

Efecto de la inclusión de ácidos orgánicos en agua de bebida sobre la morfometría  
duodenal y desempeño productivo en pollos de engorde línea ROSS AP

Paola Alexandra de los Ángeles Leal Flórez

1094279682

Tutor académico

MVZ M.Sc., Ph.D Deilen Paff Sotelo Moreno

PROGRAMA DE MEDICINA VETERIANRIA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

Pamplona, 2020

## Tabla de contenido

Lista de figuras .....	5
Lista de tablas .....	6
Capítulo I .....	7
1. Introducción.....	7
1.1. Objetivos .....	8
1.1.1. Objetivo general.....	8
1.1.2. Objetivos específicos.....	8
1.2. Descripción del sitio de práctica profesional productiva .....	9
1.3. Descripción de las actividades.....	10
1.3.1. Densidad poblacional .....	10
1.3.2. Evaluación de conversión de alimento .....	10
1.3.3. Proyección de consumo .....	11
1.3.5. Administración de Iodopluss .....	11
1.3.6. Vacunación .....	11
1.3.7. Administración de Esencial .....	12
1.3.8. Administración de TH4+ .....	12
1.3.9. Manejo del compostaje de mortalidad.....	12
1.3.10. Toma de muestras de agua.....	12
1.3.11. Depopulación .....	13
1.4. Encasetamiento del lote 2005 .....	13
1.4.1. Vacunación lote 2005 .....	19

1.5. Administración de antibiótico.....	19
Efecto de la inclusión de ácidos orgánicos en agua de bebida sobre la morfometría duodenal y desempeño productivo en pollos de engorde línea ROSS AP.....	21
1.6. Resumen .....	22
1.7. Abstract.....	22
Capítulo II .....	23
2. Introducción.....	23
3. Planteamiento del problema .....	24
3.1. Descripción y planteamiento del problema .....	24
4. Justificación .....	25
4.1. Objetivos .....	26
4.2. Objetivo General .....	26
4.3. Objetivos Específicos .....	26
4.4. Revisión bibliográfica .....	27
4.5. Avicultura .....	27
4.6. Genética .....	27
4.7. Desarrollo del pollo de engorde .....	27
4.8. Desarrollo del tracto gastrointestinal.....	28
4.9. Programa de vacunación.....	29
4.10. Suplementos nutricionales.....	29
4.10.1.1. Vitaminas.....	30
4.10.1.2. Minerales.....	30

4.10.1.3. Aminoácidos. ....	30
4.10.1.4. Ácidos orgánicos. ....	31
4.11. Coccidiosis aviar.....	31
4.12. Marco de antecedentes .....	33
4.12.1.1. Internacionales. ....	33
4.12.1.2. Nacionales.....	33
5. Materiales y métodos .....	35
5.1. Animales, diseño experimental, dietas y aditivos .....	35
5.2. Procedimientos experimentales y muestreo.....	35
5.3. Evaluación morfométrica duodenal.....	36
5.4. Análisis estadístico .....	37
6. Resultados .....	38
6.1. Hallazgos macroscópicos.....	38
6.1.1. Erosión de la molleja.....	38
6.1.2. <i>Eimeria tenella</i> . ....	39
6.1.3. <i>Eimeria acervulina</i> . ....	40
6.2. Parámetros productivos .....	40
6.3. Hallazgos microscópicos .....	43
7. Discusión .....	45
8. Conclusiones.....	47
Bibliografía .....	48

## Lista de figuras

<i>Figura 1.</i> Mollejas .....	38
<i>Figura 2.</i> Lesión en mollejas .....	38
<i>Figura 3.</i> Ciegos.....	39
<i>Figura 4.</i> Duodeno .....	40
<i>Figura 5.</i> Placas microscópicas de duodeno.....	43

**Lista de tablas**

Tabla 1. Conversiones .....	11
Tabla 2. Encasetamiento de dos secciones del galpón #19.....	13
Tabla 3. Encasetamiento del galpón #20 .....	14
Tabla 4. Encasetamiento del galpón #21 .....	14
Tabla 5. Encasetamiento del galpón #22 .....	15
Tabla 6. Encasetamiento del galpón #23 .....	15
Tabla 7. Encasetamiento del galpón #24 .....	16
Tabla 8. Encasetamiento de dos secciones del galpón #19.....	16
Tabla 9. Encasetamiento de dos secciones del galpón #14.....	16
Tabla 10. Encasetamiento de dos secciones del galpón #15.....	17
Tabla 11. Encasetamiento del galpón #17 .....	18
Tabla 12. Encasetamiento del galpón #20 .....	18
Tabla 13. Encasetamiento del galpón #13 .....	18
Tabla 14. Encasetamiento del galpón #16 .....	19
Tabla 15. Tratamiento Antibiótico .....	19
Tabla 16. Ácidos Orgánicos de uso común .....	31
Tabla 17. Resultados desempeño productivo.....	41

## **Capítulo I**

### **1. Introducción**

El papel del Médico Veterinario y el ejercicio de la profesión tiene como objetivo brindar calidad de vida a las especies animales mediante la prevención, diagnóstico y tratamiento de las distintas enfermedades que puedan aquejarlos, como Médicos Veterinarios de la Universidad de Pamplona estaré capacitada como profesional ética, con capacidad científica y tecnológica con competencias para preservar la salud animal y la salud pública desde la medicina preventiva, por este motivo es de gran importancia lograr afianzar los conocimientos adquiridos durante la carrera para así lograr un completo y exitoso desarrollo de las actividades a desarrollar en la pasantía profesional.

La práctica profesional fue desarrollada en la granja el Roble, perteneciente a la Empresa Operadora Avícola Colombia S.A.S la cual es la unión de las empresas Pimpollo, Superpollo y Friko, que hacen parte del grupo agroindustrial BIOS. La granja está dedicada a la producción de pollo de engorde de la línea Ross AP. La práctica tiene una duración de seis meses, en los cuales realice actividades relacionadas a la producción avícola en las cuales aplique los conocimientos adquiridos durante el proceso académico.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. Objetivo general**

Aplicar y fortalecer los conocimientos ya adquiridos como estudiante de Medicina Veterinaria relacionados a la producción avícola relacionada a pollo de engorde.

### **1.1.2. Objetivos específicos**

- Adquirir conocimientos y experiencia en la práctica sobre los factores y el manejo de la producción avícola.
- Afianzar las destrezas en campo a la hora de realizar tomas de muestras, manejo de la producción y medico en la granja avícola.
- Adquirir un mayor conocimiento y manejo en la parte médica a nivel poblacional.

## **1.2. Descripción del sitio de práctica profesional productiva**

La granja avícola el Roble, perteneciente al grupo empresarial Operadora Avícola Colombia S.A.S se encuentra ubicada en el departamento de Santander, municipio Curití, vereda Irapiré con una temperatura promedio de 21°C a una altitud de 1.900 a 2288 msnm; la granja se encuentra certificada por el ICA como granja avícola biosegura.

El Médico Veterinario Zootecnista Raúl Alirio Ceballos, está a cargo de la zona de Santander como director técnico, sumados al grupo se encuentran los Médicos Veterinarios Zootecnistas Gerson Alarcón, Nelson Neira y Mercedes Pérez, como técnicos de la granja avícola.

La granja se encuentra dividida en tres secciones Roble 1, Roble 2 y Roble 3; el Roble 2 ha sido la sección que se me ha asignado para realizar la práctica profesional. Esta se encuentra dividida en 3 módulos cada uno cuenta con 4 galpones cada uno con su respectiva bodega, casetas de compostaje y una bodega principal para cada módulo; así como baterías sanitarias y duchas ubicadas a la entrada de cada módulo; cada galpón cuenta con dos pediluvios a la entrada con agua y desinfectante específico respectivamente. La disposición de las aves dentro del galpón se divide en 4 secciones, dos para hembras y dos para machos intercaladas, así mismo cada galpón dispone de dos tanques de agua tratada para el consumo de las aves.

### 1.3. Descripción de las actividades

El primer lote trabajado fue el 2004, la fecha de inicio del lote fue el 08 de agosto de 2020, con un total de 224.400 aves, dividido en 108.936 hembras y 115.464 machos, de cuatro edades distintas, la primera edad pertenece a las aves que se encasetaron el día 08 de agosto, segunda edad el día 11 de agosto, tercera edad el 12 de agosto y la cuarta edad 14 de agosto de 2020.

Entre las actividades realizadas se encuentran:

**1.3.1. Densidad poblacional** es una decisión que se toma basados en brindar el mayor bienestar a las aves, el área utilizable en cada galpón depende del objetivo de peso vivo al que se quiere llegar, clima y edad.

**1.3.2. Evaluación de conversión de alimento** es la relación entre el alimento suministrado a un grupo de animales y el peso que estos ganan, en este caso se realiza evaluación semanalmente, tomando el consumo acumulado por ave en gramos y se divide con el peso obtenido al cierre de la semana; entre menor sea el valor de la conversión de alimento mayor será el rendimiento de las aves en planta de beneficio.

Las conversiones esperadas para el cierre de cada semana se muestran a continuación

Tabla 1. Conversiones

Sexo	Macho	Hembra
Semana	Conversión esperada	Conversión esperada
1	0.88	0.88
2	1.15	1.15
3	1.28	1.28
4	1.35	1.38
5	1.40	1.48
6	1.45	1.58

Nota. Leal, (2020)

**1.3.3. Proyección de consumo** está relacionada directamente por los pesos finales que establezcan en la planta de beneficio, las proyecciones se manejan semanalmente y se lleva registro detallado del consumo de bultos diario por cada sección del galpón.

**1.3.4. Tratamiento de cloración del agua** este se ajusta dependiendo de la semana de vida del ave, se utiliza 1 pastilla por tanque para la primera semana, y se aumenta una más por semana.

**1.3.5. Administración de Iodopluss** utilizado para remover el BIOFLIM y la materia orgánica que se pueda encontrar en las tuberías y superficies de los tanques, a una dosis de 1 Litro X tanque de 1000 Litros, este producto se diluye directamente en el tanque de almacenamiento de agua, a continuación, se abren las llaves para que la solución salga hacia las tuberías y bebederos del galpón.

**1.3.6. Vacunación** los días 17, 21 y 23 de agosto se realizó la vacunación contra el virus Newcastle (cepa la sota) con vacuna viva Cevac® del laboratorio Ceva, dicha vacuna se

prepara dependiendo el número de aves al cierre de semana, a una dosis de 1 litro de agua para 100 aves, cada frasco de la vacuna contiene 5000 dosis.

La preparación se realiza en bidones de agua tratada, se utilizó Anular (Tiosulfato de sodio y EDTA disódico) por tres días seguidos, antes de la vacuna, el día de la vacunación y un día después; a una dosis de 100 ml X tanque de 1000L y Cevammune® (Tiosulfato de sodio y colorante azul) cuya función es neutralizar el cloro y estabilizar el pH. Los bebederos deben estar limpios, sin contenido de agua 2 horas antes de iniciar la vacunación.

**1.3.7. Administración de Esencial** se realizó la administración a partir del día 18 de vida durante 5 días a una dosis de 100 – 200 ml X tanque de 1000 Litros.

**1.3.8. Administración de TH4+** se suministró en el agua de bebida al día 28 durante dos días a una dosis de 1ml X Litro.

**1.3.9. Manejo del compostaje de mortalidad** este se lleva a cabo en 4 fases:

- La mortalidad de una o más aves del galpón recogen y se llevan hasta el área del compostaje de mortalidad.
- Registro diario de la cantidad de aves que mueren, donde se describe el galpón la sección y el sexo.
- El área del compostaje está comprendida por cuatro cajones de madera los cuales se llenan con pollinaza 20cm al inicio del llenado, las aves se van colocando sobre está a unos 15cm de distancia entre ellas y se cubren con pollinaza hasta llenar por completo los cajones.

**1.3.10. Toma de muestras de agua** se realizaron tomas de muestras de los tanques destinada al consumo del ave, así como una toma en los últimos bebederos del galpón, en total fueron 6 muestras que se recogieron aleatoriamente de forma aséptica con el uso de

guantes y la aplicación de alcohol a cada bolsa antes de recoger la muestra, bolsas de cierre zip fueron las utilizadas estas contenían en su interior una pastilla de hiposulfito de sodio la cual actúa como bloqueante del cloro, por último se sellan y se refrigeran.

**1.3.11. Depopulación** (salida del lote) es una de las actividades de la granja con mayor importancia al final del ciclo productivo donde se tiene como destino la llegada das aves en pie a la planta de beneficio en el municipio de Girón, Santander.

Se inicio el cargue del lote 2004 el día miercoles 16 de septiembre y termino el jueves 25 de septiembre, estos se realizaban en horas de la noche dependiendo del cronograma enviado por la planta, cada camión tarda aproximadamente 1 hora en cada cargue, y tiene la capacidad de transportar 288 huacales cada uno con 7 a 11 aves teniendo en cuenta el peso de ave hasta ese día; el peso máximo es de 23 kg por huacal.

#### 1.4. Encasetamiento del lote 2005

Se inicio el día 07 de octubre y finalizo el día 10 de octubre de 2020, a continuación, se encontrarán las tablas correspondientes a los encasetamientos, así como el número de pollitos recibidos y los lotes correspondientes.

- Primera edad: está comprendida por las secciones 3 y 4 del galpón 19 y los galpones 20, 21, 22, 23 y 24.

Tabla 2. *Encasetamiento de dos secciones del galpón #19*

Sección	Lote	Aves	#cajas	Sexo	Fecha de llegada
3	90-48	5100	50	Hembras	7 octubre
	89-2				
4	90	4998	49	Machos	7 octubre

*Nota.* Leal, (2020)

Tabla 3. *Encasetamiento del galpón #20*

Sección	Lote	Aves	# cajas	Sexo	Fecha de llegada
1	89 tipo 4- 40 89-9	4998	49	Machos	7 octubre
2	89 tipo 4- 37 89- 15	5304	52	Hembras	7 octubre
3	89	5202	51	Hembras	7 octubre
4	89-44 90-5	4998	49	Machos	7 octubre

*Nota.* Leal, (2020)

Tabla 4. *Encasetamiento del galpón #21*

Sección	Lote	Aves	#cajas	Sexo	Fecha de llegada
1	89-27 88-22	4998	49	Machos	7 de octubre
2	89- 2 88-50	5304	52	Hembras	7 de octubre
3	89	5202	51	Hembras	7 de octubre
4	89	4896	48	Machos	7 de octubre

*Nota.* Leal, (2020)

Tabla 5. *Encasetamiento del galpón #22*

Sección	Lote	Aves	#cajas	Sexo	Fecha de llegada
1	89	4896	48	Machos	7 de octubre
2	89	5304	52	Hembras	7 de octubre
3	89	5304	52	Hembras	7 de octubre
4	89	4896	48	Machos	7 de octubre

---

*Nota.* Leal, (2020)

Tabla 6. *Encasetamiento del galpón #23*

Sección	Lote	Aves	#cajas	Sexo	Fecha de llegada
1	88 tipo 4- 31 88- 7	3876	38	Machos	7 de octubre
2	88 tipo 4- 32 88- 8	4080	40	Hembras	7 de octubre
3	88-23 87-17	4080	40	Hembras	7 de octubre
4	88	3774	37	Machos	7 de octubre

---

*Nota.* Leal, (2020)

Tabla 7. Encasetamiento del galpón #24

Sección	Lote	Aves	# cajas	Sexo	Fecha de llegada
1	87 tipo 4- 10 87- 38	4896	48	Machos	7 de octubre
2	87 tipo 4- 9 87- 43	5304	52	Hembras	7 de octubre
3	87- 46 86- 9	5610	55	Machos	7 de octubre
4	86	4488	44	Hembras	7 de octubre

Nota. Leal, (2020)

- Segunda edad: está comprendida por las secciones 1 y 2 del galpón 19, y los galpones 14, 15,17 y 18.

Tabla 8. Encasetamiento de dos secciones del galpón #19

Sección	Lote	Aves	#cajas	Sexo	Fecha de llegada
1	90	4998	49	Machos	9octubre
2	90	5100	50	Hembras	9octubre

Nota. Leal, (2020)

Tabla 9. Encasetamiento de dos secciones del galpón #14

Sección	Lote	Aves	#cajas	Sexo	Fecha de llegada
1	90	4182	41	Hembras	9octubre

2	90	4080	40	Machos	9octubre
3	90	4182	41	Hembras	9octubre
4	90	4182	41	Machos	9octubre

*Nota.* Leal, (2020)

Tabla 10. *Encasetamiento de dos secciones del galpón #15*

Sección	Lote	Aves	# cajas	Sexo	Fecha de llegada
1	90	4896	48	Hembras	9 octubre
2	90	4182	41	Machos	9 octubre
3	90	5610	55	Machos	9 octubre
4	90	5610	55	Hembras	9 octubre

*Nota.* Leal, (2020)

Tabla 11. Encasetamiento del galpón #17

Sección	Lote	Aves	# cajas	sexo	Fecha de llegada
1	90- 36 84 tipo 4- 10	4692	46	Hembras	9 octubre
2	90-33 84 tipo 4- 13	4692	46	Machos	9 octubre
3	90	4692	46	Machos	9 octubre
4	90	4692	46	Hembras	9 octubre

*Nota.* Leal, (2020)

Tabla 12. Encasetamiento del galpón #20

Sección	Lote	Aves	# cajas	sexo	Fecha de llegada
1	82 tipo – 28 83 tipo 4-16 84 tipo 4-5 84 tipo 4- 10	4998	49	Machos	9 octubre
2	82 tipo 4-28 83 tipo 4- 17 84 tipo 4-2.5	4845	47.5	Hembras	9 octubre
3	90	4794	47	Hembras	9 octubre
4	90	5049	49.5	Machos	9 octubre

*Nota.* Leal, (2020)

- Tercera edad: está comprendida por los galpones 13 y 16.

Tabla 13. Encasetamiento del galpón #13

Sección	Lote	Aves	# cajas	Sexo	Fecha de llegada
1	86 tipo4- 17 85-17	3672	36	Machos	10 de octubre
2	86 tipo 4- 16 85-32	4896	48	Hembras	10 de octubre
3	86	4284	42	Machos	10 de octubre

*Nota.* Leal, (2020)

Tabla 14. Encasetamiento del galpón #16

Sección	Lote	Aves	# cajas	Sexo	Fecha de llegada
1	86	3672	36	Machos	10 de octubre
2	86	4998	49	Hembras	10 de octubre
3	86- 53 85- 4	5814	57	Hembras	10 de octubre
4	86	4080	40	Machos	10 de octubre

Nota. Leal, (2020)

**1.4.1. Vacunación lote 2005** se realizaron en dos fechas distintas dependiendo de las edades, el día 16 de octubre se realizó la vacunación contra la enfermedad de Newcastle a 97.410 aves de 10 días de edad correspondientes a la primera edad, para un total de 110.000 dosis utilizadas; dicha vacuna se administra en el agua de bebida. El día 19 de octubre se realizó la vacunación correspondiente para la segunda y tercera edad, con un total de 122.298 aves de 10 y 11 días de vida y 140.000 dosis de vacuna.

### 1.5.Administración de antibiótico

Debido a la presentación de altos porcentajes en la mortalidad la primera semana de vida de los pollitos se realizó la administración de Fosfomicina Cálcica (FOSBAC) en el agua de bebida cada 24 horas durante 5 días en la segunda semana de vida.

Tabla 15. Tratamiento Antibiótico

Galpón	Sección	Agua (litros)	Antibiótico (gramos)
13	1 y 2	90total 135	330
	3	45	165
14	1 y 2	87total 175	318
	3 y 4	88	321
15	1 y 2	95total 213	349
	3 y 4	118	430

---

16	1 y 2 3 y 4	91total 195 104	333 380
17	1 y 2 3 y 4	99total 198 99	360 360
18	1 y 2 3 y 4	103total 206 103	378 378
19	1 y 2 3 y 4	106total 212 106	388 504
20	1 y 2 3 y 4	108total 215 107	515 510
21	1 y 2 3 y 4	108total 214 106	515 504
22	1 y 2 3 y 4	107total 214 107	510 510
23	1 y 2 3 y 4	84 total 166 82	398 392
24	1 y 2 3 y 4	107total 213 106	509 504

---

Bucaramanga, 30 de noviembre de 2020

Señores

**Universidad de Pamplona**

Programa de Medicina Veterinaria

Pamplona (Norte de Santander)

Cordial saludo

El que suscribe, NELSON GIOVANNI NEIRA FERNÁNDEZ en calidad de Tutor Técnico del pasante de Medicina Veterinaria PAOLA ALEXANDRA DE LOS ANGELES LEAL FLOREZ, código 1094279682 quien realiza sus prácticas profesionales en la granja avícola El Roble 2 en el Municipio de Curití Santander, perteneciente a la empresa OPERADORA AVICOLA COLOMBIA S.A.S. Nit. 891.401.858-6 oficina: Bucaramanga Anillo vial vía Girón, Predio 2-49, en el periodo del 18 de agosto al 18 de febrero del 2020, por consiguiente, avalo la investigación realizada por la pasante titulada **Efectos de la inclusión de ácidos orgánicos en el agua de bebida sobre la morfometría duodenal y desempeño productivo en pollos de engorde línea ROSS AP.**

De antemano agradezco la atención prestada

Atentamente



Nelson Giovanni Neira Fernández

C.C. 91515754

## **Efecto de la inclusión de ácidos orgánicos en agua de bebida sobre la morfometría duodenal y desempeño productivo en pollos de engorde línea ROSS AP**

### **1.6. Resumen**

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la adición de ácidos orgánicos en pollos de engorde y sus efectos sobre la morfometría duodenal y el rendimiento productivo en granja. Se utilizaron un total 18.178 hembras y 18.761 machos de línea ROSS AP de 15 días de edad; en un diseño completamente aleatorio (DCA) con dos tipos de aditivos ofrecidos diariamente a las aves, divididos en tres tratamientos: T1, ácido cítrico 5gr/L/día T2, ácido acético 1ml/L/día y T3 tratamiento control. Los animales recibieron el aditivo diluido en agua de bebida *ad libitum*, se mantuvieron bajo las mismas condiciones de alojamiento, manejo y sanidad. Se presentaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) para las variables productivas estudiados, la inclusión de ácido cítrico en pollos de engorde mejora los parámetros productivos en esta explotación.

**Palabras clave.** ácidos orgánicos, aditivos, encasamiento.

### **1.7. Abstract**

The aim of this work was to evaluate the effect of the addition of organic acids in broilers and its effects on duodenal morphometry and productive yield in the farm. A total of 18,178 females and 18,761 males of ROSS AP line of 15 days old were used; in a completely randomized design (DCA) with two types of additives offered daily to the birds, divided in three treatments: T1, citric acid 5gr/L/day T2, acetic acid 1ml/L/day and T3 control treatment. The animals received the additive diluted in drinking water *ad libitum*, and were kept under the same housing, handling and sanitary conditions. There were presented significant differences ( $P < 0.05$ ) for the studied productive variables, the inclusion of citric acid in fattening chickens improves the productive parameters in this exploitation.

**Keywords.** additives, casting, organic acids.

## Capítulo II

### 2. Introducción

En Colombia, la avicultura es una de las actividades económicas más importantes, para el año 2019 generó el 3.3% del PIB nacional; la actividad avícola ha experimentado un acelerado crecimiento y desarrollo tecnológico en busca de mejorar la productividad de la industria Federación Nacional de Avicultores de Colombia (FENAVI) (2020).

La utilización de productos acidificantes en avicultura se desarrolló a partir de los años 70, alcanzando los niveles de uso más altos a finales de los 80 la suplementación de ácidos orgánicos (cítrico, láctico, acético) en la alimentación de aves de corral Javierre (2006).

El inicio del consumo de alimento es esencial para iniciar el desarrollo de las vellosidades intestinales, así a las dos semanas de edad el intestino debería tener plena capacidad digestiva el correcto desarrollo y la salud del aparato gastrointestinal en las aves de engorde está influenciado por factores inmunitarios, medio ambiente, calidad de los ingredientes en la alimentación, equilibrio de la microbiota y la administración de aditivos durante el periodo productivo influyen directamente sobre el desempeño y los resultados que se logren obtener en la producción (Gauthier , 2002).

Para lograr un mejoramiento a nivel intestinal se ha demostrado que condiciones ácidas favorecen la absorción de nutrientes y mejoran la funcionalidad intestinal. (Saikat, Sudipto, & Ghosh , 2009). Los ácidos orgánicos son productos naturales obtenidos a partir del metabolismo microbiano o de la fermentación de los carbohidratos. Estos productos en la alimentación de las aves, contribuye al mantenimiento de la integridad y estabilidad de la biota intestinal; además, dificulta la proliferación de microorganismos patógenos, ayuda a

prevenir la aparición de enfermedades y a mejorar el rendimiento productivo. promueven el mejoramiento en ganancias de peso corporal y la tasa de conversión alimentaria.

El objetivo del presente estudio fue evaluar los cambios morfológicos y sobre el rendimiento productivo en pollos de engorde tras la administración diaria de ácidos orgánicos en el agua de bebida.

### **3. Planteamiento del problema**

¿Pueden los ácidos orgánicos suplementar las deficiencias que tiene la industria avícola en la actualidad, reemplazando promotores de crecimiento siendo los ácidos una fuente alternativa de fácil acceso y que ayudan a obtener mejores rendimientos a nivel productivo?

#### **3.1. Descripción y planteamiento del problema**

La avicultura actualmente está en un proceso para mejorar la implementación fuentes alternativas que ayuden a tener buenos resultados productivos y que tengan mínimo impacto en el ave como fuente alimentaria (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura , 2012).

Poder evaluar y demostrar el uso de ácidos orgánicos en pollos de engorde, nos puede permitir tener mayor fuentes de información, con lo cual se tendran ideas mas claras sobre estos aditivos y su uso en la produccion avicola.

#### **4. Justificación**

Durante muchos años se han incorporado el uso de antibióticos promotores de crecimiento en las dietas ofrecidas a pollos de engorde, el empleo de estos componentes ha suscitado diferentes polémicas que se generan en torno al uso indiscriminado de estos, puesto que existe la posibilidad del desarrollo de resistencias microbianas en las aves que pueden ser transmitidas al hombre, lo que es considerado como un riesgo latente para la especie humana (González , y otros, 2013).

Debido a estos cambios, se opta por una vía que permita mejorar la producción de aves de engorde, Para estos efectos resulta útil probar diferentes estrategias que permitan acercar al consumidor a un producto más idóneo para el consumo humano, algunas de estas son: pigmentos, antioxidantes, aromatizantes, promotores de crecimiento, secuestrantes de micotoxinas, enzimas exógenas, ácidos orgánicos.

## **4.1. Objetivos**

### **4.2. Objetivo General**

Evaluar el efecto de la inclusión de ácido acético y ácido cítrico en agua de bebida ofrecida a pollos de engorde línea Ross AP sobre la morfometría duodenal y desempeño productivo.

### **4.3. Objetivos Específicos**

- Establecer los porcentajes de ácidos orgánicos a suministrar en cada uno de los tratamientos de la investigación.
- Evaluar el rendimiento productivo del pollo de engorde tras la administración de aditivos en la dieta.
- Determinar las características en el desarrollo pos-eclosión en la morfometría y los cambios microscópicos a nivel duodenal.

#### **4.4.Revisión bibliográfica**

#### **4.5. Avicultura**

La avicultura es la cría y explotación de especies de aves, dentro de esta se tienen en cuenta la producción de carne, huevos y también la dedicada a especies ornamentales. La producción de carne de pollo se lleva a cabo en granjas de engorde, las cuales cumplen con un ciclo productivo entre los 35 y 45 días de vida de las aves; los recursos necesarios en la producción avícola se dividen en una infraestructura (galpones) las dimensiones de estos varían en función del número de aves que se vayan a alojar Finca y Campo (2020). Así mismo, se debe ofrecer al pollo un ambiente adecuado en el que se alcance toda su productividad, y que se cumpla el estatus sanitario. Se recomienda que el galpón esté en dirección norte-sur en climas fríos y oriente-occidente en climas cálidos, el piso deberá ser preferiblemente en cemento, ya que garantiza condiciones ambientales y de higiene adecuadas (Acosta Páez & Jaramillo Benavidez ).

#### **4.6. Genética**

En Colombia, se manejan principalmente tres razas de pollo de engorde: las líneas ROSS, COBB, AVIAN COBB, gracias al progreso genético el pollo logra alcanzar el peso deseado al momento del sacrificio en menos tiempo. (Acosta Páez & Jaramillo Benavidez )

La clave en la producción es proporcionar a la ave el ambiente y manejos adecuados desde el alojamiento de las aves y durante todo el proceso producción ROSS An Aviagen Brand (2018).

#### **4.7. Desarrollo del pollo de engorde**

Días antes a la eclosión, la fuente principal de energía del pollo es endógena, en mayor medida proveniente de los lípidos presentes en el saco vitelino (Noy & Sklan, 1997). A medida que el pollo crece, comienza a obtener la energía de alimentos ricos en

carbohidratos, esta variación en la alimentación es determinante en el proceso de desarrollo y crecimiento del ave.

Los primeros días de vida del pollito son los más importantes y repercuten en todo el proceso de producción, durante los primeros 5 días, los pollitos no son capaces de regular su temperatura corporal, y a partir de ese momento, esta capacidad de regulación se desarrolla paulatinamente hasta que alcanzan los 12-14 días de vida (cobb-vantress, 2013).

#### **4.8. Desarrollo del tracto gastrointestinal**

El tracto gastrointestinal del pollo posee múltiples funciones vitales como lo son de almacenamiento de alimento, secreción de enzimas, digestión y absorción de nutrientes. Un adecuado desarrollo del intestino delgado es vital para la nutrición de las aves, ya que en cada uno de sus segmentos cuenta con enzimas especializadas en desdoblar lípidos, proteínas y carbohidratos de la dieta Castilla (González, 2018).

Se ha concluido que la digestibilidad durante la primera semana de vida es deficiente, mejora a partir de la segunda y es considerablemente excelente hacia la tercera semana de vida, así mismo a los óptimos niveles de actividad enzimática y crecimiento intestinal (Nir, 1998).

Dentro de los factores que pueden afectar el normal desarrollo intestinal, se encuentran el manejo, mala calidad de materias primas, alimentos concentrados contaminadas con agentes tóxicos (aminas biogénicas o micotoxinas), mala calidad en el agua de bebida, estrés por confinamiento, condiciones antihigiénicas tanto de las aves como de las instalaciones (Cervantes, 2011).

Tras la administración de ácidos orgánicos, pueden resultar distintos cambios a nivel gastrointestinal, uno de los más comunes es la erosión de la molleja, esta se define como la

presencia de erosión o ulceraciones en el revestimiento de la molleja (Elanco Animal Health , 2019). La capa córnea o de koilina de coloración amarilla, es una capa eosinofílica que presenta estriaciones paralelas y perpendiculares que reviste el ventrículo (molleja o estomago muscular), ciertos compuestos pueden llegar a erosionarla, esto dependerá del tiempo de exposición a estos compuestos (Mejía Arango, 2012).

#### **4.9. Programa de vacunación**

Debe ser manejado únicamente bajo la asesoría y supervisión de un profesional Médico Veterinario especialista en avicultura, se deben conocer las presentaciones anteriores de enfermedades en la zona, qué tipo de vacunas se han utilizado, cómo fueron los comportamientos sanitarios y zootécnicos de los lotes anteriores y cómo es el manejo de las aves en las granjas cercanas (Acosta Páez & Jaramillo Benavidez ).

Según lo anterior, cada lote de producción requiere un calendario vacunal distinto, un mismo programa vacunal no se puede aplicar a varias granjas.

#### **4.10. Suplementos nutricionales**

Las dietas para pollos de engorde están compuestas principalmente por mezclas que incluyen granos, subproductos cárnicos; lo que el animal aprovecha son las sustancias químicas que los conforman (agua, vitaminas, lípidos, proteínas, vitaminas) Vaca (2010).

A través de los años se ha hecho necesario la suplementación nutricional que permitan cumplir con las demandas del mercado, se dividen en dos grupos nutritivos y no nutritivos. Los nutritivos ayudan a suplir deficiencias de las dietas o porque el animal es incapaz de elaborar estos compuestos en las cantidades requeridas para lograr un desarrollo normal, como los son minerales, las vitaminas y los aminoácidos; mientras que los suplementos no nutritivos se adicionan con la finalidad de mantener el estado de salud, la uniformidad de las

parvadas y la eficiencia de la producción en sistemas intensivos, un ejemplo son las vitaminas, minerales, aminoácidos, ácidos orgánicos. (FAO, 2012).

#### **4.10.1.1. Vitaminas.**

Son compuestos orgánicos presentes en bajas concentraciones, no aportan energía, pero participan en una gran cantidad de procesos; en producción avícola, la deficiencia o exceso de vitaminas en la dieta puede traer consigo desbalances nutricionales, parámetros productivos deficientes, las vitaminas deben ser consideradas importantes para productividad y calidad del producto final (McDowell & Ward , 2008).

#### **4.10.1.2. Minerales.**

Los minerales forman la parte inorgánica de los tejidos, los alimentos que se ingieren contienen dos tipos de minerales: esenciales y no esenciales, se clasifican de acuerdo con la cantidad requerida en la dieta macrominerales los que más se requieren y microminerales o vestigiales los de menores cantidades, son necesarios para lograr un correcto desarrollo y la productividad de las aves. Los macrominerales en la alimentación de las aves son el calcio, fósforo, magnesio, potasio, cloro y sodio, y los microminerales, son el manganeso, hierro, cobre, azufre, selenio, yodo, molibdeno, zinc, cobalto y cadmio (Vaca, 2010).

#### **4.10.1.3. Aminoácidos.**

Los aminoácidos son moléculas constituidas por un grupo amino (-NH<sub>2</sub>) y otro carboxilo (-COOH), los cuales se encuentran unidos por un carbono asimétrico, son la unidad estructural de las proteínas las cuales revisten importancia central en la química de la vida debido a sus diversas funciones Solomon, Berg, & Martin (2001).

Los aminoácidos esenciales requeridos en producción avícola son: lisina, metionina, treonina, isoleucina, leucina, valina, histidina, arginina, fenilalanina y triptófano (Ferrero, 2016).

#### 4.10.1.4. Ácidos orgánicos.

Químicamente la principal característica de los ácidos orgánicos (AO) es la presencia del grupo funcional carboxílico unido a un hidrogeno o a una cadena lineal de átomos de carbono como se observa en la tabla 16.

Tabla 16. *Ácidos Orgánicos de uso común*

Ácido	Nombrequímico	Formula	Tipo de ácido	pKa
Fórmico	Ácido fórmico	HCOOH	Cadena corta	3.75
Acético	Ácido acético	CH <sub>3</sub> COOH	Cadena corta	4.76
Butírico	Ácido butírico	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> COOH	Cadena corta	4.82
Láctico	Ácido 2-Hidroxi- propanoico	CH <sub>3</sub> CH(OH)COOH	Cadena corta	3.83
Cítrico	Ácido 2-hidroxi- 1.2.3- propanotricarboxílico	COOHCH <sub>2</sub> C(OH)(COOH)CH <sub>2</sub> COOH	Monocarboxílicos saturados de cadena lineal	3.13

*Nota.* adaptado de: Cherrington , Hinton, Mead, & Chopra (1991) y Dibner & Buttin (2002)

Los ácidos orgánicos han sido empleados por la industria cárnica, entre estos los ácidos fórmico, acético, propiónico, butírico, láctico y cítrico gracias a sus bajos costos, en las últimas dos décadas estos ácidos se han empleado como aditivos en la alimentación de animales de producción, con el fin de llegar a una disminución del uso antibióticos promotores de crecimiento.

#### 4.11. Coccidiosis aviar

La coccidiosis es reconocida como la parasitosis de mayor impacto económico en la producción avícola mundial (Yuña & Gogorza, 2008). Las especies más patógenas son reconocidas en el hospedador basado en signos clínicos, lesiones características en porciones intestinales específicas. Tal como se puede visualizar en las (figuras 3 - 4) en las cuales se evidencia la presencia de *E. tenella* y *E. acervulina*.

*Eimera* es un género de parásito coccidio perteneciente a la familia Eimeriidae, filo Apicomplexa que se caracteriza por tener un complejo apical y un ciclo biológico con tres fases de reproducción, la primera se lleva a cabo en el epitelio intestinal seguida de una fase asexual en el medio ambiente (fase de esporogonia) cuando los ooquistes resultantes son ingeridos por un nuevo hospedador se presenta una tercera fase de reproducción asexual en el intestino, llamada merogonia o esquizogonia que preceda a la gametogonia, que se considera la fase adulta Donald, Duszynski, & Steve (2010).

*Eimeria tenella* se localiza en los ciegos las lesiones pueden hallarse hasta en la serosa de los ciegos, en las fases más avanzadas los ciegos tienen contenidos sanguinolentos (Elanco Animal Health , 2019). Afecta a las aves de corral con una coccidiosis hemorrágica, que destruye las células epiteliales intestinales (enterocitos) encargadas de realizar la absorción de diversos nutrientes, el transporte de agua y electrolitos al interior del organismo y la secreción de proteína en la luz intestinal.

*Eimeria acervulina* invade el tracto intestinal superior y se caracteriza por lesiones blanquecinas extendidas en la mucosa del intestino Elanco Animal Health (2019).

(Acosta Páez & Jaramillo Benavidez ) aseguran que el manejo es el hacer bien todas las actividades, se puede describir como el conjunto de labores y actividades que se realizan para asegurar una correcta producción; se puede considerar el aspecto más importante de todos, pues de este depende que el resto funcione.

## **4.12. Marco de antecedentes**

La suplementación con AO en pollos de engorde ha sido evaluada y aplicada en distintas investigaciones con variaciones tales como los ácidos utilizados, línea genética de las aves y el fin de la investigación, siendo en la mayoría de los casos satisfactoria cumpliendo con el objetivo propuesto en cada caso.

### **4.12.1.1. Internacionales.**

- Según estudios se ha incluido la suplementación de AO en dietas de pollos de engorde con el fin de conocer los efectos sobre el rendimiento y la morfología intestinal. En el estudio realizado por Sakineh, Sayed, & Ghorbanali (2018), se obtuvo un aumento en las ganancias diaria de peso de los pollos de engorde suplementados con AO durante el periodo de cria, durante un tiempo de 42 días.
- Otros han estudiado principalmente la suplementación de los AO sobre parámetros productivos. Gonzáles et al. (2013) encontraron que la conversión alimenticia de las aves suplementadas con AO fue 5.2% menor que el grupo que no se suplementó, pero no se observaron diferencias estadísticas entre tratamientos por efecto del peso corporal, ganancia de peso, consumo de alimento, porcentaje de mortalidad e índice de eficiencia productiva. Se pudo concluir que los ácidos orgánicos pueden reemplazar eficientemente a los promotores de crecimiento tipo antibióticos en la alimentación de las aves.

### **4.12.1.2. Nacionales.**

En Colombia, los estudios realizados con la utilización de AO en alimentación avícola han estado basados en función de los parámetros productivos de la explotación.

- En el estudio realizado por Barrera, Rodríguez, & Torres (2014) utilizaron 102 machos de estirpe ROSS los cuales fueron suplementados con ácido cítrico y un probiótico comercial, se presentaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) para las variables morfométricas como lo fueron cantidad, longitud y ancho de las vellosidades, a favor del grupo suplementado con el probiótico comercial. Se puede concluir que el uso de probióticos desde el primer día de edad en pollos de engorde, favorece el desarrollo pos-eclosión de la morfometría duodenal y los parámetros zootécnicos frente al uso de los AO.

No se encontraron registros de estudios en los que se realice una suplementación de AO a nivel regional.

## **5. Materiales y métodos**

### **5.1. Animales, diseño experimental, dietas y aditivos**

El experimento se realizó en la granja avícola El Roble perteneciente a Operadora Avícola Colombia S.A.S, Curití- Santander (1900- 2288 msnm) entre octubre y noviembre de 2020, correspondiente a la época de lluvias. Los valores promedio de temperatura durante el periodo experimental fue de 19 – 22°C con precipitaciones de 1726mm.

Fueron utilizados 36.939 pollos de engorde de línea ROSS AP, con pesos corporales promedio de 691gr hembras y 696gr machos y 15 días de edad. Todos los animales fueron encasetados y mantenidos en dos galpones de 1.344m<sup>2</sup> de uso, provistos de bebederos doble fin y comederos baby y adultos. El área de los galpones fue subdividida en 4 secciones intercaladas, siendo dos para machos y dos para hembras, con el fin de mejorar el manejo de los animales, dieta ofrecida y registros tomados durante la semana.

El experimento fue conducido de acuerdo con diseño completamente al azar, con dos tratamientos y dos condiciones sexuales, machos y hembras. Los tratamientos consistieron en la inclusión de ácido acético o ácido cítrico: Control - animales sin inclusión de ácidos orgánicos en agua de bebida, AA - animales con inclusión de ácido acético a 1ml/L, AC - animales con inclusión de ácido cítrico en agua de bebida a 5gr/L. Los aditivos fueron suministrados en 200 litros de agua, aumentando cada 3 días 100 litros de agua. El 9° día el aumento fue a 500 litros de agua y se mantuvo hasta el último día del experimento.

### **5.2. Procedimientos experimentales y muestreo**

El experimento tuvo una duración de 35 días, en los cuales se tomaron registros semanales de consumo de alimento, pesos, mortalidades, conversiones de alimento y saldo de

aves, se realizaron necropsias al cierre de cada semana para las cuales se eligieron tres aves por cada tratamiento.

Durante el experimento, todos los animales recibieron el mismo tipo de alimento concentrado de acuerdo con la etapa productiva y proyecciones de consumo establecidas para evaluar el desempeño animal las aves fueron pesadas al inicio y final del experimento. De la misma forma, fueron realizados pesajes intermedios cada 7 días para acompañar el desempeño de los animales y ajustar la cantidad de alimento ofrecido. La ganancia de peso corporal medio durante el experimento fue calculada mediante la siguiente ecuación:

$$\text{GMD} = (\text{PCF} - \text{PCI}) / \text{D}$$

donde, GMD = ganancia media diaria; PCF = peso corporal inicial; D = número de días experimentales.

Para la mensuración del consumo de alimento se llevó un registro diario del consumo en gramos de acuerdo con la cantidad ofrecida y a cierre de cada semana, y finalmente el consumo acumulado por galpón. La conversión alimentar (CA) se obtuvo a partir de la siguiente ecuación:

$$\text{CA} = \text{Consumo (gr)}/\text{peso corporal}$$

### **5.3. Evaluación morfométrica duodenal**

A los 35 días de experimento fueron seleccionados aleatoriamente 4 pollos por tratamiento; se procedió al sacrificio de las aves por el método de desprendimiento de la articulación atlanto-occipital y siguiendo la técnica de necropsia convencional, se recolectaron 3 muestras por tratamiento de la porción del asa duodenal con un tamaño de 2cm aproximadamente, se fijaron en formol buferado y se almacenaron individualmente en frascos recolectores de muestras completamente asépticos. Posterior a la colecta de tejidos, se

procedió a realizar el análisis histológico, verificando el tamaño de la superficie de absorción y alteraciones microscópicas presentes.

#### 5.4. Análisis estadístico

Para todos los procedimientos estadísticos fue utilizado el procedimiento MIXED del software SAS 9.4 (Statistical Analysis System, Inc., Cary, NC, USA). Los efectos de tratamiento sobre las variables mensuradas fueron sometidos a ANOVA adoptando el peso corporal inicial como covariable, y evaluados por descomposición de la suma de cuadrados de tratamientos mediante contrastes ortogonales. Para todos los procedimientos estadísticos  $\alpha = 0,05$  fue adoptado como nivel crítico para probabilidad de ocurrencia de error tipo I. Los efectos de la suplementación sobre las variables estudiadas se analizaron en un diseño completamente al azar según el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + T_i (0, 1, 2) + \epsilon_{ij},$$

donde  $Y_{ij}$  = observaciones de la variable dependiente correspondiente al uso de ácido orgánico  $i$  y repetición  $j$ ;  $\mu$  = media general;  $T_i$  = efecto del uso de  $i$  ésimo ácido orgánico, siendo 0, 1, 2 = Control animales sin inclusión de ácidos orgánicos en agua de bebida, AA con inclusión de ácido acético a 1ml/L, AC con inclusión de ácido cítrico en agua de bebida a 5gr/L.  $\epsilon_{ij}$  = error aleatorio, no observable, asociado a cada observación  $j$  bajo el tratamiento  $i$ , asumido como NID  $(0, \sigma\epsilon^2)$ .

## 6. Resultados

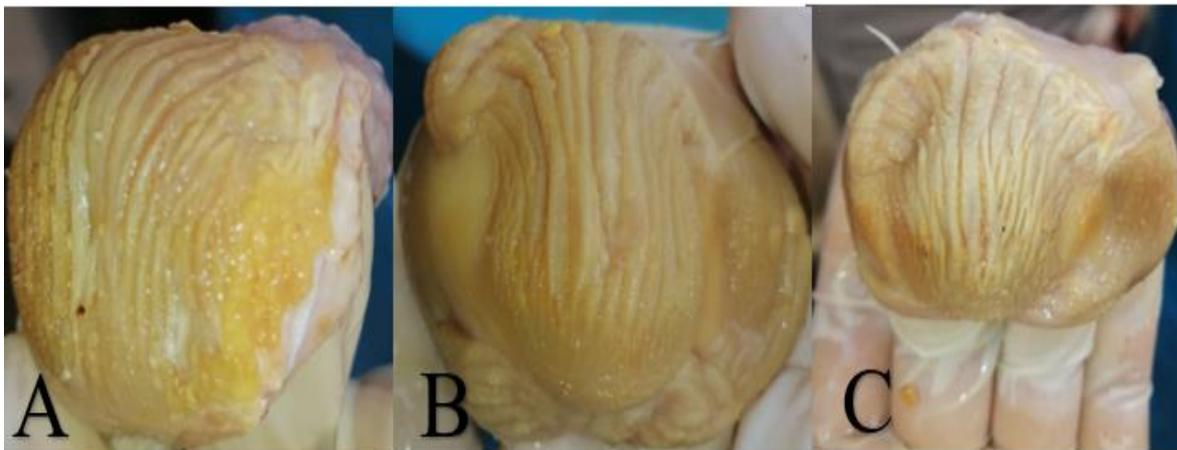
### 6.1. Hallazgos macroscópicos

#### 6.1.1. Erosión de la molleja.

Los cambios macroscópicos observados a continuación se evidenciaron durante el desarrollo de las necropsias correspondientes en la última semana de la investigación.



*Figura 1. Mollejas*  
 (A) (B) calificación 0 revestimiento liso normal de la molleja, sin engrosamiento o aspereza de la superficie.  
*Nota. Leal, (2020)*

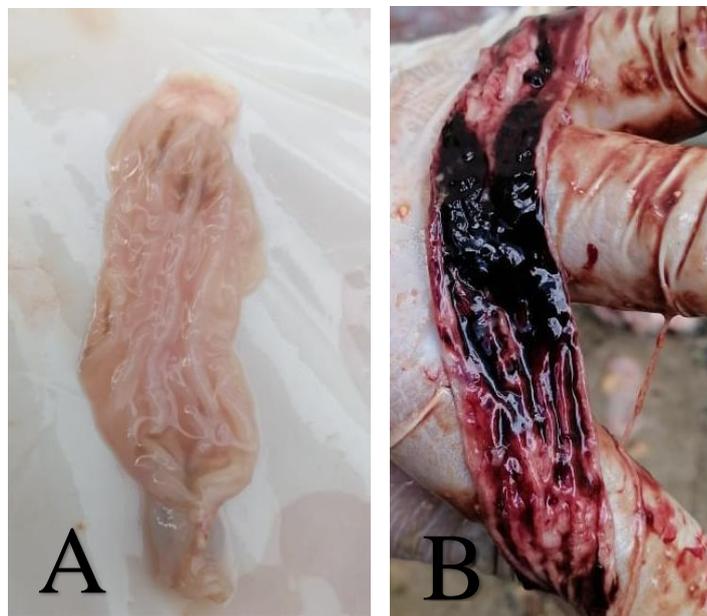


*Figura 2. Lesión en mollejas*  
 (A) (C) calificación 1 apariencia rugosa, áspera de la capa koilina, (B) erosión en la superficie de revestimiento.  
*Nota. Leal, (2020)*

Las figuras 1 A y B corresponden a mollejas sin cambios en su forma y consistencia, y fueron tomadas al inicio del proyecto, posteriormente se administraron los ácidos orgánicos en los grupos de estudio ya mencionados obteniendo como resultado a la necropsia cambios tanto en apariencia como en la continuidad de la capa koilina.

La figura 2 A corresponde a un ave del grupo suplementado con ácido cítrico, la 2 B y C a aves a las cuales se les suministro ácido acético.

### 6.1.2. *Eimeria tenella*.



*Figura 3. Ciegos*

(A) clasificación 0 sin lesiones (B) clasificación 3 las paredes del ciego aparecen ampliamente engrosadas con petequias dispersas, con presencia de sangre.

*Nota. Leal, (2020)*

Las imágenes anteriores corresponden a dos tiempos durante el estudio, (3 A) tomada de un macho de la sección 4 al día 15 de vida, donde no se evidencian lesiones ni cambios estructurales en los ciegos, la figura (3 B) corresponde a los ciegos de un macho de la sección 4 al día 35 de vida en las cuales se evidencia inflamación y engrosamiento de las paredes, no se evidencio presencia heces sanguinolentas en cama.

### 6.1.3. *Eimeria acervulina*.



*Figura 4.* Duodeno (A) porción proximal de duodeno (B) (C) calificación 2 numerosas lesiones y presencia de placas blancas en la luz intestinal. *Nota.* Leal, (2020)

La presencia de placas blancas correspondientes a oocistos desarrollados se encontraron en 4 de las 12 aves sacrificadas, las lesiones se localizaban desde la parte proximal del duodeno hasta el asa intestinal, la pared intestinal no mostro engrosamiento y los contenidos del tracto intestinal presentaban una apariencia normal.

## 6.2. Parámetros productivos

De conformidad a la metodología planteada, hubo un efecto ( $P < 0,05$ ) similar en cuanto a la ganancia de pesos obtenidos durante los tratamientos (Tabla 17).

En relación con el consumo de alimento diario, se evidenció ( $P < 0,05$ ) cantidad de alimento en el grupo que fue expuesto a ácido acético solo durante las dos primeras semanas del ciclo productivo (Tabla 17). Además, fue detectada ganancia del peso corporal final similar ( $P < 0,05$ ) en todos los tratamientos (Tabla 17).

Hubo un efecto de la inclusión de ácido orgánico sobre el consumo diario en los tratamientos, siendo mayor en los animales que recibieron ácido cítrico, en contraste a partir de la tercera semana el consumo diario de alimento entre tratamientos fue similar para todos. Así, durante el tiempo restante, todos los animales de los diferentes tratamientos presentaron conversión alimentaria similar ( $P < 0,05$ ).

En relación con los datos de la conversión de alimento, se observó efecto ( $P < 0,05$ ) diferente durante la primera y segunda semana presentaron conversión alimentaria similar (Tabla 17).

En relación con la tasa de mortalidad en los grupos objeto de estudio se evidenció, que la tasa de mortalidad fue similar ( $P < 0,05$ ) entre tratamientos (Tabla 17).

Tabla 17. *Resultados desempeño productivo*

Ítem	Tratamiento			EPM	P-valor
	AC	AA	CON		
PCI	42,45	35,67	35,92	0,138	<0,001
PC1	157,87	128,02	126,57	1,87	0,002
PC2	423,69	348,03	363,15	5,913	0,005
PC3	762,02	678,38	666,59	24,605	0,124
PC4	1272,62	1119,23	1143,88	60,719	0,301
PCF	1954,81	1747,12	1751,85	119,26	0,468
GMD	54,77	48,84	48,98	3,408	0,468
CD1	46,53	43,30	44,08	0,327	0,012
CD2	46,53	43,30	44,08	0,327	0,012
CD3	73,02	79,45	72,00	1,603	0,082
CD4	103,26	109,55	106,59	6,219	0,789
CD5	150,15	151,18	149,59	8,691	0,991
CS1	124,74	117,60	118,08	1,477	0,07
CS2	319,21	305,29	308,75	1,742	0,022
CS3	666,95	553,94	503,04	79,022	0,431
CS4	727,32	766,72	745,71	280,67	0,995
CS5	1047,83	1059,92	1047,86	246,94	0,999
CA1	124,74	117,60	118,08	1,477	0,07
CA2	444,15	423,68	427,84	2,452	0,019
CA3	966,32	982,72	934,96	9,743	0,083
CA4	1698,42	1754,35	1684,08	50,785	0,632
CA5	2704,36	2841,36	2778,55	103,11	0,678
COA1	0,77	0,92	0,93	0,02	0,02

COA2	1,03	1,21	1,18	0,016	0,009
COA3	1,30	1,42	1,40	0,035	0,17
COA4	1,33	1,56	1,46	0,041	0,065
COA5	1,41	1,61	1,56	0,043	0,093
MT	218,39	167,25	151,70	12,458	0,064

*Nota.* Leal, (2020).

PCI- peso corporal inicial

PCF- peso corporal final

GMD- ganancia media diaria

CD- consumo diario

CS-consumo semanal

CA-consumo acumulado

COA- conversión alimenticia

MT- mortalidad

### 6.3. Hallazgos microscópicos

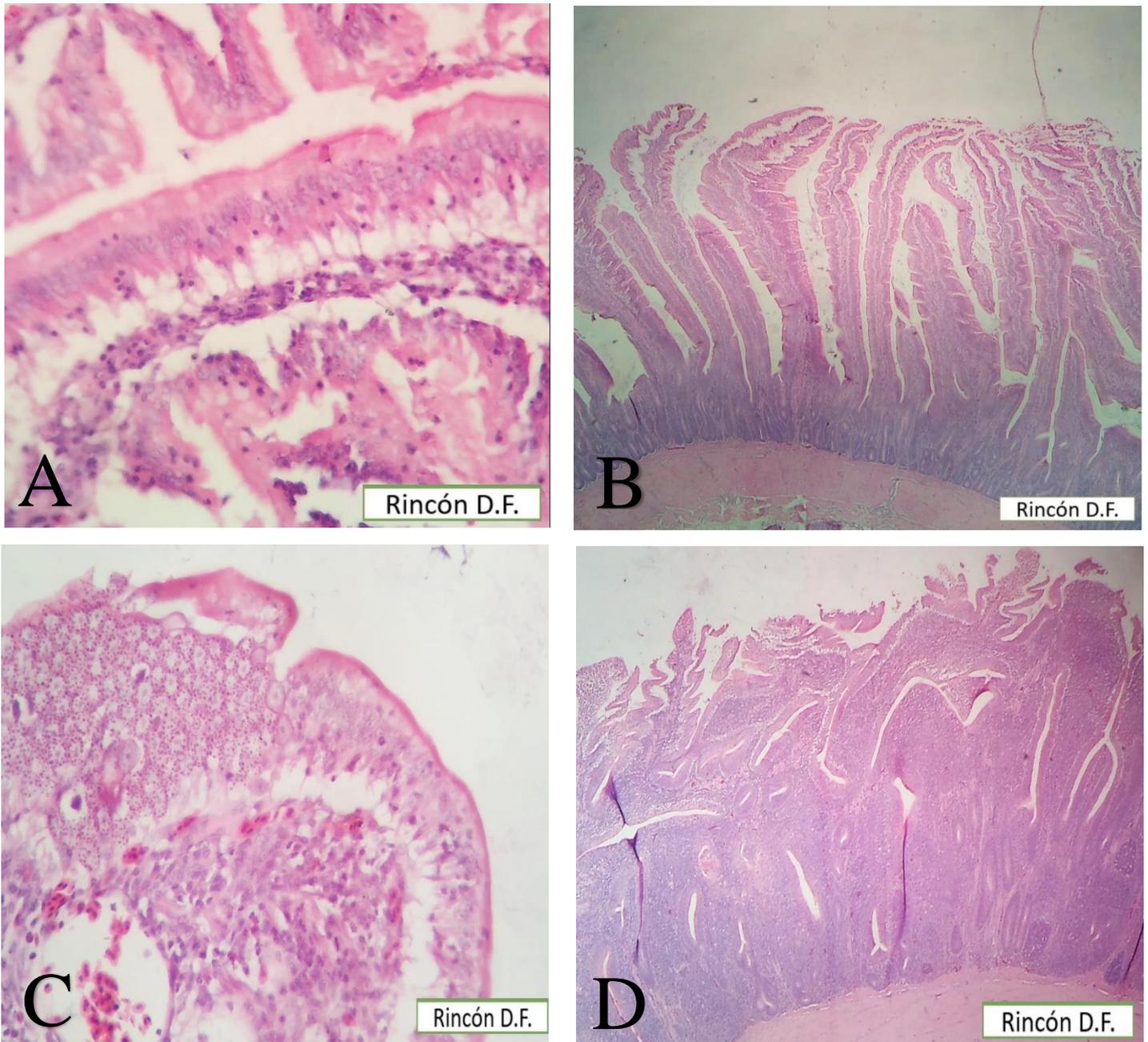


Figura 5. Placas microscópicas de duodeno.

(A) Linfocitos intraepiteliales, (B) vellosidades intestinales, (C) Presencia de *Eimeria* en lamina propia, (D) Infiltrado de linfocitos en lamina propia.

Nota. Rincón D.F, (2020)

En las imágenes anteriores se evidencio: (A) necrosis extensa del epitelio con presencia de protozoo (*Eimeria spp*), infiltrado linfoplasmocitario en lámina propia severo multifocal, con necrosis multifocal; (B) en este corte se observa múltiples linfocitos

intraepiteliales multifocales, con presencia de *Eimeria* acentuado en la porción apical de las vellosidades con necrosis del epitelio e infiltrado linfocitario con abundantes heterófilos; (C) en este corte se exhibe necrosis del epitelio multifocal, infiltrado linfoplasmocitario severo, hemorragia leve; (D) en este último corte se evidencia una criptitis con presencia de múltiples heterófilos en la luz, necrosis del epitelio en las porciones apicales, abundantes linfocitos intraepiteliales, infiltrado linfoplasmocitario en lámina propia severo multifocal.

## 7. Discusión

Los resultados en ganancias de peso fue similar para todos los tratamientos, sin embargo se refleja un pequeño aumento en el grupo que consumo ácido cítrico (Viola & Viera, 2007) el ácido cítrico actúa como fuente de energía disponible para los enterocitos, favoreciendo el desarrollo longitudinal de las vellosidades intestinales, lo que permite una mayor absorción de nutrientes; por tal motivo las mayores ganancias de pesos en este grupo se pueden atribuir a una eficaz absorción de nutrientes, cabe destacar que este grupo de estudio presentó el consumo de alimento acumulado más bajo en comparación con los demás grupos.

En el caso del grupo suplementado con ácido acético, represento el mayor consumo de alimento acumulado, sin embargo la ganancia en peso corporal final fue el menor, una posible explicación se pudo deber a la presencia de *Eimeria acervulina* en este grupo, como lo menciona (Frade et al., 2016) la tasa de absorción de nutrientes se ve afectada por las infecciones producidas por coccidia y es posible que no se recupere a niveles normales hasta días después de la infección; este hecho está estrechamente relacionado con el daño causado durante la replicación del parásito en el intestino, como lo señalaron (Ruff & Fuller, 1975) esto conduce a una mala digestión y absorción de nutrientes; así mismo puede explicarse que el grupo control obtuviera mejores ganancias de pesos que los que consumieron ácido acético, ya que en el grupo mencionado no se observaron lesiones macroscópicas ni se tuvieron evidencias de la presencia de *Eimeria*, como si ocurrió en el grupo que consumió ácido acético.

En lo que respecta a la conversión de alimento, se puede deducir que el grupo suplementado con ácido cítrico representaron la mejor conversión de alimento, ya que fueron eficientes en convertir el alimento consumido reflejado en los pesos finales. Como cita (la red media, 2018), la conversión alimenticia es una medida de la productividad de un animal y se

define como la relación entre el alimento que consume con el peso que gana; se puede concluir que el grupo que consumió ácido acético a pesar de que fueron los que tuvieron un mayor consumo de alimento fueron los menos eficientes en cuanto a ganancia de peso al final de la producción.

Con respecto al grupo control, no se evidenciaron hallazgos macroscópicos que se pudieran relacionar con la presencia de *Eimeria* en las aves, esto pudo ser gracias a la administración de NATBIO ESENCIAL en el agua de bebida, cuyos principios activos son aceites esenciales de *Lippia origanoides*, *Thymus vulgaris*, *Rosmarinus officinalis* y aceite de girasol; a una dosis de 150ml/1000 L de agua cada 24 horas durante cinco días, este producto es utilizado para prevenir la presencia de coccidiosis en las aves, se administró cuando se realizó el cambio de alimento concentrado de inicio a engorde, ya que este no cuenta con un anticoccidial en su composición.

## 8. Conclusiones

Para el estudio anterior se puede concluir que las ganancias de peso obtenidas fueron similares para todos los tratamientos, la diferencia se encontró el resultado final de peso corporal siendo mayor en el grupo suplementado con el ácido cítrico.

La suplementación de ácidos orgánicos en pollos de engorde ha demostrado que pueden llegar a reemplazar eficazmente el uso de promotores de crecimiento como lo son los antibióticos, ya que son sustancias naturales que se eliminan del organismo sin dejar trazas en la carne.

El efecto de los ácidos orgánicos depende en gran medida de los ingredientes que hacen parte de la alimentación de los pollos, por lo cual se puede concluir que una buena composición nutricional es vital para que los efectos de la suplementación de los ácidos logren las derivaciones esperadas.

En conclusión, a la relación de hallazgos macroscópicos y microscópicos se puede se puede afirmar que los animales estudiados presentaron *Eimeria acervulina*, por lo cual se deduce que los daños ocasionados en el epitelio intestinal por este parásito no permitieron una adecuada absorción de los nutrientes; lo cual se reflejó en las ganancias de peso similares entre los tratamientos.

## Bibliografía

- Acosta Páez , D., & Jaramillo Benavidez , Á. (s.f.). *Manejo de pollo de engorde*. Obtenido de [https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/4618/1/Manejo\\_de\\_pollo\\_de\\_engorde.pdf](https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/4618/1/Manejo_de_pollo_de_engorde.pdf)
- Barrera, H., Rodríguez , S., & Torres , G. (2014). *Efectos de la adición de ácido cítrico y un probiótico comercial en el agua de bebida, sobre la morfometría del duodeno y parámetros zootécnicos en pollo de engorde*. Villavicencio Meta, Colombia.
- Castilla Gonzáles , F. A. (2018). *Efecto de la inclusión de un suplemento nutricional líquido sobre los parámetros productivos según la edad de pollos de engorde*. Lima, Perú.
- Cervantes , H. (2011). *Integridad intestinal en aves*. Obtenido de <https://www.wattagnet.com/articles/10192-integridadintestinal-en-aves>
- Cherrington , C., Hinton, M., Mead, G., & Chopra, I. (1991). *Organic acids: chemistry, antibacterial activity and practical applications*. *Adv Microb Physiol* .
- cobb-vantress. (15 de Noviembre de 2013). *Guía de Manejo del Pollo de Engorde*. Obtenido de <http://www.pronavicola.com/contenido/manuales/Cobb.pdf>
- Dibner, J., & Buttin , P. (2002). *Use of Organic Acids as a Model to Study the Impact of Gut Microflora on Nutrition and Metabolism*. .
- Donald, W., Duszynski, & Steve , J. (2010). «*Taxonomic Summary of Genera within the Eimeriidae*».
- Elanco Animal Health . (2019). *Guía de referencia para la evaluación HTSi*. Bogotá, Colombia .
- Federación Nacional de Avicultores de Colombia (FENAVI). (2020). *Boletín FENAVIQUÍN PIB avícola 2019*.

Ferrero, J. (2016). *Los otros aminoácidos en nutrición del pollo de carne*. Obtenido de

<https://nutricionanimal.info/download/nutriNews7-junio2016-Los-otros-Aminoacidos-en-pollo-de-carne.pdf?x46326>

Finca y Campo . (2020). *Finca y Campo* . Obtenido de

<http://www.fincaycampo.com/2014/07/la-avicultura-colombia-primeraparte/#:~:text=La%20avicultura%20es%20la%20cr%C3%ADa%20y%20explotaci%C3%B3n%20de%20especies%20de%20aves.&text=Las%20granjas%20av%C3%ADcolas%20se%20dividen,entre%2042%20y%2050%20d%C3%ADas>.

Frade, N., Hernández , X., Fuente, B., Quiroz, M., Ávila , E., & Tellez, G. (2016). *Efecto de la infección con Eimeria acervulina, E. maxima y E. tenella en la absorción y el depósito del pigmento en la piel de pollos de engorde*. Mexico.

Gauthier , R. (2002). *La salud intestinal: clave de la productividad - El caso de los ácidos orgánicos*. .

González , S., Icochea , E., Reyna, P., Guzmán , J., Cazorla, F., Lucar, J., . . . San Martín , V. (2013). *Efecto de la suplementación de ácidos orgánicos sobre los parámetros productivos en pollos de engorde*. Lima, Perú.

Javierre, J. (2006). *Acidificantes sinérgicos en Avicultura: Aplicación Especifica para el Manejo del Éstres de calor*. .

la red midia . (1 de febrero de 2018). *la red midia, industria avicola, porcicola, veterinaria, ganadera de alimentos balanceados y mascotas* . Obtenido de <https://redmidia.com/alimentos/mejorando-conversion-alimenticia-pollos-engorde-una-guia-para-los-productores/>

McDowell, L., & Ward , N. (2008). *Optimum vitamin nutrition for poultry*.

Mejía Arango , B. (2012). *Patología Aviar. Mi diagnóstico, su concepto. Erosiones en la capa córnea de la molleja. Parte I: histología de la molleja.* .

Nir, I. (1998). *Mecanismos de digestão e absorção de nutrientes durante a primeira semana.* Campinas, Brazil .

Noy, Y., & Sklan, D. (1997). Posthatch Development in Poultry . *ELSEVIER*, 344-354.

Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1056617119307652>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura . (2012).

*Disponibilidad de piensos y nutrición de aves de corral en países en desarrollo.*

Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-al704s.pdf>

pepito. (2020). *los peos.* pamplona: chanda.

ROSS An Aviagen Brand . (2018). *manual de manejo del pollo de engorde ROSS.* .

Ruff, M., & Fuller, H. (1975). *Algunos mecanismos de reducción de los niveles de carotenoides en pollos infectados con Eimeria acervulina o E. tenella.*

Saikat, S., Sudipto, H., & Ghosh , K. (2009). *Eficacia comparativa de un ácido orgánico mezcla y Bacitracina Metileno Disalicy late como promotores del crecimiento en pollos de engorde: efectos sobre el rendimiento, Histología y el medio del intestino delgado.* .

Sakineh, S., Sayed, T., & Ghorbanali, S. (2018). *Ácido orgánico dietético y las fuentes que afectan el rendimiento, la morfología intestinal, las respuestas inmunes y la microflora intestinal en pollos de enogrde.* Irán .

Solomon, E., Berg, L., & Martin, D. (2001). *Química de la vida: compuestos orgánicos.* México.

Vaca, L. (2010). *La alimentación de las aves, Tema IX. En: Producción Avícola.* . San José, Costa Rica : Universidad Estatal a Distancia.

Viola, E., & Viera, S. (2007). *Suplementação de Acidificantes Orgânicos e Inorgânicos em Dietas para Frangos de Corte: Desempenho Zootécnico e Morfologia Intestinal.*

Yuño , M., & Gogorza, L. (2008). *Coccidiosis aviar: respuesta inmune y mecanismos de control en la industria avícola.* Buenos Aires, Argentina.