



FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y  
BIOLÓGICAS

CARRERA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA  
Y ZOOTECNIA

“USO DE SAPONINAS DE ORIGEN NATURAL PARA EL  
CONTROL DE COCCIDIOSIS AVIAR EN POLLOS DE ENGORDE”

Trabajo de Investigación para optar el grado académico de:  
Bachiller en Medicina Veterinaria y Zootecnia

Presentado por:

Franchesca Elizabeth Cerón Chacón (0000-0002-3844-6839)

Asesora:

Connie Gallardo Vela (0000-0002-8070-8767)

Lima – Perú

2020

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE BACHILLER**

Lima, 19 de diciembre del 2020.

Los integrantes del Jurado del Trabajo de Investigación:

Presidente: <b>M en C. JUAN RAUL ZEGARRA VALENCIA</b>
Miembro: <b>Mg. CARLOS CABALLERO MONTAÑEZ</b>
Miembro: <b>M.V. EVA CONSUELO CASAS ASTOS</b>

Se reúnen para evaluar el trabajo de investigación titulado:

**“USO DE SAPONINAS DE ORIGEN NATURAL PARA EL CONTROL DE COCCIDIOSIS AVIAR EN POLLOS DE ENGORDE”**

Presentada por:

**FRANCESCA ELIZABETH CERÓN CHACÓN**

Para optar el Grado Académico de Bachiller en **Medicina Veterinaria y Zootecnia**

Asesorada por: **Dra. CONNIE GALLARDO VELA**

Luego de haber evaluado el informe final del trabajo de investigación y evaluado el desempeño de la egresada de la carrera de **Medicina Veterinaria y Zootecnia** en la sustentación, concluyen de manera unánime ( X ) por mayoría simple (--) calificar a:

Tesista: <b>FRANCESCA ELIZABETH CERÓN CHACÓN</b>	Nota (en letras): <b>Diecinueve</b>		
Aprobado ( )	Aprobado - Muy buena ( )	Aprobado - Sobresaliente ( X )	Desaprobado ( )

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.



**M en C. RAUL ZEGARRA VALENCIA**  
*Presidente*



**Dra. CONNIE GALLARDO VELA**  
*Asesora*



**Mg. CARLOS CABALLERO MONTAÑEZ**  
*Miembro 1*



**M.V. EVA CONSUELO CASAS ASTOS**  
*Miembro 2*

## ÍNDICE

	Pag.
1. RESUMEN.....	6
2. ABSTRACT.....	7
3. INTRODUCCIÓN.....	8
4. REVISIÓN DE LITERATURA.....	9
4.1. Coccidiosis aviar.....	9
4.1.1. Etiología.....	9
4.1.2. Morfología de las <i>Eimerias</i> .....	9
4.1.3. Ciclo biológico de <i>Eimerias</i> .....	11
4.1.4. Signos clínicos de la Coccidiosis aviar.....	14
4.1.5. Lesiones de la Coccidiosis aviar.....	15
4.1.5.1. <i>Eimeria acervulina</i> .....	15
4.1.5.2. <i>Eimeria maxima</i> .....	16
4.1.5.3. <i>Eimeria necatrix</i> .....	17
4.1.5.4. <i>Eimeria tenella</i> .....	18
4.1.5.5. <i>Eimeria brunetti</i> .....	19
4.1.6. Diagnóstico de la Coccidiosis aviar.....	20
4.1.7. Control de la Coccidiosis aviar.....	21
4.1.7.1. Control ambiental.....	21
4.1.7.2. Programas anticoccidiales.....	22
4.1.7.3. Vacunas utilizadas para el control de la Coccidiosis aviar.....	23
4.2. Saponinas.....	25
4.2.1. Composición química de las saponinas.....	25
4.2.2. Fuente de las saponinas.....	27
4.2.3. Efecto antiprotozoario de las saponinas.....	28
4.2.4. Otros efectos de las saponinas.....	29
4.2.5. Uso de las saponinas en el control de la Coccidiosis aviar.....	31
5. CONCLUSIONES.....	36
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37

## ÍNDICE DE CUADROS

	Pag.
<b>Cuadro 1</b> – Tamaño promedio de ooquiste según especie de <i>Eimeria</i> .....	10
<b>Cuadro 2</b> – Anticoccidiales químicos e ionóforos.....	23
<b>Cuadro 3</b> – Relación de vacunas comerciales para la Coccidiosis aviar atenuadas y no atenuadas para pollos de engorde.....	24
<b>Cuadro 4</b> – Fuentes de saponinas y la cantidad que contienen.....	28

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1 – Morfología del ooquiste esporulado de <i>Eimeria</i> spp.....	11
Figura 2 – Ciclo biológico de <i>Eimeria</i> spp.....	12
Figura 3 – Localización de <i>Eimerias</i> según la especie.....	15
Figura 4 – Lesiones de <i>E. acervulina</i> en el intestino de un pollo.....	16
Figura 5 – Lesiones de <i>E. maxima</i> en el intestino de un pollo.....	17
Figura 6 – Lesiones de <i>E. necatrix</i> en el intestino de un pollo.....	18
Figura 7 – Lesiones de <i>E. tenella</i> en los ciegos de un pollo.....	19
Figura 8 – Lesiones de <i>E. brunetti</i> en el intestino de un pollo.....	20
Figura 9 - Estructura general de una saponina.....	26

## 1. RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se realizó una revisión bibliográfica general de la Coccidiosis aviar y el efecto de las saponinas, pues debido a la actividad que presenta, principalmente antiprotozoario, sería una alternativa natural para el control de esta enfermedad, concluyendo que el uso de las saponinas tendría un efecto favorable para el control de la Coccidiosis aviar en pollos de engorde debido a los resultados obtenidos en trabajos experimentales donde se observó principalmente que redujo la producción de ooquistes de *Eimeria*; sin embargo, se requieren más estudios para implementar esta estrategia de control en la alimentación de los pollos de engorde.

## 2. ABSTRACT

In the present research work, a general bibliographic review of avian coccidiosis and the effect of saponins was carried out, because due to the activity it presents, mainly antiprotozoal, it would be a natural alternative for the control of this disease, concluding that the use of saponins would have a favorable effect for the control of avian coccidiosis in broilers due to the results obtained in revised experimental works where it was mainly observed that it reduced the production of *Eimeria* oocysts; however, more studies are needed to implement this control strategy in the feeding of broilers.

### 3. INTRODUCCIÓN

La presentación de enfermedades dentro de una producción avícola genera gran preocupación debido a las repercusiones que tiene, dentro de las enfermedades parasitarias de mayor importancia en los pollos de engorde está la Coccidiosis aviar, pues su presentación afecta gravemente el rendimiento de los animales, causando que los lotes no sean uniformes por una mala absorción de nutrientes y una alta mortalidad (Escobar, Lopez & Ramírez, 2010), y a consecuencia de ello una gran pérdida económica para los productores. Debido a la importancia que tiene esta enfermedad es necesaria la instauración de medidas para su control, entre ellas no solo están las normas de bioseguridad, sino también el uso de ciertos productos que disminuyan la carga parasitaria; sin embargo, actualmente existe un problema de resistencia a los denominados “anticoccidiales”, por lo cual se están buscando nuevas alternativas naturales que ayuden a controlar esta enfermedad; siendo una de ellas el uso de saponinas.

Las saponinas son compuestos que se encuentran en una gran cantidad de plantas y presentan múltiples efectos (Sparg, Light & Staden, 2004), siendo su efecto antiprotozoario el más importante frente a esta enfermedad, pues debido a esta propiedad se podrían utilizar para su control.

En el siguiente trabajo de investigación se tuvo como objetivo realizar una recopilación sobre la Coccidiosis aviar y como las saponinas han sido parte de estudios experimentales con la finalidad de determinar su eficacia para controlar esta enfermedad.

## 4. REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1. Coccidiosis aviar

#### 4.1.1. Etiología

La enfermedad es causada por los parásitos del género *Eimeria*; sin embargo, dentro de los llamados “Coccidios” del phylum Apicomplexa podemos encontrar otros parásitos tales como *Cystoisospora* o *Cryptosporidium*, los cuales no están involucrados en esta enfermedad (García & Rivera, 2017).

Como parte de su clasificación taxonómica, las *Eimerias* pertenecen al Reino Protista, Phylum Apicomplexa, Clase Sporozoa, Subclase Coccidia, Orden Eucoccidiida, Familia Eimeriidae, Género *Eimeria* (Vignau *et al.*, 2005). Dentro del género *Eimeria* existen siete especies que afectan a las aves de corral, las cuales son *Eimeria acervulina*, *Eimeria maxima*, *Eimeria tenella*, *Eimeria necatrix*, *Eimeria brunetti*, *Eimeria praecox* y *Eimeria mitis*. De estas siete especies, las que tienen mayor importancia son las cinco primeras, pues se consideran patógenas por desarrollar diferentes presentaciones clínicas, y las dos últimas son consideradas especies apatógenas, ya que no llegan a desarrollar una presentación clínica como tal; sin embargo, su presencia genera una marcada pérdida de peso en el animal (Shirley, Smith & Tomley, 2005).

#### 4.1.2. Morfología de las *Eimerias*

En los parásitos del género *Eimeria* se encuentran ooquistes esporulados y no esporulados; sin embargo, su taxonomía está determinada por las características que presenta el ooquiste esporulado (Escobar *et al.*, 2010).

Los ooquistes del género *Eimeria* presentan una forma esférica cuya dimensión varía según la especie (García *et al.*, 2008). En el cuadro 1 se observan los tamaños promedios por especie:

**Cuadro 1. Tamaño promedio de ooquiste según especie de *Eimeria***

<b>Especie</b>	<b>Tamaño promedio de ooquiste</b>
<i>Eimeria acervulina</i>	18x15 micras
<i>Eimeria máxima</i>	30x21 micras
<i>Eimeria tenella</i>	22x19 micras
<i>Eimeria necatrix</i>	20x17 micras
<i>Eimeria brunetti</i>	25x19 micras

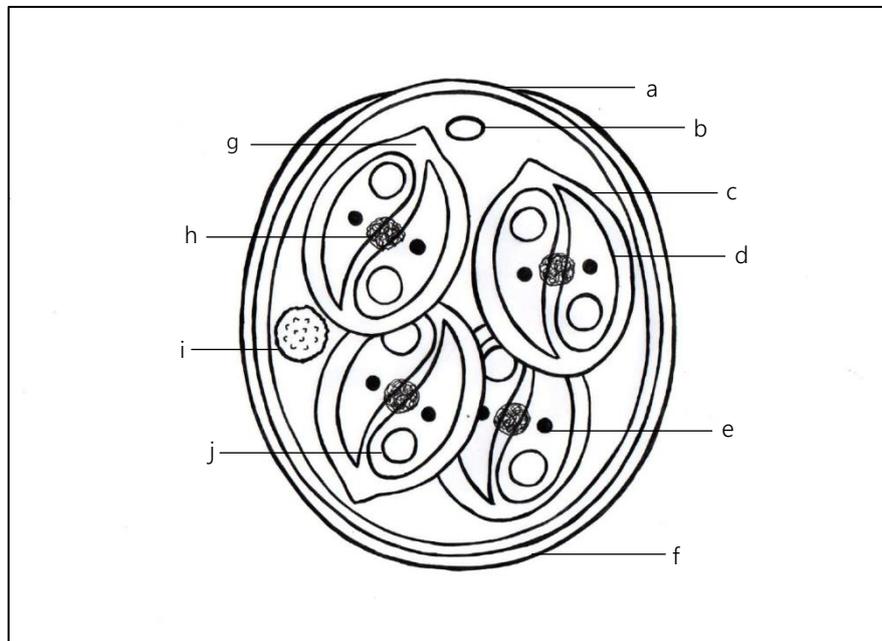
Fuente: Adaptado de Elanco, 2019.

La pared del ooquiste está conformada por 2 capas diferentes, las cuales están cubiertas con una membrana externa llamada “velo externo”, esta membrana se pierde tras la excreción del parásito, por lo cual tras encontrar los parásitos en las heces no se logra visualizar esta estructura (Mai *et al.*, 2009). Debido a la pared que presentan las *Eimerias*, estas son capaces de resistir múltiples cambios en factores ambientales tales como frío, calor o humedad, pudiendo soportar temperaturas inferiores a cero (Rodríguez & Torres, 2008) y hasta 35°C (Rebuly, 2013).

En la zona interna del ooquiste se encuentra una sustancia líquida incolora en la cual se observan cuatro esporoquistes los cuales presentan forma ovoide (Rodríguez & Torres, 2008); los esporoquistes presentan uno de los extremos más puntiagudos y ahí se encuentra el denominado cuerpo de Stidae, mediante el cual se da la liberación de los esporozoítos (García *et al.*, 2008). Además, en el interior de cada esporoquiste se encuentran dos esporozoítos que tienen forma de huso, conteniendo ocho esporozoítos en total por ooquiste (Rodríguez & Torres, 2008).

En el interior del ooquiste esporulado también se pueden encontrar otras estructuras adicionales a las mencionadas, las cuales están presentes por las divisiones que se han

dado durante la formación del ooquiste, es así que también se puede ubicar el “cuerpo polar”, “cuerpo residual del esporoquiste” y el “cuerpo residual del ooquiste” (García *et al.*, 2008).



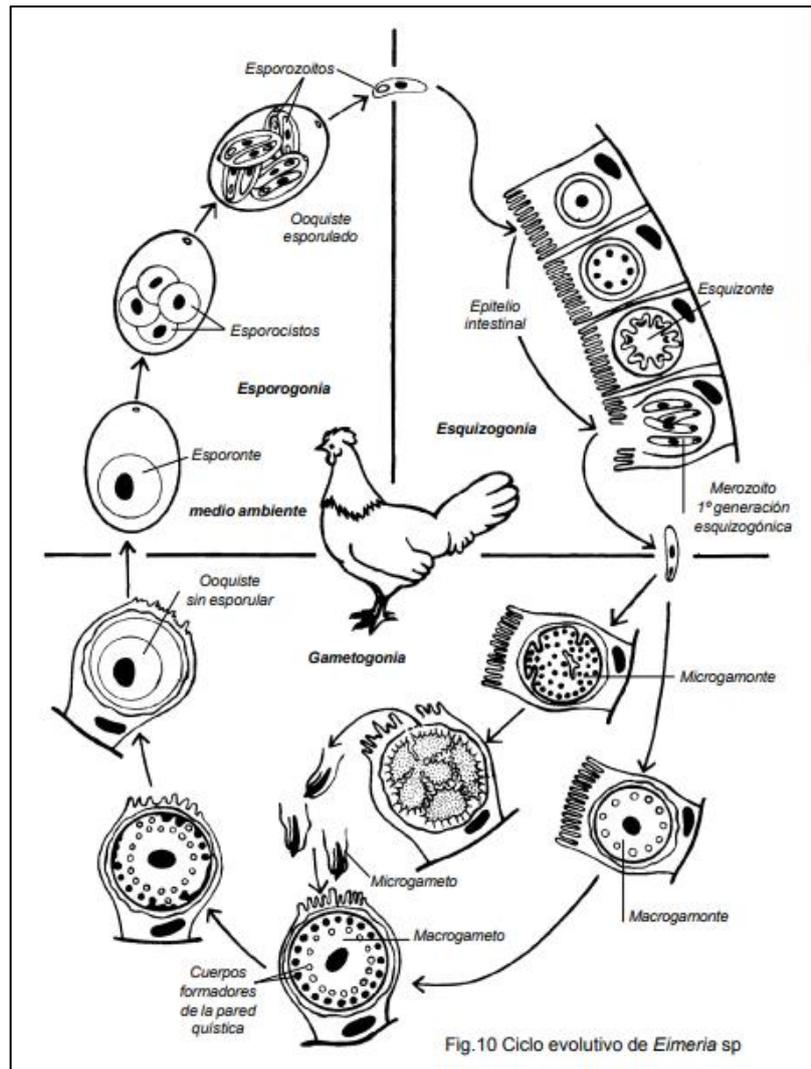
**Figura 1.** Morfología del ooquiste esporulado de *Eimeria* spp.

Fuente: Elaboración propia, adaptado de *Parasitología Práctica y Modelos de Enfermedades Parasitarias en los animales domésticos* (Vignau *et al.*, 2005).

a. micrópilo, b. gránulo polar, c. esporoquiste, d. esporozoíto, e. núcleo del esporozoíto, f. capa externa, g. cuerpo de Stidae, h. cuerpo residual del esporoquiste, i. cuerpo residual del ooquiste, j. vacuola del esporozoíto.

#### 4.1.3. Ciclo biológico de las *Eimerias*

El ciclo biológico de la *Eimeria* es de tipo directo y se desarrolla en dos fases, una endógena y otra exógena. La fase endógena, la cual se desarrolla en el interior del hospedero consta de dos etapas, una de replicación asexual llamada “esquizogonia” y otra de replicación sexual llamada “gametogonia”; la fase exógena se da en el exterior del hospedero y es llamada “esporogonia” (Pereira, 2018). En la figura 2 se aprecia el ciclo biológico promedio de las *Eimerias* sp., considerando todas las fases de su replicación en el cuerpo de las aves.



**Figura 2.** Ciclo biológico de *Eimeria* spp.

Fuente: *Parasitología Práctica y Modelos de Enfermedades Parasitarias en los animales domésticos* (Vignau et al., 2005).

Para que el ciclo de *Eimeria* inicie es necesario que el pollo ingiera ooquistes esporulados, pues esta es la forma infectiva del parásito (Chávez, 2009).

Tras haber ingerido los ooquistes esporulados, se da el proceso de desenquistamiento y se liberan los esporozoitos, los cuales ingresarán a los enterocitos, esto se da a consecuencia de dos estímulos, las contracciones realizadas por la molleja y el efecto de las sales biliares (Ferre & Gómez, 2019). La permeabilidad y estructura de la membrana de los ooquistes se ve alterada por la fuerza mecánica ejercida por la molleja, lo cual permite el ingreso de las sales biliares al interior del ooquiste (Pereira, 2018). Así mismo, las sales biliares favorecen que enzimas como la tripsina entren en contacto con

los esporoquistes, modificando y aperturando el cuerpo de Stidae, mediante el cual los esporozoítos se liberan por movimientos propios que son estimulados por las sales biliares y enzimas intestinales (Ferre & Gómez, 2019).

Aquellos esporozoitos que son liberados se trasladan hasta la zona del tracto intestinal de preferencia por especie y penetra el epitelio (Faus, 2007); una vez que está en el interior de la célula, la estructura de esporozoíto se modifica cambiando de forma en huso a una vacuola redondeada llamado “trofozoíto” (Pereira, 2018), el cual pasa por un proceso de replicación asexual llamado “esquizogonia” que consiste en múltiples divisiones nucleares dando origen a una nueva célula multinuclear llamada “esquizonte” (Burrell *et al.*, 2019), la cantidad de generaciones de esquizogonias dependerá de la especie de *Eimeria* que infecte al huésped, pudiendo tener entre 3 a 4 generaciones.

Cuando el esquizonte madura, su membrana se rompe liberando los merozoítos que tiene en el interior, los cuales tienen la capacidad de invadir células adyacentes para dar origen a nuevas generaciones de esquizogonias (García *et al.*, 2008).

Una vez que las esquizogonias finalizan, los merozoítos de la última generación invaden células adyacentes para iniciar con la gametogonia, la cual es un tipo de reproducción sexual. En esta etapa los merozoítos se diferencian en dos gametos, uno masculino y otro femenino (Pereira, 2018).

Los gametos femeninos inicialmente son macrogamontes y tras madurar se convierten en un macrogameto. Los gametos masculinos inicialmente se convierten en microgamontes, y tras pasar por un proceso de mitosis originan muchos microgametos flagelados, los cuales invaden células que están parasitadas por macrogametos, los fecundan y dan origen a un cigoto (Ferre & Gómez, 2019). El cigoto formado se desarrollará a un ooquiste no esporulado, el cual después será liberado en las heces de los animales (Shirley *et al.*, 2005).

Aquellos animales infectados liberan los ooquistes no esporulados en las heces y estos persisten en el medio por periodos prolongados de tiempo (Burrell *et al.*, 2019). Estos tienen en el interior una masa citoplasmática no diferenciada llamada “esporonte”, la cual es encerrada por una doble membrana (Pereira, 2018).

La esporulación o también llamada “esporogonia”, se da en el ambiente bajo ciertas condiciones de temperatura y humedad, siendo 28 a 31°C la temperatura óptima (Ferre & Gómez, 2019).

A consecuencia de la esporulación del ooquiste, el esporonte o esporoquiste está recubierto por una doble membrana, después a partir de esto se formarán cuatro esporocistos o esporoquistes y en su interior dos esporozoítos (Campos, 2011).

#### **4.1.4. Signos clínicos de la Coccidiosis aviar**

Los parásitos del género *Eimeria* tienen como mecanismo de patogenicidad la destrucción de células epiteliales del tracto intestinal causando un síndrome de malabsorción de nutrientes y a consecuencia de ello se manifiestan los signos de deshidratación, diarrea, pérdida de sangre y finalmente la muerte del animal (Yuño & Gogorza, 2008). Además, esta destrucción del epitelio intestinal también afecta a la productividad de animal, genera una pérdida de peso, mala conversión alimenticia y alteración en la calidad de la carne (Pereira, 2018).

En el caso de pollos amarillos afectados por *E. acervulina* puede haber una pérdida en la coloración, ya que esta especie afecta la porción del duodeno y yeyuno, los cuales son importantes para la absorción de carotenoides (Elanco, 2019).

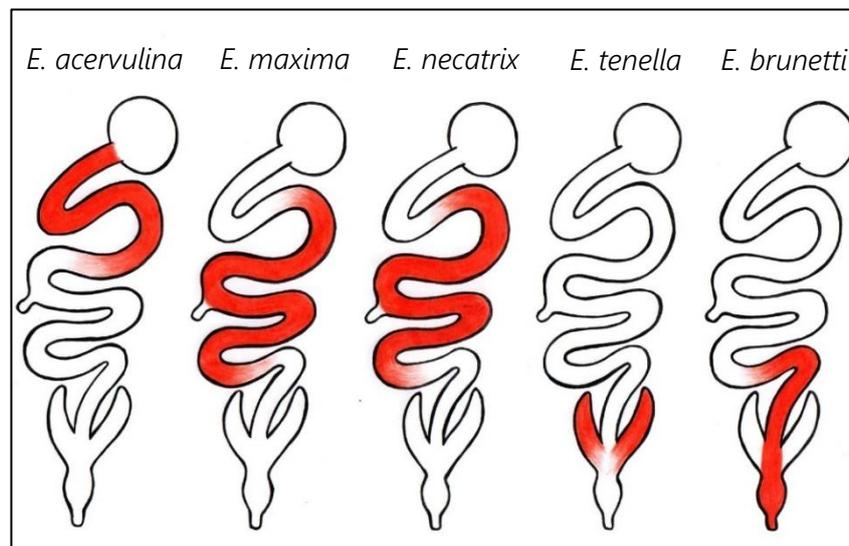
Otros signos presentes son depresión, letargia, disminución del consumo de agua y alimento, anorexia, plumas de la cloaca sucias y palidez de la cresta y barbillas (Paredes,

2018). Además, estos animales presentan diarrea en las cuales es habitual encontrar moco o restos de sangre por el mismo curso de la enfermedad (Chávez, 2009).

La enfermedad puede presentarse de forma clínica caracterizada por la presentación brusca y repentina de los signos clínicos (Paredes, 2018); y de forma subclínica, en la cual no se presentan signos clínicos; pero existe un daño de la integridad intestinal (Espinosa, 2019).

#### 4.1.5. Lesiones de la Coccidiosis aviar

Una de las diferencias entre las especies de *Eimeria* es la zona del intestino que afecta, ya que cada una tiene afinidad por una zona determinada (Burrell *et al.*, 2019). En la figura 3 se observa la localización en segmentos del intestino de las aves de las diferentes especies de *Eimerias*.



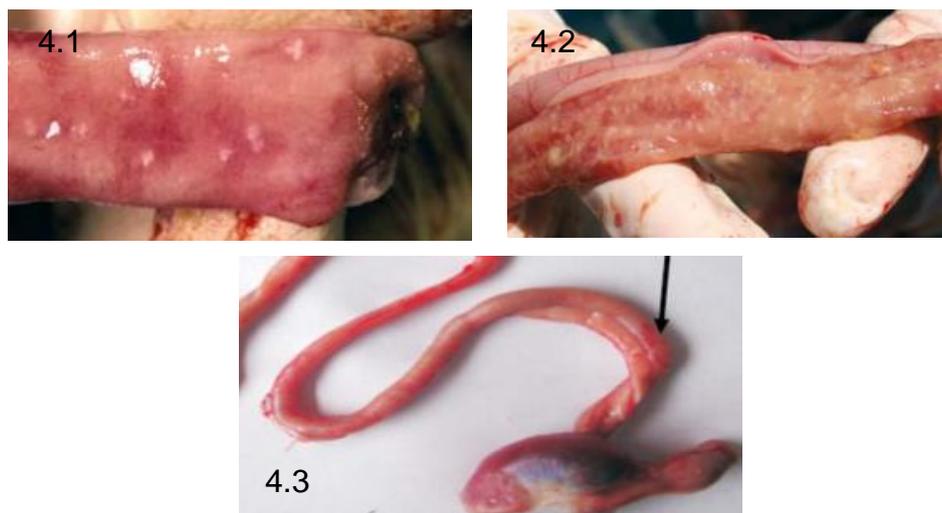
**Figura 3.** Localización de *Eimerias* según la especie.

Fuente: Elaboración propia, adaptado de *Herramientas para el control de la coccidiosis aviar* (Giner, 2015).

Se puede observar la diferente localización en el tracto intestinal de los pollos. *E. acervulina* se localiza en el duodeno, *E. maxima* en el duodeno y yeyuno, *E. necatrix* en el yeyuno, *E. tenella* en los ciegos y *E. brunetti* en la última porción del íleon y el recto.

#### 4.1.5.1. *Eimeria acervulina*

Las lesiones están localizadas en el intestino delgado, específicamente en el duodeno y parte inicial del yeyuno en casos de mayor gravedad (Pereira, 2018). La *E. acervulina* produce una enteritis catarral que se caracteriza por la presencia de placas de color blanquecino que contienen esquizontes, estas placas inicialmente están dispersas o formando peldaños de escaleras y se encuentran un máximo de 5 lesiones/cm<sup>2</sup>, conforme el cuadro se agrava estas incrementan su cantidad inclusive uniéndose entre ellas lo cual hace que el intestino tenga aspecto de estar recubierto. Además, la zona afectada se engrosa, el contenido es acuoso y con contenido de moco (Horváth, 2012). En la figura 4, se observan las lesiones causadas por la *E. acervulina* en el intestino de un pollo.



**Figura 4.** Lesiones de *E. acervulina* en el intestino de un pollo.

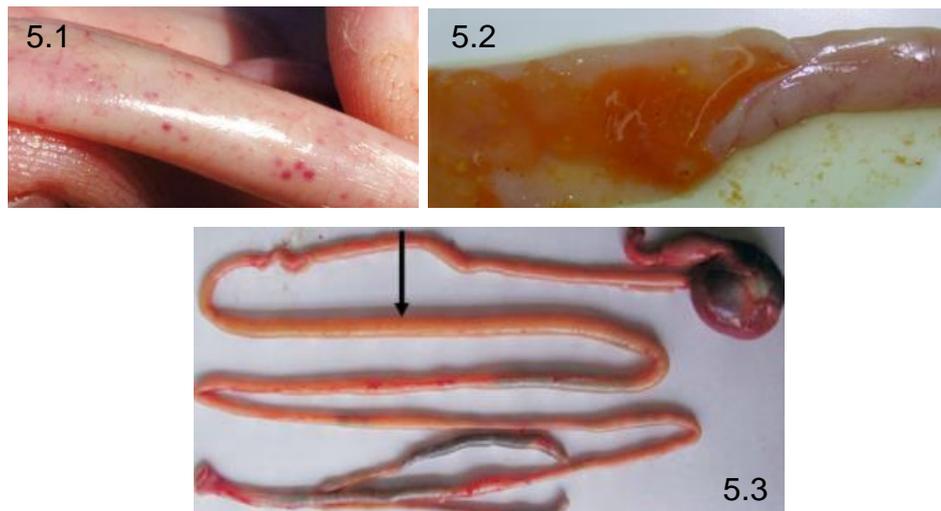
Fuente: Répérant y Raman *et al.* (2011).

En las imágenes se puede observar una enteritis causada por *E. acervulina* en un pollo. 4.1: Se pueden visualizar placas de color blanco en la serosa del intestino. 4.2: Se observan placas de color blanquecino en mayor cantidad en la serosa del intestino. 4.3: Se visualiza la serosa del duodeno enrojecida.

#### 4.1.5.2. *Eimeria maxima*

Las lesiones están ubicadas en la zona media del intestino delgado, específicamente en el duodeno y yeyuno (Rodríguez & Torres, 2008). *E. maxima* produce una enteritis que se caracteriza por presentar petequias en la mucosa del intestino, conforme avanza la

enfermedad la cantidad de petequias incrementa. También se observará el intestino engrosado y abultado, puede tener una superficie rugosa y el contenido intestinal puede presentar moco anaranjado o coágulos de sangre lo cual le confiere un olor de putrefacción en etapas avanzadas (Horváth, 2012). En la figura 5, se observan las lesiones causadas por la *E. maxima* en el intestino de un pollo.



**Figura 5.** Lesiones de *E. maxima* en el intestino de un pollo.

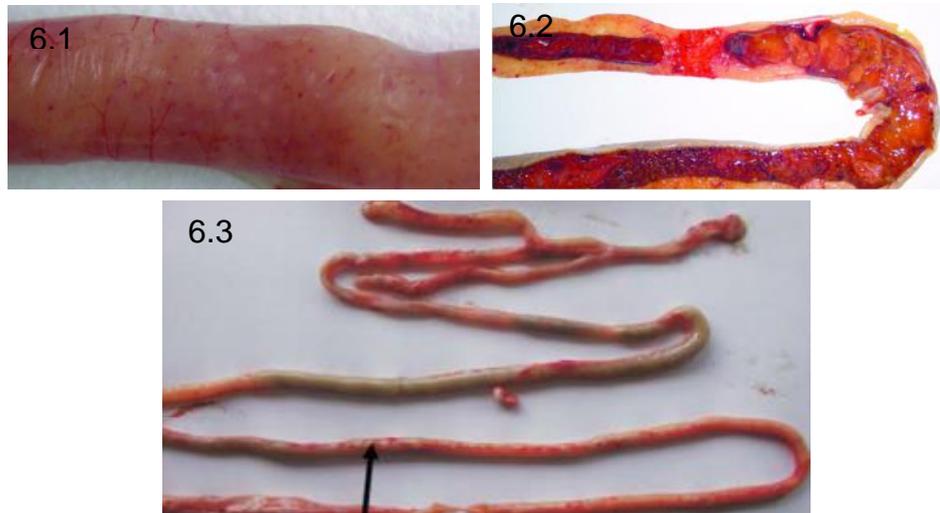
Fuente: Adaptado Horváth, 2012 y Raman *et al.*, 2011.

En las imágenes se puede observar una enteritis causada por *E. maxima* en un pollo. 5.1: Se puede visualizar petequias producidas por *E. maxima* en la serosa del intestino. 5.2: Se visualiza el contenido del intestino con contenido de moco color anaranjado. 5.3: Se puede visualizar la zona del yeyuno engrosado a comparación del resto del intestino (flecha negra).

#### **4.1.5.3. *Eimeria necatrix***

Las lesiones de esta especie están localizadas en la zona media del intestino delgado, específicamente en el yeyuno; pero en cuadros muy severos puede afectar a todo el intestino (Rodríguez & Torres, 2008). La *E. necatrix* produce una enteritis hemorrágica; inicialmente se observan petequias y machas de color blanco dispersas en el intestino, conforme avanza el cuadro estas se encuentran en mayor cantidad causando una hemorragia. Además, la zona afectada se ve abultada, enrojecida y con contenido mucoso y hemorrágico de color rojo o marrón oscuro, debido a ello la mucosa tendrá una

coloración oscura (Horváth, 2012). En la figura 6, se observan las lesiones causadas por la *E. necatrix*.



**Figura 6.** Lesiones de *E. necatrix* en el intestino de un pollo.

Fuente: Répérant y Raman *et al.* (2011).

En las imágenes se puede observar una enteritis hemorrágica causada por *E. necatrix* en un pollo. 6.1: Se puede visualizar petequias y manchas de color blanco en la serosa del intestino. 6.2: Se puede visualizar el contenido del intestino con restos de sangre producto de la hemorragia. 6.3: Se puede visualizar un tramo del intestino con hemorragia petequial (flecha negra).

#### 4.1.5.4. *Eimeria tenella*

Las lesiones están ubicadas en los ciegos afectando de forma ocasional zonas más cercanas del intestino (Rodríguez & Torres, 2008). La *E. tenella* produce una tiflitis hemorrágica; en una etapa inicial se observan pequeñas petequias en la pared de los ciegos, conforme avanza el cuadro incrementa la cantidad causando una hemorragia. Además, los ciegos estarán engrosados, distendidos y con contenido de fibrina o coágulos de sangre debido a la hemorragia (Horváth, 2012). En la figura 7, se observan las lesiones causadas por la *E. tenella*.



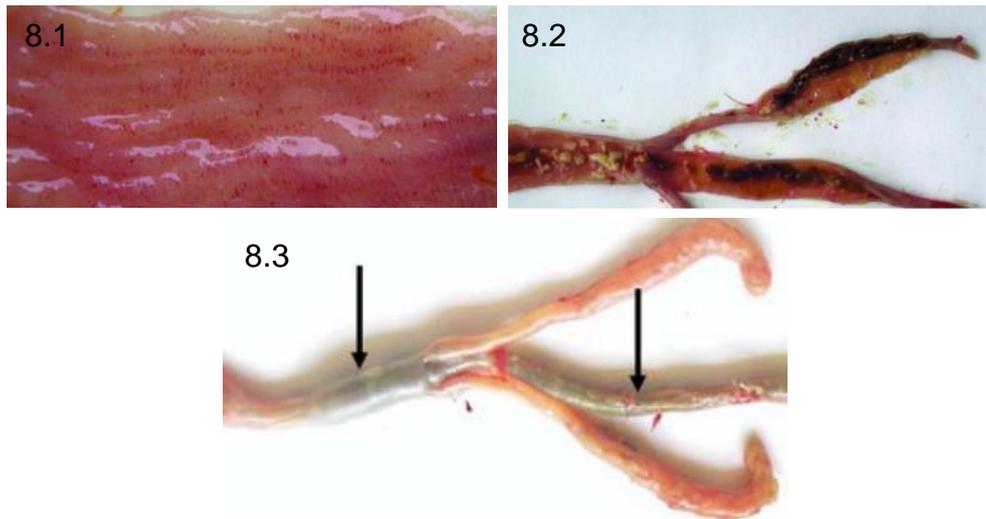
**Figura 7.** Lesiones de *E. tenella* en los ciegos de un pollo.

Fuente: Répérant y Arenas (2017).

En las imágenes se puede observar una tiflitis causada por *E. tenella* en un pollo. 7.1: Se puede visualizar el contenido hemorrágico en ambos ciegos de un pollo. 7.2: Se puede visualizar el contenido hemorrágico en uno de los ciegos de un pollo. 7.3: En el corte transversal de uno de los ciegos se puede visualizar el contenido fibrosado y hemorrágico.

#### 4.1.5.5. *Eimeria brunetti*

Las lesiones se ubican en el último tercio del intestino abarcando íleon, recto y parte proximal del ciego (Rodríguez & Torres, 2008). La *E. brunetti* produce una enteritis necrótica, en la cual inicialmente se observan petequias en la zona afectada. También habrá un cambio de la consistencia del contenido del intestino, estará acuoso y de color anaranjado o rojizo y el contenido de los ciegos puede volverse más espeso combinado con trazas de sangre y fibrina. Finalmente, el intestino se volverá hemorrágico terminando en una necrosis de la zona con el contenido combinado con sangre (Pereira, 2018). En la figura 8, se observan las lesiones causadas por la *E. brunetti* con daños característicos causados en la superficie intestinal.



**Figura 8.** Lesiones de *E. brunetti* el intestino de un pollo.

Fuente: Répérant y Raman *et al.* (2011).

En las imágenes se puede observar una enteritis y colitis causada por *E. brunetti* en un pollo. 8.1: Se puede visualizar numerosas petequias en la superficie serosa de la última porción del intestino. 8.2: Se observa contenido sanguinolento en el interior del intestino y el contenido cecal también tiene contenido combinado con sangre. 8.3: Se puede observar un estancamiento del contenido fecal en la última porción del intestino y zona embalonada (flecas negras).

#### **4.1.6. Diagnóstico de la Coccidiosis aviar**

El diagnóstico de la Coccidiosis Aviar se puede realizar considerando los signos clínicos y lesiones presentes; pero esto debe estar apoyado por un diagnóstico de laboratorio que estaría basado en la observación de los ooquistes a través un análisis coprológico por técnica de flotación (Pereira, 2018).

Para la evaluación de las lesiones es necesario realizar las necropsias correspondientes, debido a que se encuentran ubicadas en el tracto intestinal, esto permite darles una clasificación según el score de lesiones de Johnson y Reid; en este sistema se utiliza una puntuación del 0 al 4, donde 0 es normal y 4 una lesión severa (Rodríguez, 2016). Tras haber realizado la necropsia se puede realizar la observación de ooquistes en el laboratorio, para ello es necesario realizar raspados en diferentes tramos del intestino y mediante ello corroborar la presencia de estos en sus diferentes fases (Pereira, 2018).

Para el conteo de ooquistes se debe tomar muestras de heces de diferentes zonas del galpón, estas se sedimentan y de preferencia con la técnica de Mc Master se realiza el conteo considerando la cantidad de ooquistes observados por gramo de heces. Los resultados pueden clasificarse en 3 rangos: 50 - 300 ooquistes/gr de heces, 300 – 500 ooquistes/gr de heces y mayores de 500 ooquistes/gr de heces, considerándose como una presentación subclínica, moderada y fuerte respectivamente (Paredes, 2018).

Para la identificación de la especie de *Eimeria* que está afectando al animal se deben realizar exámenes morfométricos de los ooquistes, pero también se puede realizar el diagnóstico mediante un PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa), ya que la identificación morfológica puede ser complicada (Espinosa, 2019).

Cabe mencionar que para un correcto diagnóstico se debe incluir anamnesis, registros del galpón, examen clínico de las aves y ambientes, y exámenes complementarios (Paredes, 2018).

#### **4.1.7. Control de la Coccidiosis aviar**

La presentación de la Coccidiosis aviar tiene grandes repercusiones en la industria avícola, por lo cual es indispensable la implementación de diferentes métodos para su control. La instauración de normas de bioseguridad en las granjas avícolas es de gran importancia para evitar la propagación de esta enfermedad, sumado a esto también se hace uso de fármacos denominados “anticoccidiales”, los cuales generalmente se ofrecen a los animales en el alimento (Joseph & Adekunle, 2018).

##### **4.1.7.1. Control ambiental**

Mantener a los pollos libres de las coccidias es muy complicado, sobre todo en condiciones de crianza intensiva, pues estos parásitos se diseminan de forma rápida en el galpón (Tewari & Maharana, 2011). Los ooquistes de *Eimeria* tienen una gran resistencia

a diferentes condiciones ambientales y productos utilizados como desinfectantes, por lo cual su erradicación es casi imposible (Cervantes, 2018).

La esporulación de los ooquistes se da bajo ciertas condiciones ambientales, las cuales son temperatura (28°C – 31°C), oxigenación y humedad relativa adecuada (60-85%) (Price, Guerin & Barta, 2014), por lo cual en el control de esta enfermedad es importante incluir prácticas ambientales, tales como; el manejo de la cama evitando la humedad, limpieza continua de los ambientes y evitar el hacinamiento de las aves para reducir el estrés (Kather *et al.*, 2020). Además, otro sistema utilizado es el llamado “todo dentro – todo fuera”, el cual consiste en vaciar por completo todo el galpón para asegurar una adecuada limpieza, dejando un vacío sanitario mínimo de 14 días antes de introducir un nuevo lote de aves (Soriano, 2018).

#### **4.1.7.2. Programas anticoccidiales**

En la década de los 50s la industria avícola tuvo un gran crecimiento y con ello la necesidad de medicamentos anticoccidiales fue mayor, a raíz de ello se empezaron a desarrollar diferentes fármacos para el control de la Coccidiosis aviar (Tewari & Maharana, 2011).

Actualmente los anticoccidiales disponibles son clasificados en sustancias químicas, las cuales afectan el metabolismo del parásito y en ionóforos, los cuales alteran el equilibrio osmótico del parásito (Tewari & Maharana, 2011). Los ionóforos son los fármacos más utilizados para el control de la Coccidiosis aviar, uno de los factores para que sea así es que además de su eficacia no interfieren en el desarrollo de la inmunidad (Yuño & Gogorza, 2008); sin embargo, el uso de anticoccidiales tiene una limitante, pues los parásitos del género *Eimeria* han generado resistencia a estos compuestos, y para evitar

este problema se han desarrollado programas que consisten en la rotación de fármacos y el empleo de vacunas (Yuña & Gogorza, 2008).

Debido a la problemática por la resistencia de *Eimeria* a los anticoccidiales, se han estudiado medidas alternativas para el control de esta enfermedad, entre estas medidas está el uso de productos naturales tales como probióticos, extractos de plantas y extractos de hongos (Joseph & Adekunle, 2018).

**Cuadro 2. Anticoccidiales químicos e ionóforos.**

Anticoccidiales químicos	Anticoccidiales ionóforos
Nicarbazina	Monensina
Amprolio	Narasina
Clopidol	Salinomicina
Diclazuril	Semduramicina
Robenidina	Lasalocid

Fuente: Adaptado de Cervantes, 2018.

#### 4.1.7.3. Vacunas utilizadas para el control de la Coccidiosis aviar

La industria avícola se ha visto en la obligación de buscar estrategias para el control de esta enfermedad, con ello el uso de vacunas se ha masificado, principalmente por los problemas de resistencia a anticoccidiales, la falta de productos anticoccidiales nuevos y la presión para reducir el uso de antibióticos en la alimentación de los pollos (Mohamed, 2008).

El uso de vacunas es un método eficaz y exitoso frente a esta enfermedad, pues estas generan una protección elevada frente a la coccidiosis y ayuda a reducir el problema de la resistencia a medicamentos, pues permite reemplazar las poblaciones de *Eimeria* (Khater *et al.*, 2020).

La primera vacuna anticoccidial fue desarrollada en 1952, esta contenía ooquistes de *E. tenella* vivos no atenuados, a partir de ello se desarrollaron nuevas alternativas para generar inmunidad en las aves de producción (Khater *et al.*, 2020). Actualmente se pueden encontrar vacunas vivas no atenuadas, atenuadas y vacunas recombinantes (Yuña & Gogorza, 2008).

1. Las vacunas vivas no atenuadas contienen un número variable de cepas virulentas (Tewari & Maharana, 2011); sin embargo, su uso representa un gran riesgo, pues también podrían desencadenar la enfermedad (Khater *et al.*, 2020).
2. Las vacunas atenuadas se obtienen tras realizar una selección de *Eimerias* más precoces, es decir con un periodo pre-patente más corto (Joseph & Adekunle, 2018) o mediante el aislamiento de cepas que han tenido pases seriados en huevos embrionados; una característica importante de estas vacunas es que tienen una capacidad proliferativa reducida, por lo cual generan un menor daño epitelial en el intestino (Tewari & Maharana, 2011).
3. Las vacunas recombinantes se desarrollan haciendo uso de antígenos de la especie *Eimeria*, los cuales tienen propiedades inmunogénicas para generar una respuesta inmune eficaz (Joseph & Adelunke, 2018).

**Cuadro 3. Relación de vacunas comerciales para la Coccidiosis aviar atenuadas y no atenuadas para pollos de engorde.**

Nombre de la vacuna	Especies de <i>Eimeria</i>	Atenuación
CocciVac®-B (Schering Plough Animal Health)	<i>E. acervulina</i> , <i>E. maxima</i> , <i>E. mivati</i> , <i>E. tenella</i>	No atenuada

Immucox® C1 (Vetech Laboratories)	<i>E. acervulina</i> , <i>E. maxima</i> , <i>E. necatrix</i> , <i>E. tenella</i>	No atenuada
Advent® (Novus International)	<i>E. acervulina</i> , <i>E. maxima</i> , <i>E. tenella</i>	No atenuada
Inovocox® (Embrex Inc. and Pfizer)	<i>E. acervulina</i> , <i>E. maxima</i> , <i>E. tenella</i>	No atenuada
Paracox®-5 (Schering Plough Animal Health)	<i>E. acervulina</i> , <i>E. maxima</i> , <i>E. mitis</i> , <i>E. tenella</i>	Atenuada (cepa precoz)
Livacox® T (BioPharm)	<i>E. acervulina</i> , <i>E. maxima</i> , <i>E. tenella</i>	Atenuada (cepas precoces, excepto <i>E. tenella</i> )

Fuente: Adaptado de Barbour *et al.*, 2015.

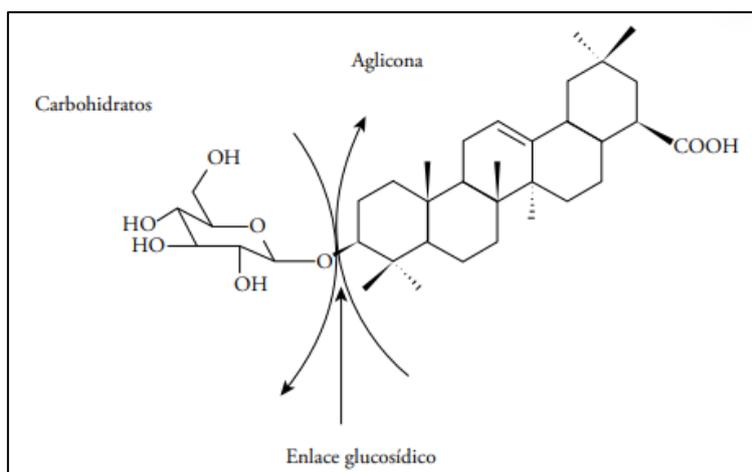
## 4.2. Saponinas

Las saponinas son compuestos bioorgánicos producidos principalmente por las plantas, cuya característica principal es su capacidad de producir espuma cuando está en contacto con soluciones acuosas (Mohamed, Said & Gomha, 2019). Son considerados metabolitos secundarios de gran importancia ya que actúan como fitoprotectores en las plantas y se ha demostrado que presentan otros efectos tras ser consumidos (Mohamed, Said & Gomha, 2019).

### 4.2.1. Composición química de las saponinas

Las saponinas son glucósidos naturales, cuya estructura consiste en la unión de una glicona con una aglicona; la glicona es el glúcido de la molécula, es decir, una cadena de azúcar la cual está enlazada a través de un enlace glucosídico al núcleo de aglicón, cuyo origen puede ser triterpénico o esteroide (Desai, Desai & Kaur, 2009). Según el origen

del aglicón, la saponina será clasificada en saponina triterpénica o saponina esteroide (Zárate, 2016). En la figura 9, se muestra la estructura química de las saponinas.



**Figura 9.** Estructura general de una saponina.

Fuente: Adaptado de Ahumada *et al.* 2016.

Se puede observar el enlace glucosídico uniendo la aglicona con una cadena de azúcar (carbohidrato).

El aglicón tiene característica de ser hidrofóbico y la cadena de azúcar hidrofílico, lo cual hace que la saponina tenga característica de ser anfifílico, lo cual quiere decir que tiene un extremo hidrofóbico y otro extremo hidrofílico (Ahumada *et al.*, 2016).

Las saponinas a su vez pueden ser mono, bi o tridesmosídicas dependiendo de la cantidad de cadenas de azúcar que tenga en su estructura. Las saponinas monodesmosídicas solo presentan un oligosacárido en su estructura, que está unida al C-3; las bidesmosídicas presentan dos oligosacáridos en su estructura, uno está unido al C-3 y el otro puede estar unido al C-26 o C-28; y las tridesmosídicas presentan tres oligosacáridos (Güçlü & Mazza, 2007).

La cadena de azúcar puede estar conformada por una a seis unidades de monosacáridos, los cuales están enlazados mediante enlaces glucosídicos (Zárate, 2016); las cadenas de azúcar son generalmente hexosas, pentosas o desoxihexosas, siendo los más comunes de

encontrar la glucosa, galactosa, ácido glucurónico, ácido galacturónico, ramnosa y xilosa (Güçlü & Mazza, 2007).

#### **4.2.2. Fuente de las saponinas**

Se ha reportado que las saponinas están presentes en más de 100 familias de plantas y en fuentes marinas tales como; las estrellas de mar y pepinos de mar (Kregiel *et al.*, 2017). Las saponinas esteroidales están presentes principalmente en plantas monocotiledóneas tales como Agavóideas (*Agavaceae*), Dioscoreáceas (*Dioscoreaceae*) y Liliáceas (*Liliaceae*), y las saponinas terpenoides se encuentran principalmente en las plantas dicotiledóneas tales como la Leguminosas (*Leguminosae*) y Araliáceas (*Araliaceae*) (Sparg *et al.*, 2004).

Estas moléculas se encuentran en muchas legumbres comestibles, reportándose que muchos tipos de saponinas pueden estar presentes en los granos y que la cantidad de saponina puede variar entre plantas (Mohan, Tresina & Daffodil, 2016). La producción de saponinas puede variar entre órganos y tejidos de las plantas. Algunas especies pueden producir y almacenar las saponinas en las raíces, actuando como fitoprotectores antimicrobianos, como lo es en el caso de la Avena, donde su saponina principal está localizada en las puntas de las raíces (Faizal & Geelen, 2013).

En las dietas humanas, la principal fuente de saponinas son las legumbres, encontrándose en habas, frijoles y lentejas; aunque también están presentes en la cebolla, ajo, espárragos, avena y espinacas. En el caso de las saponinas utilizadas en medicina y otros usos industriales las principales fuentes son la corteza del árbol de Quillay (*Quillaja saponaria*), la yuca (*Yuca schidigera*), el denogreco (*Trigonella foenum – graceum*), la alfalfa (*Medicago sativa*), el ginseng (*Panax ginseng*), el regaliz (*Glycyrrhiza glaba*), el castaño de indias (*Aesculus hippocastanum*) y la gypsophila (*Gypsophila paniculata*)

(Kregiel *et al.*, 2017). En el cuadro 4, se muestran las principales fuentes de saponinas provenientes de productos de origen vegetal.

**Cuadro 4. Fuentes de saponinas y la cantidad que contienen.**

Nombre de la planta		Cantidad de saponina (%)
Nombre científico	Nombre común	
<i>Aesculis hippocastanum</i>	Castaño de indias	3
<i>Avena sativa</i>	Avena	0.1-0.13
<i>Chenopodium quinoa</i>	Quinoa	0.14-2.3
<i>Cicer arietinum</i>	Garbanzo	0.23
<i>Glycine max</i>	Haba de soja	0.22-0.49
<i>Glycyrrhiza glabra</i>	Raíz de regaliz	22.2-32.3
<i>Hedera hélix</i>	Hiedra	5
<i>Medicago sativa</i>	Alfalfa	0.14-1.71
<i>Panax ginseng</i>	Ginseng chino	2-3
<i>Quillaja saponaria</i>	Corteza de Quillay	9-10
<i>Saponaria officinalis</i>	Hierba de saponaria	2-5

Fuente: Adaptado de Kregiel *et al.*, 2017.

#### 4.2.3. Efecto antiprotozoario de las saponinas

La mayoría de estudios realizados sobre el efecto antiprotozoario de las saponinas ha sido realizado en rumiantes. Según estos estudios, las saponinas serían perjudiciales para los protozoarios; en uno de estos se administró saponinas intraruminalmente dando como resultado una reducción significativa de protozoarios a nivel ruminal en ovejas (Lu & Jorgensen, 1987). Sin embargo, estos estudios también demostraron que el efecto de las

saponinas es transitorio, pues al ser glicosiladas a sapogeninas por los microorganismos del rumen, son inactivadas (Ramos *et al.*, 2017).

El efecto de las saponinas sobre los protozoarios se debería a su capacidad de actuar sobre las membranas celulares (Francis, Kerem, Makkar & Becker, 2007). Las saponinas tienen como característica que son muy lipofílicas y liposolubles, lo cual hace posible que se desplacen hasta la membrana de los protozoarios y se puedan unir a un fosfolípido presente en esta membrana formando un complejo con él; este fosfolípido le da la capacidad al parásito de ingresar a la célula intestinal del hospedador; pero tras la formación de este complejo se precipita (Espejo, 2014). Además, las saponinas también formarían complejos irreversibles con esteroides presentes en la membrana de los protozoarios, específicamente con el colesterol, produciendo ruptura y lisis celular (Wina, Muetzel & Becker, 2005).

#### **4.2.4. Otros efectos de las saponinas**

##### **Efecto sobre el metabolismo del colesterol**

Entre los efectos atribuidos a las saponinas, está la reducción de niveles de colesterol séricos en algunas especies, incluidos los humanos (Desai *et al.*, 2009). Las saponinas tienen la capacidad de unirse al colesterol presente en el intestino, formando un complejo insoluble y con ello impidiendo su reabsorción (Ahumada *et al.*, 2016). Adicional a ello, como respuesta a la ingesta de saponinas en la dieta se ha observado que hay un incremento de excreción fecal de ácidos biliares (Savage, 2016).

Se ha reportado que en pollos cuya dieta contenía saponinas se redujo sus niveles de colesterol plasmático; además, también hubo una reducción de colesterol a nivel hepático. En el caso de estudios realizados en humanos han tenido resultados variables, pues en algunos casos hubo una reducción del colesterol presente en la sangre y en

otros no hubo un efecto significativo, pero sí se observó una mayor excreción fecal de ácidos biliares (Savage, 2016).

- **Efecto en el sistema inmunitario**

Las saponinas han sido utilizadas para la elaboración de adyuvantes, teniendo la capacidad de estimular el sistema inmunológico mediante la mejora de producción de anticuerpos (Francis *et al.*, 2007), tienen la capacidad de mejorar la eficacia de las vacunas que son administradas oralmente, ya que además de estimular el sistema inmune favorece la absorción de moléculas grandes (Güçlü & Mazza, 2007). El desarrollo de estos productos y estos efectos están atribuidos y han sido principalmente estudiados en saponinas provenientes de quillaja (Francis *et al.*, 2007).

- **Efecto antiinflamatorio**

La evaluación del efecto antiinflamatorio de las saponinas ha sido principalmente evaluada mediante el modelo experimental de edema inducido por  $\lambda$ -carragenina (Martín, 2016). Por ejemplo, en uno de los estudios realizados se mostró que extractos enriquecidos con saponinas provenientes de *Agave brittoniana* a diferentes dosis tuvieron un efecto antiinflamatorio al tener un mayor porcentaje de inhibición de esta respuesta frente al modelo de edema inducido por  $\lambda$ -carragenina en ratas (González *et al.*, 2020). El efecto antiinflamatorio de las saponinas se atribuye a la inhibición de mediadores de la inflamación como las prostaglandinas (Desai *et al.*, 2009).

- **Efecto antibacterial**

También se les ha atribuido la capacidad de reducir poblaciones bacterianas de baja densidad, teniendo un efecto limitado cuando estas tienen una mayor población (Troisi *et al.*, 2014). Este efecto sería más eficaz en bacterias gram+ ya que tienen una gran capacidad de penetrar su membrana celular, esto no sucede en gram- (Desai *et al.*, 2009).

- **Efecto antifúngico**

Las saponinas tendrían este efecto tras unirse a los esteroides presentes en la membrana fúngica formando un complejo que afecta al citoplasma y causa muerte celular; sin embargo, este efecto se limitaría tras la pérdida de la fracción correspondiente al azúcar (Wina *et al.*, 2017). Entre las saponinas que han sido reportadas con este efecto están las triterpenoides provenientes de *Chenopodium quinoa* Willd (Troisi *et al.*, 2014).

- **Efecto en el rendimiento animal**

Se menciona que la mejora que presentan los pollos con respecto a su rendimiento estaría relacionada con un crecimiento de las vellosidades intestinales y la profundidad de las criptas tras ser alimentados con saponinas provenientes de un extracto de *Yucca schidigera* (Cheeke, 2009); sin embargo, este efecto sería limitado en aquellos casos donde el pollo es enfrentado a *Eimeria* (Wina *et al.*, 2017). Cabe mencionar que se requerirían más estudios, ya que hay una gran cantidad de saponinas y el efecto de todas sobre el rendimiento de los pollos no sería el mismo.

#### **4.2.5. Uso de las saponinas en el control de la Coccidiosis aviar**

En la crianza de pollos de engorde la presencia de *Eimerias* representa altos costos de producción, ya que estos parásitos generan un daño en la mucosa intestinal afectando la absorción de nutrientes, es por ello que la industria avícola está continuamente probando productos de origen vegetal que no representen un peligro para la salud de las aves y tengan un efecto sobre las *Eimerias*, uno de estos productos serían las saponinas.

En el estudio realizado por Espejo (2014) se utilizó un extracto de saponinas del árbol de quillay (*Quijalla saponaria*) para determinar su efectividad frente a la infección por *Eimerias* (*E. acervulina*, *E. brunetti*, *E. maxima*, *E. necatrix* y *E. tenella* desafiados mediante dosis altas de la vacuna Immucox®), indicando que tras haber realizado el conteo

de ooquistes en sus 5 grupos, en el día 9 el grupo que fue enfrentado a *Eimeria* que no tenía aditivo de saponinas tuvo en crecimiento superior teniendo el valor de 9.824 ooquistes/gr comparado con el resto de grupos cuyos niveles se mantenían igual a los días anteriores, siendo 3.456 ooquistes/gr la mayor cantidad encontrada al día 9 en uno de los grupos enfrentados con *Eimeria* y que contenían aditivo de saponinas; además, con respecto a las lesiones macroscópicas encontradas, encontró que el grupo enfrentado a *Eimeria* que no tenía aditivo presentaron lesiones más severas que los grupos enfrentados a *Eimeria* que tenían aditivos con saponinas. Según sus hallazgos mencionan que si bien el uso de saponinas no eliminó por completo la presencia de las *Eimerias*, si disminuyó la cantidad de ooquistes en las deyecciones y las lesiones en los pollos tuvieron una menor severidad.

Así, Sánchez *et al.* (2019) realizaron dos experimentos para determinar la eficacia del aditivo alimentario Peptasan cuya composición incluye *Acacia concinna*, la cual contiene saponinas, comparado con la salinomicina. En el primer experimento se tuvo 2 grupos de control, el primer control era negativo consistiendo en pollitos sin infección de *Eimeria* y sin control, y el segundo control era positivo consistiendo en pollitos enfrentados a *Eimeria* y sin control, y 3 tratamientos a base de diferentes cantidades de Peptasan (500, 750 y 1000 ppm); en el segundo experimento los grupos controles fueron iguales al anterior y los tratamientos incluían 2 diferentes cantidades de Peptasan (500 y 750 ppm) y un grupo con salinomicina (550 ppm). En los resultados del primer experimento en relación al rendimiento productivo inicialmente se observó un mejor peso corporal en el control negativo; sin embargo, al finalizar la crianza los pesos entre los tratamientos fueron similares, teniendo mejores resultados del Peptasan a la cantidad de 750 ppm en comparación a las otras cantidades. Con respecto a su efecto anticoccidial se obtuvieron resultados favorables, ya que la adición de Peptasan disminuyó la cantidad de ooquistes x gramo de heces encontrados, teniendo 701667 ooquistes/gr de heces en el control positivo,

61040, 19875 y 9533 ooquistes/gr de heces al adicionar Peptasan 500ppm, 750ppm y 1000ppm respectivamente; además, también se observó una menor mortalidad en los pollos suplementados con Peptasan. En el segundo experimento el efecto anticoccidial se midió según el score de lesiones a los 27 días en sitios de predilección para *E. máxima* y *E. tenella*, teniendo como resultados que el control positivo tuvo lesiones en duodeno y yeyuno, pero principalmente en el ciego con un score de 4, los pollos suplementados con Peptasan tuvieron en el ciego un score de 0,83 para 500 ppm y 1,5 para 750 ppm, y finalmente los suplementados con salinomicina tuvieron un score de 1,83, obteniendo así resultados similares entre ambos tratamientos, concluyendo que el aditivo Peptasan podría usarse para el control de la Coccidiosis aviar debido a los resultados favorables que tuvo.

Por su lado, Rodríguez (2016) realizó un estudio para evaluar el efecto de un anticoccidial natural con saponinas provenientes de *Yucca schidigera* y *Trigonella foenum-graecum* frente a la infección por *Eimeria* (*E. acervulina*, *E. mivati*, *E. brunetti*, *E. maxima*, *E. necatrix*, *E. tenella*, *E. hagani* y *E. praecox* desafiados mediante dosis altas de la vacuna Coccivac-D), para lo cual se tuvo 3 tratamientos a evaluar, el primero enfrentado a *Eimeria* y sin aditivo anticoccidial en la dieta, el segundo enfrentado a *Eimeria* y presencia de anticoccidial natural a base de saponinas en la dieta, y el tercero enfrentado a *Eimeria* y presencia de anticoccidial químico (Clipodol 25%) en la dieta. En los resultados de conteo de ooquistes encontró que la dieta sin anticoccidial tuvo mayor cantidad de ooquistes durante todo el proceso siendo 2123.40 ooquistes/gramo de heces su máximo a los 7 días, el tratamiento con aditivo natural a base de saponinas tuvo como máximo 328.80 ooquistes/gramo de heces al día 7 y para el siguiente control a los 13 días disminuyó hasta 30.20 ooquistes/gramo de heces, y el tratamiento con aditivo químico obtuvo resultados similares al de saponinas, teniendo como valor máximo menos de 500 ooquistes/gramo de heces. Con respecto a las lesiones macroscópicas encontradas en el grupo sin anticoccidial

tuvo una valoración de 4.0 a nivel del intestino superior a diferencia de los otros dos tratamientos donde se tuvo 2.0 y 2.2 en el que presentaba anticoccidial natural y químico respectivamente. Según esto, se concluyó que sí hubo un control por parte del anticoccidial natural a base de saponinas, ya que disminuyó el recuento de ooquistes y las lesiones encontradas fueron de baja valoración, teniendo un efecto similar que el anticoccidial químico.

En el estudio realizado por Carranza *et al.* (2011) se realizó la comparación del efecto de las sapogeninas esteroideas provenientes del extracto de *Trigonella foenum-graecum* contra la combinación de anticoccidiales ionóforos y químicos que consistía en nicarbazina+monensina sobre los parámetros productivos y conteo de ooquistes en heces en pollos cuyas camas contenían ooquistes esporulados de *Eimeria* a una concentración de  $5 \times 10^3/\text{gr}$ . Se tuvo como resultados que el conteo de ooquistes al final de la crianza fue similar entre ambos tratamientos, concluyendo así que el uso de las sapogeninas tendría un efecto similar a los anticoccidiales utilizados tradicionalmente, por lo cual se podría considerar como tratamiento alternativo para la Coccidiosis aviar.

Así mismo, Muñoz y Pintado (2016) realizaron un estudio cuyas variables incluían la evaluación del efecto coccidiostato del extracto de quillaja al 0,1% en el alimento en 2 tipos de crianza diferentes, intensiva y semi-intensiva, el grupo control consistía en un sistema intensivo sin suplementación de dicho extracto; pero sí un programa anticoccidial. Como resultados del recuento de ooquistes en muestras de duodeno y ciego en la octava semana no hubo diferencias estadísticas significativas entre el grupo control y los suplementados con el extracto de quillaja, demostrando que dicho extracto tendría un efecto anticoccidial similar al programa anticoccidial instaurado en el grupo control.

En el estudio de Pasaribu *et al.* (2014) se evaluó la eficacia anticoccidial de las saponinas provenientes de *Sapindus rarak* sobre la esporulación de *E. tenella* in vitro, para lo cual

primero se evaluó que tamaño de partícula sería el mejor considerando el tamaño de la espuma que formaban al estar en contacto con agua y la cantidad de saponinas que contenían, teniendo mejores resultados con las partículas de 75  $\mu\text{m}$  a comparación de las partículas de 300  $\mu\text{m}$  y 600  $\mu\text{m}$ . A partir de esos resultados se utilizó las partículas de 75  $\mu\text{m}$  para evaluar su efecto inhibitorio sobre ooquistes de *E. tenella* in vitro, los resultados obtenidos indicaron que a una mayor concentración de saponinas la inhibición era mayor y conforme la concentración de saponinas disminuía el porcentaje de inhibición también, concluyendo así que tendría la capacidad de prevenir el desarrollo de *E. tenella* y sería recomendable su uso como anticoccidial.

Finalmente, Hassan *et al.* (2008) evaluaron el impacto de dietas suplementadas al 0% y 5% con harina de guar sobre pollos que habían sido expuestos y no expuestos a *E. tenella*, esta exposición fue a 5000 ooquistes de *E. tenella* en 0.5 ml de agua destilada que se ofrecieron por vía oral mediante una sonda a los 10 días de edad. En la evaluación de ooquistes en heces se encontró que aquellos pollitos suplementados con 5% de la harina de guar tuvieron una reducción de  $58.2 \times 10^4$  a  $2.7 \times 10^4$  del día 7 al día 10, y que los pollitos suplementados con 0% de harina de guar tuvieron una reducción de  $5.52 \times 10^4$  a  $0.5 \times 10^4$  en la misma cantidad de días; además, las diarreas sanguinolentas producto de la enfermedad solo se observaron en aquellos pollitos pertenecientes al tratamiento suplementado con 0% de la harina de guar. Según estos resultados se determinó que la suplementación con 5% de harina de guar redujo la infección de *E. tenella* en los pollitos pues tuvieron una disminución considerable en la producción de ooquistes y en la presentación de diarreas con sangre; sin embargo, no se determinó que componente de esta harina tendría este efecto anticoccidial, pero el componente más potencial a tener este efecto serían las saponinas.

## 5. CONCLUSIONES

- Según la revisión bibliográfica realizada se concluye que las saponinas tienen un efecto anticoccidial favorable en pollos de engorde, pues en los estudios donde se comparó su eficacia con la de anticoccidiales químicos o ionóforos se obtuvieron resultados similares, sobretodo en el recuento de ooquistes demostrando así su capacidad de reducir la producción de ooquistes y consecuentemente controlar la presentación de esta enfermedad.
- La implementación del uso de saponinas como aditivo en la alimentación de los pollos de engorde sería de gran utilidad en la industria avícola, pues ayudaría a reducir la presentación de la Coccidiosis aviar haciendo uso de productos naturales y evitando así el problema de la resistencia a los anticoccidiales.
- El efecto coadyuvante de las saponinas sería de gran importancia en la industria avícola, pues podría potenciar el efecto de las vacunas aplicadas para el control de otras enfermedades.
- Se requieren más estudios relacionados al efecto anticoccidial de las saponinas para poder implementar esta alternativa natural en la alimentación de los pollos de engorde; además, también se debería evaluar otros efectos de las saponinas directamente en esta especie para un mayor beneficio por parte de aquellas personas que decidan utilizarlo.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ahumada, A. Ortega, A. Chito, D. Benítez, R. 2016. Saponinas de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*): un subproducto con alto potencial biológico. Revista Colombiana Ciencias Químico-Farmacéuticas, 45(3), 438-469. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rccqf/v45n3/v45n3a06.pdf>
2. Arenas, J. 2017. Efecto anticoccidial del Clopidol al 50% de concentración sobre los índices productivos en pollos de engorde. Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica. Disponible en: <http://repositorio.unica.edu.pe/bitstream/handle/UNICA/3005/EFEECTO%20ANTICOCCIDIAL%20DEL%20CLOPIDOL%20AL%2050%25%20DE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
3. 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, 405-418. Disponible en: <https://www.scielo.br/pdf/rbca/v17n4/1516-635X-rbca-17-04-00405.pdf>
4. Burrell, A. Tomley, F. Vaughan, S. & Marugan, V. (2019). Life cycle stages, specific organelles and invasion mechanisms of *Eimeria* species. Parasitology 1-16. Disponible en: <https://www.cambridge.org/core/journals/parasitology/article/life-cycle-stages-specific-organelles-and-invasion-mechanisms-of-eimeria-species/0CD92E393B325AF0C7B6F51ADBBF2A21>
5. Campos, R. 2011. Selecciones avícolas: La coccidiosis en el pollo de carne. Métodos actuales de control: 19-23. Disponible en: <https://seleccionesavicolas.com/pdf-files/2011/6/6090-la-coccidiosis-en-el-pollo-de-carne.-metodos-actuales-de-control.pdf>

6. Carranza, V. Rogelio, J. Uribe, J. Fuentes, V. Taylor, A. (2011). Uso de saponinas esteroidales en la prevención de Coccidiosis aviar. Nota técnica. Revista Científica, 2, 115-117. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/959/95918097002.pdf>
7. Chávez, M. 2009. Coccidiosis aviar. Universidad Autónoma Agraria. Disponible en: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/7955/MARIO%20CH%20C1VEZ%20BRAVO.pdf?sequence=1>
8. Cheeke, P. (2009). Applications of saponins as feed additives in poultry production. World's Poultry Science Association. Disponible en: <https://en.engormix.com/poultry-industry/articles/applications-saponins-feed-additives-t34607.htm>
9. Desai, S. Desai, D. Kaur, H. 2009. Saponins and their biological activities. Pharma Times, 41(3). Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/288126191\\_Saponins\\_and\\_their\\_biological\\_activities](https://www.researchgate.net/publication/288126191_Saponins_and_their_biological_activities)
10. Elanco. 2019. Diagnóstico de la Coccidiosis: Identificación, valoración de lesiones y recuento de ooquistes. Disponible en: <https://avicultura.info/diagnostico-de-la-coccidiosis-identificacion-valoracion-y-recuento/>
11. Escobar, M. López, A. Ramírez, P. (2010). Determinación de fuentes de transmisión de Coccidiosis (*Eimeria* spp) en aves de la línea Hy-Line Brown desarrolladas en jaula en dos granjas del Paisnal-Departamento de San Salvador, El Salvador. Universidad de El Salvador. Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/1582/1/13100835.pdf>

12. Espejo, R. 2014. Evaluación experimental de las saponinas del Quillay (*Quillaja saponaria*) como inhibidoras del desarrollo de coccidias intestinales en pollos de engorde. Universidad de Chile. Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/131639/Evaluaci%C3%B3n-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>
  
13. 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. Universidad Central de Ecuador. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/17751/1/T-UCE-0014-MVE-038.pdf>
  
14. Faizal, A. Geelen, D. (2013). Saponins and their role in biological processes in plants. *Phytochemistry Reviews*, 12, 887-893. Disponible en: <https://multisite.itb.ac.id/wp-content/uploads/sites/56/2016/06/Saponins-and-their-role.pdf>
  
15. Francis, G. Kerem, Z. Makkar, H. Becker, K. (2007). The biological action of saponins in animal systems: a review. Disponible en: <https://www.cambridge.org/core/journals/british-journal-of-nutrition/article/biological-action-of-saponins-in-animal-systems-a-review/9FF0990F2A7AEFE5B990555A0D4A63B8>
  
16. García, I. Muñoz, B. Aguirre, A. Polo, I. García, A. Refoyo, P. (2008). Manual de Laboratorio de Parasitología: Coccidios intestinales y tisulares. Universidad

- Complutense de Madrid. Madrid, España. Disponible en:  
<http://www.revistareduca.es/index.php/biologia/article/viewFile/778/794>
17. García, P. Rivera, N. (2017). El ciclo biológico de los coccidios intestinales y su aplicación clínica. Revista de la Facultad de Medicina (México), 60-6. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0026-17422017000600040](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0026-17422017000600040)
18. Giner, A. 2015. Herramientas para el control de la coccidiosis aviar. Disponible en: <https://avicultura.info/herramientas-para-el-control-de-la-coccidiosis-aviar/>
19. Gonzáles, Y. Mena, Y. Martín, D. Valido, A. Oreste, J. Nieto, L. (2020). Efecto antiinflamatorio in vivo de fracción enriquecida de saponinas de *Agave brittoniana* Trel subespecie brachypus. Revista de la Facultad de Farmacia, Universidad de Granada. Disponible en: <https://revistaseug.ugr.es/index.php/ars/article/view/15352/0>
20. Güçlü, Ö. Mazza, G. 2007. Saponins: Properties, applications and processing. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 47, 231-258. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/6375032\\_Saponins\\_Properties\\_Applications\\_and\\_Processing](https://www.researchgate.net/publication/6375032_Saponins_Properties_Applications_and_Processing)
21. Hassan, S. El-Gayar, A. Cadwell, D. Bailey, C. Cartwright, A. (2008). *Guar meal* ameliorates *Eimeria tenella* infection in broiler chicks. Veterinary Parasitology, 157, 133-138. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304401708003609>
22. Horváth, I. 2012. Coccidiosis lesion scoring. Disponible en: <https://eliasnutri.files.wordpress.com/2012/04/score-de-lesion-macro-tomalo-como-base1.pdf>

23. Répérant. Coccidiosis: Disease monitoring. Disponible en:  
<https://www.immucox.com/Coccidiosis/Disease-Monitoring>
24. Joseph, A. Adekunle, M. 2018. Diagnosis and control of chicken coccidiosis: a recent update. Journal of Parasitic Diseases, 42. Disponible en:  
<https://link.springer.com/article/10.1007/s12639-018-1048-1>
25. Kregiel, D. Berlowska, J. Witonska, I. Antolak, H. Proestos, C. Babic, M. Babic, L. Zhang, B. (2017). Saponin-Based, Biological-Active Surfactants from Plants. Disponible en: <https://cdn.intechopen.com/pdfs/54735.pdf>
26. Lu, C. Jorgensen, N. 1987. Alfalfa Saponins Affect Site and Extent of Nutrient Digestion in Ruminants. Journal of Nutrition, 117, 919-27. Disponible en:  
[https://www.researchgate.net/publication/19575475\\_Alfalfa\\_Saponins\\_Affect\\_Site\\_and\\_Extent\\_of\\_Nutrient\\_Digestion\\_in\\_Ruminants](https://www.researchgate.net/publication/19575475_Alfalfa_Saponins_Affect_Site_and_Extent_of_Nutrient_Digestion_in_Ruminants)
27. Mai, K. Sharman, P. Walker, R. Katrib, M. De Souza, D. McConville, M. Wallach, M. Belli, S. Ferguson, D. Smith, N. (2009). Oocyst wall formation and composition in coccidian parasites. Memorias del Instituto Oswaldo Cruz, vol. 104, no. 2. Disponible en:  
[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0074-02762009000200022](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0074-02762009000200022)
28. Martín, D. (2016). Evaluación en modelos experimentales del efecto antiinflamatorio de extractos de *Agave brittoniana* Trel subespecie *Brachypus*. Universidad Central “Martha Abreu” de las Villas, Cuba. Disponible en:  
<https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/7725/Mart%C3%ADn%20Monteagudo%20Dalys.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
29. Mohamed, M. Said, A. Gomha, A. 2019. A review on saponins from medicinal plants: chemistry, isolation, and determination. Journal of Nanomedicine

- Research. Disponible en: <https://medcraveonline.com/JNMR/JNMR-07-00199.pdf>
30. Mohan, V. Tresina, P. Daffodil, E. (2016). Antinutritional Factors in Legume Seeds: Characteristics and Determination. Encyclopedia of Food and Health, 211-220. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123849472000362>
31. Muñoz, J. Pintado, J. (2016). Evaluación de pollos camperos en producción intensiva y semi-intensiva con suplementación de extracto de quillaja y residuos de hortalizas. Universidad de Cuenca, Ecuador. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/25350/1/Tesis.pdf.pdf>
32. Paredes, E. 2018. Determinación del número de ooquistes de coccidias por gramo de heces en gallos de pelea (*Gallus gallus domesticus*) en el Distrito de Jacobo D. Hunter, Arequipa 2018. Universidad Católica Santa María. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/198128621.pdf>
33. Pasabiru, T. Astuti, D. Wina, E. Sumiati. Setiyono, A. (2014). Saponin Content of *Sapindus rarak* Pericarp Affected by Particle Size and Type of Solvent, its Biological Activity on *Eimeria tenella* Oocysts. International Journal of Poultry Science 13, 347-352. Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/6747/6f0d8ca8cb9b7fdb3d6b29067c02b108690f.pdf>
34. Pereira, M. (2018). Vacunación de Coccidiosis Aviar. Universidad de Zaragoza, España. Disponible en: <https://zaguan.unizar.es/record/69550/files/TAZ-TFG-2018-120.pdf>
35. Ramos, E. de la Fuente, G. Duval, S. Wehrli, C. Bouillon, M. Lahmann, M. Preskett, D. Braganca, R. Newbold, C. (2017). Antiprotozoal Effect of Saponins

- in the Rumen Can Be Enhanced by Chemical Modifications in Their Structure.  
 Disponible en: <https://www.readcube.com/articles/10.3389/fmicb.2017.00399>
36. Rebulý, G. 2013. Evaluación de esporulación de ooquistes de *Eimeria spp.* en cama de una granja avícola de aves de reemplazo en la aldea agua dulce, Zaragoza, Chimaltenango. Universidad de San Carlos de Guatemala. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/35293073.pdf>
37. 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. Trujillo, Perú. Disponible en: <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/2958>
38. Rodríguez, S. Torres, G. (2008). Coccidiosis en pollos de engorde: Reporte de caso, Tunja, Bocayá. Cultura Científica, 30-35. Disponible en: [https://www.jdc.edu.co/revistas/index.php/Cult\\_cient/article/view/300](https://www.jdc.edu.co/revistas/index.php/Cult_cient/article/view/300)
39. Sánchez, C. Castañeda, L. Trejo, L. Mendoza, G. Gloria, A. (2019). Evaluation of a Feed Plant Additive for Coocidiosis Control in Broilers Herbals fos Coccidiosis Control. Brazilian Journal of Poultry Science, vol 21. Disponible en: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-635X2019000100324](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-635X2019000100324)
40. Savage, G. (2016). Saponins. Encyclopedia of Food and Health, 714-716.  
 Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123849472006103>
41. Shirley, M. Smith, A. & Tomley, F. (2005). The biology of avian *Eimeria* with an emphasis on their control by vaccination. Advances in Parasitology 60, 285–330.  
 Disponible en:

- [https://www.researchgate.net/publication/7536523\\_The\\_Biology\\_of\\_Avian\\_Eimeria\\_with\\_an\\_Emphasis\\_on\\_their\\_Control\\_by\\_Vaccination](https://www.researchgate.net/publication/7536523_The_Biology_of_Avian_Eimeria_with_an_Emphasis_on_their_Control_by_Vaccination)
42. Sparg, S. Light, M. Staden, J. (2004). Biological activities and distribution of plants saponins. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378874104002557>
43. Tewari, A. Maharana, B. Control of poultry coccidiosis: changing trends. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3114971/>
44. Troisi, J. Di Fiore, R. Pulvento, C. d'Andria, R. (2013). Saponinas. Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013, 317-330. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/266969103\\_Saponinas](https://www.researchgate.net/publication/266969103_Saponinas)
45. Vignau, M. Venturini, L. Romero, J. Eiras, D. & Basso, W. (2005). Parasitología práctica y modelos de enfermedades parasitarias en los animales domésticos. 1º edición, Argentina.
46. Wina, E. Muetzel, S. Becker, K. (2005). The impact of saponins or saponin – containing plant materials on ruminant production- a review. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16218650/>
47. Wina, E. Pasaribu, T. Rakhmani, S. Tangendjaja, B. (2017). The Role of Saponin as Feed Additive for Sustainable Poultry Production. Indonesian Bulletin of Animal and Veterinary Sciences, v. 27, no. 3, p. 117- 124. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/323368178\\_The\\_Role\\_of\\_Saponin\\_as\\_Feed\\_Additive\\_for\\_Sustainable\\_Poultry\\_Production](https://www.researchgate.net/publication/323368178_The_Role_of_Saponin_as_Feed_Additive_for_Sustainable_Poultry_Production)
48. Yuño, M. Gogorza, L. 2008. Coccidiosis aviar: respuesta inmune y mecanismos de control en la industria avícola. Sanidad Animal. Buenos Aires, Argentina. Disponible en: [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_aves/enfermedades\\_aves/88-Yuo-Coccidiosis.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_aves/enfermedades_aves/88-Yuo-Coccidiosis.pdf)

49. Zárate, S. 2016. Evaluación del método de extracción sólido – líquido de la saponina de 5 cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*), su encapsulamiento y utilización en la alimentación. Disponible en: [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2432/Zarate\\_Sullca\\_Suzan\\_Erika.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2432/Zarate_Sullca_Suzan_Erika.pdf?sequence=1&isAllowed=y)