

Evaluación de la eficiencia de diferentes grados de inclusión de anticoccidiales en el alimento del pollo de engorde Ross 308 sobre el desempeño en su etapa final en la granja Nirvana en el 2022

Evaluation of the efficiency of different degrees of inclusion of anticoccidials in the Ross 308 broiler feed on the performance in its final stage at the Nirvana farm in 2022

Hannah Valentina Baquero Parra¹ Est MVZ (1000518933); Johana María Escobar Ramírez¹ Est MVZ (1001016877); Luis Carlos Veloza Angulo² MV, MSc; Juan Carlos Pareja Arcila² MV, MSc; Oscar Andrés Sáenz Ruíz² IF, MSc; Alejandro Saldarriaga Saldarriaga³ ZOOT, MSc; Francisco José Garay Pineda² MV, MSc

¹ Estudiantes de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad CES. Calle 10 No 22 A 04, Medellín, Colombia.

² Grupo INCA-CES, línea de investigación en producción de monogástricos, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad CES. Calle 10 No 22 A 04, Medellín, Colombia. Correo electrónico: fgaray@ces.edu.co

³ Grupo BIOS. Medellín, Colombia.

Resumen

La coccidiosis aviar es una enfermedad parasitaria provocada por protozoos del género *Eimeria* los cuales se multiplican en el tracto intestinal causando daños en los tejidos manifestándose signos como diarrea, deshidratación, pérdida de sangre y mortalidad, sin embargo, estos dependen del tipo de coccidia, cantidad de coccidias ingeridas y del grado de inmunidad de cada ave (1, 2). *Objetivo.* En el presente estudio se evaluó la eficiencia en el control de la coccidiosis al suministrar seis tratamientos (Tabla 1), cada uno con diferentes grados de inclusión de anticoccidiales para así analizar su desempeño zootécnico al día 7, 21 y 35 de vida, centrándose en la etapa

final de la producción del pollo de engorde. *Materiales y métodos.* Dichos tratamientos fueron distribuidos aleatoriamente a los 48 corrales disponibles para llevar a cabo la investigación, en la cual se seleccionaron 4 aves por tratamiento (una por cada corral) para tomar muestras histopatológicas del intestino delgado y de los ciegos, y a partir de los datos recolectados, determinar la presencia de coccidia y sus efectos en los sistemas de producción en piso aun con el uso de anticoccidiales en el alimento, pudiendo ser un factor desencadenante de una disminución en el desempeño zootécnico. Las comparaciones de las categorías de tratamiento contra lesiones histopatológicas se realizaron por medio de la prueba de “Chi-cuadrado de independencia” con una confianza del 95%, mientras que en las mediciones zootécnicas se aplicó la prueba “ANOVA simple” con una confianza del 95% y a partir de los resultados se llevó a cabo el test “HSD de Tukey”. **Resultados.** En la tabla 3, se logró evidenciar que las lesiones que presentaron diferencias estadísticamente significativas fueron: edema ($p < 0,0465$), inflamación mixta ($p < 0,0084$), necrosis glandular ($p < 0,0452$) y necrosis de criptas ($p < 0,0112$); estas lesiones permiten identificar que a diferentes grados de AC, las lesiones se siguen presentando en diferentes grados, pero con una tendencia a la ausencia como se ve del tratamiento 1 – 5, mientras que en el tratamiento 6 de control las lesiones se presentan con mayor frecuencia, siendo algunas más significativas (necrosis de criptas y edema). Lo anteriormente descrito es fundamental dado que las aves se exponen a las mismas condiciones ambientales comprendiendo que a un mayor o menor grado de AC, puede disminuir este tipo de injurias previniendo que el rendimiento zootécnico se vea afectado por la destrucción de la integridad intestinal en las aves.

Palabras clave: *anticoccidiales, histopatología, nutrición animal, ooquistes, pollo de engorde.*

Abstract

Coccidiosis aviary is a parasitic disease caused by protozoa of the genus *Eimeria* which multiply in the intestinal tract causing damages in the tissues, leading to some signs such as diarrhea, dehydration, blood loss and mortality which depend on the type and quantity of coccidia ingested and the level of immunity of each bird (1, 2). *Objective.* This study evaluated the coccidiosis control efficiency when providing six

treatments (table 1), each with a different level of anticoccidials to analyze their zootechnical performance at day 7, 21 and 35 of life, focusing on the final stage of the broiler chicken production. *Materials and methods.* Said treatments were randomly distributed to the 48 pens available to carry out the research 4 birds were selected (one per-pen) to take histopathological samples of the small intestine and cecum, and from the data collected, determine the presence of coccidia and its effects in floor production systems even with the use of anticoccidials in the feed, which could be a triggering factor of a decrease in zootechnical performance. The comparisons of treatment categories against histopathological lesions were performed using the chi-square test of independence with a 95% confidence level, while in the zootechnical measurements the simple ANOVA test was applied with a 95% confidence level and from the results the Tukey HSD test was carried out. *Results.* Table 3 shows that the lesions that presented statistically significant differences were: edema ($p < 0.0465$), mixed inflammation ($p < 0.0084$), glandular necrosis ($p < 0.0452$) and crypt necrosis. ($p < 0.0112$); These lesions allow us to identify that at different degrees of AC, the lesions continue to occur in different degrees, but with a tendency towards absence as seen in treatment 1 – 5, while in control treatment 6 the lesions occur more frequently. frequency, some being more significant (crypt necrosis and edema). It is essential to take the above into account given that the birds are exposed to the same environmental conditions, understanding that a greater or lesser degree of AC can reduce this type of injury, preventing zootechnical performance from being affected by the destruction of intestinal integrity in birds.

Key words: *anticoccidial agents, histopathology, animal nutrition, oocysts, broiler chicken.*

Introducción

Uno de los problemas que se ha evidenciado en mayor proporción en la avicultura, ha sido el manejo, eliminación y/o erradicación de las coccidias ya que, algunas de las especies han desarrollado resistencia a los anticoccidiales como ionóforos o agentes sintéticos, siendo el primer grupo la principal opción para su control debido a que la resistencia a estos se desarrolla considerablemente más lento que en los

segundos, ya que no inhiben completamente el ciclo de vida de este protozoario y permiten el desarrollo de la inmunidad en el hospedero en la primera exposición (3, 5). Sin embargo, una vez se desarrolla la resistencia hacia estos, se procede a utilizar el segundo grupo, en donde su uso persistente da como resultado el desarrollo de parásitos resistentes, lo que limita su eficacia (4, 5).

La coccidia es un protozoo del género *Eimeria* que está presente en la mayoría de los galpones avícolas de todas las regiones del mundo (1, 4). Siendo lo anterior, el resultado del ciclo biológico con el cual la reproducción y perpetuación de las diferentes especies por la ingestión de ooquistes esporulados dan lugar a un proceso de carácter clínico o subclínico, caracterizado por un síndrome de malabsorción y el bajo rendimiento de las aves. Es fundamental conocer las seis especies de coccidia que se diagnostican con mayor frecuencia en Colombia y qué tipo de lesiones generan a lo largo del tracto intestinal en pollo de engorde.

La importancia de este protozoario en los sistemas de producción avícola se da porque representa un alto riesgo y muchas veces un problema para el productor ya que causa una baja la producción y pérdidas económicas de gran impacto, se estima que a nivel global se pierden hasta \$3 mil millones por año (4, 5). Esto demuestra la importancia de tomar medidas de prevención y/o tratamiento (según la necesidad) con los métodos existentes, al igual que la capacitación de avicultores.

Una de las estrategias para el manejo de la coccidiosis, se centra en la evaluación de la eficacia del uso de anticoccidiales en diferentes dosis en el alimento de pollo de engorde Ross 308 podría mejorar esta problemática, el bienestar animal y los parámetros zootécnicos (6, 7). Por lo descrito anteriormente, es importante idear nuevas estrategias de control y prevención para la coccidiosis, por ello, en el presente trabajo se buscó evaluar la eficiencia en diferentes grados de inclusión de anticoccidiales al alimento del pollo de engorde Ross 308 sobre el desempeño en su etapa productiva final, comprobando por diferentes métodos la presencia de lesiones en el tracto gastrointestinal y ooquistes en heces.

Materiales y métodos

Se llevó a cabo un estudio prospectivo, transversal y experimental con un lote de 2400 aves con 1 día de vida ingresadas a la granja el 24 de junio del 2022. A partir de ese día se hizo la distribución aleatoria de los tratamientos y se realizaron pesajes semanales para la evaluación de parámetros zootécnicos.

En el día 35 de vida (29 de julio del 2022) se seleccionaron 48 aves (8 por cada tratamiento), a las cuales se les realizó la eutanasia por medio de dislocación cervical y finalmente la necropsia, con el fin de encontrar cambios macroscópicos a nivel del intestino delgado y grueso (Duodeno, yeyuno, íleon, ciegos), y así mismo, realizarles un corte para la evaluación de cambios microscópicos.

Mediciones de desempeño zootécnico

Estas mediciones se realizaron en base a los días 7, 21 y 35 de edad, donde se registraron y analizaron: mortalidad acumulada y por etapa, peso vivo acumulado y por etapa, consumo acumulado y consumo por etapa, ganancia de peso y la conversión alimenticia acumulada.

Muestras histopatológicas:

Al día 34 de vida se seleccionarán 8 aves por cada uno de los tratamientos, es decir, un ave por cada corral de repetición para un total de 48 aves. Las 48 aves seleccionadas, fueron sacrificadas por dislocamiento cervical, para así proceder a realizar las necropsias. Toda la cavidad abdominal fue expuesta, en este caso el tracto gastrointestinal como prioridad para la toma de muestras. Se colectaron segmentos del tracto intestinal a nivel de duodeno, yeyuno, íleon y ciegos, siendo en total cinco muestras por ave. Las porciones intestinales, se escogieron dependiendo a la presencia y gravedad de las lesiones macroscópicas, en este caso, sólo se analizaron íleon y ciegos.

Al momento de clasificar las lesiones y tomar evidencia fotográfica de éstas, los tejidos fueron depositados en recipientes de plástico sin cierre hermético, donde se

fijaron con 2 ml/muestra de formol al 10%. Luego, se realizaron los cortes en el laboratorio de histología de la “Universidad CES”, para procesar los tejidos y obtener las placas necesarias para el análisis microscópico en el cual se analizó la presencia o ausencia de lesiones como: presencia de coccidias, edema, hemorragia, infiltrado inflamatorio mononuclear, infiltrado inflamatorio mixto, atrofia de células caliciformes, necrosis glandular y necrosis de criptas.

Tratamientos

Para la investigación se utilizaron seis tipos de concentrados que fueron administrados desde el día 28 hasta el día 35 de vida del pollo de engorde; es importante conocer su composición ya que, es necesario para realizar el análisis estadístico y relacionar los resultados arrojados, demostrando si puede mejorar o no la eficiencia de los parámetros zootécnicos referenciados anteriormente. La siguiente tabla muestra el número de tratamiento y su composición respecto a antibióticos (AB), anticoccidiales (AC) y porcentaje nutricional; cabe aclarar que no se conoce que tipo de AB y AC se agregó exactamente, ya que por privacidad de la empresa se mantiene en anonimato.

Tabla 1. Descripción de la composición de cada tratamiento.

Tratamiento	Descripción
1	Nivel nutricional base + AB (725 gr/ton) + AC (ionóforo 500 gr/ton)
2	6% reducción nivel nutricional base + AB (725 gr/ton) + AC (ionóforo 500 gr/ton)
3	6% reducción nivel nutricional base + AC (ionóforo 500 gr/ton) sin AB
4	6% reducción nivel nutricional base + AB (725 gr/ton) sin AC
5	6% reducción nivel nutricional base sin AB ni AC
6	Nivel nutricional base sin AB ni AC, tratamiento de control

Resultados

A continuación, un recordatorio que para cada uno de los tratamientos se realizará el análisis macroscópico a partir de la porción intestinal ciegos y algunos de íleon, ya que en estos se evidenció mayor presencia de lesiones macroscópicas.

Evaluación macroscópica y zootécnica estadística según el tratamiento

Tabla 2. Comparación de las lesiones macroscópicas en ciegos según el grado de presentación y el tratamiento a partir de la prueba "ANOVA simple".

LESIÓN	GRADO	TRATAMIENTO						P VALOR
		1	2	3	4	5	6	
Petequias	1	-	0 (0,00%)	0 (0,00%)	-	0 (0,00%)	1 (14,29%)	0,6976
	2	-	1 (14,29%)	1 (14,29%)	-	1 (14,29%)	0 (0,00%)	
	3	-	-	-	-	-	-	
	4	-	0 (0,00%)	0 (0,00%)	-	1 (14,29%)	1 (14,29%)	
	5	-	0 (0,00%)	0 (0,00%)	-	0 (0,00%)	1 (14,29%)	
Equimosis	1	-	-	-	-	-	-	0,1573
	2	-	-	-	-	-	-	
	3	-	-	-	-	0 (00%)	1 (50,00%)	
	4	-	-	-	-	1 (50,00%)	0 (0,00%)	
	5	-	-	-	-	-	-	
Engrosamiento	1	-	-	0 (0,00%)	1 (16,67%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0,4373
	2	-	-	0 (0,00%)	1 (16,67%)	0 (0,00%)	1 (16,67%)	
	3	-	-	-	-	-	-	
	4	-	-	1 (16,67%)	0 (0,00%)	1 (16,67%)	0 (0,00%)	
	5	-	-	1 (16,67%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	
Distensión	1	-	-	-	-	-	-	0,4838
	2	2 (22,22%)	0 (0,00%)	1 (11,11%)	0 (0,00%)	-	1 (11,11%)	
	3	0 (0,00%)	1 (11,11%)	0 (0,00%)	1 (11,11%)	-	2 (22,22%)	
	4	1 (11,11%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)	-	0 (0,00%)	
	5	-	-	-	-	-	-	
Contenido	1	-	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-	-	
	3	-	-	-	-	-	-	
	4	-	-	-	-	-	-	
	5	1 (50,00%)	-	-	1 (50,00%)	-	-	

El signo (-) significa que no hay datos.

Tratamiento 1

En la tabla 2, las lesiones más frecuentes que se presentaron en T1 en ciegos fueron: distensión, cambios en la longitud y presencia de contenido. Ninguna de las variables obtuvo un ($P < 0,05$), por ende, no se correlaciona con la composición de T1, ya que se seguirán presentando las lesiones con o sin este.

Tratamiento 2

En la tabla 2, el porcentaje de lesiones macroscópicas observadas en ciegos fueron: petequias y distensión. Ninguna de las variables obtuvo un ($P < 0,05$), por ende, no se correlaciona con la composición de T2, ya que se seguirán presentando las lesiones con o sin este.

Tratamiento 3

En la tabla 2, el porcentaje de lesiones macroscópicas observadas en ciegos fueron: petequias, engrosamiento de la mucosa y distensión. Ninguna de las variables obtuvo un ($P < 0,05$), por ende, no se correlaciona con la composición de T3, ya que se seguirán presentando las lesiones con o sin este.

Tratamiento 4

En la tabla 2, el porcentaje de lesiones macroscópicas observadas en ciegos fueron: engrosamiento de la mucosa, contenido y distensión. Ninguna de las variables obtuvo un ($P < 0,05$), por ende, no se correlaciona con la composición de T4, ya que se seguirán presentando las lesiones con o sin este.

Tratamiento 5

En la tabla 2, el porcentaje de lesiones macroscópicas observadas en ciegos fueron: petequias, equimosis y distensión. Ninguna de las variables obtuvo un ($P < 0,05$), por ende, no se correlaciona con la composición de T5, ya que se seguirán presentando las lesiones con o sin este.

Tratamiento 6

En la tabla 2, el porcentaje de lesiones macroscópicas observadas en ciegos fueron: petequias, equimosis, engrosamiento de la mucosa y distensión. Ninguna de las variables obtuvo un ($P < 0,05$), por ende, no se correlaciona con la composición de T6, ya que se seguirán presentando las lesiones con o sin este. Pero se observa que aumenta el número de lesiones en este T6, así que se podría sugerir que el tener un agregado de AC puede marcar la diferencia entre la cantidad y tipo de alteraciones que se puedan presentar.

Tabla 3. Resultados estadísticos en promedio comparando los tratamientos y parámetros zootécnicos

PROMEDIO \pm DESVIACIÓN ESTÁNDAR ($\bar{x} \pm \sigma$)						
Tratamiento	Edad (días)	Ganancia de peso diario (gr)	Conversión media	Mortalidad	Peso vivo (gr)	Consumo acumulado medio (gr)
1	22,75 \pm 11,95	68,19 \pm 36,21	1,18 \pm 0,24	1,75 \pm 2,06	1226,46 \pm 890,74	1602,74 \pm 1296,44
2	22,75 \pm 11,95	67,04 \pm 35,16	1,19 \pm 0,25	1,0 \pm 0,81	1210,84 \pm 874,51	1593,92 \pm 1282,1
3	22,75 \pm 11,95	66,98 \pm 35,07	1,20 \pm 0,25	0,75 \pm 0,5	1208,47 \pm 873,81	1597,84 \pm 1285,67
4	22,75 \pm 11,95	61,03 \pm 27,47	1,23 \pm 0,33	1,0 \pm 2,0	1175,81 \pm 813,83	1599,43 \pm 1288,05
5	22,75 \pm 11,95	66,57 \pm 34,35	1,20 \pm 0,25	1,75 \pm 0,95	1207,52 \pm 870,82	1606,67 \pm 1291,19
6	22,75 \pm 11,95	66,90 \pm 34,44	1,19 \pm 0,26	1,25 \pm 1,5	1213,09 \pm 875,11	1607,37 \pm 1299,15

Tabla 4. Resultados estadísticos en promedio comparando tratamientos y su P valor.

Parámetro zootécnico	P valor
EDAD (días)	10000
GANANCIA PESO DIARIO (gr)	0,9997
CONVERSIÓN MEDIA	0,9998
MORTALIDAD	0,8816
PESO VIVO (gr)	10000
CONSUMO ACUMULADO MEDIO (gr)	10000

* Indica diferencia estadística significativa (P< 0,05)

En la tabla 3 y 4, se logró evidenciar que ninguno de los parámetros zootécnicos obtuvo un P valor menor a 0,05 por lo que no hubo diferencia estadísticamente significativa, indicando que independientemente del tratamiento utilizado (con o sin AC y/o AB), los resultados se encuentran dentro de un rango similar entre ellos, por lo que en lo absoluto se destacan con disminución o aumento en alguno de los parámetros, demostrando que el desempeño zootécnico de las aves no se vio afectado por el tipo de tratamiento además de que con el manejo ambiental, sanitario, genético y nutricional estos parámetros se pueden potenciar o permanecer en un buen rango.

Evaluación microscópica y estadística según el tratamiento

Tabla 3. Comparación de las lesiones microscópicas en ciegos según el grado de presentación y el tratamiento.

LESIÓN	GRADO	TRATAMIENTO						P VALOR
		1	2	3	4	5	6	
Coccidias	Ausencia	6 (6,59%; 46,15%)	12 (13,19%; 80,00%)	11 (12,09%; 73,33%)	8 (8,79%; 50,00%)	11 (12,09%; 68,75%)	5 (5,49%; 31,25%)	0,1064
	Leve	3 (3,30%; 23,08%)	0 (0,00%; 0,00%)	1 (1,10%; 6,67%)	1 (1,10%; 6,25%)	0 (0,00%; 0,00%)	2 (2,20%; 12,50%)	
	Moderada	2 (2,20%; 15,38%)	2 (2,20%; 13,33%)	0 (0,00%; 0,00%)	1 (1,10%; 6,25%)	2 (2,20%; 12,50%)	5 (5,49%; 31,25%)	
	Severa	2 (2,20%; 15,38%)	1 (1,10%; 6,67%)	3 (3,30%; 20,00%)	6 (7,59%; 37,50%)	3 (3,30%; 18,75%)	4 (4,40%; 25,00%)	
Edema	Ausencia	6 (6,59%; 46,15%)	11 (12,09%; 73,33%)	10 (10,99%; 66,67%)	8 (8,79%; 50,00%)	10 (10,99%; 62,50%)	6 (6,59%; 37,50%)	0,0465*
	Leve	2 (2,20%; 15,38%)	0 (0,00%; 0,00%)	0 (0,00%; 0,00%)	0 (0,00%; 0,00%)	0 (0,00%; 0,00%)	0 (0,00%; 0,00%)	
	Moderada	2 (2,20%; 15,38%)	1 (1,10%; 6,67%)	0 (0,00%; 0,00%)	1 (1,10%; 6,25%)	4 (4,40%; 25,00%)	2 (2,20%; 12,50%)	
	Severa	3 (3,30%; 23,08%)	3 (3,30%; 20,00%)	5 (5,49%; 33,33%)	7 (7,69%; 43,75%)	2 (2,20%; 12,50%)	8 (8,79%; 50,00%)	
Hemorragia	Ausencia	8 (8,79%; 61,54%)	11 (12,09%; 73,33%)	13 (14,29%; 86,67%)	11 (12,09%; 68,75%)	14 (15,38%; 87,50%)	10 (10,99%; 62,50%)	0,5878
	Leve	3 (3,30%; 23,08%)	2 (2,20%; 13,33%)	1 (1,10%; 6,67%)	1 (1,10%; 6,25%)	2 (2,20%; 12,50%)	2 (2,20%; 12,50%)	
	Moderada	2 (2,20%; 15,38%)	2 (2,20%; 13,33%)	1 (1,10%; 6,67%)	2 (2,20%; 12,50%)	0 (0,00%; 0,00%)	3 (3,30%; 18,75%)	
	Severa	0 (0,00%; 0,00%)	0 (0,00%; 0,00%)	0 (0,00%; 0,00%)	2 (2,20%; 12,50%)	0 (0,00%; 0,00%)	1 (1,10%; 6,25%)	
Inflamación mononuclear	Ausencia	4 (4,40%; 30,77%)	6 (6,59%; 40,00%)	8 (8,79%; 53,33%)	7 (7,69%; 43,75%)	6 (6,59%; 37,50%)	8 (8,79%; 50,00%)	0,0571
	Leve	1 (1,10%; 7,69%)	2 (2,20%; 13,33%)	0 (0,00%; 0,00%)	1 (1,10%; 6,25%)	2 (2,20%; 12,50%)	1 (1,10%; 6,25%)	
	Moderada	2 (2,20%; 15,38%)	6 (6,59%; 40,00%)	6 (6,59%; 40,00%)	3 (3,30%; 18,75%)	7 (7,69%; 43,75%)	0 (0,00%; 0,00%)	
	Severa	6 (6,58%; 46,15%)	1 (1,10%; 6,67%)	1 (1,10%; 6,67%)	5 (5,49%; 31,25%)	1 (1,10%; 6,25%)	7 (7,69%; 43,75%)	
Inflamación mixta	Ausencia	13 (14,29%; 100,00%)	10 (10,00%; 66,67%)	15 (16,48%; 100,00%)	15 (16,48%; 93,75%)	16 (17,58%; 100,00%)	13 (14,29%; 81,25%)	0,0084*
	Leve	0 (0,00%; 0,00%)	1 (1,10%; 6,67%)	0 (0,00%; 0,00%)	1 (1,10%; 6,25%)	0 (0,00%; 0,00%)	2 (2,20%; 12,50%)	
	Moderada	0 (0,00%; 0,00%)	4 (4,40%; 26,67%)	0 (0,00%; 0,00%)	0 (0,00%; 0,00%)	0 (0,00%; 0,00%)	0 (0,00%; 0,00%)	
	Severa	0 (0,00%; 0,00%)	0 (0,00%; 0,00%)	0 (0,00%; 0,00%)	0 (0,00%; 0,00%)	0 (0,00%; 0,00%)	1 (1,10%; 6,25%)	
Atrofia de células caliciformes	Ausencia	3 (3,30%; 23,08%)	5 (5,49%; 33,33%)	7 (7,69%; 46,67%)	8 (8,79%; 50,00%)	11 (12,09%; 58,75%)	8 (8,79%; 50,00%)	0,2022
	Presencia	10 (10,99%; 76,92%)	10 (10,99%; 66,67%)	8 (8,79%; 53,33%)	8 (8,79%; 50,00%)	5 (5,49%; 31,25%)	8 (8,79%; 50,00%)	
Necrosis glandular	Ausencia	6 (6,59%; 46,15%)	12 (13,19%; 80,00%)	9 (9,89%; 60,00%)	8 (8,79%; 50,00%)	15 (16,48%; 93,75%)	11 (12,09%; 68,75%)	0,0452*
	Presencia	7 (7,69%; 53,85%)	3 (3,30%; 20,00%)	6 (6,59%; 40,00%)	8 (8,79%; 50,00%)	1 (1,10%; 6,25%)	5 (5,49%; 31,25%)	
Necrosis criptas	Ausencia	11 (12,09%; 84,62%)	15 (16,48%; 10,00%)	15 (16,48%; 10,00%)	16 (17,58%; 10,00%)	16 (17,58%; 10,00%)	12 (13,19%; 75,00%)	0,0112*
	Presencia	2 (2,20%; 15,38%)	0 (0,00%; 0,00%)	0 (0,00%; 0,00%)	0 (0,00%; 0,00%)	0 (0,00%; 0,00%)	4 (4,40%; 25,00%)	

*Indica que hay dependencia al tratamiento y a la respuesta ($p < 0,05$)

En la tabla 3, se logró evidenciar que las lesiones que presentaron diferencias estadísticamente significativas fueron: edema ($p < 0,0465$), inflamación mixta ($p < 0,0084$), necrosis glandular ($p < 0,0452$) y necrosis de criptas ($p < 0,0112$); estas lesiones nos permiten identificar que a diferentes grados de AC, las lesiones se siguen presentando en diferentes grados, pero con una tendencia a la ausencia como se ve del tratamiento 1 – 5, mientras que en el tratamiento 6 de control las lesiones se presentan con mayor frecuencia y siendo algunas más significativas (necrosis de criptas y edema). Es importante lo anterior ya que, las aves se exponen a las mismas condiciones ambientales y es un avance conocer que a un mayor o menor grado de AC, puede disminuir este tipo de lesiones previniendo que el rendimiento zootécnico se vea afectado por la destrucción de la integridad intestinal en las aves.

- **Coccidias:**

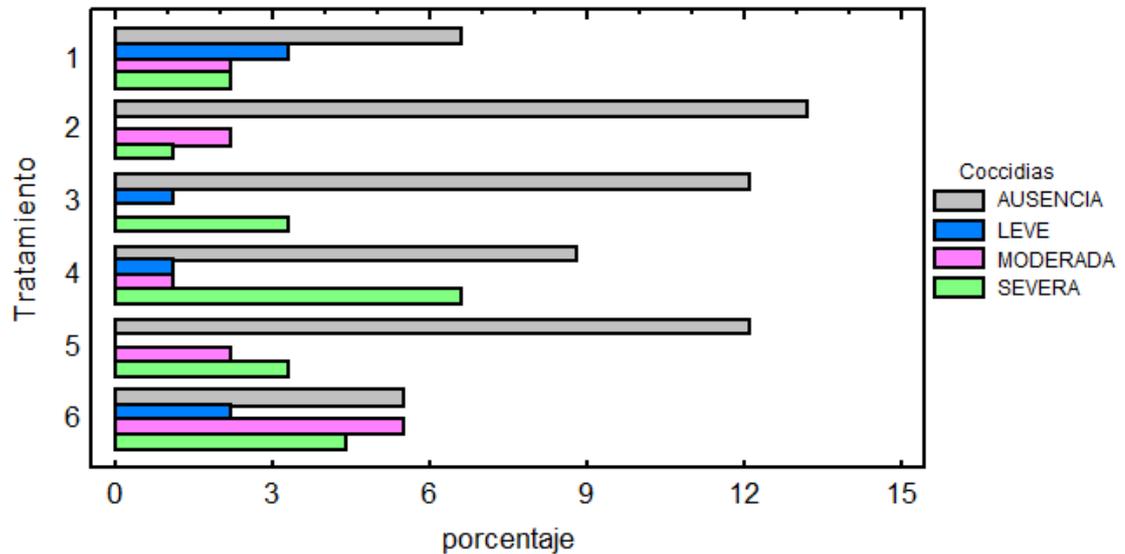


Figura 1. Diagrama de barras en donde se compara tratamientos, ausencia y presencia de coccidias a nivel histológico.

Se evidenció en el diagrama de barras de la figura 1, que no hay dependencia estadísticamente significativa entre la cantidad de coccidias evidenciadas en cada uno de los tratamientos ($p < 0,1064$), por lo tanto, independientemente del tratamiento hay presencia de coccidias, aunque con fluctuaciones en su cantidad, por ejemplo: en el T6 de control, se evidencia que la ausencia y presencia de coccidias están casi en el mismo porcentaje, mientras que los demás tratamientos tienden a ir desde el 6% hasta el 12% en ausencia de coccidias dejando un porcentaje poco representativo en manifestaciones coccidiales.

Una vez realizado lo anterior, se procede a comparar por medio de las imágenes microscópicas los hallazgos estadísticos con las observaciones en las placas histológicas a nivel de íleon y ciegos. Es importante aclarar que, en el T5, no se tomaron fotografías debido a que la carga parasitaria no era significativa en las placas histológicas.

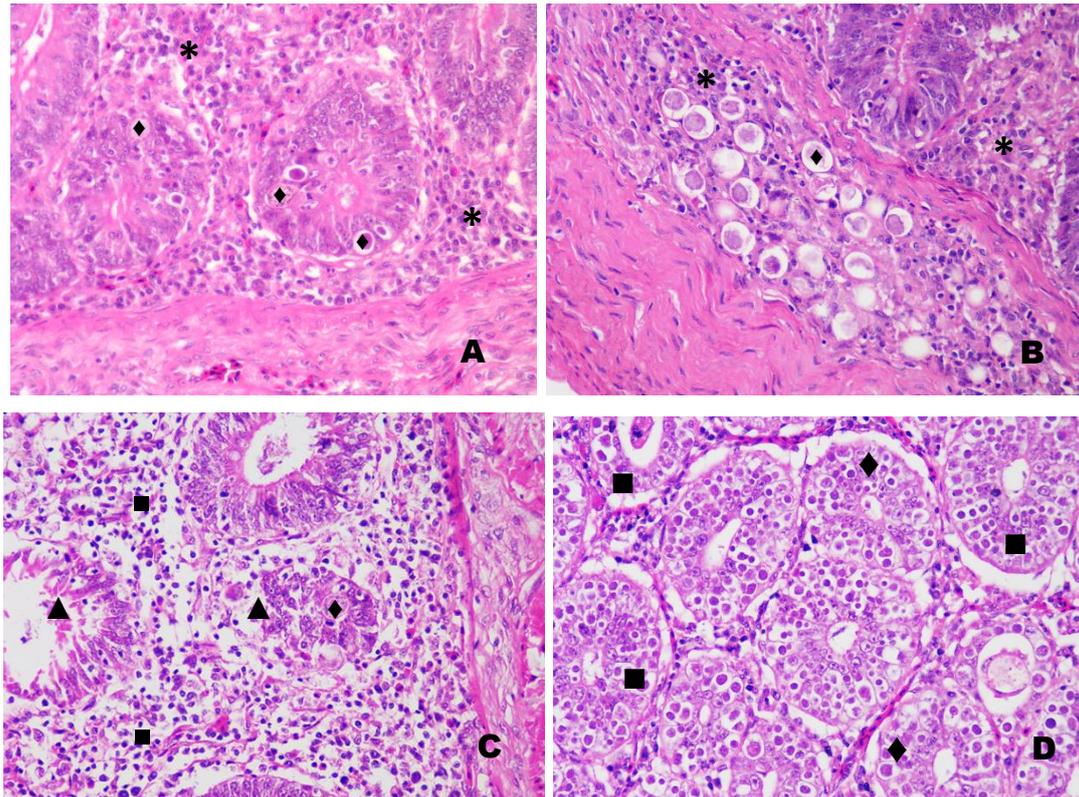


Figura 2. (A) Fotografía microscópica del ciego en el T1, donde se evidencia presencia moderada de coccidias en las células caliciformes (◆) con infiltrado inflamatorio mononuclear severo (*). 10x **(B)** Fotografía microscópica del ciego en el T1, donde se evidencia infiltrado inflamatorio mononuclear severo (*) con presencia abundante de coccidias en submucosa (◆). 10x **(C)** Fotografía microscópica del ciego en el T2, donde se evidencia infiltrado inflamatorio mixto moderado (*), presencia de coccidias moderada en glándulas intestinales (◆) y necrosis glandular en parénquima cecal (▲). 10x **(D)** Fotografía microscópica del ciego en el T3, donde se evidencia presencia abundante de coccidias (◆) y atrofia marcada de células caliciformes (■). 40x.

En la figura 2, se logra evidenciar desde T1 a T3 las diversas lesiones microscópicas en lamina propia, células y glándulas caliciformes y que, a pesar de tener un compuesto químico para el control de las coccidias, se observa su presencia con tendencia a ser abundante lo cual permite visualizar que su ciclo parasitario es uno de los puntos críticos a considerar para su control y/o eliminación.

- **Edema:**

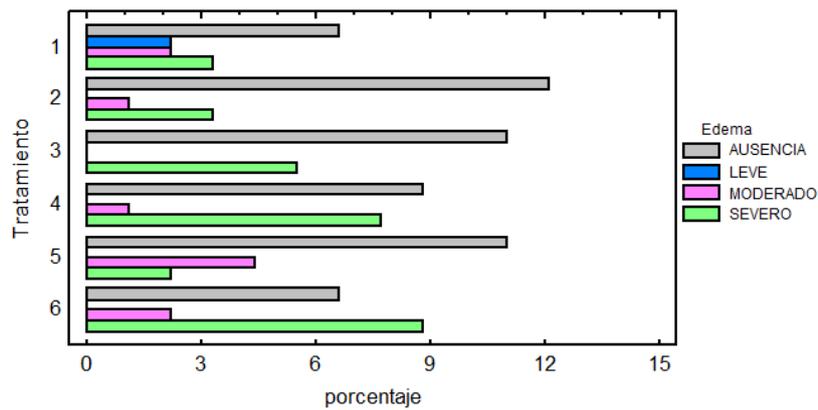


Figura 3. Diagrama de barras en donde se compara tratamientos, ausencia y grado de severidad del edema a nivel histológico.

Se evidenció en el diagrama de barras de la figura 3, que hay dependencia estadísticamente significativa en la presentación del edema en cada uno de los tratamientos ($p < 0,0465$), es decir, la presencia del edema es dependiente del tratamiento, por ejemplo: en el T6 de control, se invierte el patrón de aparición con respecto al resto de tratamientos, puesto que la presencia severa va aproximadamente hasta el 8,9% predominando antes que la ausencia la cual llega a un 6,6%, mientras que en T1, T2, T3, T4 y T5, predomina siempre la ausencia con valores que oscilan en un intervalo que va desde el 6,6% al 12%. Al tratarse del tratamiento de control, es decir, el grado severo disminuye parcialmente cuando el alimento contiene algún anticoccidial.

Una vez realizado lo anterior, se procede a comparar por medio de las fotografías microscópicas los hallazgos estadísticos con las observaciones en las placas histológicas a nivel de íleon y ciegos como se observa en las figuras 4 y 5. Por medio de estas se evidenció que los tratamientos como T2 y T6 presentaban un grado severo de edema en la lámina propia, presencia de coccidias en diferentes estadios (Figura 5.H) además de infiltrados inflamatorios en diferentes grados y composición celular, hemorragia y necrosis glandular. Lo anterior, demuestra que es importante realizar control sobre estos parásitos, puesto que las injurias que pueden generar atentán la integridad del tracto gastrointestinal de las aves.

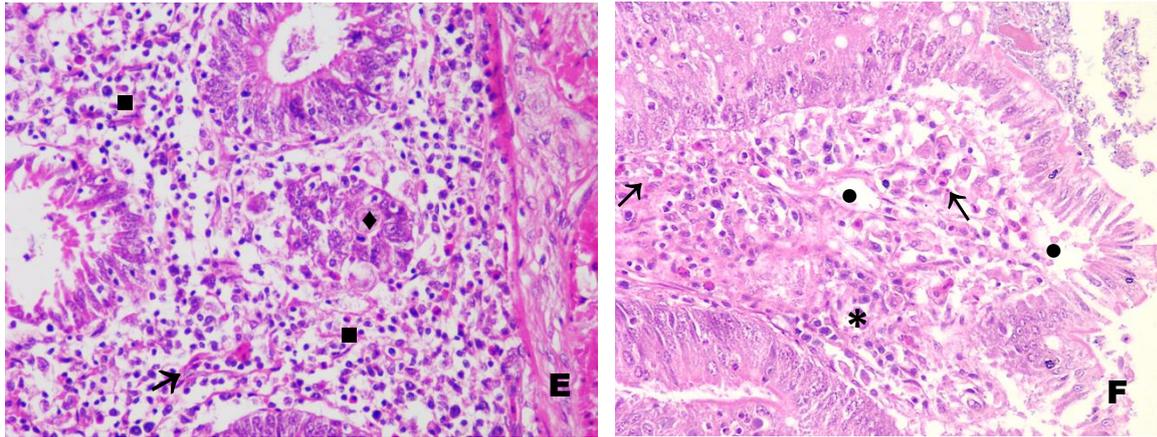


Figura 4. E) Fotografía microscópica del ciego en el T2, donde se observa presencia moderada de hemorragia (↑), coccidias (◆) e infiltrado inflamatorio mixto moderado (▪), edema severo en lámina propia (●) con atrofia de células caliciformes (■). 40x **(F)** Fotografía microscópica del ciego en el T6, donde se evidencia presencia leve de hemorragia (↑), infiltrado inflamatorio mononuclear severo (*) con presencia moderada de coccidias (◆) y edema severo en parénquima (●). 10x.

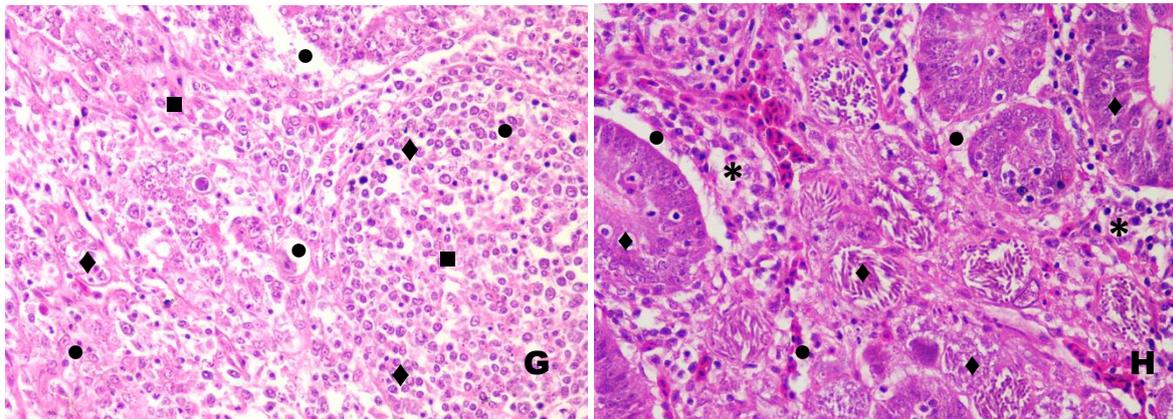


Figura 5. (G) Fotografía microscópica del ciego en el T6, donde se evidencia infiltrado inflamatorio mixto (▪) y presencia abundante de coccidias (◆), además de edema severo en lámina propia (●) y atrofia de células caliciformes (■). 40x **(H)** Fotografía microscópica del ciego en el T4, donde se evidencia infiltrado inflamatorio mononuclear severo (*), edema severo (●), presencia abundante de coccidias (◆) (merozoitos), atrofia de células caliciformes (■) y necrosis glandular (▲). 40x.

En la figura 5 se evidenció que tanto estadísticamente como histológicamente, el tipo de edema que predomina es el severo, sin embargo, la prevalencia en tratamientos

con AC es menor a comparación del tratamiento de control, donde se observa dicha lesión en la mayoría de los cortes histológicos.

- **Hemorragia:**

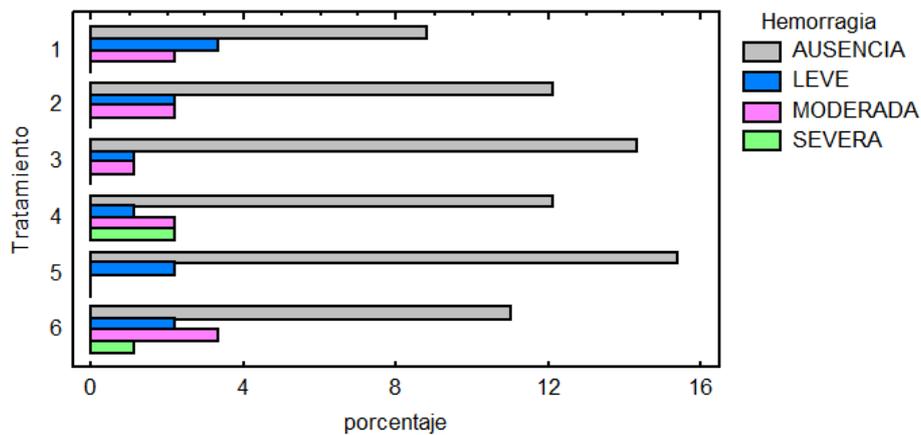


Figura 6. Diagrama de barras en donde se compara tratamientos, ausencia y grado de severidad de la hemorragia a nivel histológico.

Se evidenció en el diagrama de barras de la figura 6, que no hay dependencia estadísticamente significativa entre la presencia de hemorragia en sus diferentes grados de severidad con respecto a cada uno de los tratamientos ($p < 0,5878$), es decir, independientemente del tratamiento hay presencia de hemorragia, sin embargo, en cada uno de los tratamientos predomina notablemente la ausencia. En todos los casos se muestra el grado leve, mientras que el grado severo está más asociado con el T4 y T6, pero sólo representan un 1% en el caso del T6 y un 2% en el T4, siendo unas cifras poco significativas.

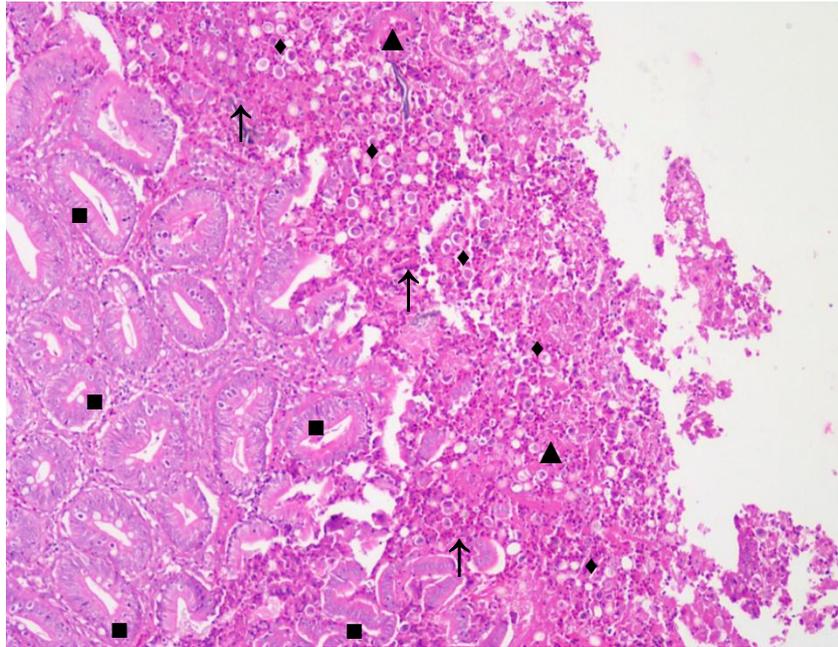


Figura 7. Fotografía microscópica del ciego en el T6, donde se evidencia hemorragia severa (↑) con infiltrado mononuclear (*) y presencia de coccidias severa (◆), acompañado de necrosis glandular (▲) y atrofia de células caliciformes (■). 4x.

En la figura 7 se evidenció que la hemorragia se presenta en todos los tratamientos, confirmando que no depende de sus compuestos AB o AC, sin embargo, se encontró con menor recurrencia en los tratamientos que otras lesiones como edema o atrofia de células caliciformes.

- **Infiltrado inflamatorio mononuclear:**

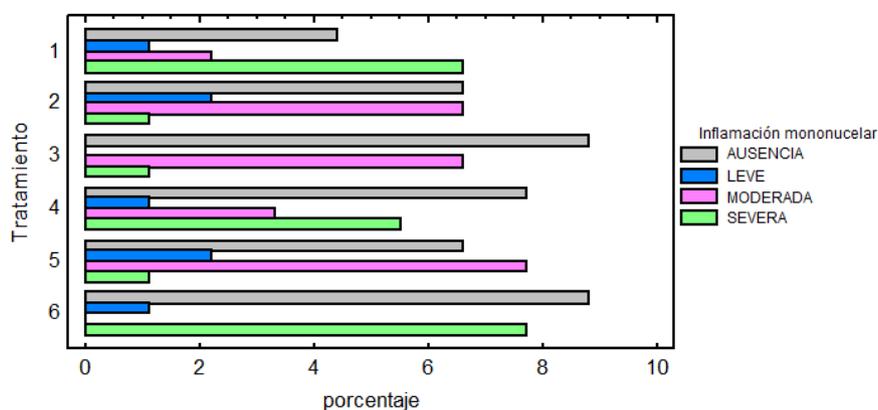


Figura 8. Diagrama de barras en donde se compara tratamientos, ausencia y grado de severidad del infiltrado inflamatorio mononuclear a nivel histológico.

Se evidenció en el diagrama de barras de la figura 8, que no hay dependencia estadísticamente significativa entre la presencia de inflamación mononuclear en sus diferentes grados de severidad y los tratamientos ($p < 0,0571$), es decir, independientemente del tratamiento hay presencia de inflamación mononuclear, por ejemplo: La ausencia predomina en los tratamientos T3, T4 y T6 llegando a porcentajes que oscilan entre el 7,8% al 8,8%, mientras que en el tratamiento dos el porcentaje entre el grado moderada y la ausencia es el mismo 6,5% en ambos casos. En todos los tratamientos se encuentra el grado moderado exceptuando el T6. En el T1 se invierte la relación descrita en los anteriores tratamientos en la que la ausencia es mayor o igual que algún grado de aparición, evidenciándose que el grado severo es mayor que la ausencia indicando una posible relación en la que el uso de un nivel nutricional base más AB y AC no está mostrando efectividad frente a las coccidias, puesto que la diferencia entre la ausencia y el grado severa va del 4,4% al 6,6%.

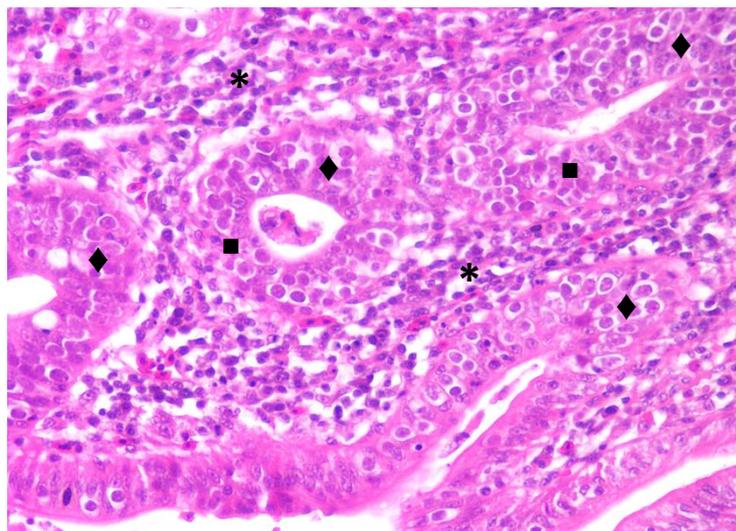


Figura 9. Fotografía microscópica del ciego en el T3, donde se evidencia infiltrado mononuclear moderado a nivel de lámina propia (*), presencia de coccidias severa (◆) y atrofia de células caliciformes (■). 40x.

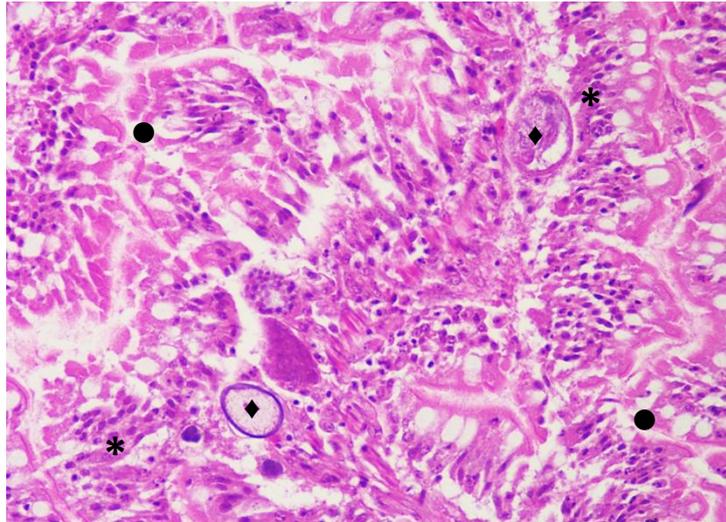


Figura 10. Fotografía microscópica del íleon en el T6, donde se evidencia infiltrado mononuclear moderado a nivel de lámina propia (*), presencia de coccidias moderada (◆) y edema severo (●). 40x

En las figuras 9, 10 y 11 se logra evidenciar la presencia de coccidias abundante y moderada, sin embargo, fue más evidente en las figuras 9 y 11, ya que éstas invaden las células caliciformes colonizando la glándula casi en su totalidad, mientras que en la figura 10 se ven estadios de coccidias más avanzados y delimitados en su morfología. También se observa que hay persistencia en la presentación de infiltrado inflamatorio mononuclear moderado presentándose en la mayoría de las láminas microscópicas descritas hasta el momento, lo que demuestra que no es dependiente del tratamiento y que se seguirán presentando.

Con respecto al grado moderada, se logra destacar más en T2, T3 y T5, con resultados porcentuales de 6,6% y 7,8%, indicando una posible relación entre este grado de severidad y el tratamiento. Mientras que el grado leve arroja resultados que en su mayoría son menores o iguales a 1%, dando una cifra estadísticamente poco significativa.

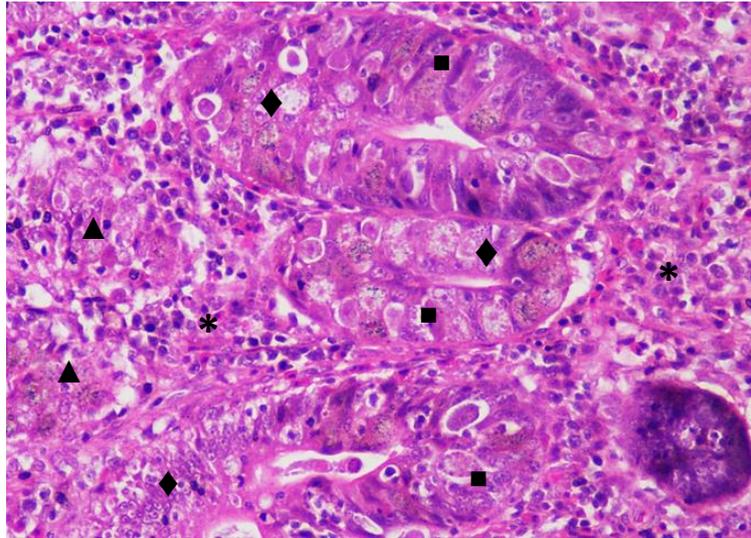


Figura 11. Fotografía microscópica del ciego en el T3, donde se evidencia infiltrado mononuclear moderado (*), presencia de coccidias severa (◆), necrosis glandular (▲) y atrofia de células calciformes (■). 40x

• **Infiltrado inflamatorio mixto:**

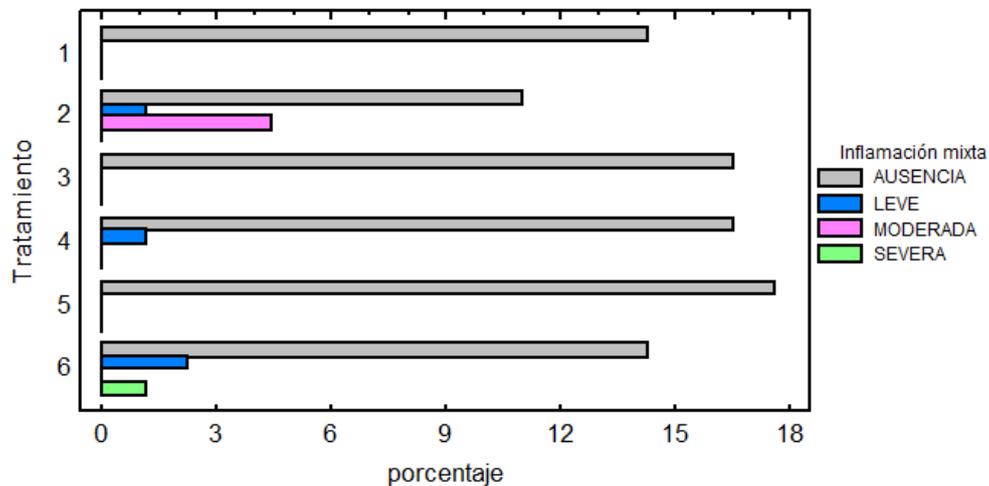


Figura 12. Diagrama de barras en donde se compara tratamientos, ausencia y grado de severidad del infiltrado inflamatorio mixto a nivel histológico.

Se evidenció en el diagrama de barras de la figura 12, que hay dependencia estadísticamente significativa entre la presencia de infiltrado inflamatorio mixto en sus diferentes grados de severidad y los tratamientos ($p < 0,0084$), es decir, la presencia de inflamación mixta es dependiente del tratamiento, por ejemplo: La ausencia

predomina en todos los tratamientos llegando a porcentajes hasta del 18%, mientras que el resto de los grados de presentación poseen un porcentaje poco significativo, exceptuando el T2 en el que se evidencia el grado moderada que va hasta un 4,4% indicando una relación entre dicho grado y el tratamiento.

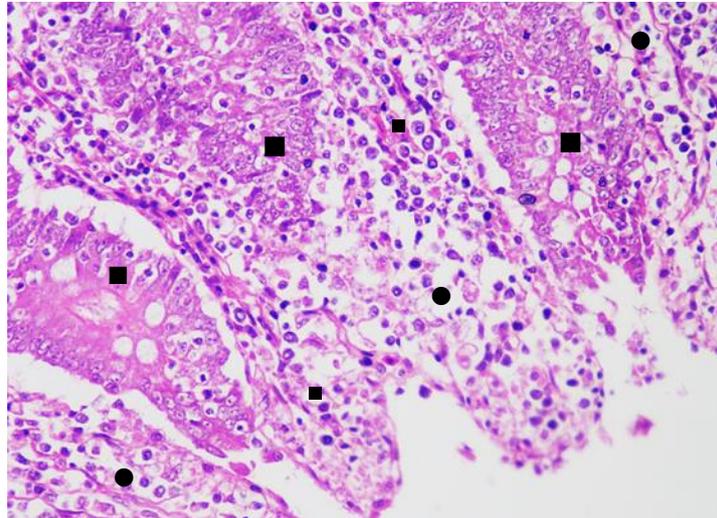


Figura 13. Fotografía microscópica del ciego en el T2, donde se evidencia infiltrado inflamatorio mixto severo (▪) acompañado de edema severo (●) y atrofia de células caliciformes (■). 40x.

En la figura 13, se presenta infiltrado inflamatorio mixto severo en T2, no se evidencia con frecuencia en las placas histológicas anteriores, sin embargo, es relevante debido a que podría indicar el tipo de respuesta por parte del hospedero hacia el agente injurante, en este caso las coccidias.

- **Atrofia de células caliciformes:**

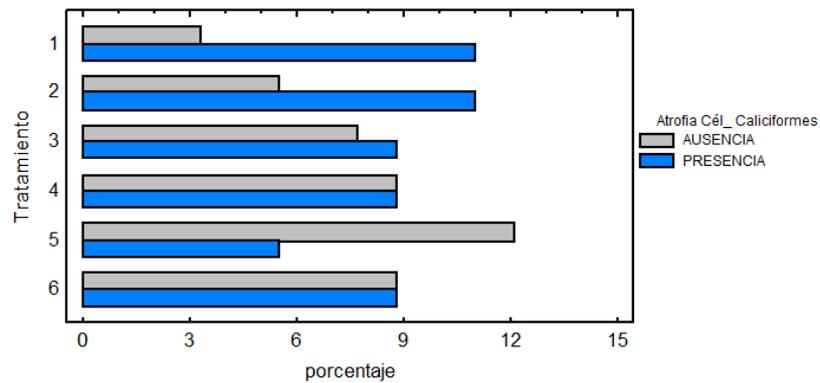


Figura 14. Diagrama de barras en donde se compara tratamientos y ausencia de la atrofia de glándulas caliciformes.

Se evidenció en el diagrama de barras de la figura 14, que no hay dependencia estadísticamente significativa entre la presencia de atrofia en las células caliciformes y los tratamientos ($p < 0,2022$), es decir, independientemente del tratamiento hay presencia de atrofia en dichas células, por ejemplo: En los tratamientos T1, T2 y T3 la presencia es mayor que la ausencia, mientras que en T4 y T6 tanto la ausencia como la presencia están al mismo nivel (8,79% en ambos casos), sin embargo, en el T5 se invierte la relación predominando notablemente la ausencia (12,09%) antes que la presencia (5,49%) indicando que las características de dicho tratamiento generan atrofia de las células caliciformes en menor medida con respecto al resto de tratamientos.

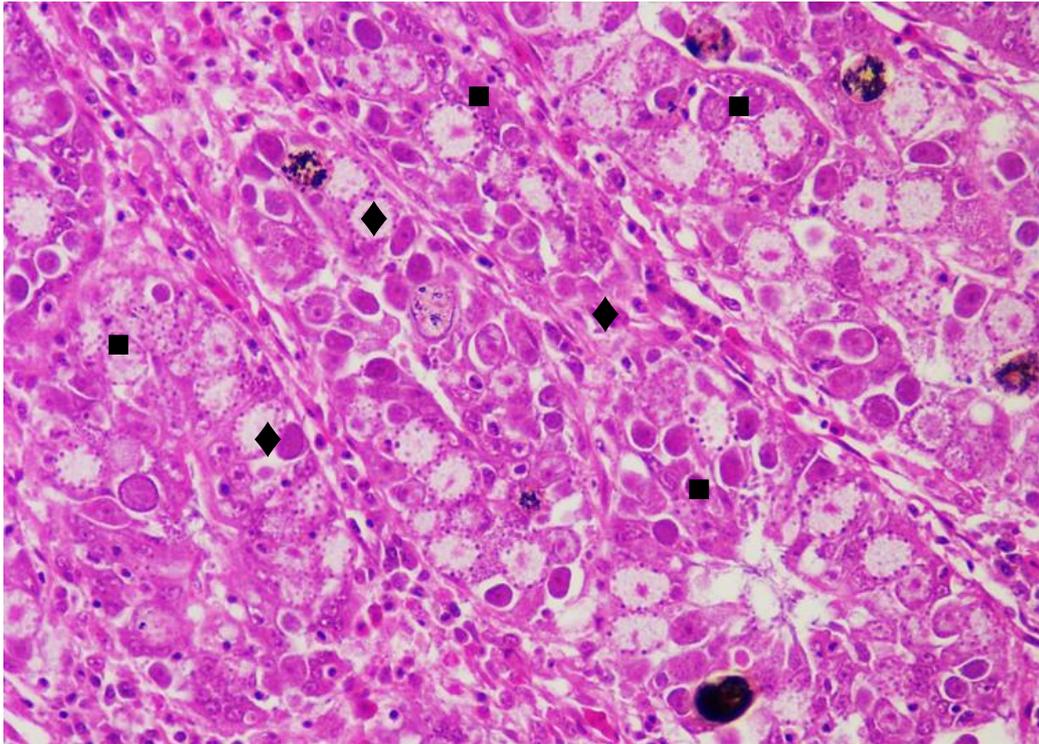


Figura 15. Fotografía microscópica del ciego en el T6, donde se evidencia atrofia de células caliciformes (■) y presencia de coccidias severa (◆). 40x.

En la figura 15, se logra observar que las células caliciformes desaparecen casi por completo de las glándulas por la cantidad de coccidias presentes; de hecho, a lo largo del trabajo se ha evidenciado que en casi todas las placas histológicas se encuentra esta lesión y que los estadios de coccidia más frecuente en ese punto son los zigotos.

- **Necrosis glandular:**

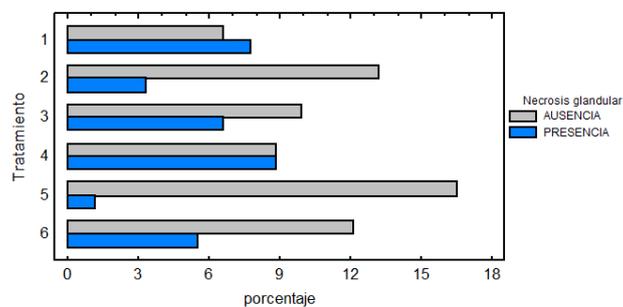


Figura 16. Diagrama de barras en donde se compara tratamientos y ausencia de necrosis glandular.

Se evidenció en el diagrama de barras de la figura 16, que hay dependencia estadísticamente significativa entre la presencia la necrosis glandular y los tratamientos ($p < 0,0452$), es decir, la presencia de necrosis glandular es dependiente del tratamiento, por ejemplo: La presencia predomina únicamente en el T1 llegando a un 7,8% con una diferencia de un punto porcentual más que la ausencia de 6,8% mientras que en el T4 están al mismo nivel porcentual (8,79%) y finalmente en T2, T3, T5 y T6 predomina notablemente la ausencia adquiriendo porcentajes de hasta 16,5%.

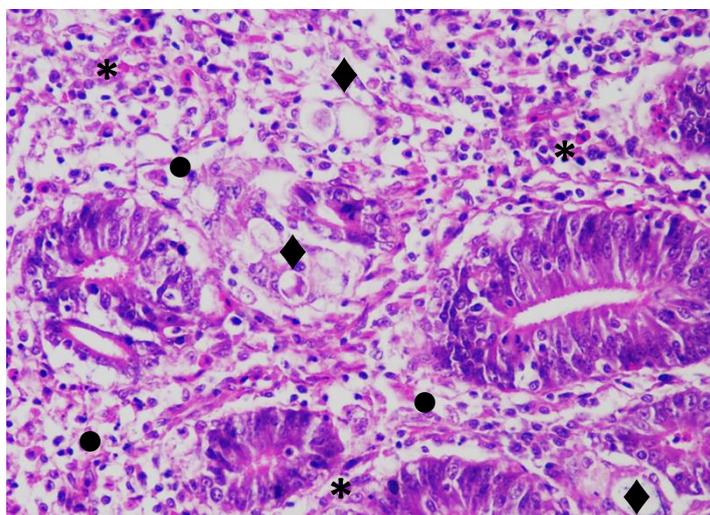


Figura 17. Fotografía microscópica del ciego en el T4, donde se evidencia infiltrado inflamatorio mononuclear moderado (*), presencia de edema (●), coccidias severa en lamina propia (◆) y necrosis glandular (▲). 40x.

Para la figura 17, se encontró una lesión que demuestra el grado de severidad que puede ocasionar las coccidias sobre las células y glándulas intestinales, puede ser tan severa la injuria mecánica ejercida por el crecimiento, multiplicación y migración de estos estadios coccidiales llevando a necrosis y pérdida de la función de los tejidos afectados.

- **Necrosis de criptas:**

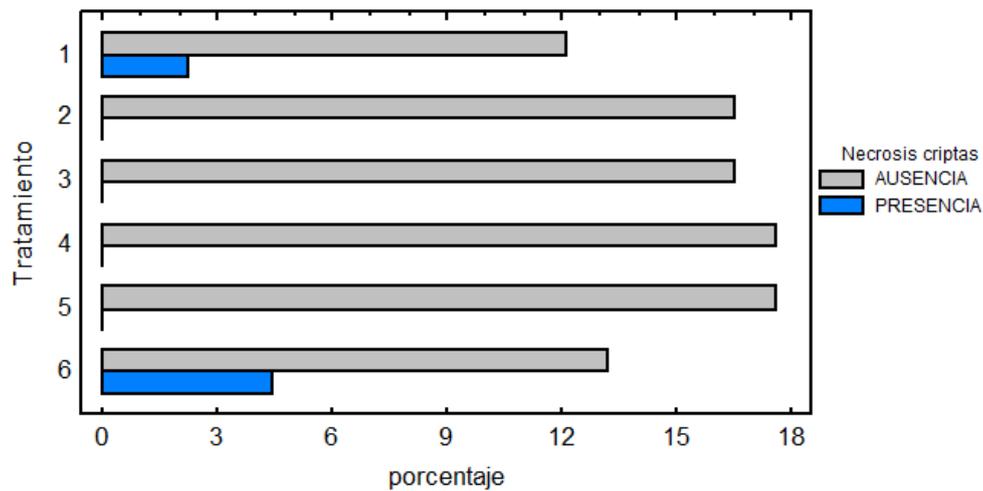


Figura 18. Diagrama de barras en donde se compara tratamientos y ausencia de necrosis de criptas.

En la figura 18, se evidenció que hay dependencia estadísticamente significativa entre la presencia de necrosis en criptas y los tratamientos ($p < 0,0452$), es decir, la presencia de necrosis de criptas es dependiente del tratamiento, puesto que esta se encuentra exclusivamente en T1 (2,20%) y T6 (4,40%) mientras que en T2, T3, T4 y T5 hubo sólo ausencia en diferentes niveles debido al número de datos registrados, concluyendo que los tratamientos en los que se manifiesta dicha lesión es debido a que hay una relación entre la presentación y la composición del tratamiento, principalmente en T6, en el cual se evidenciaron más casos con respecto al T1.

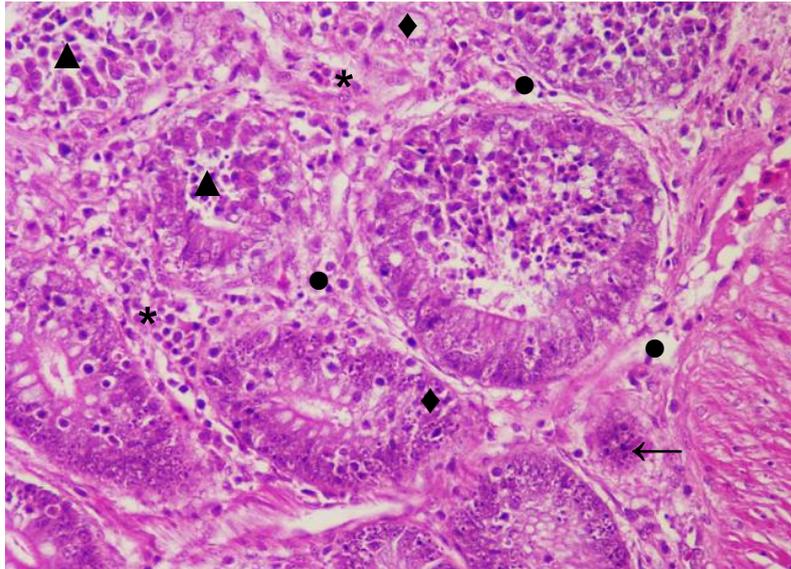


Figura 19. Fotografía microscópica del íleon en el T6 de íleon, donde se evidencia infiltrado inflamatorio mononuclear leve (*), presencia de edema severo (●), presencia de coccidias leve (◆), atrofia de células caliciformes (■), necrosis glandular (▲) y necrosis de criptas en lámina propia (←). 40x.

En la figura 19, se observó necrosis de las criptas siendo un hallazgo escaso entre todas las placas histológicas analizadas de los demás tratamientos. En este caso, T6 muestra un grado de lesión representativo y demuestra lo que estadísticamente se había planteado, que se puede mitigar el grado de aparición si se realiza la inclusión de anticoccidiales.

Discusión

En los resultados del estudio realizado se logró apreciar que cada uno de los alimentos utilizados para llevar a cabo la investigación, tuvieron diferentes aspectos que se destacaron a lo largo del análisis de las lesiones microscópicas, las cuales se discutirán teniendo en cuenta el aspecto más crucial en la producción de pollo de engorde: los parámetros zootécnicos.

Se logró evidenciar que ninguno de los parámetros zootécnicos obtuvo un P valor menor a 0,05 por lo que no hubo diferencia estadísticamente significativa, indicando que independientemente del tratamiento utilizado (con o sin AC y/o AB), los resultados

se encuentran dentro de un rango similar entre ellos, por lo que en lo absoluto se destacan con disminución o aumento en alguno de los parámetros, demostrando que el desempeño zootécnico de las aves no se vio afectado por el tipo de tratamiento además de que con el manejo ambiental, sanitario, genético y nutricional estos parámetros se pueden potenciar o permanecer en un buen rango.

Considerando que las aves analizadas tuvieron las mismas condiciones ambientales de estudio, se concluye que los cinco tratamientos utilizados (no se cuenta T6 por ser de control) no tuvieron una relación directa con el control de coccidias en los individuos y tampoco en el desempeño zootécnico de estos; por lo tanto, se debe replantear el tipo de anticoccidial que se esté utilizando, ya que como se había mencionado anteriormente, en la actualidad los ionóforos se han reevaluado considerablemente para este tipo de situaciones debido a las resistencias adquiridas de los parásitos. Sin embargo, la cantidad de lesiones disminuyeron considerablemente cuando se incluía en el alimento algún grado de anticoccidial, por ende, se deberían realizar más estudios con otros tipos de anticoccidiales y en diferentes cantidades.

También es importante resaltar que los hallazgos microscópicos son muy relevantes, ya que indican realmente el grado de severidad de las lesiones que pueden ocasionar los parásitos y que muchas veces no se evidencia al realizar las necropsias. Para los siguientes proyectos sería una excelente idea, proponer el clasificar microscópicamente los estadios parasitarios en los cuales se encuentran las coccidias, ya que a lo largo de la revisión microscópica se observaron diferentes conformaciones anatómicas de estas, pero al realizar revisiones bibliográficas no se encuentra a profundidad, sólo se logró encontrar un libro de la "Universidad Federal de Alfenas" realizado por Gabriel Gerber Hornink y Urara Kawazoe (8) donde se describen gráficamente los hallazgos en sus estudios de *Eimerias* y de hecho, reportan cómo se veían a nivel microscópico, lo que se tomó como guía para el presente proyecto. Sería un gran avance en la avicultura conocer en que estadio reproductivo se encuentran y así mismo, aplicar el respectivo anticoccidial; con esto se podría lograr ahorrar tiempo, dinero e intervenir en el momento adecuado, tratando de no generar más resistencias.

Por otro lado, se sospecha de la presencia de *Eimeria tenella* en la granja Nirvana, ya que a nivel macroscópico y microscópico las lesiones se presentaron en mayor magnitud en ciegos dentro de las 48 aves muestreadas y órganos como íleon que también fue analizado, no contaba con tantas lesiones aparentes ni macroscópica ni microscópicamente. A nivel de duodeno y yeyuno se realizaron los cortes para el posible análisis, pero por temas de presupuesto, no se lograron obtener las placas histológicas necesarias. Por ende, el control y manejo que debería optarse en este sistema de producción sería para este tipo de *Eimeria* y podría confirmarse con pruebas como la de flotación tomando las heces de las aves y viendo directamente al microscopio los ooquistes.

Conclusiones

La investigación realizada llevó a determinar que el uso de los anticoccidiales en diferentes grados de inclusión no fue lo suficientemente eficiente, a pesar de que en el tratamiento de control (T6) predominó la presencia moderada de coccidias llegando al mismo nivel de la ausencia, lo cual no sucedió en el resto de los tratamientos en los que la ausencia predominaba evidentemente, sin embargo, el T4 está asociado a presencia severa de coccidias siendo el menos eficiente con respecto a la severidad. Por otro lado, el T4 el cual no posee AC está relacionado a la presencia de infiltrado inflamatorio mixto, el T5 predominó la ausencia saliéndose de la regla (presencia mayor que ausencia) y la necrosis de criptas se encuentra relacionada al T1 Y T6, predominado en el T6 por la presencia de más casos, y finalmente, en el resto de las lesiones no se evidenció diferencias destacables, concluyendo con lo dicho anteriormente, que a pesar de que no hubo diferencias significativas, el tratamiento de control fue el único que tuvo todas las lesiones presentes y en grados más severos a pesar de que la diferencia con los demás tratamientos fue mínima. Finalmente, los parámetros zootécnicos evaluados no tuvieron cambios que hayan generado afectaciones o mejorías directas o indirectas en su desempeño, por lo que no es posible concluir qué tratamiento sería la mejor opción para el control y manejo de la coccidiosis en la granja Nirvana.

Referencias

1. Yuño MM, Gogorza LM. Coccidiosis aviar: respuesta inmune y mecanismos de control en la industria avícola. *Revista Veterinaria*. 1 de junio de 2008; 19 (1): 61-6.
2. Houriet JL. Guía práctica de enfermedades más comunes en aves de corral (ponedoras y pollos). 1ª Ed. Argentina: INTA EEA; 2007.
3. Chapman HD, Jeffers TK, Williams RB. Forty years of monensin for the control of coccidiosis in poultry. *Poult Sci*. 2010 Sep; 89 (9): 1788-801. doi: 10.3382/ps.2010-00931. PMID: 20709963.
4. Kadykalo S, Roberts T, Thompson M, Wilson J, Lang M, Espeisse O. The value of anticoccidials for sustainable global poultry production. *Int J Antimicrob Agents*. 2018 Mar; 51 (3): 304-310. doi: 10.1016/j.ijantimicag.2017.09.004. Epub 2017 Sep 19. PMID: 28935212.
5. Peek HW, Landman WJ. Coccidiosis in poultry: anticoccidial products, vaccines, and other prevention strategies. *Vet Q*. 2011 Sep; 31 (3): 143-61. Doi: 10.1080/01652176.2011.605247. PMID: 22029884.
6. Beach, JR and Corl, JC. 1925. Studies in the control of avian coccidiosis. *Poult Sci*, IV: 83 – 93.
7. Quiroz-Castañeda RE, Dantán-González E. Control of Avian Coccidiosis: Future and Present Natural Alternatives. *BioMed Research International*. 17 de febrero de 2015; 2015: e430610.
8. Hornink GG, Kawazoe U. Coccidiose aviária: um parasito de galinha doméstica [Internet]. 1.ª ed. Universidade Federal de Alfenas; 2020. 69 p.