizada con anteriores estudios desafiados con coccidios. La metodología de recolección de heces para el análisis se inició el día 14 de vida de las aves con repeticiones cada 7 días, tomando 10 muestras por corral de heces fresca y realizando un pool por tratamiento para determinar la carga de ooquistes tanto sea en ausencia o presencia del extracto de saponinas. De la misma forma se midió parámetros de producción como ganancia de peso y conversión alimenticia en los días 28 y 42 del experimento. Pero al día 28 se retiraron cinco aves de cada grupo para ver si había afección por el uso de saponinas tras la vacunación y desafiarlos nuevamente con dosis patógena de *Eimeria spp* pero ahora con alimento sin adición de saponinas, para puntuar nuevamente las lesiones seis días post inoculación. Los resultados obtenidos en este ensayo indican que las alimentaciones con saponinas redujeron de manera significativa los valores de ooquistes por gramo de heces los días 14 y 21 en aves que administradas la vacuna 1, sin otros valores significativos durante el resto del ciclo de producción. Para el grupo que se le administro la vacuna 3 hubo una reducción de ooquistes en el día 14, sin cambios representativos en los días siguientes. Sin embargo, el grupo de aves que se le administró la vacuna 2 no hubo cambios en el conteo en ningún momento. Por otro lado, no existió diferencia significativa en la puntuación de lesiones para los grupos vacunados

con las y alimentados con saponinas, cuyos resultados fueron 0.9, 1 y 1,2 respetivamente para cada vacuna, con las aves que fueron revacunadas en el día 28 y no se les proporción saponinas en su dieta alimenticia a partir de este día, teniendo resultados en la puntuación de lesiones de 1.3, 0.8 y 1.5. Por último, la evaluación de rendimiento productivo de las aves en los días 28 y 42 para cada grupo no tuvo cambios significativos en el peso corporal tanto para aquellos que se adiciono saponinas como aquellos que no. La conversión alimenticia tuvo mejoras significativas en los dos días evaluados comparando los tratamientos entre aves: aves vacunas y adicionadas saponinas, y aves vacunadas sin adición de saponina.

El tercer estudio se basó en un análisis de resultados de rendimiento y mortalidad de quince ensayos donde de evaluaba los efectos de la saponina adicionada en una cantidad de 250 ppm en combinación con vacunas anticoccidiales. Los tratamientos verificados en los estudios fueron los siguientes: T1: grupo de aves inoculadas con el anticoccidial y alimentadas con una dieta sin adición de ningún suplemento, T2: grupo de aves inoculadas con el anticoccidial y almimetadas con una dieta suplementada con saponinas (250 ppm) durante los 42 días de producción. Las aves fueron criadas en camas reutilizadas de programas similares usados anteriormente, donde se sabía que existía la presencia de ooquistes de coccidias y esporas de *Clostridium perfringens*, patógeno responsable de la enteritis necrótica. Este último estudio tuvo presentó como resultados que para obtener un mayor rendimiento de producción en las aves alimentadas con saponinas deben tener la presencia de vacunas frente a la coccidiosis, dando un mayor margen de ganancia productivo (conversión alimenticia) en los días 21 y 42 que el grupo control que solo usaba la vacuna y dieta sin aditivos. En el caso de la mortalidad se vio una reducción significativa a los días 21 y 42 entre grupo.

En otra investigación realizada por Maci Lyn Oelschlager (2018) donde se buscaba determinar si suplementar saponinas a la dieta de aves atenúa la respuesta inmunitaria y crecimiento durante un desafío coccidial, los tratamientos utilizados fueron: T1: dieta base con inoculación simulada, T2: dieta base con inoculación de ooquistes de *Eimeria spp.*, T3: dieta base adicionada 250 mg/kg de saponina derivada de *Yucca schidigera* con inoculación de ooquistes de *Eimeria spp.*, y el T4: dieta base adicionada 500 mg/kg de saponina derivada de Yuca shidiguera con inoculación de ooquistes de *Eimeria spp.* El desafío coccidial se realizó el día 16 de vida de las aves por vía oral con 1.5 ml de agua que contenía tres tipos de cepas de Eimeria: *E. acervulina* (100000 ooquistes/dosis), *E. máxima* (40000 ooquistes/dosis) y *E. tenella* (30000 ooquistes/dosis), dosis recomendadas bajo los criterios de investigaciones anteriores para inducir una reducción en el rendimiento de producción de las aves. La recolección de muestras se realizó el día 7 y 14 post infección para la obtención del número de ooquistes/gramo de heces a través de la cámara de McMaster. Para los estudios de

morfometrías histopatológicas y puntuación de lesiones se practicó una eutanasia humanitaria los días 0, 7 y 14 post inoculación para la recolectar muestras de yeyuno y duodeno de un ave de cada corral seleccionada de acuerdo a su peso (ave más cercana al peso promedio del lote). Por otro lado, el recuento de células sanguíneas se practicó los días 0,7 y 14 post inoculación sacrificando un ave por corral para la toma de muestra de sangre por punción cardíaca (2 ml), seleccionado bajo el mismo criterio descrito. Los resultados obtenidos en esta investigación fueron los siguientes: El conteo de ooquistes/gramo de heces para las aves del T1 fueron positivos, pero con valores cercanos a 0 probablemente debido a problemas de manejo de muestra y contaminación, considerándolos insignificantes para este tratamiento en cambio para el resto de tratamiento (T2, T3 Y T4) el conteo fue positivo, evidenciando que si existe una reducción significativa de ooquistes de *Eimeria spp.* entre en día 14 y 28 de toma de muestras, pero sin una diferencia significativa entre tratamientos. La reducción del crecimiento animal dentro de los parámetros productivos se vio afectado en las aves expuestas al desafío coccidial (T2, T3 Y T4) en comparación con el T1 con inoculación simulada (no desafiadas), dentro de los primeros 14 días de vida de las aves el T4 tuvo un aumento en el consumo de alimento, pero su ganancia de peso disminuida en comparación con el resto de tratamientos. Los resultados de la morfometría histopatológica basados en dos criterios: profundidad de cripta y altura de la vellosidad (vellosidad: cripta), claramente se evidencio diferencias entre los animales infectados y no infectados, sin embargo, entre las aves que fueron infectadas no hubo un cambio significativo en la profundidad de la cripta, aunque existió disminución en la relación vellosidad: cripta para el T3 en comparación con los otros tratamientos y el espesor de la mucosa en el yeyuno tuvo similitud entre el T1 y T3 en sus resultados, así también hubo una reducción del espesor de la mucosa en el T3 comparándolos con los grupos infectados por coccidas T2 y T4. En el caso del score de lesiones intestinales no hubo diferencias apreciables entre los grupos desafiados debido a la inclusión de saponinas en el alimento, pero si existía diferencia entre las aves infectadas y no infectadas en la mucosa, mostrando: presencia de células plasmáticas y linfocíticas en la lámina propia, leucocitos entre el epitelio e indicio de enteritis. Por último, en el recuento de células sanguíneas: el día 0 post inoculación la proteína total para el T3 estaba aumentada en comparación con los T1 y T4. Al día 7 post inoculación se evidenció una diferencia entre las aves infectadas y no infectadas tanto en el hematocrito como los heterófilos, más no entre tratamientos del grupo infectado. Los heterófilos en banda y monocitos estuvieron más elevados para el T3 y T4 en comparación con los demás tratamientos, pero los linfocitos si se denotaron aumentados para todos los grupos infectados. Para el día 14 post inoculación no hubo diferencia significativa en el recuento celular de sangre entre tratamientos y grupos.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Evaluar el efecto anticoccidial de la saponina de alfalfa (*Medicago sativa L*) incluida en la dieta de pollos de engorde.

1.2.2. Objetivos específicos

- Evaluar el efecto anticoccidial de la saponina de alfalfa, mediante la cuantificación de ooquistes por campo.
- Evaluar la prevalencia de ooquistes en las unidades experimentales con diferentes niveles de inclusión de saponina en la dieta.
- Analizar los índices productivos obtenidos en pollos de engorde infectados por coccidias.

1.3. Categorías fundamentales

1.3.1. Prevalencia de la coccidiosis en pollos de engorde

En pollos de engorde la coccidiosis es producida por la ingesta de ooquiste esporulados, que producen alto grado de lesiones en el intestino delgado y grueso, provocando un retraso en el desarrollo normal de estas aves y menor productividad. En Ecuador la infección por parásitos gastrointestinales en aves es muy alta, principalmente en aves de traspatio y aves de crianza sobre cama (*Gallus domesticus*), siendo la coccidiosis la principal enfermedad parasitaria con mayor prevalencia constituyendo un 74.7% de 384 muestras tomadas seguida de la *Capillaria spp* y *Ascaridi galli* (Camposano Tapia, 2018). Así mismo otro estudio realizado en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas indica que de un total de 137 muestras obtenidas de 10 ciudades existe una infección de alrededor 121 muestras de *Eimeria spp.*, siendo la variedad *E. mitis* la de mayor incidencia dentro de las ciudades muestreadas (Espinola Parra, 2019).

En otras regiones del mundo, un estudio realizado dentro de 35 granjas avícolas positivas para coccidiosis se vio que tiene una prevalencia de 54.28% siendo principalmente cinco especies identificadas *E. acervulina*, *E. tenella*, *E. máxima*, *E. brunetti* y *E. mitis*, viéndose con mayor predominio a la *E. acervulina* con una infección del 32% de las granjas. También se observó que los resultados de este estudio

mostraron que afectan de manera más grave a pollos entre 31-40 días de edad, siendo los menos afectados pollos de 1-10 días de edad (Debbou-Iouknane et al., 2018). En relación a este estudio, un aporte a este nos indica que se obtuvo una prevalencia de coccidiosis del 42.2% en seis diferentes granjas de avícolas de un muestreo de 384 muestras de heces fecales, donde se vio que afectaba en 51% a las aves más jóvenes y 36% a las aves adultas, mientras que los machos eran los más afectados con un 43.6% y las hembras denotaban un 41.2% de prevalencia a la infección por coccidios, indicando que no existe predisponían por el sexo de las aves. También se verifico que aves con peor condición corporal eran las más afectadas en comparación aquellas que tiene una buena condición corporal, concordando con estudios realizados en años posteriores en Etiopía (Debbou-Iouknane et al., 2018).

1.3.2. Impacto de la coccidiosis en la economía avícola

La coccidiosis es una enfermedad parasitaria con un alto impacto económico dentro de la crianza de pollos de engorde esto debido al costo que tiene su prevención, su tratamiento e impacto sobre los índices productivos. A nivel mundial según Debbou-Iouknane et al., (2018) existe un gasto de 1.5 a 3.5 billones de dólares dentro del mundo avícola de pollos de carne, mientras que Alcaíno et al., (2002) indican que el costo para su control en los Estados Unidos bordea los 90 millones de dólares y a nivel global esta cifra supera los 3000 millones de dólares, es decir tiene una incrementada repercusión en la economía avícola que puede verse aumentado por infecciones subclínicas de la misma. De forma general se ha estimado que la enfermedad supera una carga económica a nivel mundial de 3 mil millones de dólares por año (Snyder et al., 2013; Youssef et al., 2021). Para el año 2016 la coccidiosis en producción de pollos tuvo un costo de 99.2 millones de libras esterlinas para el Reino Unido, mientras que diferentes datos obtenidos por representantes de la industria avícola, médicos veterinarios y granjeros de Brasil, Egipto, Guatemala, India, Nueva Zelanda, Nigeria y Estados Unidos han indicado un costo a nivel global de 10.4 mil millones de libras esterlinas, dando un valor de 0.16 libras esterlinas por cada pollo producido(Blake et al., 2020).

1.3.3. Impacto de lo coccidiosis sobre los índices productivos en pollos de engorde

Esta enfermedad es considerada como una de las principales patologías que afectan al rendimiento de pollo de engorde en sistemas intensivos, principalmente reducción la ganancia de peso, lotes con mucha desigualdad, disminuyendo el rendimiento a la canal, menor conversión alimenticia y aumento de mortalidad. Al afectar a los intestinos es común ver en lotes de pollos de engorde menor pigmento en piel y extremidades, patologías en extremidades posteriores e infecciones secundarias de microorganismo oportunistas por alteración de la flora intestinal. Hay que tener claro que durante la infección de coccidiosis producirá lesiones en el tejido intestinal destruyendo células y vellosidades, disminuyendo la digestión y absorción de nutrientes provenientes del alimento, en conclusión, promoverá daño de la salud del intestino y aumentará el riesgo de infecciones secundarias por translocación bacteriana o aumento de toxinas (Quiroz, 2018).

1.3.4. Coccidiosis aviar

La coccidiosis aviar es una enfermedad parasitaria del tracto gastrointestinal producida por protozoos que aquejan principalmente a pollos de engorde, gallinas ponedoras y reproductoras. Esta patología es de importancia universal dentro la industria avícola ya que afecta al tejido intestinal tras una multiplicación y colonización del parásito, produciendo alteraciones en la absorción de nutrientes y procesos digestivos, así también provoca deshidratación, pérdida de sangre y pérdida de pigmentación en la piel; viéndose afectados los índices productivos e impactando de forma negativa a la economía avícola. Es decir, la enfermedad puede afectar a todo tipo de ave sea cual sea su proceso de producción, esto se debe a que la infección depende de la ingesta de ooquistes, lo que nos revela que puede ser potencialmente peligrosa ya que puede cursar por cuadros subclínicos o clínicos (del Cacho et al., 2002; McDougald & Fitz-Coy, 2008).

1.3.5. Etiología, clasificación y morfología

La coccidiosis aviar es una infección provocada por un parásito unicelular e intracelular estricto que afecta a diferentes especies de aves, pero con un mayor impacto a la especie *Gallus domesticus* es decir pollos y gallinas de traspatio y producción. Este parásito es un protozoario del género *Eimeria* pertenecientes al filum

Apicomplexa debido a la presencia de un complejo apical en los esporozoitos (Saif, 2008). Siete son las especies más reconocidas de *Eimeria* en la industria avícola: *E. acervulina*, *E. maxima*, *E. necatrix*, *E. tenella* y *E. brunetti* son las más reconocidas como patógenas y causantes de cuadros clínicos, en cambio: *E. mitis* y *E. praecox* son consideradas especies benignas ya que su infección no desarrolla una presentación clínica, pero su infección implica disminución o caída de los índices productivos. Aunque se menciona que podría incluirse dos especies más *E. hagani* y *E. mivati* cuyo papel dentro del tracto intestinal no están bien establecido. A nivel de campo o producción es común visualizar infecciones simultaneas entre varias especies de *Eimeria*, siendo causantes cada una ellas de lesiones independientes y reconocibles en diferentes lugares del intestino (Barbour et al., 2015; McDougald & Fitz-Coy, 2008).

Tabla 1. Clasificación taxonómica de *Eimeria* spp.

Taxonomía	
Reino	Protista
Filo	Apicomplexa
Clase	Sporozoa
Subclase	Coccidia
Orden	Eucoccidiida
Familia	Eimereriidae
Género	<i>Eimeria</i>

Fuente: Hendrix (1999).

Dentro de las características morfológicas de las diferentes especies de *Eimeria* podemos encontrar que son parásitos diminutos imposibles de visualizarlos a simple vista, tienen una forma variada que van desde esféricos hasta ovalados a los que se denominan ooquistes, estos últimos puede presentar tanto como esporulados y no esporulados. Durante su fase intracelular su nutrición se basará en la endocitosis de los elementos del citoplasma de las células del epitelio intestinal del huésped (del Cacho et al., 2002). El ooquiste está definido por dos tipos de membranas una externa que está conformada por ácidos grasos y fosfolípidos y una interna conformada por proteínas y glicoproteínas. Además, poseen una grieta de membrana o también conocido como micropilo que es el lugar por donde los esporozoítos abandonarán su interior, por otro lado, su citoplasma posee gránulos que son visibles bajo el

microscopio y el ooquistes de *Eimeria* se caracteriza por contener cuatro esporoquistes y en cada uno de ellos dos esporozoítos tras la esporulación después de 48-72 horas (Rodríguez, 2016; McDougald & Fitz-Coy, 2008).

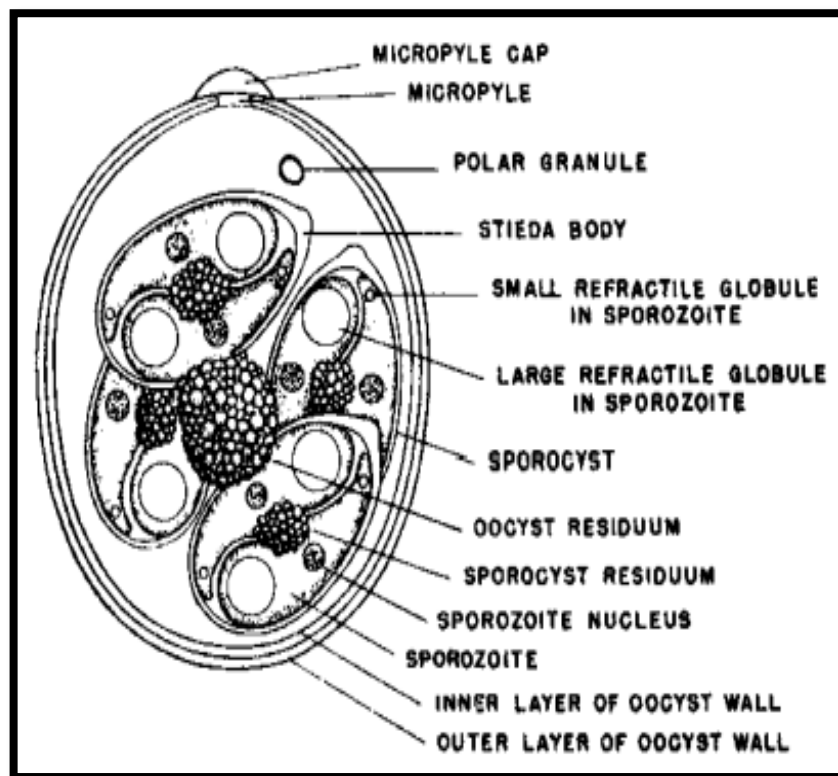


Figura 1. Estructuras internas de ooquistes esporulado de *Eimeria*.

Fuente: Saif (2008).

Las diferentes especies de *Eimeria* van a tener características morfológicas e intrínsecas propias que las diferenciarán entre ellas para su identificación como: especificidad en la localización y características de las lesiones macroscópicas en la mucosa intestinal, su propio período mínimo de esporulación, tamaño de ooquistes, número de esquizogonias, producción y eliminación de ooquistes lo que permitirá identificar de forma directa las especies de coccidios aviar que afectan al lote de aves, en conjunto con signos clínicos evidentes o el registro productivo ayudarán a confirmar la enfermedad, siendo las especies más patógenas *E. tenella* y *E. necatrix* (Del Cacho Malo, 2013).

- ***E. acervulina*:** Se sitúa en la porción superior e inicial del intestino (duodeno), sus ooquistes son pequeños y ovoides, su pared es llana y delgada en el polo

estrecho. Miden 19.5 x 14.3 um con intervalos de 17.7-20.2 largo y 13.7-16.3 ancho, con un periodo de prepatencia de 97 horas y tiempo de esporulación mínima de 17 horas (Conway & McKenzie, 2008; del Cacho et al., 2002; Hauck, 2014).

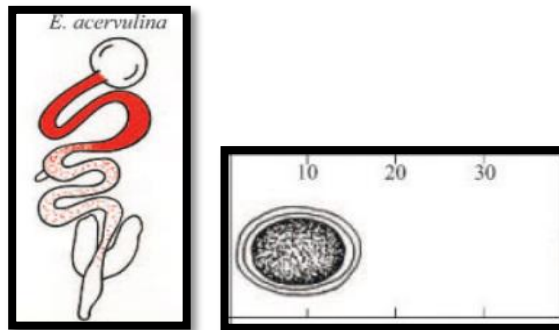


Figura 2. Localización de lesiones macroscópicas y morfometría de ooquiste de *E. acervulina*

Fuente: Conway & McKenzie (2008).

- ***E. máxima***: Se sitúa en la porción media del intestino delgado (yeyuno), sus ooquistes son ovoides con una pared amarillenta y media rugosa, son reconocidos por ser los más grandes de todas las especies. Miden 30.5 x 20.7 um con intervalos de 21.5-42.5 de largo y 16.5-29.8 de ancho, su periodo de prepatencia de 121 horas y tiempo de esporulación mínima de 30 horas (Conway & McKenzie, 2008; del Cacho et al., 2002; Hauck, 2014).

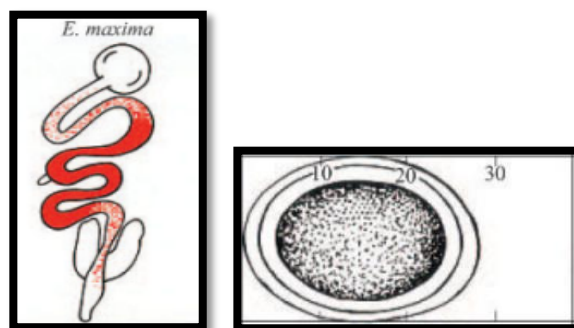


Figura 3. Localización de lesiones macroscópicas y morfometría de ooquiste de *E. máxima*

Fuente: Conway & McKenzie (2008).

- ***E. brunetti***: Se sitúa en la porción inferior del intestino delgado (ileon), recto y cloaca, sus ooquistes son ovoides de tamaño medio grande con una pared

lisa. Miden 24.6 x 18.8 um con intervalos de 20.7-30.3 de largo y 18.1-24.2 de ancho, su periodo de prepatencia de 120 horas y tiempo de esporulación mínima de 18 horas (Conway & McKenzie, 2008; del Cacho et al., 2002; Hauck, 2014).

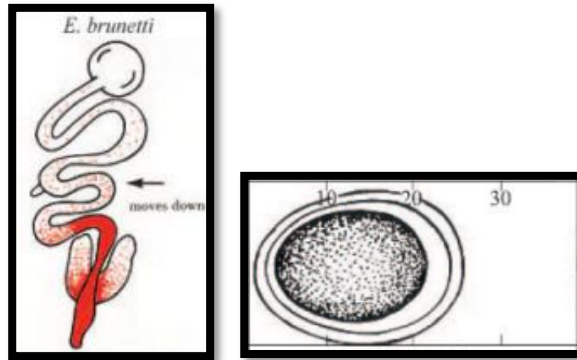


Figura 4. Localización de lesiones macroscópicas y morfometría de ooquiste de *E. brunetti*

Fuente: Conway & McKenzie (2008).

- ***E. tenella*:** Se localiza en los ciegos, sus ooquistes son ovoides y tamaño medio con una pared lisa. Miden 22 x 19 um con intervalos de 19.5-26 de largo y 16.5-22.8 de ancho, su periodo de prepatencia de 115 horas y tiempo de esporulación mínima de 18 horas (Conway & McKenzie, 2008; del Cacho et al., 2002; Hauck, 2014).

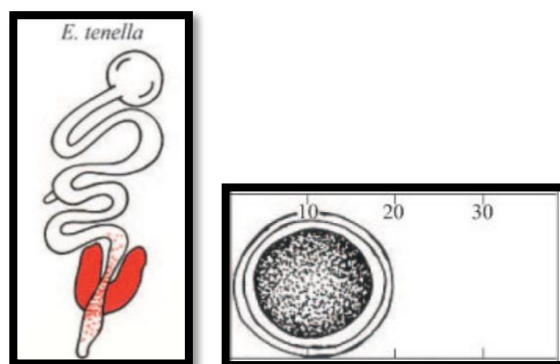


Figura 5. Localización de lesiones macroscópicas y morfometría de ooquiste de *E. tenella*

Fuente: Conway & McKenzie (2008).

- ***E. necatrix*:** Se localiza en el intestino delgado como en los ciegos, sus ooquistes son ovoides y tamaño medio con una pared incolora y lisa. Miden 22

x 19 um con intervalos de 19.5-26 de largo y 16.5-22.8 de ancho, su periodo de prepatencia de 115 horas y tiempo de esporulación mínima de 18 horas (Conway & McKenzie, 2008; del Cacho et al., 2002; Hauck, 2014).

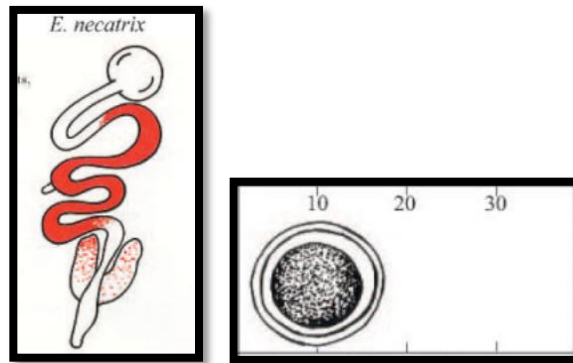


Figura 6. Localización de lesiones macroscópicas y morfometría de ooquiste de *E. necatrix*

Fuente: Conway & McKenzie (2008).

E. mitis: Se sitúa en el tramo final del intestino delgado (ileon) y puede afectar también en parte a los ciegos, sus ooquistes son sub esféricos y pequeños. Miden 15.6 x 14.2 um con intervalos de 11.7-18.7 de largo y 11-18 de ancho, su periodo de prepatencia de 93 horas y tiempo de esporulación mínima de 15 horas (Conway & McKenzie, 2008; del Cacho et al., 2002; Hauck, 2014).

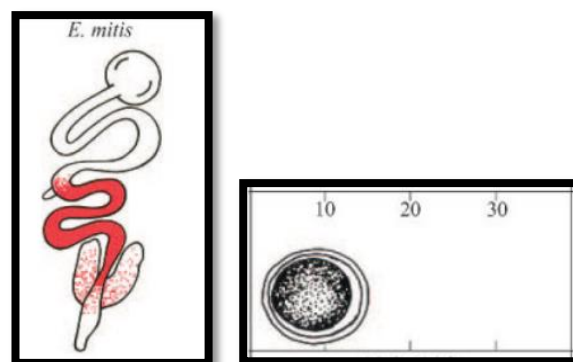


Figura 7. Localización de lesiones macroscópicas y morfometría de ooquiste de *E. mitis*

Fuente: Conway & McKenzie (2008)

- *E. praecox*: Se sitúa en el duodeno y yeyuno, sus ooquistes son ovoides y medianos. Miden 21.3 x 17.1 um con intervalos de 19.8-24.7 de largo y 15.7-

19.8 de ancho, su periodo de prepatencia de 83 horas y tiempo de esporulación mínima de 12 horas (Conway & McKenzie, 2008; del Cacho et al., 2002; Hauck, 2014).

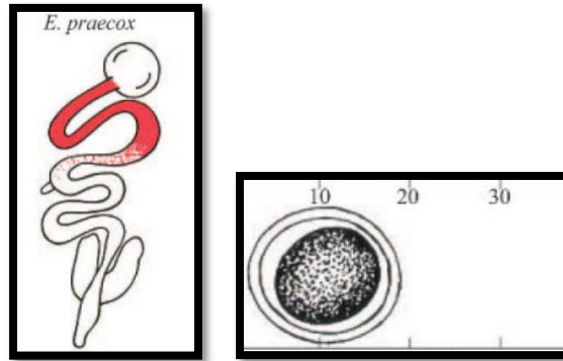


Figura 8. Localización de lesiones macroscópicas y morfometría de ooquiste de *E. praecox*

Fuente: Conway & McKenzie (2008)

1.3.6. Transmisión

Debido a que esta enfermedad no tiene una infección cruzada, la transmisión de la coccidiosis se genera por Eimerias de la misma especie animal, es decir la coccidiosis bovina no puede ser agente causal de la enfermedad en aves debido a la especificidad del huésped que esto a su vez relaciona con la especificidad de localización, así mismo hablando de aves, las aves silvestres no son consideradas fuentes de infección directa (del Cacho et al., 2002). Por lo tanto, la forma más común y natural de infección es por medio de la ingesta de ooquistes esporulados, esto se debe a que las aves infectadas eliminan constantemente cada 4 o 7 días miles de ooquistes y la transmisión se dará por contaminación de la cama, acicalamiento o beber agua o consumir alimentos contaminados. Así mismo transmisión mecánica es otra forma de contaminación por medio de fómites, personal, comederos, bebederos, etc (Espejo-Martínez, 2014).

1.3.7. Ciclo biológico

Tiene un ciclo de vida corto y directo con un potencial reproductivo muy alto, este ciclo es cíclico tanto endógeno como exógeno en el huésped y esta favorecido por característica propias de crianza intensiva, tales como: humedad, oxígeno, calor, hacinamiento y reutilización de camas promoviendo un ambiente propicio para su

esporulación e inicio de una nueva infección. Puesto a que son organismos muy resistentes después de su esporulación, tomando como ejemplo a la *E. acervulina* cuyo tiempo de prevalencia es hasta las 86 semanas en el ambiente, razón por la cual es inevitable encontrar parvadas de aves que no sean expuestas a esta infección, pues la continua reexposición es activa dentro de los planteles avícolas principalmente en pollos de engorde (Maci Lyn Oelschlager, 2018).

El ciclo biológico de la *Eimeria* spp. está conformado de dos etapas: la primera es exógena o de esporogonia y la segunda es endógena o esquizogonia (forma asexual) y gametogonía (forma sexual) (Mesa-Pineda et al., 2021).

- **Fase endógena**

Tras la ingesta de ooquites esporulados que son la forma infecciosa del parásito, las enzimas digestivas en conjunto con el dióxido de carbono provocan estrés, alterando la permeabilidad de la membrana del ooquiste y permitiendo el paso directo de la bilis que potenciado con la operación mecánica de la molleja. Las sales biliares permitirán el ingreso de la tripsina y pancreatina, poniendo en emergencia al parásito, aquí los esporozoítos de cada esporocisto eliminan el cuerpo de Stieda permitiéndoles salir hacia la cavidad del oocisto y finalmente hacia la luz intestinal por medio del micrópilo en proceso denominada desenquistamiento (Mesa-Pineda et al., 2021). En este punto los esporozoítos invadirán la mucosa intestinal infectando a los enterocitos, transformándose en trofozoítos para mantenerse en un proceso de alimentación durante 12 a 48 horas, todo esto dentro de una vacuola parasitófora. El trofozoíto aumentará de tamaño y su núcleo empezará a dividirse de forma asexual formando el reconocido meronte o también llamado esquizonte polinuclear de primera generación que en su interior conserva varios merozoítos en el proceso denominado esquizogonia, tras tres días después de todo este proceso infeccioso, son liberados los merozoítos que constan de escasa movilidad y con un complejo apical, por lo cual son infectara células epiteliales de glándulas y vellosidades vecinas para conformar la segunda generación de esquizontes (Mesa-Pineda et al., 2021). Pero cuál es la razón, pues se cree que cada *Eimeria* esta modificada de forma genética para dividirse y dividirse de forma asexual las veces que sean necesarias con el afán de tener una cantidad muy alta de merozoítos para la reproducción sexual convirtiéndose en gametocitos. La fase sexual o gametogonía tienes tres eventos importantes, la gametocitogenesis que permite la

diferenciación de merozítos en gametocitos, después la gametogénesis donde se diferenciarán entre microgamontes (células masculinas) y macrogamontes (células femeninas) haploides y por último los microgametos invadirán las células epiteliales que corresponden a los macrogametos para fecundarlos y dar lugar al cigoto diploide. Ya en este punto se produce la meiosis para la pared protectora del ooquiste y seguirá consigo una mitosis para la parte interior que permitirá la producción de esporozoítos (del Cacho et al., 2002; Quiroz-Castañeda, 2018).

- **Fase exógena**

Una vez formados los ooquistes no esporulados estos serán eliminados a través las heces del huésped y envuelven en una doble membrana al esporonte. Aquí iniciará el proceso de esporulación que se dará si las condiciones ambientales son las adecuadas para la formación de la esporogonia, esto se debe a que si la temperatura es menor a 12 °C o mayor a 39°C no se permitirá su esporulación, así también si la humedad relativa no es 75% provoca la resequead del parasito, deshidratándolo y deformando su pared. Primero se dará de la división del núcleo y la reorganización del citoplasma para dar lugar a cuatro masas ovaladas denominados esporoblastos, que cuando se recubren de dos membranas formaran los esporocistos. Cada esporoquiste tendrá una división longitudinal nuclear y citoplasmática, para formar finalmente dos esporozoitos con un cuerpo de Stieda en el extremo (Quiroz-Castañeda, 2018).

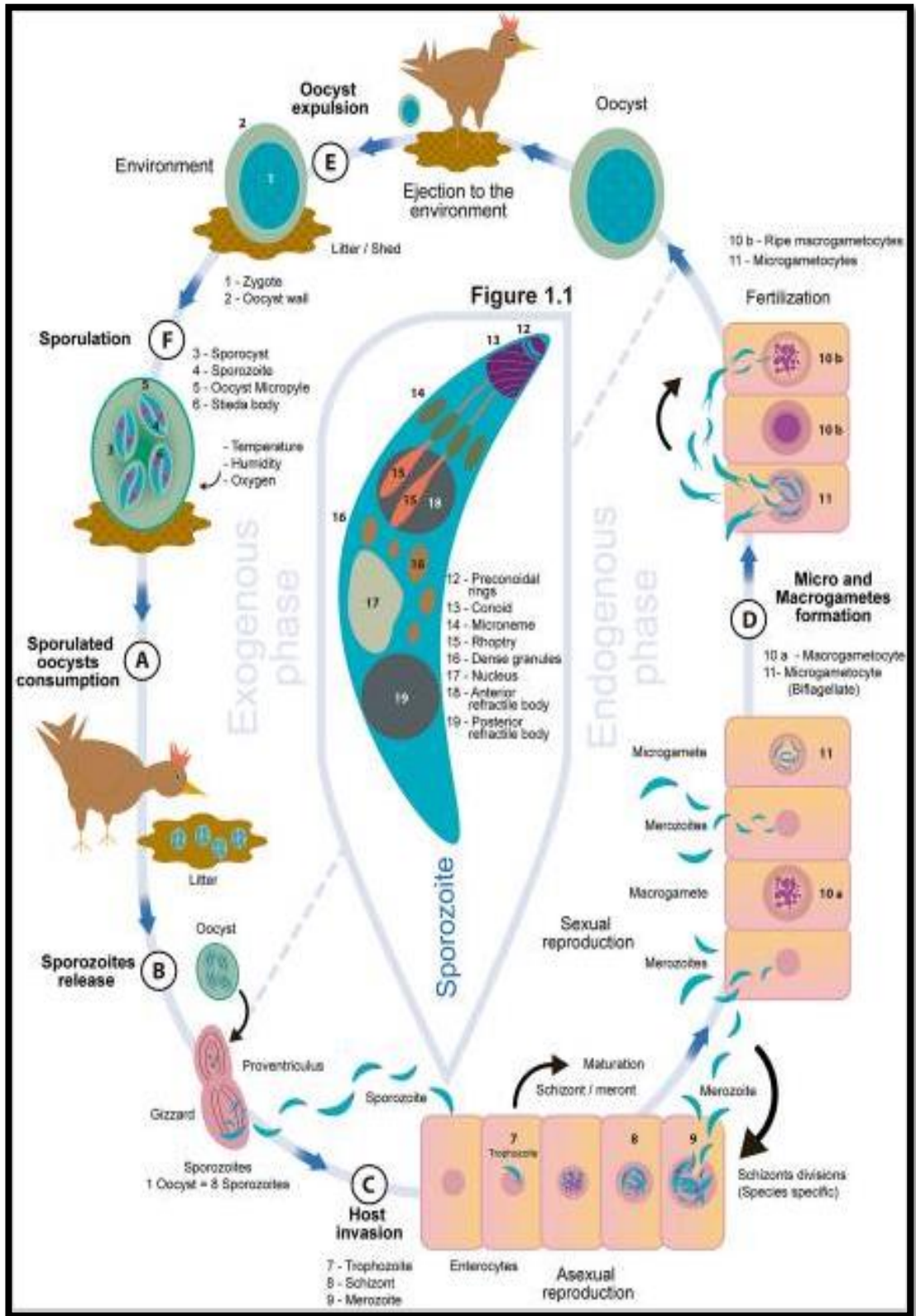


Ilustración 9. Ciclo biológico de Eimeria spp. en sus dos fases: endógena y exógena

Fuente: (Mesa-Pineda et al., 2021).

Tabla 2. Características del ciclo de vida y esporulación de Eimeria spp

Especies	Ciclo de vida en días	Tiempo de esporulación en horas	Temperatura	Humedad relativa
<i>E.acervulina</i>	5	17	28-31°C	75%
<i>E. tenella</i>	5	18	28-31°C	75%
<i>E. mitis</i>	5	15	28-31°C	75%
<i>E. máxima</i>	7	30	28-31°C	75%
<i>E. necatrix</i>	7	18	28-31°C	75%
<i>E. praecox</i>	4	12	28-31°C	75%
<i>E .brunetti</i>	6	18	28-31°C	75%

Fuente: (McDougald & Fitz-Coy, 2008; del Cacho et al., 2002).

1.3.8. Cuadro clínico y lesiones

La coccidiosis en pollos de engorde afecta más a los animales jóvenes entre los 21 y 42 días de edad y a los animales adultos son menos susceptibles, esto se debe a la exposición que se genera continuamente creando inmunidad y resistencia a esta parasitosis. Aunque está determinada por varios factores como son: estado de la cama, estado sanitario, humedad, número de ooquistes ingeridos especies de Eimeria se reproducen en el epitelio de la mucosa intestinal, inmunidad y factores dependientes del hospedador. Las aves infectadas tienen un cuadro clínico evidente, sus plumas se mantendrán erizadas, la cabeza estar recogida al igual que sus alas, ojos cerrados, menor consumo de alimento y agua. Las heces se manifestarán en principio como una diarrea acuosa de color amarillo para luego pasar a un color pardo mucosoide y finalmente color chocolate cuando hay excesiva presencia de sangre en las heces. Por la misma razón mantendrá una cloaca manchada sus plumas sea con diarrea o sangre. Las aves pasarán apáticas o letárgicos con un aspecto triste, mantendrán movimientos cortos y tembloroso. Una de las evidencias tempranas es la pérdida de ganancia de peso sin motivo, aun no sean evidentes los signos clínicos, esto se debe a que al proceso de pérdida celular del epitelio intestinal provocando un síndrome de mala absorción disminuyendo la asimilación de los nutrientes derivados del alimento y también haciendo un ambiente propicio para la invasión y proliferación de microorganismo

oportunistas como son virus como Marek o bursitis infecciosa y bacterias como *E. coli*, *Salmonella* y *Clostridium perfringes* (Guyonnet, 2015; López-Osorio et al., 2020).

Así mismo hay que entender que el protagonista o poder patógeno se debe principalmente a la fase de esquizogonia, en los pollos de engorde existe perdida de coloración en la canal ya que este parásito afecta al intestino delgado porción importante para la absorción de carotenoides, así también se podría ver cuadros de anemias y palidez en añejos de la piel como la cresta y barbillas. Es habitual encontrarse con cuadros subclínicos donde los animales no presentarán signos clínicos, pero si habrá afección de los intestinos, dentro de las lesiones post mortem es común observar tiflitis, presencia de exudado fibroso y hemorragias en las paredes cecales causadas por *E. tenella*. Por otro lado, en el intestino delgado se puede observar diferentes grados de hemorragias en la pared intestinal que tienen una localización en dependencia de la especie (Quiroz, 2018).

Tabla 3. Características de las lesiones macroscópicas post mortem de las diferentes especies de Eimeria en pollos de engorde

Especie	Sitio predilecto	Lesiones macroscópicas
<i>E. acervulina</i>	Duodeno	Se puede visualizar enteritis mucoide perdedora le líquidos con estrías hemorrágicas y lesiones puntiformes, manchas blanquecinas en superficie serosa y lesiones escaleriformes de color blanco en superficie intestinal. Producción de duodenitis catarral con presencia de contenido amarillento
<i>E. necatrix</i>	Yeyuno, ileon y ciegos	Se puede descubrir una hemorragia intestinal severa con secreción mucoides, presencia de manchas blanquecinas y petequias en la superficie intestinal.
<i>E. brunetti</i>	Ileon y recto	Se pueden encontrar tanto inflamación como petequias debido a una ileitis catarral que puede evolucionar a una hemorragia, presencia de petequias en la mucosa del íleon y recto procedentes de la ruptura del esquizonte.

<i>E. máxima</i>	Yeyuno e íleon	Presenta intestino distendido con la luz intestinal dilatada con la mucosa de color amarillo anaranjado más secreción mucoide, a veces existe la presencia de petequias.
<i>E. tenella</i>	Ciegos	Se observa hemorragia e inflamación severa de los ciegos con presencia de manchas blancas en la pared cecal así como también la presencia de coágulos en la luz.
<i>E. mivati</i>	Duodeno y recto	Se presenta como placas blanquecinas en la serosa del intestino, intestino pálido con contenido acuoso que puede progresar a petequias rojizas.
<i>E. hagani</i>	Duodeno, yeyuno e íleon	Presencia de petequias o focos de hemorragia en la superficie intestinal con contenido intestinal de aspecto acuoso o de crema.
<i>E. praecox</i>	Duodeno y yeyuno	Se produce una duodenitis catarral con secreción mucoide y una ligera presencia de diminutas petequias.
<i>E. mitis</i>	Yeyuno e íleon	Se visualiza mayor cantidad de lesiones en el íleon, presencia de lesiones leves, pared intestinal flácido y pálida con exudado mucoide.

Fuente: Quiroz-Castañeda & Dantán-González (2015)

Por esta razón muy importante tener un conocimiento del tipo de lesión y su situación, hasta hoy en día se hace uso del método de Johnson & Reid (1970) que permite dar una puntuación a la lesiones producidas por las diferentes especies de *Eimeria*, este es un criterio de puntuación para determinar la patogenicidad del parásito. La escala de puntuación califica de 0 a +4 con descripciones de las lesiones macroscópicas producidas por *E. tenella*, *E. necatrix*, *E. mivati*, *E. brunetti*, *E. acervulina* y *E. máxima*, que serán descritas a continuación:

- *E. tenella*: 0 sin lesiones macroscópicas evidentes, +1 reducido número de petequias dispersas en la pared cecal, sin engrosamiento de la pared cecal y contenido normal, +2 petequias numerosas con presencia de sangre en el ciego, reducido engrosamiento de la pared cecal y contenido normal, +3 presencia de gran cantidad de sangre, paredes cecales bastante engrosadas y poco contenido

fecal en el ciego y +4 las paredes del ciego muy distendido con presencia de sangre y grandes núcleos caseosos con restos fecales ausentes.

- ***E. necatrix***: 0 sin lesiones macroscópicas evidentes, +1 Petequias diminutas dispersas y lesiones blancas visibles en lumen, casi nulo es el daño en la superficie de la mucosa, +2 numerosas lesiones petequiales en la superficie serosa y ligera inflamación del intestino medio, +3 luz del intestino con hemorragia extendida, serosa cubierta de petequias rojas y placas blancas, contenido intestinal mixto y distensión extendida hacia inferior del intestino delgado y +4 presenta hemorragia extensa de coloración oscura o parda, el contenido intestinal es mucoide de color marrón y la distensión se extiende hacia toda la longitud del intestino delgado.
- ***E. acervulina***: 0 sin lesiones macroscópicas evidentes, +1 presencia de lesiones blancas diseminadas y alargadas que posee ooquistes en desarrollo confinadas en el duodeno y escalerificadas, +2 las lesiones están más agrupadas y las paredes intestinales no muestran engrosamiento ni contenido, las lesiones se extienden por el duodeno, +3 las lesiones son muy numerosas dando una apariencia cubierta de lesiones con paredes intestinales engrosadas y contenido acuoso y +4 la pared mucosa tiene una coloración grisácea de forma coalescente, la congestión de la mucosa se limita a petequias o total con un color rojo brillante. Las lesiones en el duodeno pueden pasar desapercibidas, en el yeyuno las lesiones tienen forma de escalera. Todas las aves que mueren independientemente de la especie son consideradas con el score +4.
- ***E. mivati***: 0 sin lesiones macroscópicas evidentes, +1 no existe inflamación, pero el contenido mínimo es de color naranja y la capa serosa está cubierta de diminutas petequias, +2 la serosa tiene mayor número de petequias de coloración roja, el contenido intestinal es mucoide anaranjado con o sin inflamación de la pared intestinal, +3 las paredes del intestino se ven inflamadas con superficie de la serosa de aspecto rugoso y contenido intestinal con pequeños coágulos de sangre y +4 la pared intestinal está muy distendida e inflamada con numerosos coágulos de sangre y sangre digerida dando un olor fétido.
- ***E. brunetti***: 0 sin lesiones macroscópicas evidentes, +1 sin lesiones macroscópicas evidentes, +2 la mucosa de la pared intestinal tiene un color

grisáceo y el yeyuno puede estar engrosado con manchas de color salmón, +3 la pared intestinal se ve engrosada con presencia de exudado con sangre, puede existir líneas rojas en la parte inferior del recto y lesiones en amígdalas cecales con acúmulos blancos y +4 posibilidad de que exista necrosis por coagulación extensa en la superficie de la mucosa del yeyuno y taponamiento de ciegos por acúmulos caseosos.

1.3.9. Diagnóstico

El diagnóstico de coccidias generalmente se lo realiza por medio de análisis microscópicos de extendidos de heces fecales o de mucosa intestinal, se lo realiza seccionando longitudinalmente el intestino por medio de un equipo de disección y extrayendo la mayor cantidad de contenido posible o sino raspando la mucosa con un cubreobjetos para luego colocarlo sobre un portaobjetos, este sería el procedimiento directo para reconocer coccidias y debe guiarse del segmento de intestino donde se localizaron estos parásitos para un control de lesiones, ya que debe analizar y calificar las lesiones según lo explicado de manera ampliada en la sección de cuadro clínico y lesiones por Johnson & Reid (1970), la escala numérica de manera práctica que se utiliza para dar un score a las lesiones en diferentes segmentos del intestino son las siguiente: 0 no existe lesiones evidentes a simple vista y 4 existe la presencia de lesiones muy graves, los números intermedios indican la gravedad de las lesiones todo este proceso se lo realiza por necropsia o post mortem sin que haya transcurrido más de una hora porque existe alteración de las características de los órganos (Hauck, 2014).

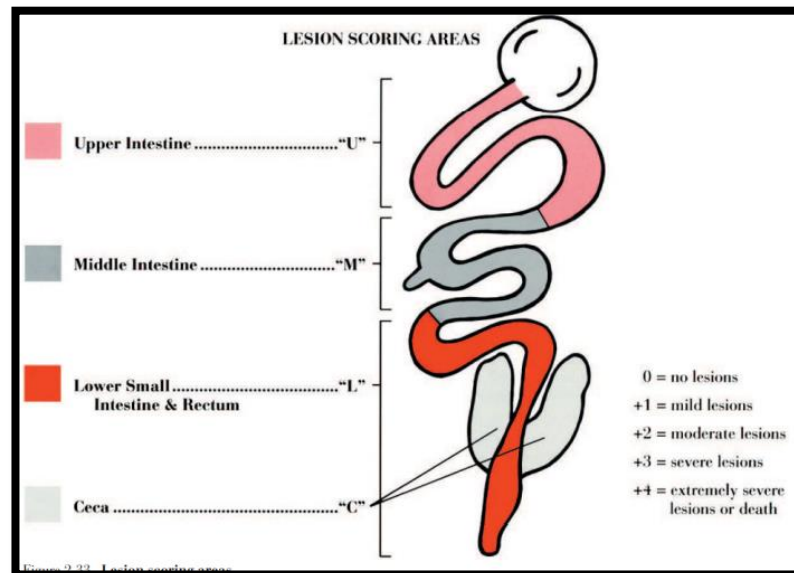


Figura 10. Áreas de puntuación de lesiones

Fuente: Conway & McKenzie (2008)

La identificación de la especie de *Eimeria spp* puede valorarse de acuerdo a ciertas características como: la ubicación de las lesiones en los intestinos, aspecto de la lesión, forma, tamaño y color de los ooquistes, tamaño de esquizontes y merozoitos, periodo de prepatencia o esporulación. Otra forma de realizar este diagnóstico in vivo o post mortem es por medio de la contabilización de ooquistes/gramo de heces frescas o de cama a través de método de flotación con solución saturada de sacarosa o sugar sheather, este método consiste en cuantificar el número de ooquiste presentes en las heces, primero se pesa 4 g de heces y en un recipiente se añade 56 ml de la solución saturada, se homogeniza y agita por alrededor de un minutos para luego filtrarla por una coladera con el fin de retener desperdicios. Pasamos a tomar 15 ml de la solución homogenizada hasta un 1 cm del borde del tubo de ensayo y dejamos reposar entre 5-10 minutos para tomar con la micropipeta o pipeta Pasteur el volumen necesario para llenar la cámara de McMaster. Finalmente enfocamos en el microscopio con el objetivo 10x a cada uno de los espacios y contabilizamos el número de ooquistes encontrados en cada segmento, para sumar el total de ooquistes visualizados y multiplicar por 50 (Conway & McKenzie, 2008; Zajac et al., 2012).

1.3.10. Métodos para el tratamiento y control de la coccidiosis

La industria avícola hoy en día utiliza diferentes metodologías para el tratamiento y control de la coccidiosis que van desde el uso de químicos anticoccidiales, probióticos, vacunas y hasta hoy en día productos naturales, los primeros han sido utilizados durante décadas en la avicultura como estrategia exitosa para el control de esta enfermedad parasitaria, pero sus altos costos y sobre todo la preocupación en salud pública ha puesto en dilema el uso de quimioterapéuticos por la trazabilidad en productos de consumo masivo y sobre todo la posible resistencia a estos fármacos. Por esta razón varios quimioterapéuticos han sido prohibidos en la Unión Europea y varios países lo que dispuesto a utilizar estrategias alternas para combatir a la coccidiosis (Youssef et al., 2021).

Las drogas químicas son designadas como anticoccidianos, que se dividen en coccidiostatos que inhiben el crecimiento de las especies de *Eimeria* y los coccidicidas que interrumpen el ciclo de vida del parásito, es óptimo que estos fármacos actúen inhibiendo la etapa de esquizonia y fortaleciendo la inmunidad animal. (M Yuño & Gorgoza, 2008). El tratamiento y control contra la coccidiosis se basa en el uso de ionóforos que producen la muerte del parásito o de drogas sintéticas que inhiben las vías bioquímicas o metabólicas del parásito, un factor importante para el uso de ionóforos es que no produce interferencia con el desarrollo de inmunidad en el ave, pero sin olvidar que todo anticoccidiano es propenso a inducir resistencia en los coccidios principalmente en especies como: *E. acervulina*, *E. tenella* y *E. maxima* (Quiroz-Castañeda, 2018). Entre las sustancias químicas más utilizadas tenemos los coccidiostatos, estos fármacos son antibióticos ionóforos que deberían ser regulados su uso de acuerdo a la legislación de cada país. Aquí nace el problema ya que estos anticoccidios son de uso regular y el tiempo de vida de los pollos de engorde es relativamente corto, al usarlos a dosis bajas durante largos periodos estos parásitos son capaces de desarrollar resistencia (Guyonnet, 2015). Los ionóforos más utilizados son salinomicina, monensina, maduramicina, semduramicina, narasina, lasalocida, mientras que los coccidicidas sintéticos de uso común son amprolio, toltrazuril, clopidol, diclazuril, nicarbazina, robenidina y sulfonamidas. El uso de ionóforos han sido de uso primordial frente a los coccidios ya que estos producen resistencia de forma más lenta que los fármacos sintéticos, ya que estos permiten una adecuada inmunidad

porque no matan al parásito. Para evitar la resistencia se ha visto la necesidad de crear protocolos de rotación de fármacos: como es el cambio de coccidiostatos cada 4 o 6 meses o un sistema de cambio de coccidiostato a la mitad del ciclo de cría del ave es decir entre el día 21 y 23 (Del Cacho Malo, 2013). Estos fármacos son retirados del alimento o agua en bebida en pollos de engorde 3-7 días antes del sacrificio de las aves con el fin de cumplir estándares de uso y mejorar el costo de producción. Sin embargo, no basta solo con el uso de sustancias químicas sino también del manejo sanitario y bioseguridad, es por eso que mantener un control es óptimo para su prevención, sin olvidar el manejo de camas húmedas, limpieza y desinfección de comederos y bebederos, ventilación adecuada y manejar correctamente la densidad poblacional (Abebe & Gugsu, 2018).

Otra forma de prevenir ha sido el uso de vacunas en explotaciones avícolas de pollos de engorde, se usan cepas atenuadas y precoces con un ciclo de vida rápido, así también con una virulencia baja, permitiendo que los antígenos coccidiales permitan la construcción de una respuesta inmune adecuada y duradera (Marcela Yuño & Gogorza, 2010). La primera vacuna viva frente a la coccidiosis fue registrada en Estados Unidos en el año de 1952 con el fin de remover inmunidad frente a los efectos patogénicos de la coccidiosis reduciendo lesiones, producción de ooquistes y mejorando el rendimiento productivo de las aves. Actualmente se hace uso de vacunas vivas atenuadas que han tenido gran éxito por bajo riesgo de producir la enfermedad debido a carecer una fragmento del ciclo biológico menos ciclos reproductivos y no atenuadas con mayor riesgo (Quiroz-Castañeda, 2018).

Otra alternativa actual es el uso de aditivos alimenticios para el control de la coccidiosis, el uso de probióticos y simbióticos que son microorganismos beneficios tanto bacterias como levaduras que ayudan a estimular la inmunidad, mejor la digestibilidad, aumento en ganancia de peso, mejora la tasa de conversión alimenticia y controla la coccidiosis por medio de una excelente salud intestinal estos son *Bacillus spp*, *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, etc. El uso de ácidos orgánicos tiene mejores resultados que los mimos fármacos, estos inhiben el crecimiento bacteriano y aumenta la inmunidad protectora frente a la coccidiosis, entre ellos tenemos el ácido acético, butírico y propiónico que mejoran los efectos causadas por esta infección. Así también

podríamos nombrar a los fitobióticos, aceites esenciales y antioxidantes(Quiroz-Castañeda & Dantán-González, 2015; Fathy et al., 2020).

1.3.11. Saponinas

Las saponinas forman parte del grupo de los metabolitos secundarios de las plantas, es el conjunto entre una aglicona fusionada a uno o más azúcares y según la estructura de la aglicona esta puede ser clasificada en triterpénica y esterooidal. Naturalmente a la saponina se le ha conocido desde hace años atrás por sus propiedades espumantes, debido a que contiene un parte hidrófila y otra hidrófoba, promoviendo tensión superficial y la formación de burbujas (Wina et al., 2018). La aglicona tiene carácter de ser hidrofóbica y las cadenas de azúcar hidrófilas, dando esa característica anfifílica a la saponina. Las saponinas se encuentran presentes en una extensa variedad de plantas el alrededor de 400 especies y 80 familias, las saponinas se localizan en diversas partes de la planta lo que varía de acuerdo a la estación, temperatura y estado fenológica de la misma. La raíz es la localización predilecta para encontrar saponinas ya que actúan como agentes antimicrobianos, aunque tienen menor cantidad de saponinas cuando las plantas están en floración ya que ayudan al desarrollo del fruto acumulando dicha sustancia en órganos germinativos. Las saponinas esteroidales se presentan más en plantas monocotiledóneas y las saponinas terpenoides están más desarrolladas en dicotiledóneas como las leguminas (Brufau, 2015)

1.3.12. Saponinas de alfalfa

Entre las plantas más comunes donde podemos encontrar saponinas tenemos a la remolacha, yuca, esparrago, azafrán, soja, alfalfa, espinaca y castaña. Aunque su presencia es plantas de desierto también son muy abundantes Este compuesto bioactivo se encuentra en las hojas, raíz y tallos de la alfalfa, con mucho potencial de concentrar altos valores de saponina en los lugares más altos y más bajos. Por otro lado, la cantidad de saponinas es el doble en las hojas que en los tallos y su contenido declina con el envejecimiento de planta. La cantidad de saponina en alfalfa es de 0.14-1.71% y puede variar de acuerdo al estado fenológico y también de acuerdo los cortes se hablan que su cantidad aumenta en medida que se realiza las podas, dentro de los estudios de las saponinas de alfalfa se habla regularmente de efectos negativos como la producción de meteorismo ruminal en rumiantes, cambios en el ritmo respiratorio, inhibidores germinativos y puede ser la causante de reducción en el crecimiento y

consumo de alimento en los pollos de engorde mientras que en gallinas ponedoras disminuye la postura (Brufau, 2015). Por otro lado, los estudios modernos son cada vez más alentadores pues las saponinas de alfalfa influyen positivamente en la reducción del colesterol total en la carne de pollos de engorde sin afectar la biosíntesis del colesterol de manera natural

1.3.13. Uso de saponinas en aves

Las saponinas tienen un uso muy amplio en aves a nivel dietético, en cuanto al consumo de alimento y crecimiento se evidencio que favorece a la tasa de crecimiento mejorando la conversión alimenticia y ganancia de peso, así como reduce la emisión de amoniaco en las heces fecales y aumenta la permeabilidad de la mucosa intestinal facilitando la absorción de nutrientes y crecimiento de vellosidades intestinales. En cuanto al colesterol tiene la característica de formar complejos de colesterol, reduciendo los niveles séricos del mismo debido a la formación de micelas que promueven la excreción de colesterol o también su efecto hipocolesterolémico se debe al retardo en la absorción intestinal de la grasa al inhibir la lipasa pancreática, esto permite mejorar la calidad de la carne y la canal disminuyendo la grasa en la pechuga de pollo. Así también sus beneficios son antioxidantes como podemos ver en las saponinas de la soja interactúan para que estas eliminen los radicales libres previniendo el daño celular. Mientras tanto a nivel inmunológico las saponinas estimular la inmunidad innata mejorando la resistencia a diversas enfermedades, así como también pueden mejorar las respuestas inmunes humorales y celulares. En cuanto a la producción, la suplementación de extractos de saponinas ha mejorado la producción de huevos tanto en contenido como en cáscara en gallinas ponedoras sin afectar al peso del huevo, forma o peso de la cascara. Así también el contenido de colesterol y triglicéridos disminuyeron de manera significativa. Por último, en cuento a la fertilidad e incubabilidad en huevos de aves reproductoras la suplementación de saponinas mejora estos parámetros reproductivos (Chaudhary et al., 2018).

1.3.14. Efecto anticoccidial de las saponinas

Las saponinas al ser extractos herbáceos son compuestos secundarios con características liposolubles y lipofílicas, permitiendo que se enlacen al fosfolípido de la membrana del coccidio, el cual es fundamental para el ingreso del parasito a las células del epitelio intestinal de huésped, por lo tanto, se conforma un complejo

saponina-fosfolípido que inhibe el ingreso, precipita al parásito y es eliminado a través de las eyecciones fecales. Es así que el autor indica que las saponinas son menos efectivas entre especies, como, por ejemplo: *E. acervulina* no es susceptible a la acción de las saponinas que no llega a conformarse en complejo, puesto que su ingreso a la mucosa intestinal es inmediato y las saponinas no son absorbidas por las vellosidades intestinales (Bozkurt et al., 2013; Rodríguez L. et al., 2019). El mecanismo de las saponinas para reducir el número de protozoos es diferente al de rumen de los bovinos, las saponinas lisan los protozoos ruminales al unirse a su membrana, pero en el caso de *E. tenella* está consta de dos capas que puede ser destruidas por acción bioactiva de este compuesto secundario, pero al estar compuesta de lípidos ácido resistentes lo hacen una pared muy fuerte y resistente, por lo cual se asume que la acción de las saponinas se la realiza a través del micropilo presente en el extremo polar del ooquiste, es decir que ingresa por la brecha que existe entre el espacio del micrópilo y la pared del ooquiste, alterando directamente al espoquiste (Wina et al., 2018). Esto tiene relación estrecha con lo proporcionado por Youssef et al., (2021) mostrando que las saponinas no destruyen directamente la pared de los ovocitos, sino más bien ingresa de manera directa a la pared a través de la membrana de oocisto para alterar al esporocito.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Ubicación del experimento

El trabajo de investigación se realizó en un galpón adaptado para la crianza de pollos de engorde ubicado en el centro de la parroquia de Chiquicha, cantón Pelileo de la provincia de Tungurahua. A una altitud de 2598 msnm y cuyas coordenadas geográfica son: latitud S 1°16'0'' y longitud W 78°31'60'' (GetaMap, 2021).

2.2. Características del lugar

El galpón consta con una superficie de 60 m² de un total de 200 m² de terreno, teniendo una capacidad para la crianza de alrededor de 500 pollos de engorde. El lugar posee un clima que varía durante todo el día entre 14-18 °C y una humedad relativa del 77%.

2.3. Material experimental

Se emplearon 120 pollos de engorde de un día de edad de la línea genética Cobb 500 provenientes de una misma incubadora y madres jóvenes. Las características principales que cumplieron los pollitos en la llegada al galpón fueron: alerta y activo, movimiento de un lugar a otros, un plumón limpio y seco, ojos brillantes y redondos, curiosidad por el alimento y agua, ombligo cicatrizado en su totalidad, coloración y aspecto normal de abdomen, extremidades sin tarsos lastimados o enrojecidos y pico sin deformaciones es decir el pollito debe tener vitalidad al momento de llegada (Cobb Vantress, 2018).

2.4. Materiales y equipos

2.4.1. Materiales y equipos de campo

- Malla metálica
- Cortinas lona
- Comederos metálicos y plásticos
- Bebederos manuales
- Criadora
- Botellas plásticas de galón

- Papel kraft
- Termohigrómetro ambiental
- Balanza electrónica
- Frascos plásticos para toma de muestra
- Balanceado para las tres etapas: inicial, crecimiento y engorde
- Saponina de alfalfa
- Fundas ziploc
- Escobas
- Palas
- Tamo de arroz
- Baldes
- Costales

2.4.2. Materiales y equipos de laboratorio

- Microscopio
- Portaobjetos
- Mortero
- Pistilo
- Coladores
- Vasos de precipitación de 100 ml
- Cámara de McMaster
- Solución saturada de sacarosa
- Densímetro
- Probeta graduada de 100 ml
- Balanza analítica
- Plancha térmica con agitador magnético
- Papel aluminio
- Guantes de látex
- Micropipeta
- Pipeta pasteur

2.4.3. Materiales y equipos de oficina

- Computadora
- Hojas
- Esferográficos
- Marcador
- Cuaderno

2.4.4. Biológicos

- Vacuna contra Bronquitis infecciosa
- Vacuna contra New Castle
- Vacuna contra Gumboro
- Vacuna viva atenuada de coccidias
- 120 pollos de un día de la línea genética Cobb 500

2.5. Factores de estudio

Dosis del extracto de saponina de alfalfa

D1: 10 g por cada 40 Kg de alimento

D2: 20 g por cada 40 Kg de alimento

D3: 30 g por cada 40 Kg de alimento

Tratamiento control: Sin Saponina

2.6. Metodología

2.6.1. Extracción de saponinas

Para la extracción de saponinas provenientes de la Alfalfa (*Medicago sativa L*) fue necesario una cantidad entre 13 a 14 kg de materia seca, para obtener 120 g de saponina a razón de 100 g de materia seca con un resultado de 0.92 gamos de saponina, la planta utilizada se encontraba en estado fenológico de botón, la misma que se la secó y molió para una posterior maceración con 300 ml de etanol con una concentración al 70% durante un periodo de tiempo de 48 horas expuesta a una temperatura ambiente. El producto obtenido fue filtrado y conservamos el extracto alcohólico, para nuevamente añadir 300 ml de etanol a la misma concentración, pero

durante un tiempo de 24 horas y finalmente posterior a este tiempo se lo filtro otra vez. El extracto alcohólico fue concentrado hasta su sequedad en baño maría, obteniendo un residuo el cual fue disuelto en 20 ml de agua destilada y se extrajo en conjunto con n-butanol en una pera hasta su agotamiento. El resultado de este último proceso se lo llevó a sequedad para obtener un sólido al que la literatura denomina extracto bruto de saponinas (Tomás et al., 2010).

2.6.2. Infección de aves con coccidios

En este experimento se realizó una infección intencionada a través de la inoculación por vía oral el día 14 de vida de los pollos con una dosis más alta a lo recomendado por el fabricante de la vacuna. Esto con el fin de infectar a las aves, causar signos clínicos y lesiones anatomopatológicas de la enfermedad (Espejo-Martínez, 2014).

En este caso se utilizó una vacuna viva contra la coccidiosis aviar que contiene en su suspensión las siguientes especies de *Eimeria spp*: *E. máxima* (2.0 a 8.0 x 10⁵ ooquistes/dosis), *E. acervulina* (1.0 a 6.0 x 10⁵ ooquistes/dosis), *E. praecox* (1.0 a 5.0 x 10⁵ ooquistes/dosis), *E. mitis* (1.0 a 5.0 x 10⁵ ooquistes/dosis) y *E. tenella* (1.0 a 6.0 x 10⁵ ooquistes/dosis). La presentación de la vacuna corresponde a 1000 dosis y puede ser administrada a través de la vía oral u ocular (TADEC, 2022). Razón por la cual se utilizó una dosis x15 a lo recomendado por el fabricante para todo el lote de aves.

2.6.3. Toma de muestras

Para el estudio a nivel de campo se tomó muestras de heces frescas de la cama del galpón en la mañana, para esto se ocupó las medidas de prevención adecuadas como es el uso de guantes desechables, paletas y fundas o recipientes estériles. En este caso se deberá rotular el lote de pollos de donde se adquirió la muestra obteniendo una cantidad de alrededor 50 o 100 g/unidad experimental de heces (PANAFTOSA-OPS/OMS, 2017).

Para el transporte de las muestras no fue necesario un medio líquido ya que pudo alterar la misma, sino únicamente muestras frescas en su respectivo recipiente, pero en caso de ser necesario se pudo haber adicionado una cantidad adecuada de solución salina estéril para mantener hidratada la muestra. Por otro lado, para su transporte hacia el laboratorio las mismas tuvieron que ser refrigeradas a una temperatura entre 2 y 8 °C con un tiempo de almacenamiento y llegada al laboratorio

de máximo 24 horas (PANAFTOSA-OPS/OMS, 2017).

Las muestras de heces fueron tomadas directamente de la cama de cada lote de aves la cual estará revestida por papel Kraff que permitió una fácil recolección evitando la contaminación con el tamo de arroz, proceso que se realizó los días 5, 7, 9, 11 y 13 post vacunación, con el objetivo de obtener heces infectadas con coccidios para su posterior identificación y cuantificación. Es importante mencionar que el uso de saponinas adicionada al alimento fue aplicado a partir del día 14 de edad de los pollos o el mismo día de la infección con coccidias, a partir de este punto se incorporó a la dieta día a día durante 13 días post infección.

2.6.4. Diagnóstico de ooquistes de *Eimeria spp.*

- **Flotación fecal**

Este método es considerado la técnica coproparasitaria más utilizada para la detección de parásitos, que permite separar el contenido de heces y huevos. Es una técnica rápida que busca obtener una solución con densidad mayor a 1.2 o 1.25 g/ml que sobrepase la densidad de los huevos de parásitos comprendida entre 1.1 y 1.2 g/ml o como indica Portillo-Alarcón (2020) los ooquistes de *Eimeria spp* tiene una densidad entre 1.05 a 1.10 g/ml.

- **Preparación de solución de flotación con azúcar o solución Sheather**

- a) Se verificó la cantidad de solución necesaria para dicha técnica, realizando 1000 ml de solución saturada de sacarosa.
- b) Se colocó la cantidad de agua destilada necesaria en un vaso de precipitación y se calentó sobre la plancha térmica y agitador magnético sin que este llegue a hervir.
- c) Se añadió 450 g de azúcar por cada 350 ml de agua y removió hasta su disolución.
- d) Se comprobó la densidad del agua con un hidrómetro de escala de 1.0 a 2.0 y si se vio necesario se añadió más azúcar o agua, todo en dependencia del caso y la necesidad.

(Hendrix, 1999)

- **Descripción de la técnica de flotación fecal simple**

- a) Se colocó 2 g de heces en dependencia de lo descrito para la investigación en un vaso de precipitación directamente o en un mortero con capacidad adecuada, luego se añadió 28 ml de solución Sheather y removió con una varilla de agitación o con un pistilo.
- b) Se filtró a través de un tamiz o cernidera la solución y nuevamente se colocó en vaso de precipitación.
- c) Posteriormente se recogió con una pipeta pasteur o micropipeta alrededor de 3 ml de la solución y lo coloque en la cámara de McMaster, para dejarlo reposar por 10 minutos.
- d) Finalmente se verificó y contabilizó los ooquistes por campo bajo observación en el microscopio.

(Espinola Parra, 2019)

2.6.5. Cuantificación de ooquistes

La cuantificación de ooquistes se realizó con la ayuda de la cámara de McMaster, este equipo consta de dos retículos o superficie para la contabilización de células por campo que con ayuda del cato de conversión nos indicará el número de ooquistes por campo y gramos de heces.

- **Uso de la cámara de McMaster**

1. Tras realizar de la preparación de la muestra se preparará la cámara de McMaster limpiando su zona de contabilización.
2. Con ayuda de una micropipeta se tomó una muestra de 0.3 ml de la mezcla preparada, tras ajustar al volumen correspondiente.
3. A continuación, se pulsó de forma suave el embolo superior de la micropipeta o pipeta Pasteur hasta recoger el volumen seleccionado.
4. Se colocó la punta de la micropipeta en el borde de la cámara de McMaster para luego soltar lentamente el contenido tras presionar el embolo nuevamente, cubriendo toda la zona.
5. Se recomendó que la micropipeta sea utilizada inclinada con el fin de que no exista burbujas de aire y se vierta el contenido gracias a la capilaridad.

(Bastidas, 2014)

- **Enfoque microscópico de la cámara de McMaster**

1. Tras preparar la cámara de contabilización con la solución a observar, se colocó la misma en la platina sujeto a pinza.
2. Se procedió a encender la luz de microscopio y enfocar la placa con el objetivo de menor aumento hasta que ver de forma clara los ooquistes y para contabilizarlos en cada cuadrícula con el objetivo de 10x.
3. Debimos tomar en cuenta que si los ooquistes llegaran a tocar las líneas o límite superior se podrán contabilizarlos sin ningún problema, pero si llegaran a tocar los límites inferiores o derechos no podrán ser contabilizados o queda bajo criterio personal.
4. Posterior a esto se anotó en una hoja los resultados de la contabilización de ooquistes por cuadro. Y con ayuda de un factor de conversión se calculó la concentración de ooquistes en la muestra.

(Bastidas, 2014)

- **Cálculo de la concentración de ooquistes**

Concentración = Número de ooquistes contados en las dos cámaras x 50.

(Bastidas, 2014)

2.6.6. Datos para calcular los índices productivos

La toma de datos se realizó por aleatoriedad en cada lote de pollos tomando a consideración el número de animales en cada uno de ellos en el galpón. Dentro de los datos consta los índices productivos de las aves que serán comparados con las tablas de la línea de pollos seleccionada para la crianza. Las variables a considerar serán: ganancia de peso, conversión alimenticia, índice de eficiencia europea y la mortalidad, para lo cual se realizará un pesaje desde el 0 al día 42 con intervalos de 7 días para la toma de datos.

2.6.7. Calificación de lesiones intestinales

Para la clasificación de lesiones intestinales se utilizó la metodología usada por Pérez (2015) la cual es muy utilizada para evaluar y dar una calificación en relación al grado de lesiones macroscópicas producidas por la coccidiosis en aves de engorde. Esta calificación va desde el 0 al 4, donde 0 indica que no existe lesiones

anatomopatológicas, 1 presenta lesiones leves en intestinos, 2 las lesiones son moderadas, 3 la mucosa intestinal tiene lesiones severas y 4 que se ve muy afectado el intestino por dichas lesiones es decir el cuadro es severo. Esta evaluación macroscópica permitirá identificar el tipo de coccidia que podría afectar al ave debido al tipo, clase y localización de las lesiones producidas en la mucosa intestinal.

- Score 0 = No lesiones macroscópicas evidente
- Score 1 = Lesiones ligeras
- Score 2 = Lesiones moderadas
- Score 3 = Lesiones severas
- Score 4 = Lesiones muy severas

La literatura según Rodríguez (2016) indica que se pudo realizar tres mediciones en los días 10, 20 y 28 posteriores a la inoculación con la vacuna.

2.7. Manejo de animales

Se utilizó 120 pollos de engorde de un día con un promedio de peso entre 50 y 60 g, los cuales fueron colocados en el galpón mencionado hasta el día de salida a la venta, estos animales serán separados en lotes con el fin de evaluar su infección por coccidias para posteriormente ser tratadas con el tratamiento planteado y tomar muestras de heces frescas para evaluar en el laboratorio. Se implementó todo lo necesario para cada lote como es: comederos, criadoras, bebederos manuales y automáticos, así como sus respectivas vacunas (Día 1-3: Bronquitis H120, Día 7-10: Newcastle La Sota y Gumboro, Día 15-17: Gumboro y Día 22: Bronquitis y Newcastle).

2.8. Diseño experimental

Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA) con 4 tratamientos y 3 repeticiones además se realizó las pruebas de significación de Tukey al 5% para los tratamientos que resultaron estadísticamente significativos y contrastes ortogonales.

Tratamientos:

T1 o T(10 –S): 10 g de extracto de saponina en 40 kg de alimento

T2 o T (20 –S): 20 g de extracto de saponina en 40 kg de alimento

T3 o T (30 –S): 30 g de extracto de saponina en 40 kg de alimento

T4 o T (0 –S): 0 g de extracto de saponina en 40 kg de alimento

a) Esquema del ADEVA

<i>Fuentes de variación</i>	<i>gL</i>
<i>Tratamientos</i>	3
<i>Error experimental</i>	8
<i>Total</i>	11

b) Modelo matemático

$$Y_{ij} = \mu + d_i + \varepsilon_{ij}$$

Y_{ij}: Observación individual

μ: Media aritmética

d_i: Efecto tratamiento

E_{ij}: Error experimental

R1	R2	R3
T1 o T (10 – S)	T3 o T (30 – S)	T2 o T (20 – S)
T2 o T (20 – S)	T4 o T (0 – S)	T3 o T (30 – S)
T3 o T (30 – S)	T1 o T (10 – S)	T4 o T (0 – S)
T4 o T (0 – S)	T2 o T (20 – S)	T1 o T (10 – S)

2.9. Variables respuesta

2.9.1. Ganancia de peso

Esta variable hace referencia al peso que el pollo que gana día a día mientras crece, para lo cual se registró los datos de peso a la llegada de los animales y

posteriormente se lo realizó semanalmente, verificándolo con la fórmula de la misma semanalmente y comprobar si la infección por coccidios afecta a esta variable, así como también posterior al tratamiento aplicado.

$$GP = PF - PI$$

GP: Ganancia de peso

PF: Peso final

PI: Peso inicial o llegado

(Trómpiz et al., 2011)

2.9.2. Conversión alimenticia

La variable de conversión alimenticia hizo referencia a la cantidad de alimento que consumió el pollo de engorde y la cantidad de proteína o carne que transformó. Teniendo en cuenta de esta forma también si existe relación directa con la infección por coccidios hacia la conversión alimenticia.

$$CA = \frac{AC}{GP}$$

CA: Conversión alimenticia

AC: Alimento consumido

GP: Ganancia de peso

(Trómpiz et al., 2011)

2.9.3. Mortalidad

Aquí se tomó los datos de los animales que han perecido durante todo el tiempo del experimento.

$$M = \frac{AM}{AVi} \times 100$$

M: Mortalidad

AM: Animales muertos

AVi: Animales vivos inicialmente

(Trómpiz et al., 2011)

2.9.4. Índice de eficiencia europea

En este índice de producción se tomó en cuenta un conjunto de variables medibles como es el peso del animal, conversión alimenticia y mortalidad, obteniendo un resultado que no se expresa en ninguna unidad medible, pero nos indica que lote es el mejor y si su manejo fue el adecuado.

$$IEE = \frac{V \times PVS \times 100}{E \times CA}$$

IEE: Índice de eficiencia europea

V: Viabilidad

PVS: Peso vivo al sacrificio

E: Edad

CA: Conversión alimenticia

(Castelló, 2008)

CAPÍTULO III
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CAPÍTULO III

3.1. Peso vivo

Tabla 4. Desempeño de la variable peso vivo a la aplicación de extracto de saponina de alfalfa (*Medicago sativa L.*).

Tratamientos	Peso vivo día 21 (g)	Peso vivo día 28 (g)	Peso vivo día 35 (g)	Peso vivo día 42 (g)
T1 ¹ (10 g de saponina)	782.17 ^a	1297.02 ^a	1832.74 ^a	2451.28 ^a
T2 (20 g de saponina)	775.35 ^a	1277.98 ^a	1787.88 ^a	2430.15 ^a
T3 (30 g de saponina)	733.67 ^a	1269.62 ^a	1827.58 ^a	2422.02 ^a
T4 (0 g de saponina)	792.71 ^a	1282.39 ^a	1786.17 ^a	2434.41 ^a
MEDIA	770.98	1281.75	1808.59	2434.47
EE	13.58	17.49	31.85	55.27
Valor de P	0.0500	0.3368	0.3764	0.8137
CV ² (%)	2.99	2.32	2.99	3.86

^a Medias en la fila seguida de letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

¹T1: Dosis de extracto de saponina de alfalfa

²CV: Coeficiente de Variación

Elaborado por: Mijael López

Para la variable peso vivo (g) se encontró que no existe diferencias significativas en ningún tratamiento (Tabla 4), a los 21 días el tratamiento (0 - S) tuvo un valor de 792.71 g y el tratamiento (30 - S) presentó un valor de 733.67 g; para los 28 días, el tratamiento (30 - S) presentó 1269.62 g y el tratamiento (10 - S) tuvo un valor de 1297.02 g; en el día 35 se presentó un valor 1786.17 g en el tratamiento (0 - S) mientras que el tratamiento (10 - S) alcanzó un valor de 1832.74 g; finalmente en el día 42 el tratamiento (30 - S) presentó una media de 2422.02 g y el tratamiento (10 - S) obtuvo un valor de 2451.28 g.

3.2. Consumo de alimento

Tabla 5. Desempeño de la variable consumo de alimento a la aplicación de extracto de saponina de alfalfa (*Medicago sativa L.*)

Tratamientos	Consumo de	Consumo de	Consumo de	Consumo de
	alimento día 21 (g)	alimento día 28 (g)	alimento día 35 (g)	alimento día 42 (g)
T1 ¹ (10 g de saponina)	474.40 ^{ab}	828.70 ^b	1027.30 ^a	1383.00 ^a
T2 (20 g de saponina)	462.93 ^{ab}	829.97 ^b	1022.90 ^a	1404.80 ^a
T3 (30 g de saponina)	439.13 ^b	850.10 ^b	1054.20 ^a	1209.50 ^a
T4 (0 g de saponina)	502.30 ^a	923.13 ^a	1047.47 ^a	1463.53 ^a
MEDIA	469.69	857.98	1037.97	1365.21
EE	12.12	12.00	13.77	91.95
Valor de P	0.0358	0.0016	0.3636	0,7056
CV ² (%)	4.47	2.42	2.30	11.46

^{a-b}Medias en la fila seguida de letras diferentes indican diferencias significativas (P < 0,05).

¹T1: Dosis de extracto de saponina de alfalfa

²CV: Coeficiente de Variación.

Elaborado por: Mijael López

En la variable consumo de alimento se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en el día 21 (Tabla 5) en el que se halló que el T (0 - S) con 502.30 g fue el mejor mientras que el peor fue T (30 - S) con 439.13 g; en el día 28 también se encontraron diferencias estadísticas significativas (Tabla 5) con T (0 - S) con un valor 923.13 g como el mejor y el T (10 - S) el peor con 828.70 g. Estos valores difieren con los resultados encontrados en la investigación de Youssef et al. (2021) donde encontramos valores estadísticamente similares, ya que al día 28 se encontraron los siguientes valores, para el tratamiento control (InfCont) una media de 952.37 g y para el tratamiento que incluía saponinas (InfSap) 932.20 g. Al igual que los resultados encontrados por Maci Lyn Oelschlager (2018) cuyos valores son estadísticamente similares entre los tratamientos en el día 21, para el tratamiento adicionado saponinas (InfSap – 10) un valor promedio de 413 g y para el tratamiento control (InfCont – 0) una media de 411 g. Para los 35 días los valores encontrados fueron T (20 - S) 1022.90 g y T (30 - S) con 1054.20 g y a los 42 días se obtuvieron los siguientes valores T (30 - S) con 1209.50 y T (0 - S) con 1463.53 sin encontrar diferencias significativas en estos días.

3.3. Ganancia de peso

Tabla 6. Desempeño de la variable ganancia de peso a la aplicación de extracto de saponina de alfalfa (*Medicago sativa L.*).

Tratamientos	Ganancia de peso día 21 (g)	Ganancia de peso día 28 (g)	Ganancia de peso día 35 (g)	Ganancia de peso día 42 (g)
T1 ¹ (10 g de saponina)	342.27 ^a	513.20 ^a	534.23 ^a	637.53 ^a
T2 (20 g de saponina)	335.80 ^a	501.50 ^a	508.73 ^a	657.07 ^a
T3 (30 g de saponina)	298.93 ^a	537.63 ^a	559.70 ^a	572.30 ^a
T4 (0 g de saponina)	356.60 ^a	490.57 ^a	504.70 ^a	636.60 ^a
MEDIA	333.4	510.73	526.84	625.88
EE	13.13	17.43	16.43	65.27
Valor de P	0.0694	0.3280	0.1423	0.8107
CV ² (%)	6.82	5.91	5.40	18.06

^a Medias en la fila seguida de letras diferentes indican diferencias significativas (P < 0,05).

¹T1: Dosis de extracto de saponina de alfalfa

²CV: Coeficiente de Variación

Elaborado por: Mijael López

En la variable ganancia de peso (g) no existe diferencias significativas en ningún tratamiento (Tabla 6), a los 21 días el tratamiento (0 - S) tuvo un valor de 792.71 g y el tratamiento (30 - S) presenta un valor de 733.67 g; para los 28 días, el tratamiento (30 - S) presenta 1269.62 g y el tratamiento (10 - S) tiene un valor de 1297.02 g; en el día 35 se presenta un valor 1786.17 g en el tratamiento (0 - S) mientras que el tratamiento (10 - S) obtuvo un valor de 1832.74 g; finalmente en el día 42 el tratamiento (30 - S) presentó 2422.02 g y el tratamiento (10 - S) tuvo un valor de 2451.28 g.

3.4. Conversión alimenticia

Tabla 7. Desempeño de la variable conversión alimenticia a la aplicación de extracto de saponina de alfalfa (*Medicago sativa L.*).

Tratamientos	Conversión alimenticia día 21	Conversión alimenticia día 28	Conversión alimenticia día 35	Conversión alimenticia día 42
T1 ¹ (10 g de saponina)	1.39 ^a	1.62 ^a	1.92 ^{ab}	2.18 ^a
T2 (20 g de saponina)	1.38 ^a	1.65 ^a	2.01 ^{ab}	2.14 ^a
T3 (30 g de saponina)	1.48 ^a	1.59 ^a	1.89 ^a	2.33 ^a
T4 (0 g de saponina)	1.41 ^a	1.88 ^b	2.08 ^b	2.34 ^a
MEDIA	1.42	1.69	1.98	2.25
EE	0.05	0.04	0.04	0.13
Valor de P	0.5176	0.0056	0.0229	0.5759
CV ² (%)	6.51	4.55	3.15	9.65

^{a-b} Medias en la fila seguida de letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

¹T1: Dosis de extracto de saponina de alfalfa

²CV: Coeficiente de Variación

Elaborado por: Mijael López

En la variable conversión alimenticia para el día 21, (Tabla 7) se obtuvo valores en T (20 – S) con 1.38 y T (30 – S) con 1.48 no se encontró significancia; en el día 28 existe diferencia estadística (Tabla 7) teniendo al mejor T (30 – S) con 1.59 y al peor con una media de 1.88 en el T (0 - S), en el día 35 se encontró significancia la mejor media fue la de T (30 - S) con 1.89 y la que menor media presentó fue T (0 – S) con 2.08. Estos resultados difieren con los que obtuvieron en la investigación de Rodríguez (2016) en cual no se presenta diferencia significada durante los días 23 y 42 con los tratamientos utilizados, arrojando los siguientes valores: tratamiento con saponina T (D+AN) con una media de 1.88 y el tratamiento control (DN) con un valor de 1.90. Finalmente, el día 42 no presenta diferencias estadísticas teniendo una media en T (20 – S) de 2.14 y en T (0 - S) con 2.34.

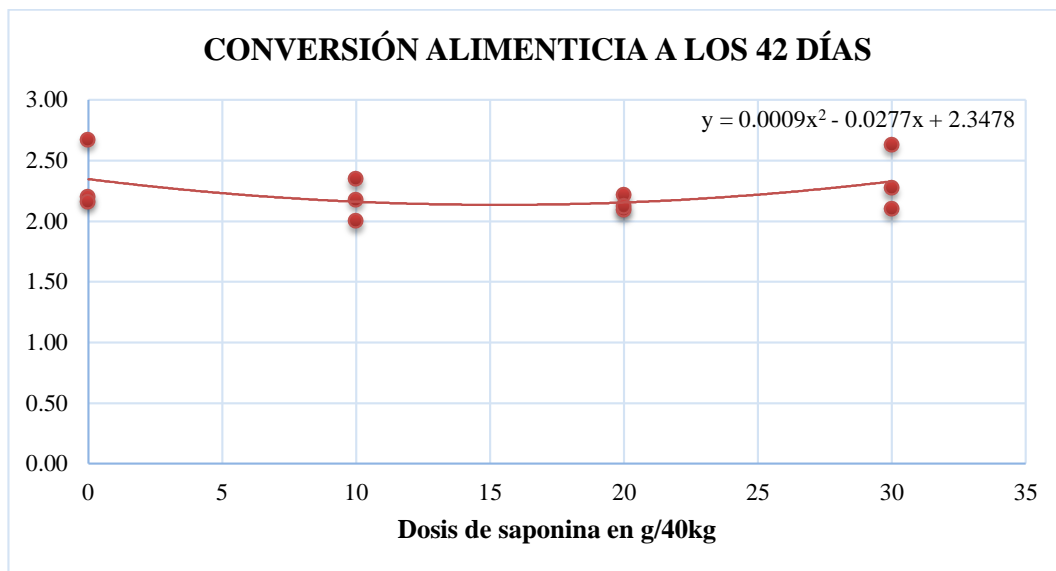


Figura 12. Comportamiento del extracto de saponina de alfalfa en la conversión alimenticia el día 42 de edad de los pollos de engorde

Elaborado por: López G. 2022

En relación al gráfico de la Figura 12 identificamos que la conversión alimenticia de acuerdo a la curva, aumenta en las aves nutridas únicamente con alimento sin adición del extracto de saponina T (0 - S) al igual que las aves alimentadas con el T (30 - S). Mientras que al interpretar la curva para el T (10 - S) y T (20-S) la conversión alimenticia disminuye obteniendo mejores resultados entre estos dos tratamientos.

3.5. Índice de Eficiencia europea

Tabla 8. Desempeño de la variable índice de eficiencia europea a la aplicación de extracto de saponina de alfalfa (*Medicago sativa L.*).

Tratamientos	IEE al día 42
T1 ¹ (10 g de saponina)	347.96 ^a
T2 (20 g de saponina)	341.51 ^a
T3 (30 g de saponina)	307.38 ^a
T4 (0 g de saponina)	309.98 ^a
MEDIA	326.71
EE	22.76
Valor de P	0.5037
CV ² (%)	12.07

^a Medias en la fila seguida de letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

¹T1: Dosis de extracto de saponina de alfalfa

²CV: Coeficiente de Variación

Elaborado por: Mijael López

En la variable índice de eficiencia europea no existe diferencias significativas en ningún tratamiento (Tabla 8), al día 42 el tratamiento (10 - S) tuvo un valor de 347.96 y el tratamiento (30 - S) presenta un valor de 307.98.

3.6. Mortalidad

Tabla 9. Desempeño de la variable mortalidad a la aplicación de extracto de saponina de alfalfa (*Medicago sativa L.*).

Tratamientos	Mortalidad al día 42
T1 ¹ (10 g de saponina)	0.00 ^a
T2 (20 g de saponina)	0.00 ^a
T3 (30 g de saponina)	10.00 ^a
T4 (0 g de saponina)	3.33 ^a
MEDIA	3.33
EE	5.27
Valor de P	0.5279
CV ² (%)	273.86

^a Medias en la fila seguida de letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

¹T1: Dosis de extracto de saponina de alfalfa

²CV: Coeficiente de Variación

Elaborado por: Mijael López

En la variable mortalidad no presentó diferencias significativas en ningún tratamiento (Tabla 9), al día 42 el tratamiento (10 - S) tuvo una media de 0.0 y el tratamiento (30 - S) presentó una media de 10.00.

3.7. Número de ooquistes/gramo de heces

Tabla 10. Desempeño de la variable contabilización de ooquistes por gramo de heces a la aplicación de extracto de saponina de alfalfa (*Medicago sativa* L).

Tratamientos	Contab. ooquist día 19 (ooq/g)	Contab. ooquist día 21 (ooq/g)	Contab. ooquist día 23 (ooq/g)	Contab. ooquist día 25 (ooq/g)	Contab. ooquist día 27 (ooq/g)	Contab. ooquist día 35 (ooq/g)	Contab. ooquist día 42 (ooq/g)	Contab. ooquist día 49 (ooq/g)	Contab. ooquist día 56 (ooq/g)
T1 ¹ (10 g de saponina)	0.00 ^a	0.00 ^a	66.67 ^a	250.00 ^a	400.00 ^a	2933.33 ^a	35766.67 ^b	127650.00 ^b	149713.33 ^c
T2 (20 g de saponina)	0.00 ^a	0.00 ^a	100.00 ^a	166.67 ^a	350.00 ^a	2000.00 ^a	30750.00 ^{ab}	120466.67 ^{ab}	132683.33 ^b
T3 (30 g de saponina)	0.00 ^a	0.00 ^a	50.00 ^a	183.33 ^a	333.33 ^a	1450.00 ^a	25626.67 ^a	104150.00 ^a	107416.67 ^a
T4 (0 g de saponina)	83.33 ^b	316.67 ^b	750.00 ^b	1850.00 ^b	3200.00 ^b	12966.67 ^b	37033.33 ^b	137816.67 ^b	148866.67 ^c
MEDIA	20.83	79.17	241.67	612.5	1070.83	4837.50	32294.17	122520.84	134670.00
EE	8.33	22.05	33.33	74.54	190.03	617.40	1721.68	4593.56	3513.95
Valor de P	0.0002	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0058	0.0051	0.0001
CV ² (%)	69.28	48.24	23.89	21.08	30.74	22.11	9.15	6.49	4.52

^{a-c}Medias en la fila seguida de letras diferentes indican diferencias significativas (P < 0,05).

¹T1: Dosis de extracto de saponina de alfalfa

²CV: Coeficiente de Variación

Elaborado por: Mijael López

En la variable número de ooquistes/ g de heces existen diferencias significativas (Tabla 10), para el día 19 (5 post inoculación) siendo los mejores en T (10 - S), T (20 - S) y T (30 -S) con una media de 0.00 ooq/g y el que peor media presentó fue T (0 - S) con 83.33 ooq/g, para el día 21 (7 post inoculación) siendo los mejores en T (10 - S), T (20 - S) y T (30 -S) con una media de 0.00 ooq/g y el que peor media presentó fue T (0 - S) con 83.33 ooq/g, al día 23 (9 post inoculación) siendo los mejores en T (30 - S), T (10 - S) y T (20 - S) con una media de 50.00, 66.67 y 100.00 ooq/g respectivamente y el que peor media presentó fue T (0 - S) con 83.33 ooq/g. Para el día 25 (11 post inoculación) obteniendo los mejores valores en T (20 - S), T (30 - S) y T (10 - S) con una contabilización media de 166.67, 183.33 y 259.00 ooq/g respectivamente y el que peor media mostró fue T (0 - S) con 1850.00 ooq/g. En el día 27 (13 post inoculación) obteniendo los mejores valores en T (30 - S) con 333.33 ooq/g, T (20 - S) con 350.00 ooq/g y T (10 - S) con 400.00 ooq/g y el que peor valor fue T (0 - S) con 3200.00 ooq/g. Para el día 35 (21 post inoculación) siendo los mejores resultados en T (30 - S), T (20 - S) y T (10 -S) con una media de 1450.00, 2000.00 y 2933.33 ooq/g respectivamente y el que peor media presentó fue T (0 - S) con 12966.67 ooq/g. Para el día 42 (28 post inoculación) siendo el mejor resultado el T (30 - S) de 25626.67 ooq/g y el que peor media presentó fue T (0 - S) con 37033.33 ooq/g. En el día 49 (35 post inoculación) siendo el mejor resultado el T (30 - S) de 104150.00 ooq/g y el que peor media presentó fue T (0 - S) con 137816.67 ooq/g. Finalmente en el día 56 (42 post inoculación) el mejor resultado obtenido fue en T (30 - S) con una media de 107416.67 ooq/g y peor resultado el T (0 - S) con una media de 148866.67 ooq/g.

Estos valores son semejantes a los encontrados en la investigación de Youssef et al. (2021) donde los valores son estadísticamente diferentes para el día 21 el mejor tratamiento fue el contenía saponinas (InfSap) con 717000.00 ooq/g y la peor media fue el tratamiento control (InfCont) con 3300000.00 ooq/g, para el día 23 el tratamiento con saponinas (InfSap) fue el mejor con una media de 453300.00 ooq/g, mientras que el peor fue el control (InfCont) con 1670000.00 ooq/g. Mientras que para el día 27 los valores no cambiaron obteniendo como resultados que el mejor tratamiento fue aquel con la adición de saponinas (InfSap) con un valor de 450.00 ooq/g y el peor el control (InfCont) con un valor de 7300.00 ooq/g. En el día 35 el tratamiento con mejor resultado fue el que contenía saponina (InfSap) con una media de 70.00 ooq/g y

el peor el tratamiento control (InfCont) con una media de 1600.00 ooq/g. por ultimo en el día 42 se encontró que el mejor tratamiento fue el que incluía saponinas (InfSap) con un conteo de 0.00 ooq/g y el peor el tratamiento control (InfCont) con 820.00 ooq/g.

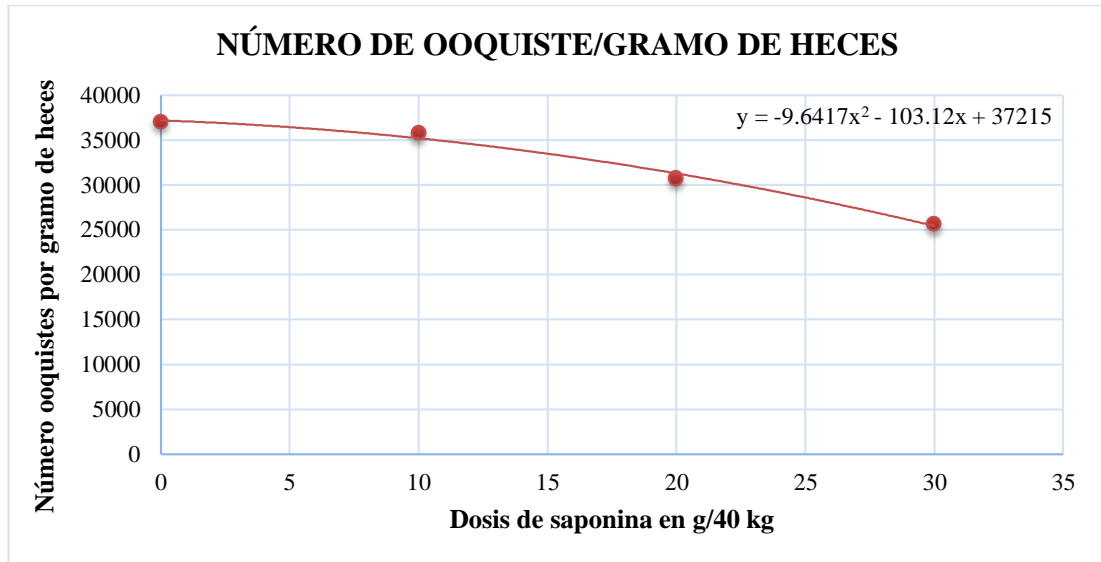


Figura 20. Comportamiento del extracto de saponina de alfalfa en el número de ooquistes contabilizados en heces frescas en el día 42.

Elaborado por: López G. 2022

Con respecto al número de ooquistes por gramos de heces, la curva tiene una tendencia a disminuir mientras mayor sea la adición de saponinas. Por lo tanto, en las aves alimentadas con el T (0 – S) tienen mayor cantidad de ooquistes contabilizados en las heces frescas, mientras que el T (30 – S) evidencia una cantidad menor de ooquistes en relación con los T (10 – S) y T (20 – S) que también incluyeron extracto de saponinas en el alimento.

3.8. Lesiones macroscópicas

Tabla 11. Desempeño de la variable score de lesiones macroscópicas a la aplicación de extracto de saponina de alfalfa (*Medicago sativa L.*).

Tratamientos	Score	Score	Score
	lesiones día 24	lesiones día 34	lesiones día 42
T1 (10 g de saponina)	0	1	2
T2 (20 g de saponina)	0	1	1
T3 (30 g de saponina)	0	1	1
T4 (0 g de saponina)	0	2	3

Elaborado por: Mijael López

En cuanto a la variable lesiones macroscópicas, las lesiones encontradas fueron muy pocas e inespecíficas encontrando generalmente petequias y hemorragias a nivel intestinal tanto en duodeno, yeyuno e ileón, los ciegos no presentaron lesiones macroscópicas evidentes. El día 24 ninguno de los tratamientos (Tabla 11) presentó lesiones macroscópicas, mientras que el día 34 el T (10 – S), T (20 – S) y T (30 – S) tuvieron un valor de 1 que nos indican que existe lesiones ligeras en los intestinos, mientras el T (0 – S) presento una puntuación de 2 es decir existen lesiones moderadas. Por último, el día 42 el T (20 – S) y T (30 – S) tuvieron una calificación de 1 es decir lesiones ligeras, mientras que el T (10 – S) tuvo un valor de 2 indicando que las lesiones son moderadas en los intestinos y el T (0 – S) obtuvo un 3 que nos indica que existieron lesiones severas macroscópicamente evidentes en el intestino.

3.9. Prevalencia de coccidios

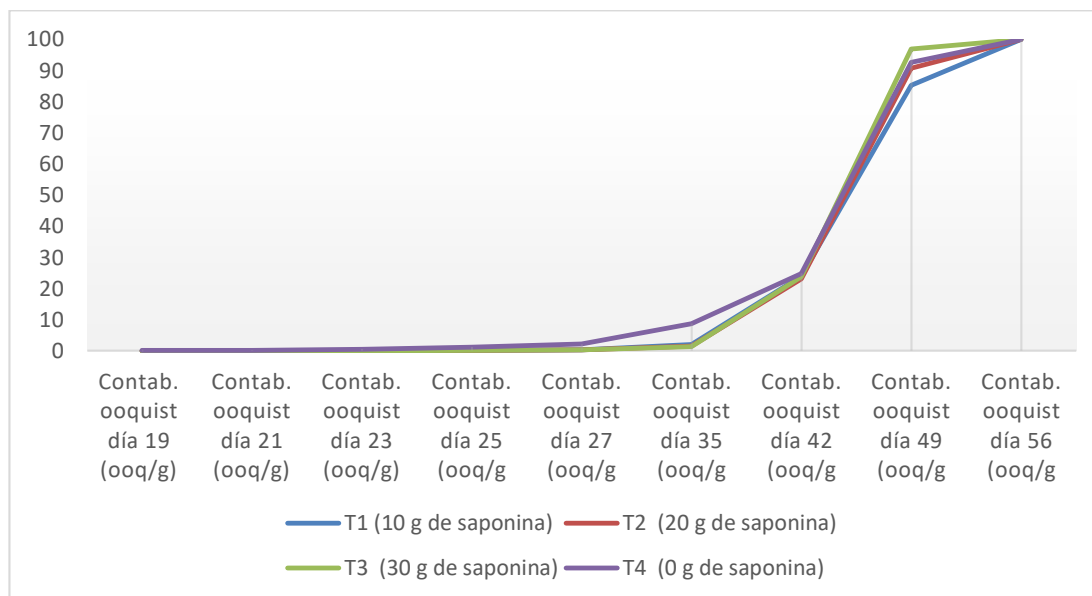


Figura 11. Prevalencia de la coccidiosis

Elaborado por: López G. 2022

En cuanto a la prevalencia de coccidios, en el día 19 (5 post inoculación) y día 21 (7 post inoculación) fue de 0% en el T (10 – S), T (20 – S) y T (30 – S), mientras que el T (0 – S) mostró un valor de 0.056%. y 0.21% respectivamente para cada día (Tabla. En el día 23 (9 post inoculación) la prevalencia incremento el T (10 – S) con 0.04% y el T (0 – S) con 0.50%, al día 25 (11 post inoculación) los resultados de prevalencia para el T (20 – S) es de 0.13% y el T (0 – S) con 1.24%. Al finalizar la inclusión de alimento el día 27 (13 post inoculación) la prevalencia obtenida para T (20 – S) fue de 0.26% mientras que para el T (0 – S) fue de 2.15%, en el día 35 (21 post inoculación) la prevalencia obtenida fue de 1.35% para el T (30 – S) y 8.71% para T (0 – S), el día 42 (28 post infección) la prevalencia para el T (20 – S) de 23.18% y T (0 – S) de 24.88%. Finalmente, para el día 49 (35 post infección) la prevalencia aumento significativamente, en el T (10 – S) con 85.26% y el T (30 – S) con 96.96%, por último, en el día 56 (42 post infección) la prevalencia alcanzó el 100% en la última toma de muestras.

3.10. Discusión

En este proyecto investigativo se valoró la efectividad de un extracto de saponinas provenientes de la alfalfa (*Medicago sativa L*) como anticoccidial en pollos de engorde. Este experimento se ejecutó evaluando el efecto del extracto herbáceo de saponinas sobre los índices productivos, el número de ooquistes/gramo de heces frescas y lesiones macroscópicas evidentes en el intestino en pollos infectados experimentalmente con coccidias mediante una dosis excesiva de una vacuna viva atenuada de coccidias. Como primer paso se tuvo la necesidad de inducir la enfermedad en los pollos, para lo cual el método para el desafío que se seleccionó fue la inoculación de vía oral con una vacuna viva atenuada que contenía varias especies de Eimeria; *E. máxima*, *E. acervulina*, *E. praecox* y *E. tenella*, método ya utilizado por varios autores en investigaciones anteriores. Este desafío permitió conseguir la infección parasitaria por coccidias en los intestinos, obteniendo la presencia de ooquistes en las heces frescas y por ende observar lesiones macroscópicas evidentes en los grupos de pollos que se les incurrió el desafío, al servirnos de este método de infección permite obtener un control sobre la investigación al tener conocimiento de las especies utilizadas y la cantidad de ooquistes que tiene cada dosis, infectando a los animales con 2.0 a 8.0×10^5 ooquistes de *E. máxima*, 1.0 a 6.0×10^5 ooquistes de *E. acervulina*, 1.0 a 5.0×10^5 ooquistes de *E. praecox*, 1.0 a 5.0×10^5 ooquistes de *E. mitis* y 1.0 a 6.0×10^5 ooquistes de *E. tenella*.

El conteo de ooquistes por gramo de heces es la variable más importante para considerar si existe control de la coccidiosis en los planteles avícolas principalmente de pollos de engorde, es de suma importancia considerar que este no es un método para identificar las especies de Eimeria, sin embargo las especies con mayor facilidad de reproducción son aquellas que no causan tantos estragos o son denominadas menos patógenas (Conway & McKenzie, 2008). El número de ooquistes puede ser diagnosticado en heces frescas o con porciones de la cama, la toma de muestra debe ser individualizada de cada lote así como de cada localización de la cama, por eso la evaluación que se realiza en heces es más formal y precisa para el estudio investigativo que la toma de muestras de cama que puede diferir por el material propio de la cama y otros elementos (Hendrix, 1999). Maci Lyn Oelschlager (2018) usó para la contabilización de ooquistes el método de la cámara de recuento de McMaster en su

investigación cuyo desafío era la infección tres especies de *Eimeria* mantenidas en el laboratorio de parasitología y microbiología de la Universidad de Arkansas. En este trabajo de investigación, el recuento de ooquistes se realizó a partir de heces frescas obtenidas de papel kraft y llevadas al laboratorio para su respectivo análisis.

Se tomó en cuenta que los valores de ooquistes podrían aumentar a medida que pasan los días, puesto que el ciclo biológico del parásito consta de alrededor de 4-7 días en dependencia de la especie (Abebe & Gugsu, 2018). De esta forma se podría realizar la breve explicación sobre el apareamiento de los ooquistes a partir de las primeras tomas de muestras en el día 5 postinoculación. También se evidencia en esta investigación que el uso de extracto de saponinas provenientes de la alfalfa realiza su función anticoccidial, es decir logra disminuir el número de ooquistes desde el día 5 post inoculación hasta el día 13 post inoculación en los pollos pertenecientes al T (10 – S), T (20 – S) y T (30 – S) periodo de tiempo durante el cual se incluyó en la dieta este extracto herbáceo, en el día 23 de vida de los pollos (13 postinoculación) se obtuvo un valor de 333.33 ooq/g en el T (30 – S) siendo este mejor que el control T (0 – S) con un valor de 3200.00 ooq/g, mientras que a partir del día 35 post inoculación hasta el día 56 post inoculación es evidente el creciente número de ooquistes hallados en las heces frescas. Esta reducción del número de ooquistes es atribuible a lo mencionado por Wina et al. (2018) que indica que las saponinas ingresan a través de micropilo presente en un extremo polar del ooquiste y altera directamente al esporoquiste provocando la lisis del coccidio y no permite que este ingrese a la mucosa intestinal, estudio que se relaciona también con lo expuesto por Youssef et al. (2021) que indican que las saponinas no destruyen directamente la pared del ovocito, sino que ingresa a través de la brecha entre la pared y el micrópilo, lo que produce una alteración del esporocito evitando que ingrese al epitelio intestinal y no se reproduzcan o multipliquen en las células intestinales, en su investigación obtuvo resultados similares a esta investigación en el día 27 de vida (13 postinoculación) el mejor resultado se obtuvo con el tratamiento de saponina (InfSap) con un valor de 450.00 ooq/g mientras que el peor valor es de tratamiento control sin adición de saponina (InfCont) con una media de 7300.00 ooq/g. Por otro lado Rodríguez L. et al. (2019) indica que la saponina la ser una sustancias anfifílica permite la unión de este biocomponente herbáceo al fosfolípido presente en la membrana del coccidio, mismo fosfolípido que es importante

para que el parasito ingrese a las células del intestino, una vez formado el complejo saponina-fosfolípido inhibe su ingreso y lo precipita al lumen intestinal para finalmente eliminarlo por las heces fecales.

Mientras tanto en los índices productivos obtenidos en esta investigación no existió diferencia significativa en la variable ganancia de peso, pero si diferencias numéricas, en el día 42 el T (20 – S) tuvo un valor de 657.07 g y el T (30 – S) un valor de 572.30 g, mientras tanto el control T (0 – S) un valor de 636.60 g, al igual en la variable peso vivo no existieron diferencia estadística; en el día 42 el T (10 – S) tuvo un valor de 2452.28 g y el T (30 – S) una media de 2434.41g, mientras que el T (30 – S) un valor de 2422.00 g. En cuanto al consumo de alimento, conversión alimenticia, índice de eficiencia europea y mortalidad al día 42 no existió diferencias significativas entre tratamientos. Estos resultados son aseverados por la investigación de Cheeke (1996) que reconoce que el aumento del rendimiento en pollos de engorde podría deberse al aumento en el tamaño de la vellosidades profundidad de la cripta cuando estos son alimentados con una inclusión de saponina, mejorando la ganancia de peso corporal y tasa de conversión alimenticia. Pero al interpretar los datos podemos notar que en el T (30 – S) tiene valores más bajos que los demás tratamientos en diferentes variables, siendo hasta menor que el tratamiento control. Estos valores pueden tener una relación estrecha con lo expuesto por Brufau (2015) que nos indica que al existir gran variedad de plantas que contienen saponinas ha sido dificultoso hasta hoy en día encontrar un nivel o dosis de inclusión adecuada para administrar a pollos de engorde ya que pueden tener un efecto negativo sobre estos índices productivos. En el caso de las saponinas de alfalfa estas pueden actuar como inhibidores del crecimiento en animales monogástricos deprimiendo el crecimiento y consumo de alimento en pollos de engorde por causas como hemolisis y acción espumosa.

Finalmente, en la variable de lesiones macroscópicas se encontraron lesiones evidentes como petequias y hemorragias en el tejido intestinal, al día 42 el T (20 – S) y T (30 – S) presentaron un valor de 1 indicándonos que las lesiones eran ligeras en comparación con el T (10 – S) con un valor de 2 y el T (0 – S) una calificación de 3 que nos indican que las lesiones son más marcadas para estos dos tratamientos. Las lesiones macroscópicas en los intestinos se cree que tiene una relación directa con el número de ooquistes diagnosticados, además de otros factores como: la especie de

Eimeria, edad animales e inmunidad. Y mientras más ooquistes esporulados sean ingeridos mayor será el grado de infección, pero se debe considerar el efecto multitudinario que nos indica que llegará un punto donde a cierto número de ooquistes consumidos no se producirán más lesiones ni ooquistes eliminados de los que ya existen (Quiroz-Castañeda, 2018). Los resultados de esta investigación se relacionan con la investigación de Rodríguez (2016) donde tras todo el experimento realizado se evidenció que existe un menor grado de lesiones en los pollos a lo que se les adicionó algún suplemente alimenticio tras un desafío de campo, el tratamiento con saponina con un valor de 2.0 y el tratamiento con un anticoccidial químico 2.2, mientras que el grupo sin ningún tipo de suplemento obtuvo una valoración de 4.0 en el día 42. Finalmente, este experimento demuestra que, bajo las condiciones experimentales propuestas en este trabajo, el extracto de saponinas de alfalfa reduce el número de ooquistes en heces frescas y por ende en el intestino de pollos reduciendo las lesiones macroscópicas en el intestino.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

En base a los resultados obtenidos en el presente trabajo, se concluye que:

Con respecto a la evaluación del efecto anticoccidial de la saponina de alfalfa, mediante la cuantificación de ooquistes por campo, se concluye que, durante el periodo de inclusión de saponinas de 13 días, este compuesto secundario si produce el efecto anticoccidial deseado. Resultando más efectivo la aplicación de 30 g de extracto de saponina de alfalfa por cada 40 kg de alimento o 750 mg/kg durante todo este periodo, mientras que al día 56 de vida de las aves obtiene el mejor valor en efectividad como anticoccidial que el resto de tratamientos, así como también menor calificación en las lesiones macroscópicas en los intestinos.

En cuanto a la prevalencia de ooquistes en las unidades experimentales con diferentes niveles de inclusión de saponina en la dieta, se concluye que la inclusión de saponinas en el alimento reduce la prevalencia de ooquistes mientras que esta variable aumenta en los animales sin inclusión de saponinas durante los días 19 al 42, mientras que la prevalencia al día 49 es menor en el T (0 – S) difiriendo del resto de días. Durante los días de inclusión de saponinas es notorio el control anticoccidial obteniendo una prevalencia 0.26% en el T (20 – S), no así en el T (0 – S) que no incluye saponinas con un valor de 2.15%.

Con respecto al análisis de los índices productivos obtenidos en pollos de engorde infectados por coccidias y alimentados con extracto de saponina de alfalfa fueron mejores los resultados en peso vivo, conversión alimenticia e índice europeo que el tratamiento sin inclusión de extracto de saponina. Sin embargo, con respecto a la variable ganancia de peso el resultado del T4 (0 g de saponina) es mejor que el tratamiento T3 (30 g de saponina) debido posiblemente a que existe toxicidad con esta dosis, ya que al existir muchas plantas que contienen saponinas en diferentes cantidades no se conoce el nivel de inclusión exacto y adecuado para pollos de engorde con el fin de obtener los mejores resultados.

4.2. Recomendaciones

En base a los resultados obtenidos en este trabajo, se recomienda valorar el efecto anticoccidial del extracto de saponinas de alfalfa con especies de *Eimeria spp.* de campo.

También se sugiere evaluar la inclusión de 15 g de extracto de saponina de alfalfa en 40 kilogramos de alimento que mostró tener un mejor efecto en los índices productivos y actuó como anticoccidial.

Finalmente se recomienda probar el efecto de la saponina de alfalfa en periodos de tiempos más largos a los 13 días que se aplicaron en esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abebe, E., & Gugsu, G. (2018). A Review on Poultry Coccidiosis. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(06), 3345–3349. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.706.392>
- Alcaíno, H., González, J. P., Fredes, F., & Gorman, T. (2002). Coccidias aviarias de gallineros industriales de Chile. *Parasitología Latinoamericana*, 57(1–2), 34–39. <https://doi.org/10.4067/s0717-77122002000100009>
- Bafundo, K. W., Gomez, L., Lumpkins, B., Mathis, G. F., McNaughton, J. L., & Duerr, I. (2021). Concurrent use of saponins and live coccidiosis vaccines: the influence of a quillaja and yucca combination on anticoccidial effects and performance results of coccidia-vaccinated broilers. *Poultry Science*, 100(3). <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.12.010>
- Barbour, E., Ayyash, D., Iyer, A., Harakeh, S., & Kumosani, T. (2015). A Review of Approaches Targeting the Replacement of Coccidiostat Application in Poultry Production. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 17(4), 405–418.
- Bastidas, O. (2014). *Conteo celular con Hematocitómetro*. Celeromics. https://www.academia.edu/38485266/Conteo_Camara_Neubauer
- Blake, D. P., Knox, J., Dehaeck, B., Huntington, B., Rathinam, T., Ravipati, V., Ayoade, S., Gilbert, W., Adebambo, A. O., Jatau, I. D., Raman, M., Parker, D., Rushton, J., & Tomley, F. M. (2020). Re-calculating the cost of coccidiosis in chickens. *Veterinary Research*, 51(1), 1–14. <https://doi.org/10.1186/s13567-020-00837-2>
- Bozkurt, M., Giannenas, I., Küçükyılmaz, K., Christaki, E., & Florou-Paneri, P. (2013). An update on approaches to controlling coccidia in poultry using botanical extracts. *British Poultry Science*, 54(6), 713–727. <https://doi.org/10.1080/00071668.2013.849795>
- Brufau, J. (2015). *Las proteínas foliares en nutrición animal : contribución a su estudio en alimentación aviar*.
- Bruzual, J., & Marton, Z. (2021). Control de la coccidiosis con vacunas en pollos de

engorde. *Aviagen Brief*, 1, 8.

- Camposano Tapia, P. E. (2018). Prevalencia e parásitos gastrointestinales en aves criollas (*Gallus domesticus*). In *Universidad Politécnica Salesiana* (Vol. 1, Issue 1). <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15667/1/UPS-CT007691.pdf>
- Castelló, J. A. (2008). Indicadores de resultados (“Performances”) en la producción del broiler. *Selecciones Avícolas*, 7–10.
- Chaudhary, S. K., Rokade, J. J., N. Aderao, G., Singh, A., Gopi, M., Mishra, A., & Raje, K. (2018). Saponin in Poultry and Monogastric Animals: A Review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(07), 3218–3225. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.707.375>
- Cheeke, P. (1996). Biological effects of feed and forage saponins and their impacts on animal production. *Saponins Used in Food and Agriculture*, 377–385.
- Cobb Vantress. (2018). *De Pollo De Engorde*. Cobb-Vantress. https://www.cobb-vantress.com/assets/Cobb-Files/ec35b0ab1e/Broiler-Guide-2019-ESP-WEB_2.22.2019.pdf
- Conway, D. P., & McKenzie, M. E. (2008). Poultry Coccidiosis: Diagnostic and Testing Procedures: Third Edition. In *Poultry Coccidiosis: Diagnostic and Testing Procedures: Third Edition*. <https://doi.org/10.1002/9780470344620>
- Debbou-Iouknane, N., Benbarek, H., & Ayad, A. (2018). Prevalence and aetiology of coccidiosis in broiler chickens in bejaia province, Algeria. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, 85(1), 4–9. <https://doi.org/10.4102/ojvr.v85i1.1590>
- del Cacho, E., Sierra, M., & Sánchez, C. (2002). Coccidiosis Aviar (Eimeriosis). In M. Cordero del Campillo & F. Rojo Vázquez (Eds.), *Parasitología Veterinaria* (3 th, pp. 757–768). Mc Graw Hill.
- Del Cacho Malo, E. (2013). Coccidiosis : La enfermedad, consecuencias y tratamiento. *Congreso Científico de Avicultura*, 1–7.

- Espejo-Martínez, R. (2014). Evaluación experimental de las saponinas del Quillay (Quillaja saponaria) como inhibidoras del desarrollo de coccidias intestinales en pollos de engorda. [Universidad de Chile]. In *Favet*.
<http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/131639/Evaluación-experimental-de-las-saponinas-del-quillay-%28Quillaja-saponaria%29-como-inhibidora-del-desarrollo-de-coccidias-intestinales-en-pollos-de-engorda.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Espinola Parra, C. (2019). Prevalencia de parásitos gastrointestinales en aves de combate (*Gallus gallus domesticus*). In *Ecuador*. Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca.
- Espinosa, A. (2019). Identificación y cuantificación de *Eimeria tenella*, *E. maxima* y *E. acervulina* en heces de pollos y gallinas de traspatio (*Gallus gallus domesticus*) en la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador. In *Universidad Central del Ecuador*.
- Fathy, H., Ziam, H., Abbas, A., Zahid, R., Asif, M., Hussain, K., Younis, E., Taha, I., & Selim, A. (2020). Avian coccidiosis: Recent advances in alternative control strategies and vaccine development. *Agrobiological Records*, 1(May), 26–30.
<https://doi.org/10.47278/journal.abr/2020.004>
- GetaMap. (2021). *GetaMap*. Obtenido de Chiquicha (Huairapata)/Provincia de Tungurahua. http://es.getamap.net/mapas/ecuador/tungurahua/_chiquicha/
- Guyonnet, V. (2015). Poultry coccidiosis. In J. Brugere & J. Vaillancourt (Eds.), *Manual of Poultry Diseases* (pp. 409–418). AFAS.
- Hauck, R. (2014). Vacunación en enfermedades parasitarias. In *Vacunación en avicultura* (pp. 153–169). Grupo Asis Biomedica.
- Hendrix, C. (1999). *Diagnóstico parasitológico veterinario*. Harcourt Brace.
- 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)
- López-Osorio, S., Chaparro-Gutiérrez, J. J., & Gómez-Osorio, L. M. (2020).

Overview of Poultry *Eimeria* Life Cycle and Host-Parasite Interactions.
Frontiers in Veterinary Science, 7(July), 1–8.
<https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00384>

Macías, H., Olivares, J. P., González, C., Peña, B., & Ibarra, J. (2012). Validación de la vacuna tetravalente contra la coccidiosis en pollos de engorde. *Abanico Veterinario*, 2(1), 22–28.

Mesa-Pineda, C., Navarro-Ruíz, J. L., López-Osorio, S., Chaparro-Gutiérrez, J. J., & Gómez-Osorio, L. M. (2021). Chicken Coccidiosis: From the Parasite Lifecycle to Control of the Disease. In *Frontiers in Veterinary Science* (Vol. 8).
<https://doi.org/10.3389/fvets.2021.787653>

Oelschlager, M. L., Rasheed, M. S. A., Smith, B. N., Rincker, M. J., & Dilger, R. N. (2019). Effects of *Yucca schidigera*-derived saponin supplementation during a mixed *Eimeria* challenge in broilers. *Poultry Science*, 98(8), 3212–3222.
<https://doi.org/10.3382/ps/pez051>

Oelschlager, Maci Lyn. (2018). *Dietary saponins and immune activation by eimeria species in broilers*. University of Illinois at Urbana-Champaign.

Paap, P., & Del Prado, M. (2016). Enteritis Necrótica y Coccidiosis, Papel Multifactorial del Butirato en la Salud Intestinal. *NutriNews*, 1–12.

Pérez, J. (2015). *Score de lesiones intestinales macroscópicas de coccidias en pollos de engorde desafiados con cepas locales de eimerias y suplementados con un programa anticoccidial (salinomicina / nicarbazina)* [Universidad Nacional Mayor de San Marcos].
http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/4426/Pérez_mj.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Portillo-Alarcón, R. (2020). *Implementación de un método de flotación para detectar Eimeria spp en aves de corral*. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.

Quiroz-Castañeda, R. E. (2018). Avian Coccidiosis, New Strategies of Treatment. *Farm Animals Diseases, Recent Omic Trends and New Strategies of Treatment*.
<https://doi.org/10.5772/intechopen.74008>

- Quiroz-Castañeda, R. E., & Dantán-González, E. (2015). Control of avian coccidiosis: Future and present natural alternatives. *BioMed Research International*, 2015. <https://doi.org/10.1155/2015/430610>
- Quiroz, M. (2018). Effect of Coccidiosis. *Selecciones Avícolas*, 18–20.
- Rodríguez, I. (2016). Uso de anticoccidial natural a base de saponinas procedentes de *Yucca schidigera* y *Trigonella foenum-graecum* sobre la incidencia de coccidias y respuesta bioeconómica en pollos de engorde. In *Applied Microbiology and Biotechnology* (Vol. 85, Issue 1). Universidad Privada Antenor Orrego.
- Rodríguez L., I., Honorio J., C., Ramírez S., J., León G., Z., & Alarcón G., W. (2019). Efecto de un anticoccidial natural a base de saponinas de *Yucca schidigera* y *Trigonella foenum-graecum* sobre el control de coccidiosis en pollos de carne. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 30(3), 1196–1206. <https://doi.org/10.15381/rivep.v30i3.16597>
- Saif, Y. (2008). Diseases of poultry 12th Edition. In *Blackwell Publishing*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800879-9.00052-4>
- Sánchez-Hernández, C., Castañeda-Gómez del Campo, J., Trejo-Castro, L., Mendoza-Martínez, G., & Gloria-Trujillo, A. (2019). Coccidiosis Control in Broilers Herbals for Coccidiosis Control in Broilers Herbals for Coccidiosis Control. *Braz. J. Poult. Sci.*, 21(1), 001–006.
- Snyder, R., Guerin, M., Hargis, B., Page, G., & Barta, J. (2013). Monitoring coccidia in commercial broiler chicken flocks in Ontario : comparing oocyst cycling patterns in flocks using anticoccidial medications or live vaccination. *Poultry Science*, 100(1), 110–118. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.09.072>
- TADDEC. (2022). *BIO-COCCIVET R*. http://www.tadec.com.ec/producto.php?id=3&id1=1&id2=1&id_cat=1&id_producto=131
- Trómpiz, J., Rincón, H., Fernández, N., González, G., Higuera, A., & Colmenares, C. (2011). Parámetros productivos en pollos de engorde alimentados con grano de quinchoncho durante fase de crecimiento. *Revista Científica FCV-LUZ*, 28(1),

565–575.

- Wina, E., Pasaribu, T., Rakhmani, S., & Tangendjaja, B. (2018). The Role of Saponin as Feed Additive for Sustainable Poultry Production. *Indonesian Bulletin of Animal and Veterinary Sciences*, 27(3), 117.
<https://doi.org/10.14334/wartazoa.v27i3.1588>
- Youssef, I. M. I., Abdel-Razik, A. H., Aboelhadid, S. M., Arafa, W. M., Shany, S. A., & Abdel-Daim, A. S. A. (2021). Comparative Effects of Dietary Saponin and Probiotic Supplementation on Performance, Carcass Traits and Intestinal Histomorphology of Broilers Challenged with *Eimeria tenella*. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 11(1), 147–159.
- Yuño, M., & Gorgoza, L. (2008). Coccidiosis aviar, respuesta inmune y mecanismos de control. *Revista Veterinaria*, 19(1), 61–66.
<https://revistas.unne.edu.ar/index.php/vet/article/view/4304/3959>
- Yuño, Marcela, & Gogorza, L. (2010). ¿ Son Los Coccidios Aviares Inmunógenos. *Sitio Argentino de Producción Animal*, 1–4.
- Zajac, A. M., Conboy, G. a., Greiner, E. C., Smith, S. a., & Snowden, K. F. (2012). Veterinary Clinical Parasitology. In *A John Wiley & Sons, Inc., Publication* (8 th). Wiley-Blackwell.

ANEXOS

Anexo 1 Análisis de covarianza peso vivo (g) a los 21 días

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	8731.73	4	2182.93	4.10	0.0506	
TRATAMIENTOS	5777.27	3	1925.76	3.62	0.0732	
PESO INICIO 14 DÍAS	4235.95	1	4235.95	7.96	0.0257	1.43
Error	3726.73	7	532.39			
Total	12458.46	11				

Anexo 2 Análisis de covarianza peso vivo (g) a los 28 días

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	6476.07	4	1619.02	1.83	0.2269	
TRATAMIENTOS	1100.87	3	366.96	0.42	0.7472	
PESO INICIO 14 DÍAS	5868.44	1	5868.44	6.65	0.0365	1.69
Error	6176.80	7	882.40			
Total	12652.87	11				

Anexo 3 Análisis de covarianza peso vivo (g) a los 35 días

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	14718.36	4	3679.59	1.26	0.3704	
TRATAMIENTOS	5626.12	3	1875.37	0.64	0.6127	
PESO INICIO 14 DÍAS	7822.60	1	7822.60	2.67	0.1461	1.95
Error	20489.76	7	2927.11			
Total	35208.13	11				

Anexo 4 Análisis de covarianza peso vivo (g) a los 42 días

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	7189.93	4	1797.48	0.20	0.9283	
TRATAMIENTOS	1272.33	3	424.11	0.05	0.9849	
PESO INICIO 14 DÍAS	3884.14	1	3884.14	0.44	0.5280	-1.37
Error	61690.34	7	8812.91			
Total	68880.27	11				

Anexo 5 Análisis de varianza consumo de alimento (g) a los 21 días

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6194.88	3	2064.96	4.69	0.0358
TRATAMIENTOS	6194.88	3	2064.96	4.69	0.0358
Error	3524.31	8	440.54		
Total	9719.19	11			

Anexo 6 Análisis de varianza consumo de alimento (g) a los 28 días

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	17847.35	3	5949.12	13.77	0.0016
TRATAMIENTOS	17847.35	3	5949.12	13.77	0.0016
Error	3456.17	8	432.02		
Total	21303.52	11			

Anexo 7 Análisis de varianza consumo de alimento (g) a los 35 días

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2083.66	3	694.55	1.22	0.3636
TRATAMIENTOS	2083.66	3	694.55	1.22	0.3636
Error	4553.27	8	569.16		
Total	6636.93	11			

Anexo 8 Análisis de varianza consumo de alimento (g) a los 42 días

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	36465.80	3	12155.27	0.48	0.7056
TRATAMIENTOS	36465.80	3	12155.27	0.48	0.7056
Error	202922.35	8	25365.29		
Total	239388.15	11			

Anexo 9 Análisis de varianza Ganancia de peso (g) a los 21 días

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5431.71	3	1810.57	3.50	0.0694
TRATAMIENTOS	5431.71	3	1810.57	3.50	0.0694
Error	4134.87	8	516.86		
Total	9566.58	11			

Anexo 10 Análisis de varianza Ganancia de peso (g) a los 28 días

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3664.93	3	1221.64	1.34	0.3280
TRATAMIENTOS	3664.93	3	1221.64	1.34	0.3280
Error	7290.11	8	911.26		
Total	10955.04	11			

Anexo 11 Análisis de varianza Ganancia de peso (g) a los 35 días

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5857.42	3	1952.47	2.41	0.1423
TRATAMIENTOS	5857.42	3	1952.47	2.41	0.1423
Error	6481.57	8	810.20		
Total	12338.99	11			

Anexo 12 Análisis de varianza Ganancia de peso (g) a los 42 días

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	12282.43	3	4094.14	0.32	0.8107
TRATAMIENTOS	12282.43	3	4094.14	0.32	0.8107
Error	102229.11	8	12778.64		
Total	114511.54	11			

Anexo 13 Análisis de varianza Conversión alimenticia a los 21 días

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.02	3	0.01	0.82	0.5176
TRATAMIENTOS	0.02	3	0.01	0.82	0.5176
Error	0.07	8	0.01		
Total	0.09	11			

Anexo 14 Análisis de varianza Conversión alimenticia a los 28 días

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.16	3	0.05	9.23	0.0056
TRATAMIENTOS	0.16	3	0.05	9.23	0.0056
Error	0.05	8	0.01		
Total	0.21	11			

Anexo 15 Análisis de varianza Conversión alimenticia a los 35 días

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.07	3	0.02	5.60	0.0229
TRATAMIENTOS	0.07	3	0.02	5.60	0.0229
Error	0.03	8	3.9E-03		
Total	0.10	11			

Anexo 16 Análisis de varianza Conversión alimenticia a los 42 días

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.10	3	0.03	0.70	0.5759
TRATAMIENTOS	0.10	3	0.03	0.70	0.5759
Error	0.38	8	0.05		
Total	0.48	11			

Anexo 17 Análisis de varianza Índice de Eficiencia Europea

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3972.78	3	1324.26	0.85	0.5037
TRATAMIENTOS	3972.78	3	1324.26	0.85	0.5037
Error	12437.29	8	1554.66		
Total	16410.07	11			

Anexo 18 Análisis de varianza Mortalidad

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	200.00	3	66.67	0.80	0.5279
TRATAMIENTOS	200.00	3	66.67	0.80	0.5279
Error	666.67	8	83.33		
Total	866.67	11			

Anexo 19 Análisis de varianza Contabilización de Ooquistes 19 días

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	15625.00	3	5208.33	25.00	0.0002
TRATAMIENTOS	15625.00	3	5208.33	25.00	0.0002
Error	1666.67	8	208.33		
Total	17291.67	11			

Anexo 20 Análisis de varianza Contabilización de Ooquistes 21 días

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	225625.00	3	75208.33	51.57	<0.0001
TRATAMIENTOS	225625.00	3	75208.33	51.57	<0.0001
Error	11666.67	8	1458.33		
Total	237291.67	11			

Anexo 21 Análisis de varianza Contabilización de Ooquistes 23 días

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	1037500.00	3	345833.33	103.75	<0.0001
TRATAMIENTOS	1037500.00	3	345833.33	103.75	<0.0001
Error	26666.67	8	3333.33		
Total	1064166.67	11			

Anexo 22 Análisis de varianza Contabilización de Ooquistes 25 días

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	6137291.67	3	2045763.89	122.75	<0.0001
TRATAMIENTOS	6137291.67	3	2045763.89	122.75	<0.0001
Error	133333.33	8	16666.67		
Total	6270625.00	11			

Anexo 23 Análisis de varianza Contabilización de Ooquistes 27 días

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	18140625.00	3	6046875.00	55.82	<0.0001
TRATAMIENTOS	18140625.00	3	6046875.00	55.82	<0.0001
Error	866666.67	8	108333.33		
Total	19007291.67	11			

Anexo 24 Análisis de varianza Contabilización de Ooquistes 35 días

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	267707291.67	3	89235763.89	78.03	<0.0001
TRATAMIENTOS	267707291.67	3	89235763.89	78.03	<0.0001
Error	9148333.33	8	1143541.67		
Total	276855625.00	11			

Anexo 25 Análisis de varianza Contabilización de Ooquistes 42 días

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	244073891.67	3	81357963.89	9.15	0.0058
TRATAMIENTOS	244073891.67	3	81357963.89	9.15	0.0058
Error	71140200.00	8	8892525.00		
Total	315214091.67	11			

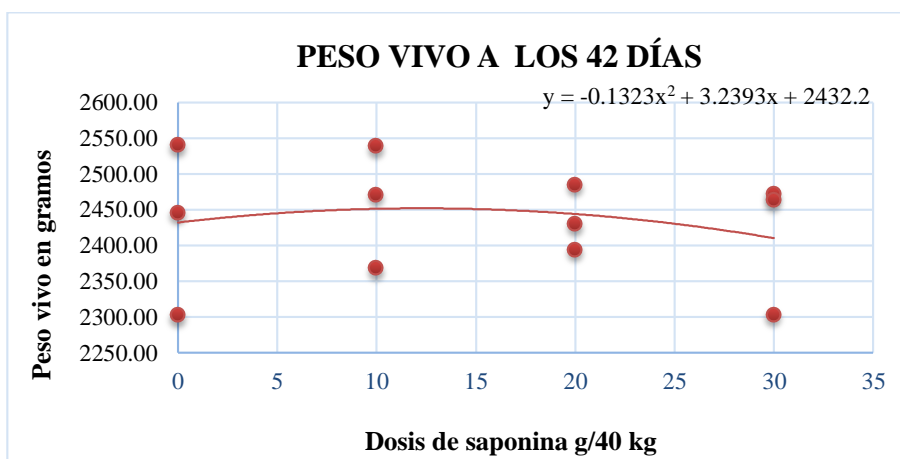
Anexo 26 Análisis de varianza Contabilización de Ooquistes 49 días

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1805933958.33	3	601977986.11	9.51	0.0051
TRATAMIENTOS	1805933958.33	3	601977986.11	9.51	0.0051
Error	506418333.33	8	63302291.67		
Total	2312352291.67	11			

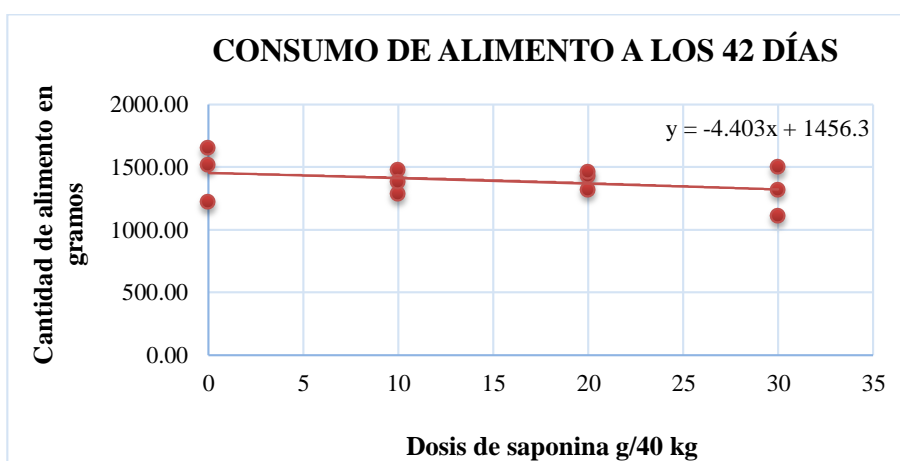
Anexo 27 Análisis de varianza Contabilización de Ooquistes 56 días

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3523614733.33	3	1174538244.44	31.71	0.0001
TRATAMIENTOS	3523614733.33	3	1174538244.44	31.71	0.0001
Error	296349066.67	8	37043633.33		
Total	3819963800.00	11			

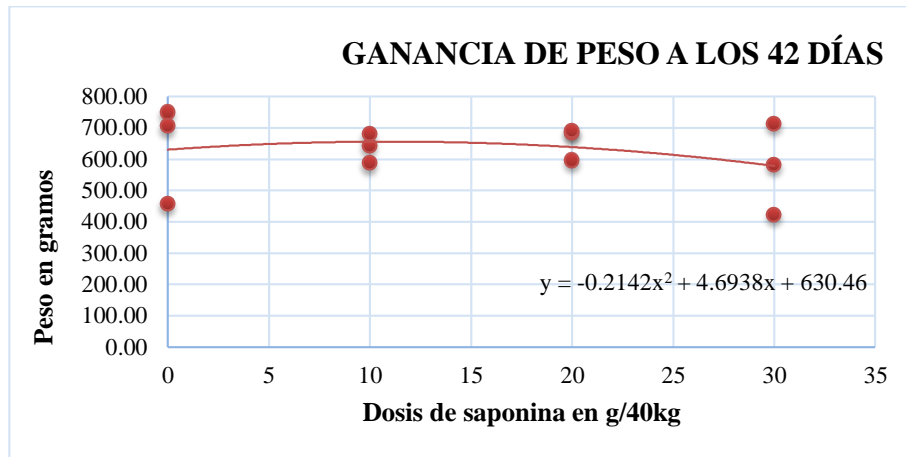
Anexo 28 Comportamiento del extracto de saponina en el peso vivo al día 42



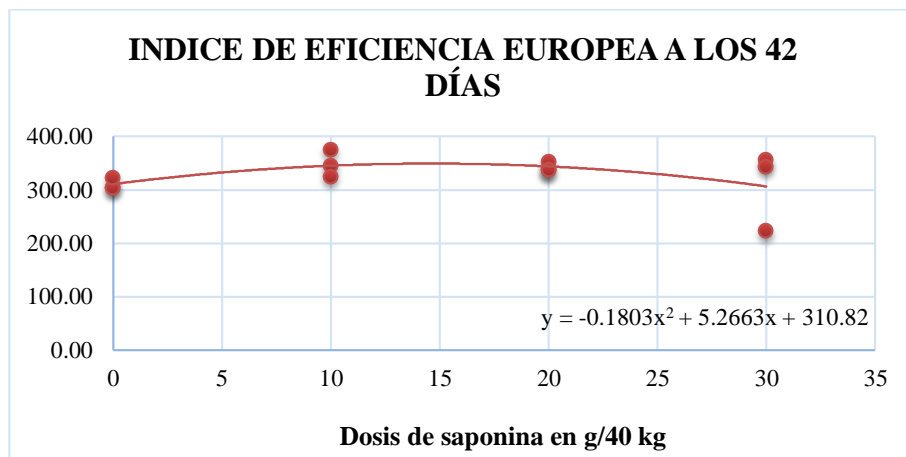
Anexo 29 Comportamiento del extracto de saponina en el consumo de alimento al día 42



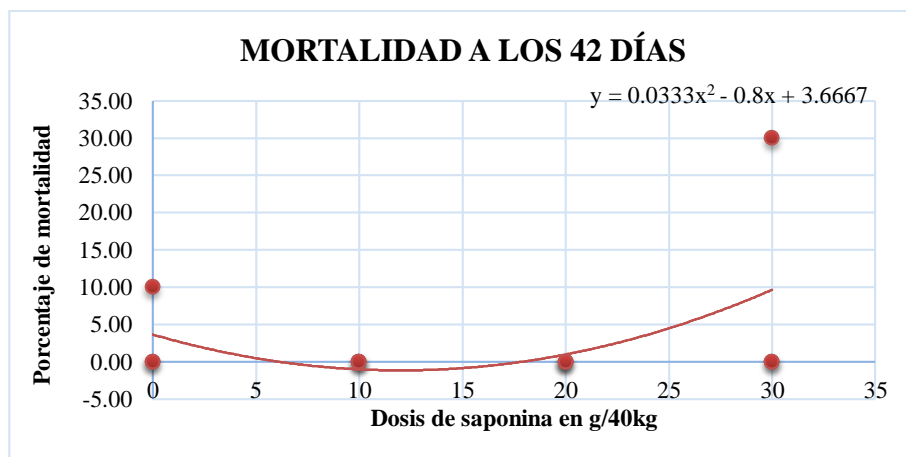
Anexo 30 Comportamiento del extracto de saponina en el consumo de alimento al día 42



Anexo 31 Comportamiento del extracto de saponina en el índice de eficiencia europea al día 42



Anexo 32 Comportamiento del extracto de saponina en la mortalidad al día 42



Preparación del galpón y recepción de pollos



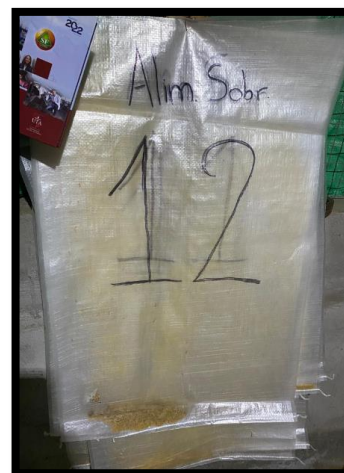
Pesaje de aves y vacunación



Pesaje de saponina e inoculación en el día 14

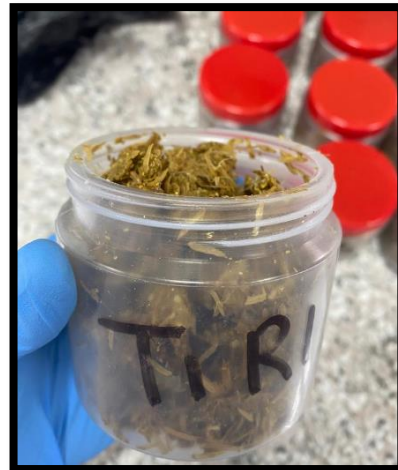


Control de humedad, recolección de alimento sobrante expansión de corrales





Recolección de heces frescas



Lesiones macroscópicas evidentes

