



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

EVALUACIÓN DE PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN POLLOS
DE ENGORDA UTILIZANDO UN PROMOTOR IONIZANTE Y
TÉCNICA DE HISTOLOGÍA PARA EVALUAR LA
INTEGRIDAD INTESTINAL.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A:

NOÉ URBÁN CONTRERAS

ASESOR: DR. JOSÉ JUAN FRANCISCO ORTEGA SÁNCHEZ DE TAGLE

CO-ASESOR: DR. JUAN CARLOS DEL RÍO GARCÍA

CO-ASESOR: DR. ARIEL ORTIZ MUÑOZ

CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO, 2014



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

U. N. A. M.
ASUNTO: VOTO APROBATORIO
SUPERIORES CUAUTITLÁN

M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE.

ATN: M. en A. ISMAEL HERNANDEZ MAURICIO
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán.



Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos a comunicar a usted que revisamos **La Tesis:**

"EVALUACIÓN DE PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN POLLOS DE ENGORDA UTILIZANDO UN PROMOTOR IONIZANTE Y TÉCNICA DE HISTOLOGÍA PARA EVALUAR LA INTEGRIDAD INTESTINAL"

Que presenta el pasante: **NOÉ URBÁN CONTRERAS**
Con número de cuenta: **40803453-9** para obtener el Título de: **Médico Veterinario Zootecnista**

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO**.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"
Cuautitlán Izcalli, Méx. a 04 de Octubre de 2014.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	Dr. José Juan Francisco Ortega Sánchez de Tagle	
VOCAL	Dra. Deneb Camacho Morfín	
SECRETARIO	M.V.Z. Juan Arturo Olivares Díaz	
1er SUPLENTE	M. en C. Celso López López	
2do SUPLENTE	M.V.Z. Ernesto Marín Flamand	

NOTA: Los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).
En caso de que algún miembro del jurado no pueda asistir al examen profesional deberá dar aviso por anticipado al departamento.
(Art 127 REP)
HHA/Vc

DEDICATORIAS

A **Dios** por permitirme la oportunidad de vivir, por darme fe, fortaleza, sabiduría, cuando más lo he necesitado, por poner en mi camino a gente increíble que me ha rodeado durante toda mi vida, pero principalmente por la maravillosa familia que me dio, que es lo más importante que tengo. Gracias.

A **mi Papá Mardonio Urbán**, que ha sido un ejemplo para mí, la persona que más he admirado en mi vida, por siempre llevarme de la mano desde que era un niño, por darme siempre su amor, cariño, confianza, comprensión, consejos y también sus regaños de los cuales he aprendido enormemente.

A **mi Mamá Teresa Contreras**, eres la mujer más noble y sencilla que he conocido, siempre has visto y te has preocupado por mí en cada detalle y aspecto de mi vida y la de mi hermano en todo sentido, gracias por cuidarme tanto y por ser tan cariñosa conmigo. Eres una gran inspiración para mí.

Me faltarían palabras para agradecerles todo lo que han hecho por mí durante toda mi vida, esto solo es el principio, falta aún mucho camino por recorrer y haré que se sientan todavía más felices por mí ya que ustedes son parte vital de todo esto ya que lo que soy y seguiré siendo es gracias a ustedes dos. Gracias por todo lo que me dieron y también gracias por lo que no me dieron. Muchos podrán decir que tienen a los mejores padres de mundo, pero para mí ustedes son los mejores, no pude haber tenido mejores padres que ustedes, los elegiría una y mil veces y es un orgullo ser su hijo, Los AMO enormemente a los dos.

A mi hermano **Iván** por ser mi mejor compañero durante toda mi vida, además de ser mi mejor amigo, de verdad no pude haber tenido mejor hermano que tú gracias por todo el apoyo que me das en todo momento, siempre te he admirado mucho, gracias por aguantar mi mal humor durante todos estos años, no sé qué sería de mi vida sin ti. Te dese lo mejor del mundo para ti y para Jancy en esta etapa que están pasando, siempre voy a estar para ti en todo momento. Gracias a los dos.

A **Fernanda Cortés**, ya que has sido parte importante de todo este proceso y que a pesar de que no estamos pasando por el mejor momento no quiere decir que no seas importante en mi vida, has sido y eres una gran compañera, muchas gracias por estar conmigo, te agradezco todos los

detalles, consejos, consideraciones, tiempo cariño y amor que has tenido para mí a lo largo de estos años, me has hecho crecer como persona en todos los aspectos de una manera asombrosa cambiando totalmente mi percepción del mundo. Con unos cuantos renglones sería imposible hacerte saber lo que significas en mi vida, pero si lo puedo resumir TE AMO.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México por permitirme formar parte de su gloriosa historia, por abrir mi mente más allá de lo común y crearme grandes expectativas en cada aspecto de mi vida, el decir que soy parte de la UNAM es un orgullo y un privilegio que pocos tenemos el placer de decir. ¡Orgullo azul y oro!, y ahora más que nunca *“Por mi raza hablara el espíritu”*:

A la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán por abrirme las puertas de sus instalaciones para poder cumplir una meta de mi vida, el ser Médico Veterinario Zootecnista, por formarme profesionalmente de una excelente manera en cada aula y laboratorio recorrido, siempre me sentirme contento y orgulloso de haber pasado por esta gran Facultad.

A mis amigos en forma general para no omitir a alguno, gracias por esos excelentes y divertidos momentos me que hicieron pasar dentro y fuera del salón de clases, las cosas no hubieran sido iguales sin ustedes.

A mi asesor el Dr. José Ortega Sánchez de Tagle, le agradezco por todo el apoyo, confianza, paciencia, tiempo, aportaciones y consejos durante todo este largo proceso, ya que desde el primer día que vine a verlo se portó de una manera excelente conmigo pero más importante aún por brindarme su amistad en este tiempo que tengo de conocerlo, gracias por transmitirme parte de sus conocimientos y consejos no solamente como académico sino también como persona es un gusto haber sido asesorado por una gran persona como usted, mis más sinceras gracias.

Así como también agradecer a mis Co-asesores, como el Dr. Juan Carlos Del Río, por su tiempo, apoyo en la parte histológica además de sus excelentes aportaciones en todo el trabajo, también al Dr. Ariel Ortiz y al Dr. Miguel Ángel Carmona.

A los miembros del jurado, la Dra. Deneb Camacho, el MVZ Juan Aturo Olivares, el M. en C. Celso López y el MVZ Ernesto Marín, por dedicar su tiempo para leer este trabajo además de atenderme de la mejor manera, ya que sus aportaciones y opiniones fueron muy valiosas para la mejora de este trabajo.

A los grandes profesores que tuve a lo largo de mi paso por la FESC, gracias por trasmitirme sus conocimientos, enseñanzas y consejos.

Un agradecimiento especial y con mucho cariño al Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola (CEIEPAv), por permitirme en algún momento formar parte de su excelente equipo de trabajo, en donde aprendí muchas cosas valiosas que seguramente me servirán para mi vida profesional y personal, teniendo excelentes profesores, amigos y compañeros, de los cuales aprendí muchísimo como alumno y como persona, gente muy valiosa como académicos pero más aún como personas, gracias a todos.

Por ultimo agradecer a todas las personas como amigos, conocidos, compañeros y familia que por una u otra razón ya no tenemos tanta convivencia como yo quisiera pero que en algún momento de mi vida fueron importantes para mí.

***“Se puede juzgar el verdadero
carácter de un hombre por la
forma en que trata a sus
compañeros, los animales.”***

Paul McCartney

ÍNDICE

1. RESUMEN	1
2. INTRODUCCIÓN	2
2.1 Avicultura.....	2
2.2 Avicultura en el mundo.....	3
2.3 Avicultura en México.....	6
3. MARCO TEÓRICO	13
3.1 Promotores de crecimiento.....	13
3.2 Prohibición en Europa.....	14
3.3 Mecanismo de acción de los antibióticos promotores del crecimiento.....	15
3.4 Alternativas a los antibióticos como promotores de crecimiento.....	16
3.5 Promotores de crecimiento ionizante.....	17
3.6 Mecanismo de acción de los promotores de crecimiento ionizante.....	18
3.7 Importancia del agua de bebida	19
3.8 Integridad intestinal.....	21
3.8.1 Mecanismos de defensa del intestino.....	23
3.8.1.1 Mecanismos inespecíficos.....	24
3.8.1.2 Mecanismos específicos.....	27
3.8.2 Integridad intestinal y su impacto económico.....	27
3.8.3 Importancia de la integridad intestinal.....	29
3.8.4 Causas más comunes de pérdida de la integridad intestinal.....	30
3.8.4.1 Coccidiosis.....	32
3.8.4.2 Enteritis necrótica.....	34
3.9 Uso de la histología como herramienta de diagnóstico.....	37
4. OBJETIVOS	39
4.1 Objetivo general.....	39
4.2 Objetivos particulares.....	39
5. HIPÓTESIS	40
6. JUSTIFICACIÓN	41

7. MATERIALES Y MÉTODOS	42
8. RESULTADOS	45
9. DISCUSIÓN	55
10. CONCLUSIONES	59
11. BIBLIOGRAFÍA	60

ÍNDICE DE FIGURAS:

Figura 1. Modo de acción de los promotores ionizantes.....	19
Figura 2. Barreras intestinales frente a la infección.....	25
Figura 3. Homeóstasis intestinal.....	25
Figura 4. Estructura de una placa de Peyer.....	27
Figura 5. Principales especies de <i>Eimeria</i> en pollos de engorda y su localización.....	33
Figura 6. Lesiones por enteritis necrótica.....	35
Figura 7. Lesiones por enteritis necrótica.....	35
Figura 8. Daño causado por coccidiosis y enteritis necrótica.....	36
Figura 9. Corte de intestino sin ningún tipo de promotor de crecimiento.....	51
Figura 10. Corte de intestino sin ningún tipo de promotor de crecimiento.....	49
Figura 11. Corte de intestino con el promotor de crecimiento ionizante.....	50
Figura 12. Corte de intestino con el promotor de crecimiento ionizante.....	50
Figura 13. Corte de intestino con el promotor de crecimiento ionizante.....	51
Figura 14. Corte de intestino sin el promotor de crecimiento ionizante.....	51
Figura 15. Corte de intestino sin el promotor de crecimiento ionizante.....	52
Figura 16. Corte de intestino sin el promotor de crecimiento ionizante.....	52

ÍNDICE DE GRÁFICAS:

Gráfica 1. Producción mundial de carne de pollo por continente.....	3
Gráfica 2. Países productores de carne de pollo en el mundo.....	5
Gráfica 3. Países productores de carne de pollo en continente americano.....	6
Gráfica 4. Producción pecuaria en México.....	7
Gráfica 5. Principales estados productores de pollo en México.....	11
Gráfica 6. Empleos que genera la avicultura.....	12
Gráfica 7. Peso de hembras.....	45
Gráfica 8. Peso de machos.....	45
Gráfica 9. Consumo de hembras.....	46
Gráfica 10. Consumo de machos.....	46
Gráfica 11. Ganancia diaria de peso de hembras.....	47
Gráfica 12. Ganancia diaria de peso de machos.....	47
Gráfica 13. Conversión alimenticia de hembras.....	48
Gráfica 14. Conversión alimenticia de machos.....	48
Gráfica 15. Viabilidad.....	49
Gráfica 16. Mortalidad.....	49

ÍNDICE DE CUADROS:

Cuadro 1. Tiempo de tránsito y pH en el tracto gastrointestinal de las aves.....	23
Cuadro 2. Composición de las dietas utilizadas en las diferentes fases de alimentación.....	43
Cuadro 3. Índice de lesiones microscópicas en integridad intestinal.....	44
Cuadro 4. Parámetros productivos finales por caseta.....	50

1. RESUMEN

La avicultura es una actividad pecuaria que ha logrado grandes avances en los últimos años debido a la acción conjunta entre la genética, nutrición y la zootecnia. A nivel mundial la industria avícola ha tenido un crecimiento importante, se espera que la producción mundial solo en carne de ave llegue a las 106.4 millones de toneladas (FAO, 2014). La industria avícola es la actividad más importante dentro de nuestro país, representa alrededor del 63% de la producción pecuaria. México está considerado el séptimo productor mundial de carne de pollo con 3,002 millones de toneladas en 2013 (UNA, 2014). Es importante considerar que la producción de pollo de engorda depende de la integridad y funcionalidad intestinal. El uso de antibióticos promotores del crecimiento es una actividad muy común dentro de la avicultura, es por esto que el uso desmedido de antibióticos para mejorar la productividad de las aves ha provocado la búsqueda de nuevas alternativas para mejorar la eficiencia productiva sin crear resistencia y a un menor costo. Una de estas alternativas son los promotores ionizantes (PI) de uso discontinuo como el que fue utilizado en este caso.

El presente trabajo se realizó en una granja comercial del Estado de Jalisco, se utilizaron 120 mil aves de la estirpe Ross 308, sexos separados, divididas en 12 casetas diferentes de 10 mil aves cada una, a la mitad de las aves tanto de machos como de hembras se les dio una dieta normal con antibiótico como promotor de crecimiento y a las aves restantes se les administró el promotor ionizante de manera discontinua vía agua de bebida a una concentración de 200 ppm/1000 lts. de agua, los días 21,22, 23 y 34, 35,36 del ciclo. Se evaluaron los parámetros productivos como, peso vivo, consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia, viabilidad, mortalidad y la integridad intestinal por medio de histología. Los resultados obtenidos demuestran que hubo diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$) con el uso del promotor ionizante respecto a las aves no tratadas. Así como mejoró la integridad del intestino, como se puede observar en los cortes histológicos. El uso de tratamientos en base a mecanismos ionizantes resulta ser una alternativa efectiva ya que en los resultados obtenidos en este trabajo se mejoraron los parámetros productivos y la integridad del intestino fue mejor, además de ser una opción viable para la sustitución de antibióticos como promotores de crecimiento.

PALABRAS CLAVE: Industria avícola, integridad intestinal, promotor ionizante, parámetros productivos, histología.

2. INTRODUCCIÓN

2.1 Avicultura.

La avicultura es una actividad pecuaria de gran importancia económica en todo el mundo, debido al crecimiento que ha tenido en los últimos años, como resultado del desarrollo en áreas como nutrición, genética, manejo y sanidad. Gracias a los avances tecnológicos en el manejo, se ha logrado mejorar la producción al proporcionar a las aves condiciones óptimas para su crecimiento y desarrollo de acuerdo con su potencial genético (Castañeda, 2005).

En los últimos años la avicultura ha tenido un importante crecimiento en la producción de toneladas de carne así como en su consumo interno y las exportaciones de productos y subproductos avícolas (Tavernari, *et. al.*, 2008).

La producción de pollo de engorda es un negocio en el cual es necesario producir volumen para contrarrestar una ganancia mínima por unidad de producto. Productividad es la relación que existe entre la producción obtenida y los recursos empleados para obtenerla (Aho, 1997).

Detrás del crecimiento de la producción sobresale un fuerte nivel de tecnificación a la altura de lo observado en países desarrollados, situación que se refleja una alta eficiencia y a su vez costos de producción bajos (SAGARPA, 2009).

El capital disponible es uno de los factores más importantes a considerar en este ámbito ya que de este depende la toma de decisiones fundamentales como la localización y grado de tecnificación de la unidad productiva, entre otros aspectos, lo cual lo convierte en uno de los principales rubros durante la planeación de la empresa (Castañeda, 2005).

En general la competitividad en el sector avícola se determina fundamentalmente por:

- a) Nivel y desarrollo económico.
- b) Provisión de recursos naturales
- c) El marco institucional determinado por políticas gubernamentales de fomento a la producción avícola (Aho, 1997).

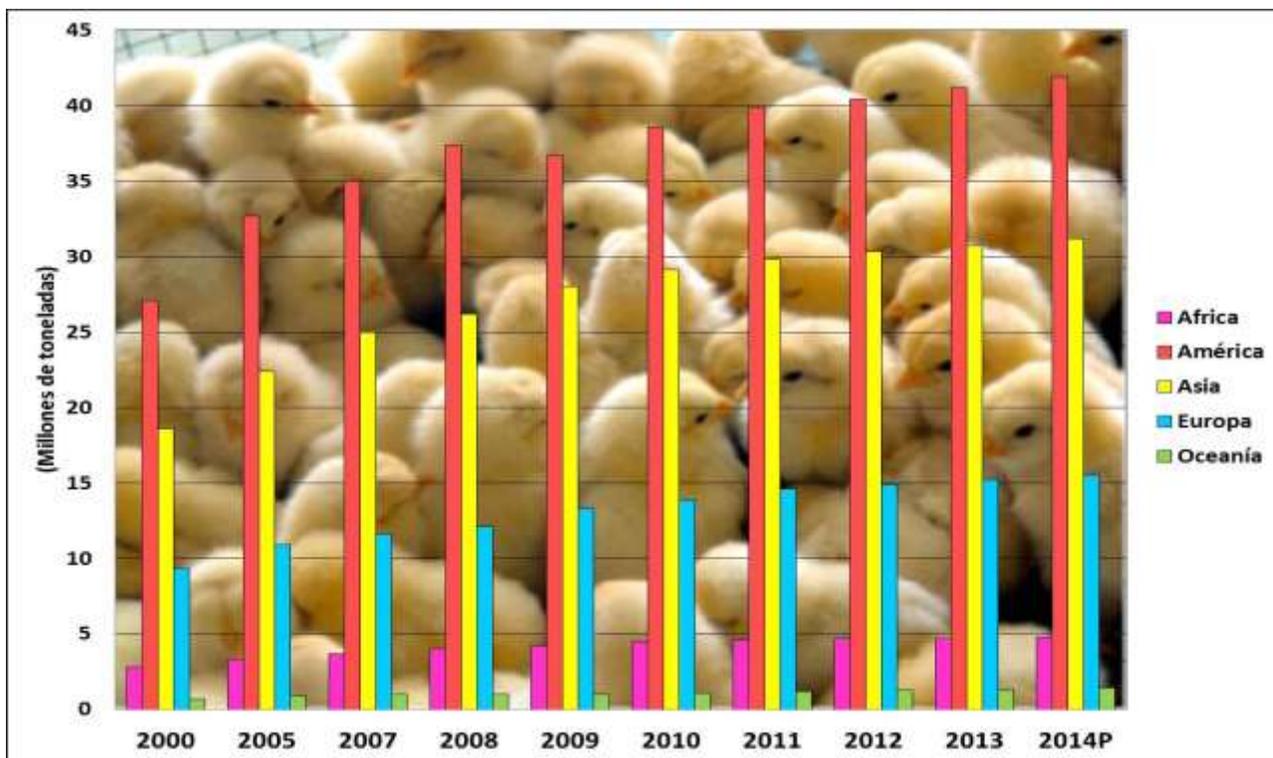
2.2 Avicultura en el mundo.

La producción mundial de carne avícola espera ascender a 106.4 millones de toneladas en 2014, según un pronóstico hecho por la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (Evans, 2013).

La producción mundial de carne pollo más ponedoras sacrificadas probablemente superará las 123 millones de toneladas en 2014, mientras que, según estimaciones del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), la producción de pollos de engorda será de unas 124.6 millones toneladas (Evans, 2013).

Los datos de la FAO contienen la producción de traspatio, que se define como la producción de aves criadas en casa, además del equivalente de la carne exportada de estas aves vivas. (Evans, 2013).

Gráfica 1. Producción mundial de carne de pollo por continente.



Fuente: Evans, 2013.

En 2014, la producción en el continente americano debe superar 41 millones de toneladas, mientras que en Asia, en 2014 esta debe superar los 31 millones de toneladas o alrededor de 33% del total mundial). Sin embargo, se debe considerar que el crecimiento en esta región en gran medida depende de lo que ocurre en China (Evans, 2013).

Independientemente de las fluctuaciones en la rapidez del proceso, la tendencia de alza se ha dado en forma continua, como respuesta a una creciente demanda de proteína animal en países como China, Brasil e India, que son las grandes potencias que estimulan la producción avícola. Según las estimaciones del USDA, el crecimiento en la producción mundial de pollos de engorda debería estar liderado por los siguientes mercados: (De la Fuente, 2013).

Estados Unidos: Es el mayor productor de carne de ave a nivel mundial. Se estima que para el año 2014 registrará un alza de 2,4%, llegando a un total de 17 millones de toneladas. Este aumento se explicaría por los buenos precios registrados en la carne de pollo y por un aumento en el peso de los animales (De la Fuente, 2013).

China: Si bien en este mercado se pronosticaba un aumento de 3%, llegando a un total de 14,1 millones de toneladas, gracias al fuerte aumento en la demanda interna de este tipo de proteínas, el aumento en el precio de los insumos de alimentación animal disminuirá el ritmo de crecimiento, a pesar de los intentos de los productores por buscar alimentos alternativos de menor valor (De la Fuente, 2013).

Brasil: Se prevé que registrará un aumento de 1,5% en su producción, llegando a un total anual de 2,8 millones de toneladas. La producción estará impulsada por una mayor demanda de carne y la abundancia de suministros de alimentación. Además, se suma el apoyo del gobierno a la industria avícola nacional, que podría mitigar el impacto del aumento en los costos de alimentación (De la Fuente, 2013).

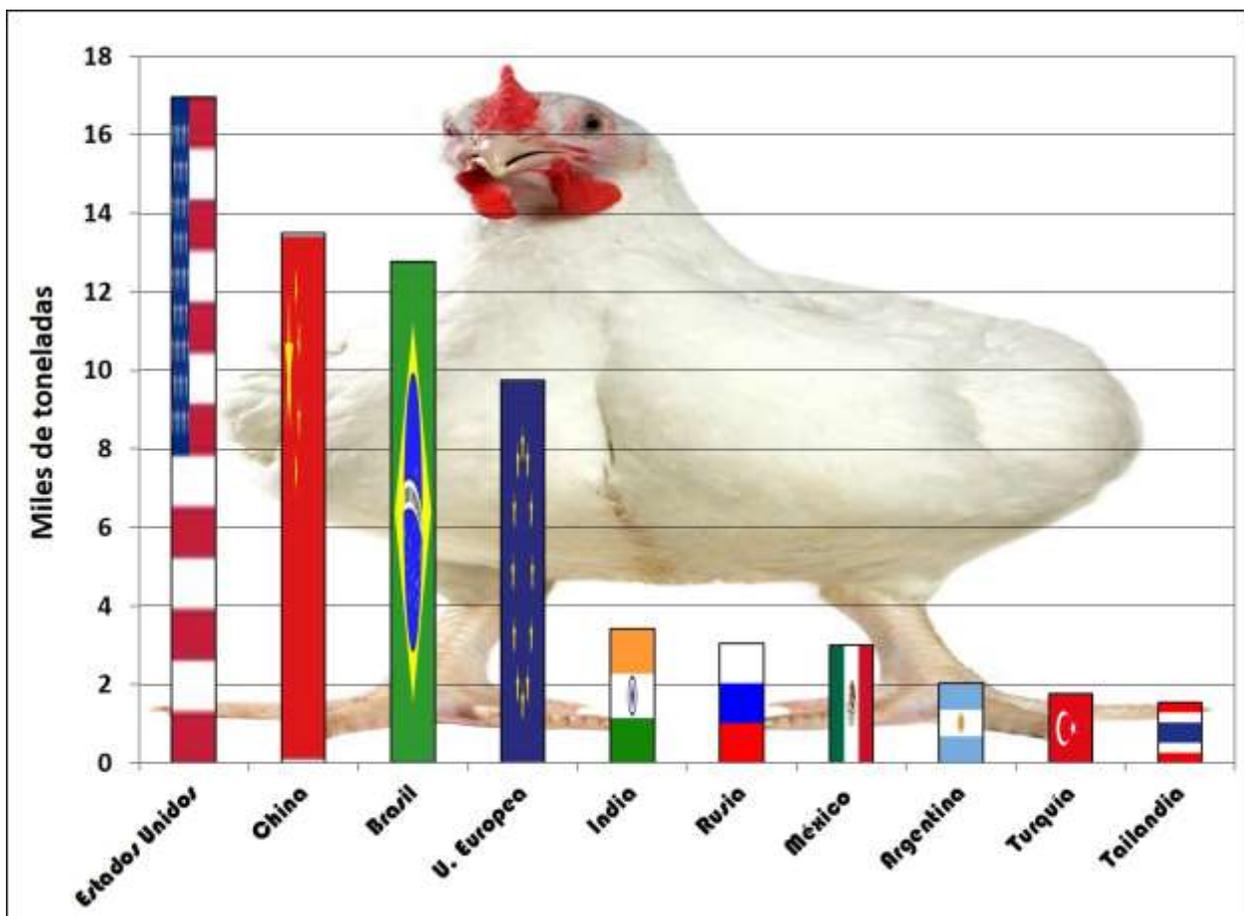
India: Para este mercado se estima un aumento de 8% en su producción, llegando a un total anual de 3,4 millones de toneladas. A pesar de los brotes de influenza aviar registrados en el año 2011, la producción durante el año 2013 se fue expandiendo rápidamente gracias al aumento en el consumo interno, sumado a cambios en los gustos de alimentación y a preferencias culturales que se han ido dando internamente en el país en el último tiempo (De la Fuente, 2013).

Rusia: Se espera que su producción crezca en 5%, en la medida que se consoliden las nuevas inversiones del sector, llegando a un total de 3 millones de toneladas. Los programas del gobierno ruso están dirigidos a mitigar el aumento de los costos de alimentación en aves, además de apoyar la construcción de nuevos proyectos destinados a producción (De la Fuente, 2013).

Unión Europea: Se pronostica un aumento de 0,4% en su producción, llegando en 2013 a un total de 9,55 millones de toneladas de aves, produciéndose una sustitución en el consumo de carnes rojas (De la Fuente, 2013).

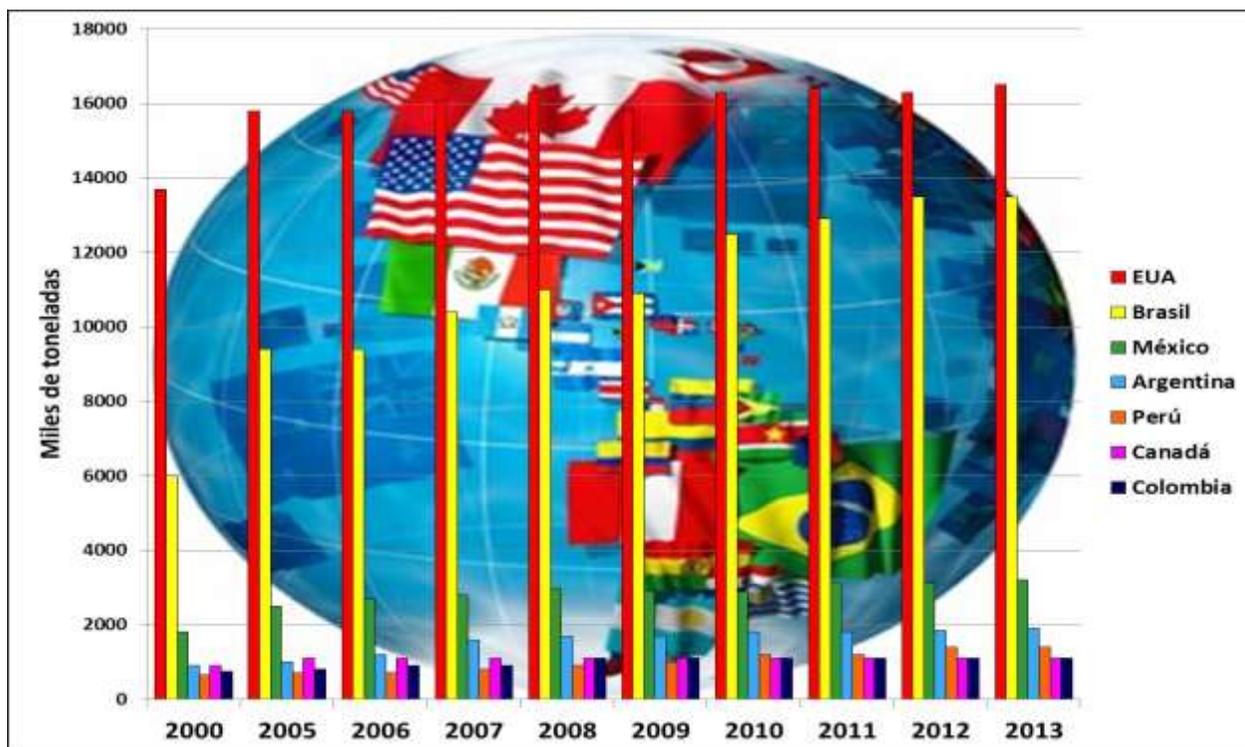
La producción de carne de pollo, se espera tenga un incremento en casi todos los países de la Unión Europea, excepto en Francia, donde la industria está en reestructuración, debido al cierre de la empresa más importante llamada Duox, que representaba la mayor producción y exportación de carne de pollo dentro de dicho bloque (De la Fuente, 2013).

Gráfica 2. Países productores de carne de pollo en el mundo.



Fuente: Unión Nacional de Avicultores (UNA), 2014.

Gráfica 3. Países productores de carne de pollo en el continente americano.



Fuente: Evans, 2013.

En los últimos años la producción brasileña de pollos creció de forma acelerada y las exportaciones crecieron aún más rápido, representando cada año mayor porcentaje de la producción total. La condición de gran exportador de carne de pollos ha forzado la industria avícola brasileña a mejorar su calidad para atender demandas crecientes de importadores como Europa, Japón y otros países (Evans, 2012).

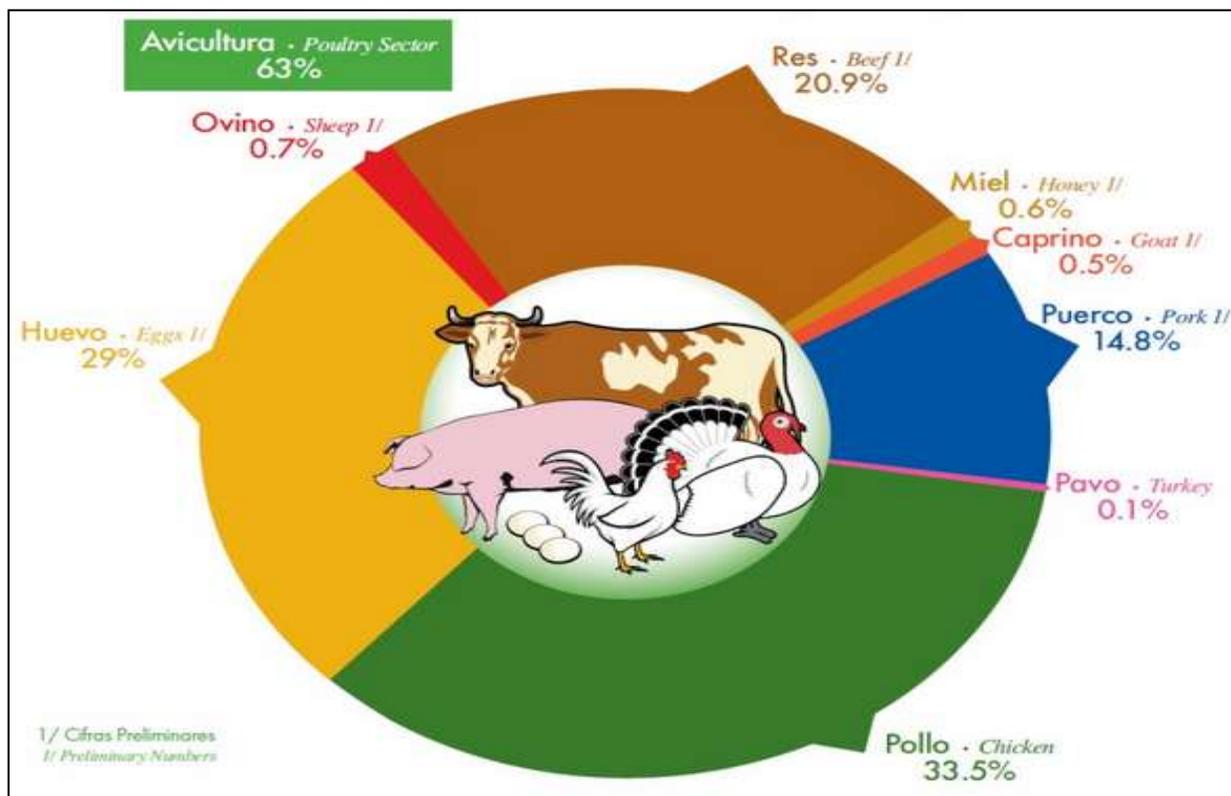
2.3 Avicultura en México.

La producción de carne de pollo en México ha mantenido una tendencia constante de crecimiento, situación influenciada principalmente por una tendencia clara de la demanda por carnes blancas (de bajo contenido graso), así como por sus precios, el cual resulta altamente competitivo con respecto a otros cárnicos y además por ser un producto accesible para personas de cualquier estrato social (SAGARPA, 2009).

En los últimos años, en nuestro país, se han producido en promedio anual en alrededor de 2, 600,000 toneladas, con un ritmo de expansión anual que gira en 4.9%, convirtiéndose el índice más relevante dentro del sector ganadero, ya que además del dinamismo del crecimiento, el volumen en que se incrementa anualmente es muy elevado, en si el crecimiento del volumen en

los últimos 10 años ha sido en promedio de más de 100,000 toneladas. Comparando en el sector ganadero con las principales carnes de consumo, la carne de pollo tiene un mayor volumen de producción con respecto a la carne de bovinos y porcinos (SAGARPA, 2009).

Gráfica 4. Producción pecuaria en México.



Fuente: UNA, 2014.

En México las empresas medianas representan el 40% del sector avícola con la producción aproximada de 500 mil pollos al día. Estas empresas son las más vulnerables ante la presión de la incesante alza de sus costos de producción y sus gastos administrativos. El otro 60% de la producción avícola está representado por grandes empresas las cuales tienen mayor capacidad financiera (SAGARPA, 2009).

La industria avícola es la actividad pecuaria más dinámica y pujante del país. Es también un sector estratégico en el ámbito agroalimentario, en virtud que de cada 10 kilos de proteína animal que hay en el mercado, 6 corresponden a alimentos avícolas como pollo y huevo (Guía Ejecutiva Watt, 2014).

La industria avícola mexicana durante el 2013, tuvo un crecimiento de 1.3%, respecto a 2012, y ofrece un pronóstico inicial de crecimiento para el 2014 de alrededor de 2.4%, de donde se espera que la producción de huevo y pollo crecerán 2% y 1.5%, respectivamente (UNA, 2014).

En 2013 se produjeron 3,002 millones de toneladas de carne de pollo, muy por encima de los demás cárnicos, la producción de huevo fue de 2,386 millones de toneladas y la de pavo 9 mil toneladas. La parvada nacional avícola en México decreció 2.45% en 2013, respecto al crecimiento obtenido en 2012, por lo tanto la parvada es la siguiente: 466 millones de aves, 137 millones de gallinas ponedoras (UNA, 2014).

La producción de pollo en México, durante el periodo de 1994 a 2013 ha aumentado a un ritmo de crecimiento anual del 4%. Las importaciones mexicanas de carne de ave, se han incrementado gradualmente. En 2013 se importó 14.2% más que el año anterior, pero lo doble de los últimos 15 años, lo que significa que la tasa de crecimiento anual de 1996 al 2013 es de 10.2%. Por lo que se refiere a la producción de huevo, de 1994 a 2013 creció a un ritmo anual de 2.9%, lo que significa que en dicho lapso, su crecimiento fue de 63% (UNA, 2014).

Por semana nuestro país produce alrededor de 28 millones de pollos, los cuales son comercializados en cinco clasificaciones reconocidas en el mercado mexicano: vivo 33%, tipo rosticero 26%, tipo mercado público 19%, tipo supermercado 12%, en piezas 6% y con valor agregado 4% (UNA, 2014).

En la alimentación del mexicano, el sector avícola juega un papel importante, ya que 6 de cada 10 personas incluyen en su dieta productos avícolas (huevo y pollo), esto se debe, en parte, a que los precios de huevo y pollo se han reducido en términos reales en la última década, y también a que ambos son alimentos nutritivos y versátiles en su preparación (UNA, 2014).

Productos como la carne de pollo y el huevo ocupan un lugar importante en la aportación de proteína de la dieta de los mexicanos. Por ello, la gran demanda en el mercado nacional de estos productos ha impulsado y fortalecido la actividad de la avicultura (SAGARPA, 2012).

En México el consumo per cápita de pollo es de 24.8 kg.; no obstante lo anterior, el consumo aparente, incluye la producción nacional e importaciones, alcanzando los 28 kg. (UNA, 2014).

Existen diversos factores que favorecen el consumo de carne de pollo en nuestro país:

- Puntos de venta cercanos al consumidor.
- Confianza en la calidad de los productos (frescura).
- Incremento de restaurantes de comida rápida.
- Producto de alta calidad a precios accesibles.
- Tendencia de consumo hacia carnes con bajo contenido de grasa.
- Carne que permite diferentes variedades de preparación (UNA, 2014).

Estimaciones futuras para México:

Ante las circunstancias de la avicultura global, puede estimarse que la avicultura mexicana las oportunidades serán:

- Atender la demanda interna.
- Foco en globalización.
- Generar capacidad exportadora.
- Fortalecer los hábitos y costumbres de la población, ya que hoy son una poderosa barrera no arancelaria.
- Apoyar institutos e investigación.
- Bioseguridad ,trazabilidad, seguridad alimentaría
- Limitar la importación.
- Nuevo marketing, competitividad, nichos y valor agregado
- Desarrollar y generar capacidad exportadora y los recursos humanos especializados.
- Buscar subsidios para exportar y ser más competitivos (UNA, 2014).

En el futuro, las investigaciones en avicultura deberán concentrarse en el mejoramiento del ambiente, los sistemas de producción avícola, la salud animal, los ingredientes y los procesos para producción de alimentos balanceados, de modo que se aproveche al máximo el potencial genético de las aves sin descuidar su bienestar. Asimismo, para la seguridad de los alimentos de origen animal, es decir, con menor riesgo para la salud humana, son necesarias acciones relativas a la aplicación de buenas prácticas de producción en las granjas (sistemas recomendados de

producción), en las fábricas de alimentos balanceados (cumplimiento de normas para garantizar la calidad), en el transporte, el sacrificio y el análisis de riesgos, así como en los aspectos críticos de control en la industria de la transformación y distribución y explorar el uso de la nanotecnología en producción avícola (UNA, 2014).

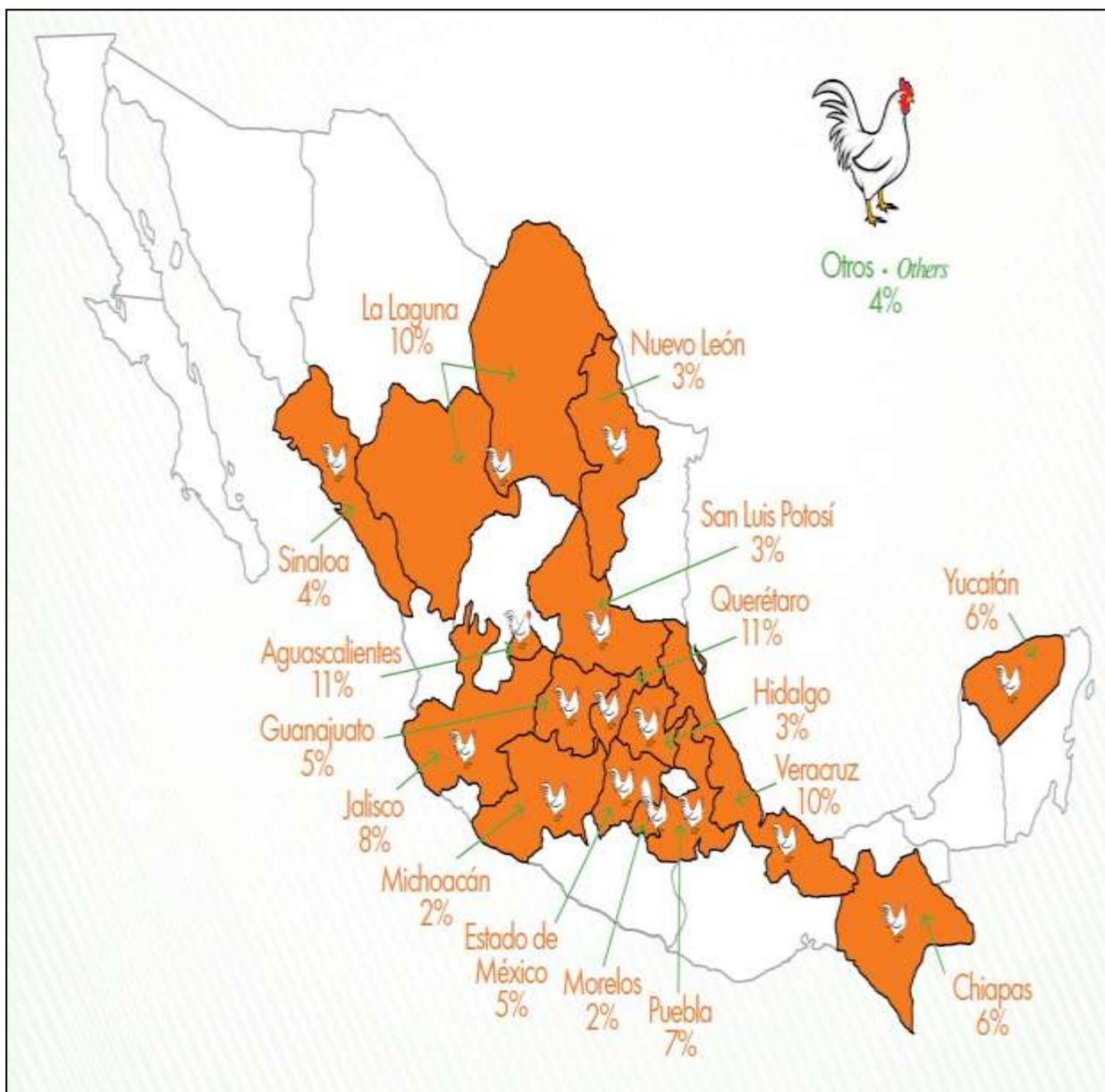
Una pregunta importante es si esta tendencia se mantendrá para el 2025 y que actividades o estrategias resultan relevantes, esto se obtiene mediante la técnica de modelaje econométrico, y las variables que pueden modificar positiva o negativamente esta tendencia (UNA, 2014).

La avicultura mexicana en 2013, aportó el 0.77% en el PIB total, el 19.7% en el PIB agropecuario y el 40.9% en el PIB pecuario. El sector avícola mexicano participa con el 63% de la producción pecuaria; 33.47% aporta la producción de pollo, 28.97% la producción de huevo y 0.10% la producción de pavo (UNA, 2014).

De 1994 al 2013 el consumo de insumos agrícolas, ha crecido a un ritmo anual de 2.8%, y cabe destacar que la avicultura es la principal industria transformadora de proteína vegetal en proteína animal. La parvada nacional avícola en México decreció 1.8% en 2013, respecto al crecimiento obtenido en 2012. La industria avícola mexicana para este 2014 será favorable. Se tienen planes de inversión en modernización de la planta productiva, en plantas de incubación, rastros de gallinas, biodigestores e industrialización de la pollinaza (UNA, 2014).

La carne de pollo en México se produce en: Veracruz y Querétaro 11%, La Comarca Lagunera 10%, Puebla 7%, Jalisco y Yucatán 6%; le siguen Chiapas, Estado de México, Guanajuato y Sinaloa con 5% cada uno; Nuevo León, San Luis Potosí e Hidalgo con 3%; Morelos y Michoacán con 2 por ciento (UNA, 2014).

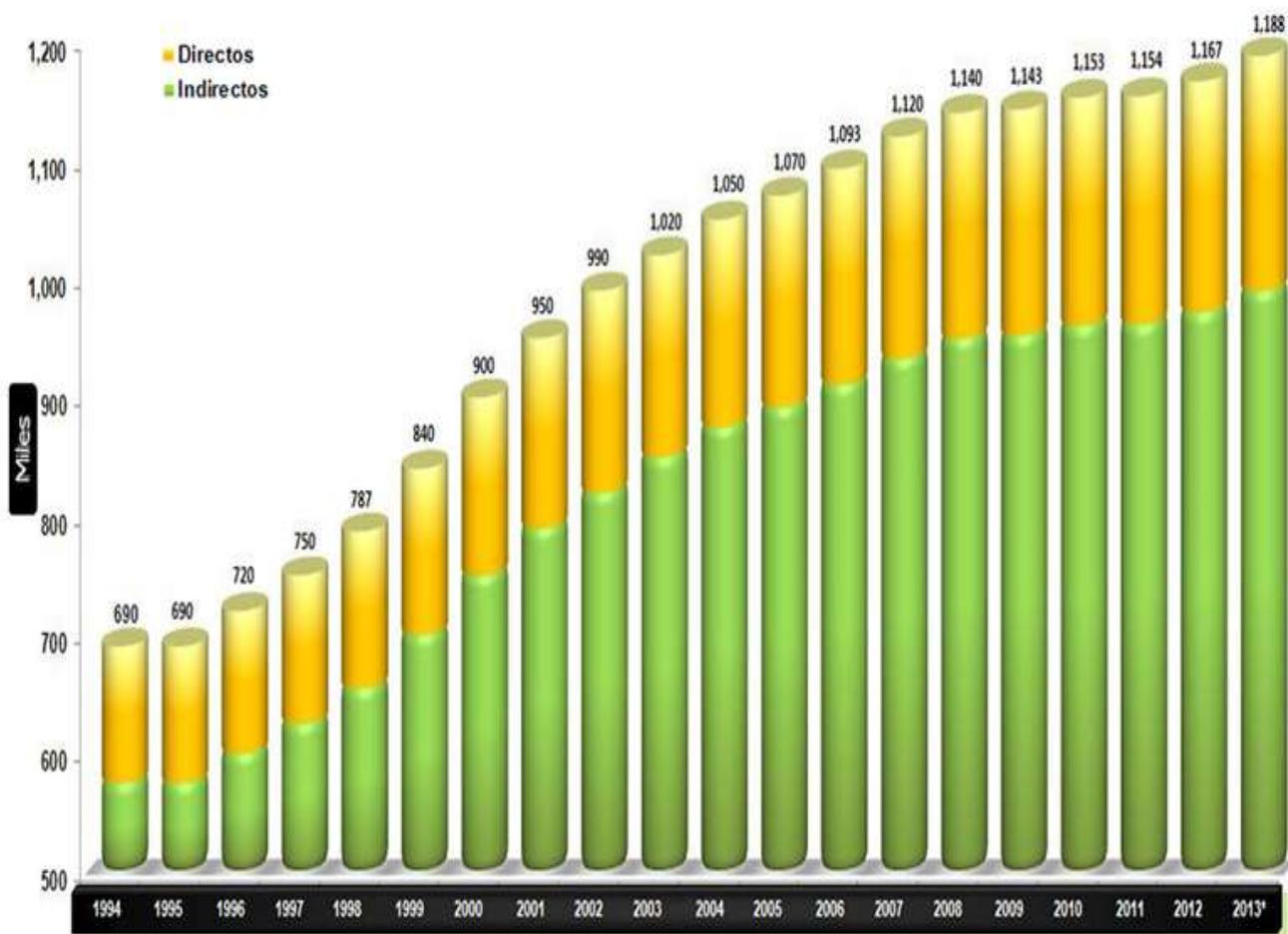
Gráfica 5. Principales estados productores de pollo.



Fuente: UNA, 2014.

El año pasado la industria avícola generó 1 millón 267 mil empleos en el país, lo que muestra que la creación de empleos de la avicultura, en las zonas rurales es muy intensiva, de ahí se desprende que durante el periodo comprendido entre 1994 y 2013, la actividad observó un ritmo de crecimiento anual de 2.7%. Cabe mencionar que el 59 % de los empleos los genera la rama avícola de pollo, el 39% la de huevo y solo un 2% la de pavo (UNA, 2014).

Gráfica 6. Empleos que genera la avicultura.



Fuente: UNA, 2014.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Promotores de crecimiento.

Durante los últimos 50 años la industria avícola ha evolucionado a grandes rasgos en áreas como nutrición, ingeniería genética, manejo y bioseguridad lo que en conjunto, redundó en una mayor eficiencia en el desarrollo de las parvadas (ganancia diaria de peso, conversión a músculo o producción de huevo). Sin embargo, al ser para la industria avícola un paradigma el uso de antibacterianos como promotores del crecimiento, como lo es en muchos otros rubros de la producción pecuaria, y dada la problemática mundial en el medio ecológico, las empresas han debido considerar las reacciones que causa el uso de germicidas en la salud y bienestar públicos (Sumano, 2010).

En las últimas cuatro décadas, como suplemento, fue común añadir antibióticos al alimento de las aves a fin de estimular su crecimiento y para protegerlas de microorganismos patógenos (aunque también actúan contra los no patógenos). Lo anterior llevó a un gran número de investigaciones sobre los efectos beneficios de estas prácticas y sus posibles implicaciones en la salud pública (Sumano, 2010).

Un promotor de crecimiento se define como toda aquella sustancia que al ser incorporada en la dieta logra aumentar la velocidad de crecimiento y mejorar la conversión alimenticia, con lo cual el animal requiere menos tiempo y alimento para alcanzar el peso necesario y expresar el potencial genético en su totalidad (Sumano, 2010).

La gamma de aditivos con miras a promover rendimiento es muy amplia. Bajo este término se incluyen sustancias tan diversas como algunos suplementos de vitaminas, provitaminas, minerales, etc.; sustancias auxiliares como antioxidantes, emulsionantes, saborizantes, etc. agentes para prevenir enfermedades, como coccidiostatos y otras sustancias medicamentosas y agentes promotores del crecimiento como antibióticos, probióticos y enzimas (Sumano, 2010).

Dentro del grupo de los aditivos antibióticos están aquellos que se utilizan como promotores del crecimiento de los animales y que también se denominan “modificadores digestivos”: la bacitracina, flavomicina, avilamicina, enramicina, entre otras. Más de 3000 antibióticos se han

usado como promotores del crecimiento. En la actualidad, y para este propósito, solo un pequeño porcentaje de antibacterianos es aceptado por los países de la Comunidad Económica Europea (CEE) y otros de América y Asia (Sumano, 2010).

La mayoría de estos productos no son del todo eficaces, pues su baja dosificación tiende a generar resistencias bacterianas; un porcentaje de éstos resultan tóxicos para las especies y algunos más generan residuos en los tejidos o en los productos de origen animal potencialmente peligrosos para la salud pública. Aun así, los antibióticos promotores del crecimiento (APC) son los aditivos a los que más se recurre en la industria pecuaria (Sumano, 2010).

Según estudios recientes realizados en países de la CEE, la industria pecuaria consume 4700 toneladas de antibióticos, lo que representa, cerca del 35% del total de los antibióticos utilizados en todas las áreas: de éstos, 786 toneladas (un 6% del total) se usan como aditivos promotores del crecimiento. Es importante señalar que en los últimos 20 años esta cifra disminuyó casi en 50% dada la restricción, que tanto los organismos internacionales como los de la propia CEE, han impuesto sobre este tipo de productos (Sumano, 2010).

3.2 Prohibición en Europa.

Una amplia prohibición en el uso de antibióticos como promotores de crecimiento en el alimento para animales, entró en efecto a partir del 1º de Enero de 2006 en la Unión Europea. De los últimos cuatro antibióticos que estaban permitidos como aditivos de alimento para ayudar en la engorda de ganado, no será ya permitida su venta o uso desde esta fecha. La prohibición es el paso final en la reducción progresiva de los antibióticos usados sin propósitos medicinales. Esto es parte de la estrategia global de la Comisión Europea para atacar el surgimiento de bacterias y otros microbios resistentes a los antibióticos, debido a la sobreexposición o abuso (engormix, 2006).

Los antibióticos han sido ampliamente utilizados en la producción animal por décadas en todo el mundo. Añadido en bajas dosis al alimento de los animales de granja, mejoran su rendimiento, sin embargo, debido al surgimiento de microbios resistentes a los antibióticos que fueron usados para tratar infecciones humanas y animales ('resistencia antimicrobiana'), la Comisión Europea

decidió la reducción progresiva, y, últimamente, la prohibición de la venta y el uso de antibióticos como promotores de crecimiento en el alimento animal (engormix, 2006).

Ahora, los antibióticos solo podrán ser aceptados en su adición al alimento animal, con propósitos terapéuticos. Esta decisión estuvo basada en opiniones del Comité de Manejo Científico, el cual recomendó la reducción progresiva de los antibióticos utilizados para estimulación de crecimiento, mientras se preserve la salud animal. La Unión Europea había ya prohibido antibióticos usados en medicina humana de ser añadidos al alimento animal (engormix, 2006).

La nueva regulación de aditivos en alimentos para animales completó la medida con la prohibición total de antibióticos como promotores de crecimiento desde el 1º de Enero de 2006. A la fecha, las siguientes cuatro sustancias fueron quitadas del registro de la Unión Europea de aditivos permitidos en alimento animal: monensina sódica usada en ganado para engorda, salinomicina sódica para engorda de cerdos y lechones, avilamicina utilizada en lechones, engorda de cerdos, pollos y pavos, flavofosfolipol usada en conejos, ponedoras, pollos, pavos, lechones, terneros y cerdos (engormix, 2006).

3.3 Mecanismo de acción de los antibióticos promotores del crecimiento (APC).

Los APC provocan modificaciones en los procesos digestivos y metabólicos de las aves, lo que se traduce en una mayor eficacia en la utilización de los alimentos y, por ende, en ganancias significativas en el peso, y el objetivo de la empresa avícola. Algunos procesos metabólicos modificados por los APC son:

- Excreción de nitrógeno.
- Eficiencia de las reacciones de la fosforilación en las células.
- Síntesis proteica.

Los APC también producen alteraciones en el tubo digestivo, como:

- Cambios en la composición de la flora digestiva (disminución de agentes patógenos).
- Reducciones en el ritmo de tránsito de la digesta.
- Aumentos en la absorción de algunos nutrientes.
- Baja en la producción de amoníaco, aminos tóxicas y otras toxinas que deben ser inactivadas a nivel hepático.

- Adelgazamiento del grosor de las vellosidades de la mucosa intestinal (Sumano, 2010).

El establecimiento de una población bacteriana en el tubo digestivo de las aves se inicia en las primeras horas de vida; los diferentes tipos de microorganismos colonizantes son bastante sensibles a cualquier cambio que ocurra en el TGI, como pH, temperatura, nutrientes, fluidos, etc., lo que conlleva a una estrecha relación entre el pH y el tipo de bacterias de la flora bacteriana de las aves; asimismo, se sabe que un pH ácido va a inhibir en su mayoría, el crecimiento de bacterias patógenas. Cabe mencionar que, al nacer las aves tienen un pH que fluctúa entre 5.5 y 6.0, lo que facilita la proliferación de bacterias patógenas: además, las aves jóvenes no tienen la capacidad suficiente para producir ácido clorhídrico y, así, mantener un pH bajo que evite dicha proliferación (Sumano, 2010).

La flora bacteriana tiene un efecto directo sobre la función y metabolismo del lumen intestinal, por lo que las modificaciones positivas en la microflora reducen las demandas metabólicas de las aves, ya que algunos nutrientes se obtienen, de modo directo, de los metabolitos de las bacterias; con la administración de antibióticos o probióticos, también resulta beneficiada la tasa de recambio de las células de la mucosa luminal, en tanto se reduce o modifica la microflora. Antes de que se prohibiera el uso de APC se inició la búsqueda de alternativas para sustituir a los antibacterianos (Sumano, 2010).

3.4 Alternativas a los antibióticos como promotores de crecimiento.

De forma general, pueden considerarse dos alternativas al uso de APC; la implantación de nuevas estrategias de manejo y la utilización de otras sustancias que tengan efectos similares a los de los APC sobre los niveles productivos de los animales. Las estrategias de manejo deben ir encaminadas a reducir la incidencia de enfermedades en los animales, de forma que se evite tanto la disminución de los niveles productivos ocasionada por las mismas como el uso de antibióticos con fines terapéuticos (Sumano, 2010).

a) Prevenir o reducir el estrés a través de estrictos controles de la higiene de los animales, de la calidad de los alimentos que reciben y de las condiciones medioambientales en las que se crían.

- b) Optimizar la nutrición de los animales, de forma que se mejore su estado inmunológico y se eviten cambios bruscos en las condiciones alimenticias.
- c) Erradicar en la medida de lo posible algunas enfermedades.
- d) Seleccionar genéticamente animales resistentes a enfermedades.

En cuanto a las sustancias alternativas, destacan como principales opciones los probióticos y prebióticos, los ácidos orgánicos, las enzimas y los extractos vegetales (Sumano, 2010).

3.5 Promotores de crecimiento ionizante.

Actualmente, existen productos naturales que promueven el crecimiento de las vellosidades intestinales, lo que conlleva a un mayor porcentaje de absorción de nutrientes a nivel intestinal. Los promotores actúan aumentando la cantidad y calidad de nutrimentos disponibles para los tejidos promoviendo la eficacia con que los nutrientes se incorporan al proceso de crecimiento y producción del animal o de ambas maneras (Sumano, 2010).

Desde que se prohibieron en Europa en 1999 los antibióticos como promotores de crecimiento, se han buscado diferentes alternativas. Se ha potenciado el uso de aditivos como las enzimas, probióticos, prebióticos y promotores fisiológicos a base de ácidos orgánicos y sus sales. De todos estos los promotores fisiológicos son los que parecen producir una respuesta más constante, estable y homogénea en los animales (Mallo, 2010).

La preocupación mundial por la presencia de resistencia bacteriana y la consecuente prohibición del uso de antibióticos en la alimentación animal llevarán a la búsqueda de protectores de la integridad intestinal con mecanismo de acción natural que puedan sustituirlos en la producción avícola (Ortega, 2011).

Entre estas alternativas está el uso de protectores de la integridad intestinal de uso discontinuo, cuyos efectos benéficos sobre la productividad y salud animal han sido comprobados a través de investigaciones científicas realizadas en diferentes países (Ortega, 2011).

En los últimos años se han elaborado nuevas generaciones de promotores ecológicos que tienen como finalidad la destrucción de la membrana bacteriana por medio del intercambio iónico. Estos promotores no actúan como antibióticos ya que no causan resistencia y su efecto

bactericida consiste en romper la membrana bacteriana de manera natural a través de la oxidación de puentes de carbono (Ortega, 2011).

3.6 Mecanismo de acción de los promotores de crecimiento ionizante.

Son utilizados por su capacidad acidificante que, inhiben o disminuyen el crecimiento de salmonelas y otros patógenos. En su forma disociada, producen iones H^+ , lo que reduce el pH del microambiente celular y provocan, con ello, desbalances energéticos de las bacterias al tratar de restablecer su metabolismo, los aniones $RCOO^-$ producidos tienen la capacidad de interferir con el ácido desoxirribonucleico (ADN), en específico, en la síntesis de proteínas bacterianas, lo que protege de infecciones bacterianas intestinales, sobre todo en animales jóvenes. Además mejoran los procesos digestivos a nivel del estómago, en especial el tránsito estomacal de los alimentos, y pueden ser absorbidos, con lo que constituyen una fuente adicional de nutrientes (Sumano, 2010).

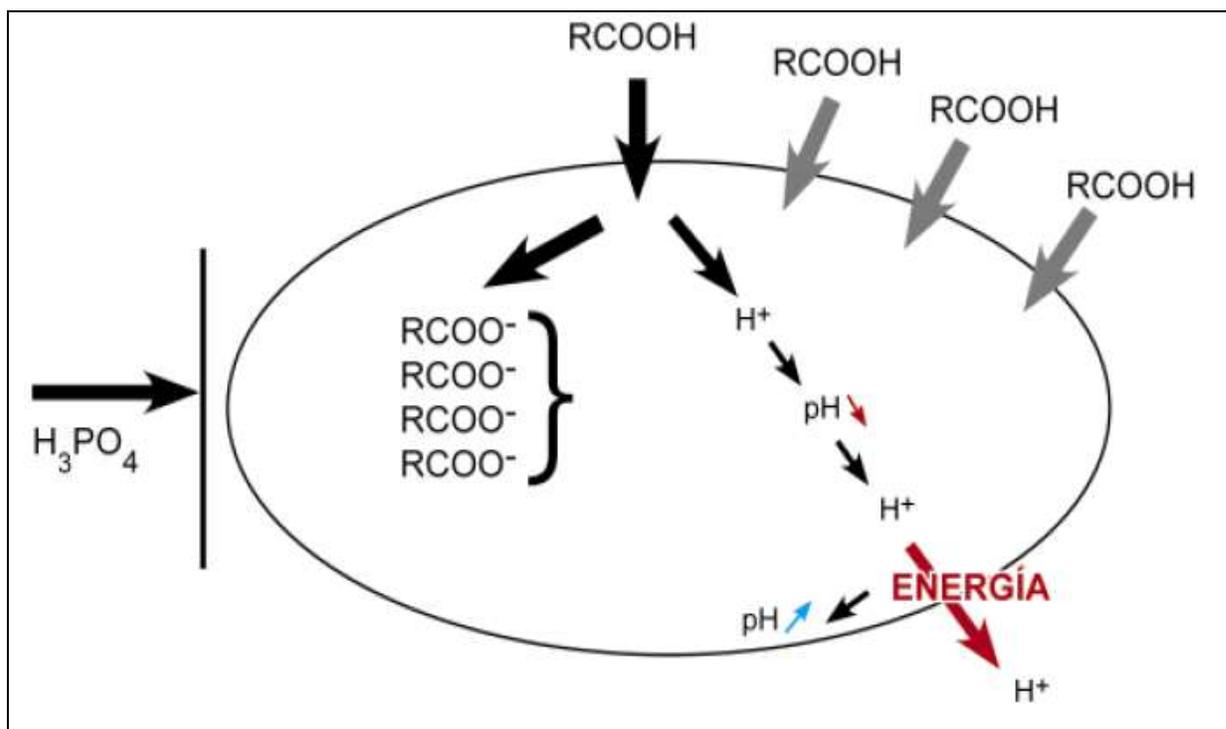
Su mecanismo sobre las bacterias está relacionado con:

- La entrada de los no disociados en la célula bacteriana.
- Un trastorno de la membrana bacteriana (escape, mecanismos de transporte).
- Por inhibición de las reacciones metabólicas esenciales (menor glicólisis).
- Por presión sobre la homeostasis del pH intracelular (el pH bacteriano normal es neutro).
- Por acumulación de aniones tóxicos.
- Por una respuesta de estrés energético para restablecer la homeostasis.
- Por quelación debida a la vinculación de agentes de permeabilización de la membrana externa y del zinc (Sumano, 2010).

El principio clave del modo de acción sobre las bacterias es que los no disociados (no ionizados) puedan penetrar a través de la pared de la célula bacteriana y perturbar la fisiología normal de algunos tipos de bacterias llamadas “sensibles al pH”, lo que significa que no pueden soportar un gradiente de pH interno y externo muy amplio. Entre estas bacterias, tenemos *E. coli*, *Salmonella spp.*, *C. perfringens*, *Listeria monocytogenes* y *Campylobacter spp.* Con la difusión pasiva dentro de la bacteria, donde el pH está cerca o encima de la neutralidad, los ácidos van a disociarse y reducirán su pH interno, llevando a una situación que va a afectar o parar su crecimiento. Por otro lado, la parte aniónica, que no puede escaparse de la bacteria en su forma disociada, va a

acumularse dentro de ésta y trastornará muchas funciones metabólicas, produciendo un aumento de la presión osmótica, lo que es incompatible con la supervivencia del organismo (Gauthier, *et. al.*, 2011).

Figura 1. Modo de acción de los promotores ionizantes.



Fuente: Gauthier, *et. al.*, 2011.

3.7 Importancia del agua de bebida.

El agua en la avicultura supone un elemento de mayor importancia tanto por el volumen de consumo que representa para los animales como por su utilización de vehículo terapéutico (Barton., 1986).

El agua sirve como vehículo para que se realicen las funciones de absorción, transporte, intercambio, secreción y excreción del organismo. El enorme papel biológico que este compuesto representa, depende de sus notables propiedades físicas y químicas. Es el único líquido capaz de disolver el mayor número de sustancias, las cuales se clasifican según el tamaño de sus partículas y así vemos que estas se encuentran en estado de micelas (coloides) moléculas o iones (García, 2010).

La cantidad de agua ingerida por un ave se relaciona con el consumo de alimento. Esta relación varía desde 1.6 litros por kg de alimento hasta 2.5 litros por kg de alimento dependiendo de las condiciones ambientales. Se estima que la necesidad de agua crece un 6.5% por cada grado centígrado por encima de la temperatura de confort (21 grados) (Ceva & Reseau, 2008).

Es importante conocer el pH de las aguas que llegan a la granja para poder predecir el comportamiento de los medicamentos en términos de solubilidad y estabilidad. También es importante conocer el grado de acidez o alcalinidad así como su concentración de sales ya que de esto depende mucho el comportamiento del medicamento aplicado en esta misma (Barragán, 2000).

El agua empleada para la avicultura debe ser clara y limpia. Es recomendable que de forma constante se realicen exámenes y si es necesario, desinfección con 2 ppm de cloro. Los sistemas de bebederos automáticos son generalmente un problema ya que muchos de ellos no pueden limpiarse de manera adecuada, esto es importante después de aplicar medicación por esta vía. Por tanto cuando se limpia la caseta hay que poner especial cuidado en desinfectar estos sistemas (Quintana, 2011).

Dentro de la industria avícola en México, los usos que se le dan al agua se resumen de la siguiente manera:

- Como nutrimento y medio para dispersar muchos constituyentes presentes en los alimentos.
- Como vehículo para la administración de vacunas, vitaminas, minerales, electrolitos, pigmentos y antibióticos.
- Para limpieza (Sumano, 2010).

Características del agua de bebida:

- Elemento universal.
- Fácil manejo.
- Principal vector terapéutico.
- Fácil administración a cualquier edad.
- Propiedades fisicoquímicas que se adaptan a distintos tratamientos.

- Elemento que los animales nunca dejan de consumir.
- No representa un costo alto a nivel de producción (Quintana, 2011).

3.8 Integridad intestinal.

El término "integridad intestinal" se refiere al desarrollo completo, macroscópico y microscópico, a la integridad ininterrumpida y al funcionamiento normal del tubo intestinal. La integridad intestinal óptima, desde el nacimiento hasta el final del ciclo productivo, es esencial e importante para obtener el máximo potencial genético de crecimiento y utilización del alimento de las aves. Es por esto que es necesario estimular un desarrollo temprano, íntegro y completo del aparato gastrointestinal, glándulas y órganos anexos para maximizar la digestión y absorción de nutrientes y en consecuencia, la velocidad de crecimiento y el índice de conversión alimenticia (Cervantes, 2011).

El futuro de la producción de pollo de engorda depende de la integridad y funcionalidad intestinal, utilizando productos que sean económicos y eficientes, una de las alternativas es el uso de protectores de la integridad intestinal de uso discontinuo, cuyos efectos benéficos sobre la productividad y salud animal han sido comprobados a través de investigaciones científicas realizadas en diferentes países (Ortega, 2011).

Una clave importante para el rendimiento óptimo del pollo de engorda es el mantenimiento de un alto nivel de salud intestinal (Shimada, 2007).

También es importante considerar el control de factores como la flora enteropatógena (virus, bacterias y hongos) de manera que no puedan crear resistencia. La elección de las materias primas utilizadas para la formulación de la alimentación del pollo de engorda es el factor más importante, puesto que determinará la salud intestinal de estas aves (Ortega, 2011).

El alimento es el principal componente del costo total en la producción para pollos de engorda. Las raciones se deben formular para aportar el balance correcto de energía, proteínas, minerales, vitaminas y ácidos grasos esenciales, para permitir el crecimiento y rendimiento óptimos por medio de una adecuada absorción intestinal (Manual Ross, 2009).

Desde el punto de vista de la producción avícola, especialmente en lo que corresponde al pollo de engorda, es fundamental el favorecer el desarrollo de la mucosa intestinal, así como el mantenimiento de su integridad, pues este tejido es la vía de ingreso de los nutrientes y por tanto de la posibilidad de convertirlos en carne (Cervantes, 2011).

En la avicultura, la nutrición y la salud intestinal están íntimamente relacionadas. La formulación de la dieta y el manejo del alimento balanceado pueden ejercer un efecto sobre la salud intestinal. Los problemas intestinales surgen debido a nutrición incorrecta y a un ambiente negativo (Cervantes, 2011).

La buena alimentación y las prácticas de crianza son clave para el desarrollo correcto del tracto gastrointestinal del pollo de engorde. El alimento ayuda a activar varias enzimas digestivas incluyendo amilasa, lipasa, tripsina, y ayuda a los pollos a desarrollar normalmente las vellosidades intestinales, pequeñas estructuras que absorben los nutrientes conforme pasa el alimento por el intestino. Para que ocurra este desarrollo fisiológico y para que las aves tengan un buen inicio nutricional, lo ideal es que hayan terminado de absorber el saco vitelino hacia el cuarto día de vida (López, 2014).

Los altos requerimientos nutricionales de las aves modernas aumentan el riesgo de afectar la integridad intestinal. Varias medidas nutricionales como la optimización del tamaño de la partícula y el uso de una dieta especial pre-iniciadora puede reducir el riesgo de los problemas de salud intestinal (Martínez, 2010).

Para mejorar la salud intestinal, es importante tener un conocimiento y entendimiento claro de la estructura y funcionamiento del sistema. El sistema digestivo de las aves convierte el alimento ingerido a los componentes básicos (nutrientes) por medios mecánicos y químicos. Los nutrientes después se absorben a través de las células intestinales y se utilizan por el cuerpo para funciones vitales y para producción de carne y huevo (Alfaro & Briceño, 2013).

Debido a la adaptación para el vuelo, el tamaño del tracto gastrointestinal es relativo al peso corporal es pequeño en las aves, siendo compensado por una vascularidad más alta, un más alto rango de secreción gástrica, incremento en el tiempo de tránsito, y acidez comparado con los

mamíferos. Las aves tienen altos números de vellosidades intestinales y tasa de recambio epitelial (48 a 96 h). La respuesta inflamatoria es rápida (menos de 12 horas, comparado con a 3-4 días en mamíferos), lo cual las hace más susceptibles a los problemas en capacidad de absorción comparado con los mamíferos (Alfaro & Briceño, 2013).

El tiempo de tránsito intestinal en las aves varía al igual que el pH a lo largo de las diferentes estructuras que componen el sistema gastrointestinal. Los tiempos de tránsito en el intestino delgado, donde ocurre la absorción de nutrientes es bastante corto (ver Tabla 1), particularmente a nivel del intestino medio (yeyuno) donde ocurre el mayor porcentaje de absorción de nutrientes (Alfaro & Briceño, 2013).

Cuadro 1. Tiempo de tránsito y pH en el tracto gastrointestinal de las aves.

TGI Segmento	Transito Tiempo (Min)	pH
Buche	50	5.5
Proventrículo / molleja	90	2.5-3.5
Duodeno	5-8	5-6
yeyuno	20-30	6.5-7.0
Ileon	50-70	7.0-7.5
Colon	25	8.0

Fuente: Gauthier, *et. al*, 2002.

3.8.1 Mecanismos de defensa del intestino.

El aparato digestivo por su naturaleza misma está en permanente contacto con agentes y sustancias del medio externo. Además de cumplir con la función de procesamiento, selección y absorción de nutrientes, el sistema digestivo debe evitar que agentes o sustancias extraños logren incorporarse en el organismo (Ortega, 2011).

El ambiente del aparato digestivo es en general hostil para la mayoría de los agentes infecciosos. Sin embargo, algunos microorganismos han logrado adaptarse y en el medio digestivo les resulta favorable. Estas circunstancias lo convierten en una de las más probables puertas de entrada y desafío por parte de muchos agentes infecciosos tanto primarios como secundarios. Algunos mecanismos de protección que no son específicos están directamente relacionados con la estructura básica y el funcionamiento mismos del sistema digestivo. Otros mecanismos de

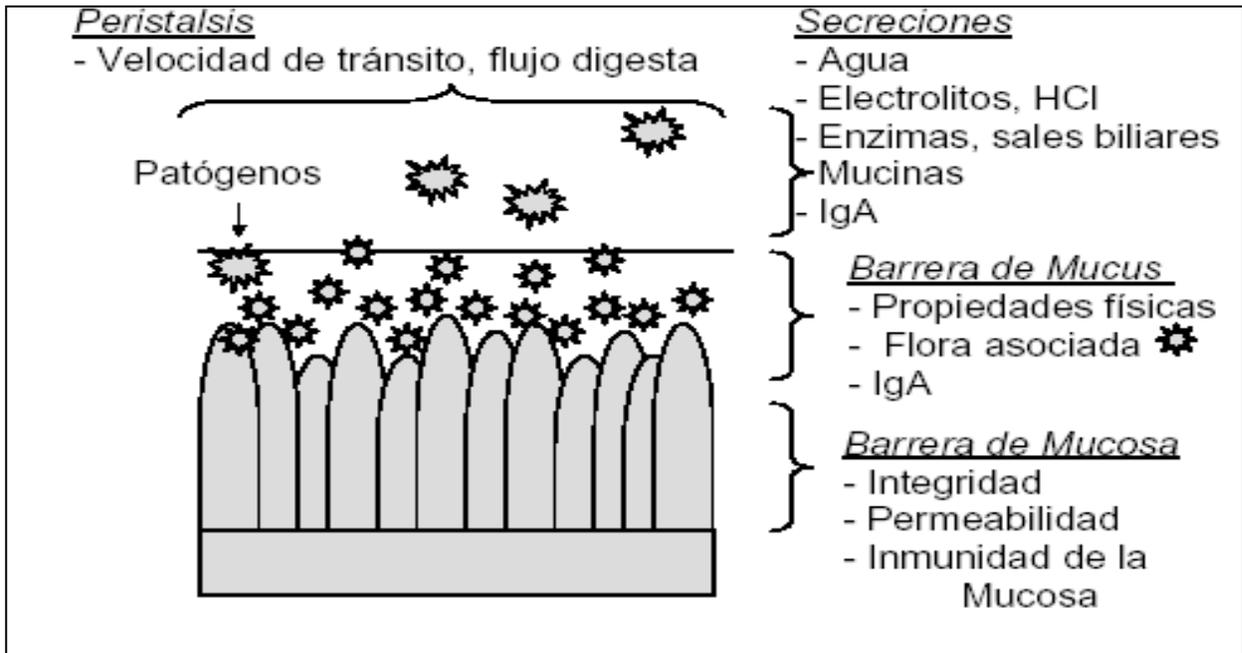
defensa más especializados y específicos dependen más del sistema inmunitario adaptativo del ave (Ortega, 2011).

3.8.1.1 Mecanismos inespecíficos.

Están relacionados con la estructura y funcionamiento propios del aparato digestivo. Algunos de estos mecanismos son:

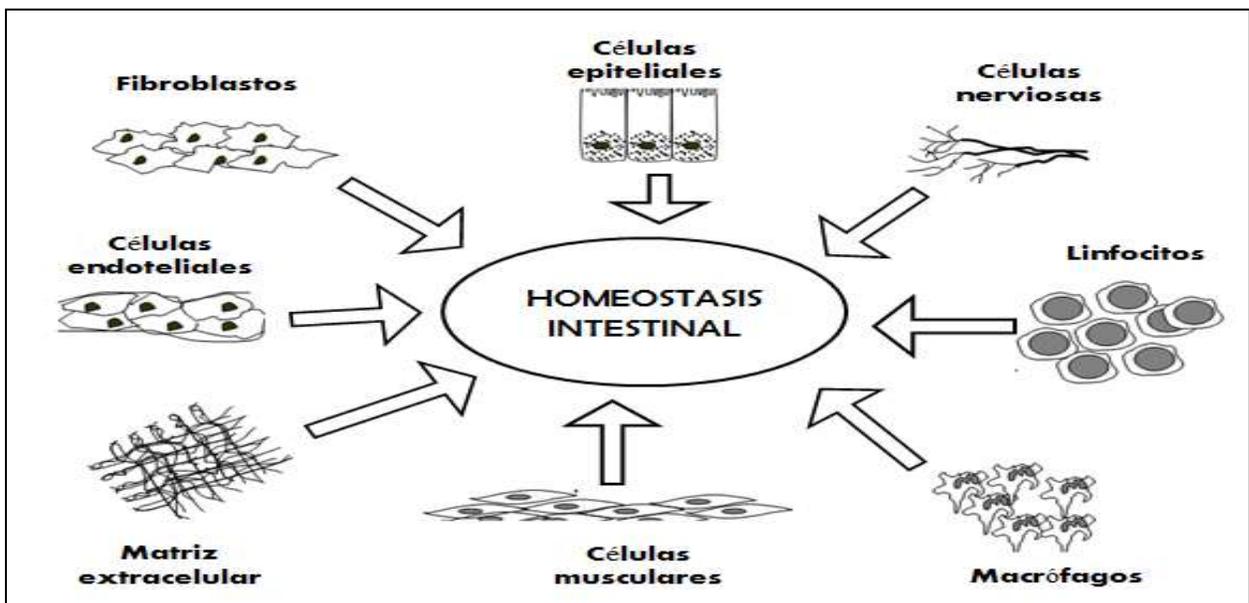
- Barreras físicas: Están representados por la estructura misma del tubo digestivo, la presencia de moco y la motilidad permanente.
- Condiciones fisicoquímicas: La función digestiva requiere de la presencia de condiciones diversas y cambios a veces bruscos. El pH del medio digestivo cambia desde condiciones extremas de acidez en el proventrículo, hasta alcalinidad en el duodeno.
- La presencia de agentes tensoactivos (en la bilis) y de enzimas diversas hacen del medio ambiente del aparato digestivo un sitio difícil para muchos de los agentes infecciosos.
- El medio digestivo no es estéril, por el contrario en un animal sano, la presencia de una flora bacteriana equilibrada es un factor muy eficaz en mantener alejados a muchos agentes infecciosos.
- Si un antígeno sobrevive la degradación físico-química en el lumen intestinal, todavía debe sobrepasar otras barreras. El peristaltismo mantiene los antígenos en movimiento, disminuyendo el tiempo de contacto y posible adhesión al epitelio.
- La presencia de una capa de moco secretada en el epitelio representa otra barrera que impide el contacto y la adhesión. El moco contiene además moléculas de glicoproteínas semejantes a las de la membrana epitelial que pueden “engañar” a las bacterias para que se adhieran en falso. La película de moco además sirve como una estructura física para mantener las Inmunoglobulinas A (IgA) cerca del epitelio (Ortega, 2011).

Figura 2. Barreras intestinales frente a la infección.



Fuente: Ortega, 2011.

Figura 3. Homeóstasis Intestinal.



Fuente: Fiochi, 1997.

Otro mecanismo de defensa inespecífico es la inflamación intestinal, normalmente el tejido intestinal muestra un estado que podría llamarse de “inflamación fisiológica”, ya que siempre están presentes una gran cantidad de leucocitos en los tejidos subepiteliales, e incluso entre las

células epiteliales. Esto se explica por la respuesta del sistema inmune a la presencia de antígenos provenientes en los componentes de la dieta o de las bacterias del lumen intestinal. La inflamación intestinal es un proceso complejo y altamente regulado, ya que un proceso inflamatorio intestinal exaltado puede llegar a tener consecuencias negativas en la productividad del ave e incluso, convertirse de por sí en un proceso patológico que requiera tratamiento (Ortega, 2011).

Inicialmente, se creía que en la inflamación intestinal las células del sistema inmune eran los únicos “jugadores” activos, causando la destrucción de otras células y de agentes infecciosos, mientras que las células tenían un comportamiento pasivo de la mucosa. Hoy en día se sabe que la inflamación es un juego complejo, resultante de la interacción entre células no inmunes, varias células del sistema inmune e incluso componentes extracelulares como las proteínas estructurales de la matriz del tejido digestivo (Ortega, 2011).

Las células epiteliales, no son consideradas más como simples observadores dentro de los mecanismos de inflamación. Algunas de sus propiedades comprobadas son las siguientes:

- Tienen la capacidad de presentar antígenos a los linfocitos T. Esta propiedad se creía limitada a los macrófagos “profesionales”, los heterófilos en el caso de las aves.
- Están capacitadas para producir y secretar citocinas que regulan la presencia y proliferación de células mononucleares en la lámina propia del epitelio intestinal.
- Presentan en su superficie receptores funcionales a varias citoquinas derivadas de los linfocitos T.
- Pueden expresar moléculas en sus membranas que sirven como puntos de adhesión a los leucocitos (Ortega, 2011).

Este intercambio recíproco de información y regulación de actividades es parte importante a los mecanismos de inflamación. Las células mesenquimales, los fibroblastos y otros componentes que eran considerados simplemente como estructurales también pueden secretar citocinas, reclutando la presencia de leucocitos (Ortega, 2011).

Las células epiteliales además de representar una barrera física, también regulan el tráfico de electrolitos en ambos sentidos. Estas dos funciones pueden verse seriamente alteradas durante el proceso inflamatorio exaltado:

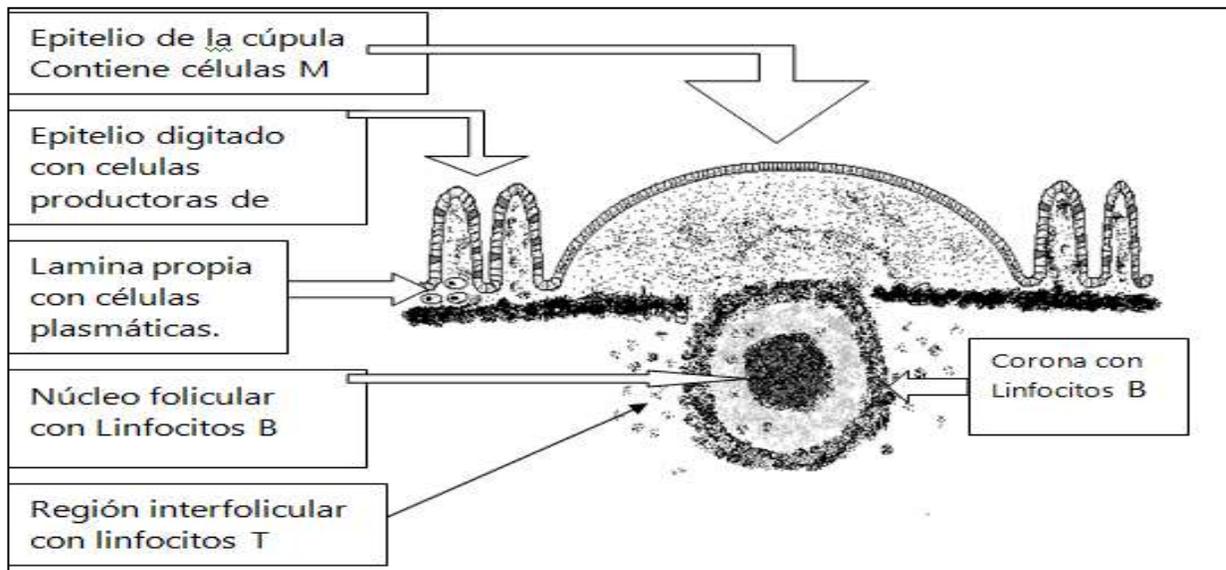
- En casos de respuesta exagerada, las células epiteliales pueden responder cambiando la función de absorción y permeabilidad selectiva. Esta alteración puede ser la causa de mala absorción de nutrientes, que ligado a alteraciones de la motilidad resultan en tránsito rápido.
- En respuestas inflamatorias exageradas una alta liberación de citocinas por parte de las células epiteliales resulta en una excesiva migración de macrófagos hacia el epitelio, y desde el epitelio a la luz intestinal. El paso de un macrófago a través del epitelio es rápidamente reparado por lo que normalmente no se pierde la barrera física (Ortega 2011).

3.8.1.2 Mecanismos específicos.

Algunos de los mecanismos específicos que discutiremos a continuación son los siguientes:

- Las inmunoglobulinas de tipo IgA (anticuerpos) presentes en el epitelio intestinal.
- Células del sistema inmune presentes en el intestino y sitios de localización.
- Agregados linfoides, las placas de Peyer y las tonsilas cecales.
- Localización y función de células especializadas: Las “células M” (Ortega 2011).

Figura 4. Estructura de una placa de Peyer.



Fuente: McDonald, 1990.

3.8.2 Integridad intestinal y su impacto económico.

La integridad intestinal se pone en peligro cuando la capa mucosa es degradada; las células epiteliales son destruidas, la irrigación vascular es interrumpida o el sistema inmune es

comprometido. La integridad intestinal, puede ser dañada por virus, bacterias, hongos, parásitos y toxinas (Hoerr, 2009).

La pérdida de Integridad Intestinal puede ejercer un impacto negativo en muchas áreas:

- Salud y bienestar de la parvada.
- Ganancia de peso.
- Conversión alimenticia.
- Rendimiento en la canal
- Pigmentación.
- Seguridad alimenticia.
- Impacto en planta de procesamiento.
- Rentabilidad (Hoerr, 2009).

Salud y bienestar de la parvada: La pérdida de la integridad intestinal genera camas húmedas y estas producen mayor predisposición a enfermedades respiratorias por generación de amoníaco. Así mismo puede provocar pérdida de la integridad del cojinete plantar lo cual causa decomisos en rastros. Las camas húmedas también favorecen, esporulación de huevecillos de parásitos esporulando y haciéndolos infecciosos, adicionalmente crecimiento bacteriano que al interactuar con rasguños en las aves producen infecciones cutáneas (dermatitis gangrenosa) (Hoerr, 2009).

Ganancia de peso, conversión alimenticia: Enfermedades como la coccidiosis y la enteritis bacteriana reducen el apetito del ave. El daño intestinal disminuye la absorción de nutrientes, produce diarrea y mala absorción (Hoerr, 2009).

Rendimiento de la canal:

- Las enfermedades reducen el consumo de alimento y por ende, el crecimiento de las aves.
- La disminución de la ganancia de peso en las aves a mercado, reduce el rendimiento de la canal (Hoerr, 2009).

Pigmentación:

- Un daño intestinal afecta la pigmentación en la piel de las aves.

- El daño intestinal aumenta el riesgo de infecciones y enfermedades que pueden afectar a la pigmentación (Hoerr, 2009).

Seguridad alimenticia: Las materias con la que se fabrican los alimentos balanceados para aves en ocasiones están contaminadas con patógenos.

- Los intestinos con lesiones son más susceptibles a ser colonizados por patógenos secundarios perjudiciales, como *Salmonella sp.*
- Los intestinos con lesiones son más propensos a romperse durante el procesamiento, aumentando el riesgo de contaminación de la canal.
- La pérdida de integridad intestinal aumenta el riesgo de infecciones y enfermedades que pueden desencadenar en decomisos por contaminación bacteriana (Hoerr, 2009).

Impacto en la planta de procesamiento. La carne de ave como producto terminado de alta calidad es el parámetro económico más importante en la planta de procesamiento. Los productores que se preocupen de conservar una óptima integridad intestinal en sus aves para producir parvadas más uniformes, así se beneficiarán de mayores rendimientos de carne de ave de mejor calidad, además de hacer sus operaciones más eficientes. Las aves menos uniformes son más difíciles de procesar y producen menor rendimiento por parvada (Hoerr, 2009).

Rentabilidad. Debido a la presión de costos, si no se producen aves de manera altamente eficiente, la rentabilidad se reduce de manera dramática (Hoerr, 2009).

La excreción de alimento representa un síndrome de mala absorción y mala digestión, se refiere a la presencia de partículas de alimento sin digerir en las heces de las aves y significa una menor eficiencia de digestión con consecuencias económicas desfavorables en la conversión alimentaria, crecimiento, rendimiento de canal y costo de producción (Ortega, 2011).

3.8.3 Importancia de la integridad intestinal.

La buena integridad intestinal es esencial para:

- La digestión y absorción óptima de los nutrientes del alimento.
- Restringir el paso a los patógenos entéricos.

- Permitir que el ave alcance su potencial genético máximo de crecimiento y utilización del alimento.
- Obtener la mejor pigmentación posible.
- Mantener una resistencia máxima al desgarramiento.
- Prevenir el desperdicio de nutrientes.
- Evitar exceso de humedad en las excretas (Cervantes, 2011).

3.8.4 Causas más comunes de pérdida de la integridad intestinal.

La coccidiosis y la enteritis necrótica (clínicas o subclínicas) son las causas más comunes que derivan en una mala integridad intestinal. El daño causado por estas dos enfermedades (principalmente en su forma subclínica) es costoso debido a que el alimento representa el 70% del costo de producción (Hoerr, 2009).

La integridad intestinal se define como el funcionamiento óptimo del tracto intestinal, el cual maximiza el desempeño productivo de las aves. Porque el tracto intestinal es uno de los factores principales del desempeño y rentabilidad de las aves, esta integridad es fundamental para tener una producción rentable. La enteritis bacteriana (EB) y la coccidiosis son las principales amenazas de la integridad intestinal (Hoerr, 2009).

Relación entre Coccidiosis/Enteritis Bacteriana:

- La coccidiosis lesiona el intestino y produce un incremento en la producción de moco.
- Las lesiones intestinales y las cantidades de moco excedente, proveen un ambiente ideal para *C. perfringens*, que causa enteritis bacteriana.
- La prevención de la Coccidiosis con anticoccidiales previene daños a nivel intestinal y la consiguiente producción de moco, reduciendo el riesgo de enteritis bacteriana.
- Las vacunas contra la Coccidiosis provocan lesiones a nivel intestinal e inflamación, lo que puede facilitar la proliferación de *C. perfringens*, aumentando el riesgo de enteritis bacteriana (Hoerr, 2009).

Otras causas de mala integridad intestinal en aves son:

- Síndromes de retraso del crecimiento.

- Reovirosis.
- Endoparasitosis.
- Colibacilosis enteropatógena.
- Salmonelosis.
- Micotoxinas.
- Grasas rancias.
- Aminas biogénicas.
- Harina de soya mal procesada.
- Agua de bebida de mala calidad (Hoerr, 2009).

Evaluación a nivel de campo de la integridad intestinal:

- Observaciones en la caseta (en excretas, cama, uniformidad de la parvada, etc.)
- Observación y medición del contenido de humedad de las excretas.
- Medición de pigmento en el pollo.
- Hallazgos en la necropsia de la mortalidad.
- Evaluaciones semanales de la ganancia de peso.
- Chequeos de salud periódicos.
- Verificación diaria del consumo de alimento y agua.
- Evaluación de parámetros productivos al final del ciclo (Hoerr, 2009).

Técnicas de laboratorio para evaluar la integridad intestinal:

- Resistencia al desgarramiento.
- Morfología, densidad, longitud intestinal y peso relativo del intestino.
- Permeabilidad intestinal.
- Absorción de carbohidratos.
- Proliferación celular y fisión de criptas.
- Concentración de células inflamatorias (Hoerr, 2009).

3.8.4.1 Coccidiosis.

La Coccidiosis es una enfermedad parasitaria producida por protozoarios de la familia *Eimeridae*, que afectan principalmente el tracto intestinal de las aves, especialmente a las explotadas en sistemas intensivos (Biarnés *et. al.*, 2006).

Las principales especies de *Eimeria* en pollos de engorda son: *E. acervulina*, *E. maxima*, *E. necatrix*, *E. praecox*, *E. brunetti*, *E. mivati*, *E. hagnosis*, *E. mitis* y *E. tenella*, las cuales afectan diferentes secciones del TGI (ver Figura 5) (Alfaro & Briseño, 2010).

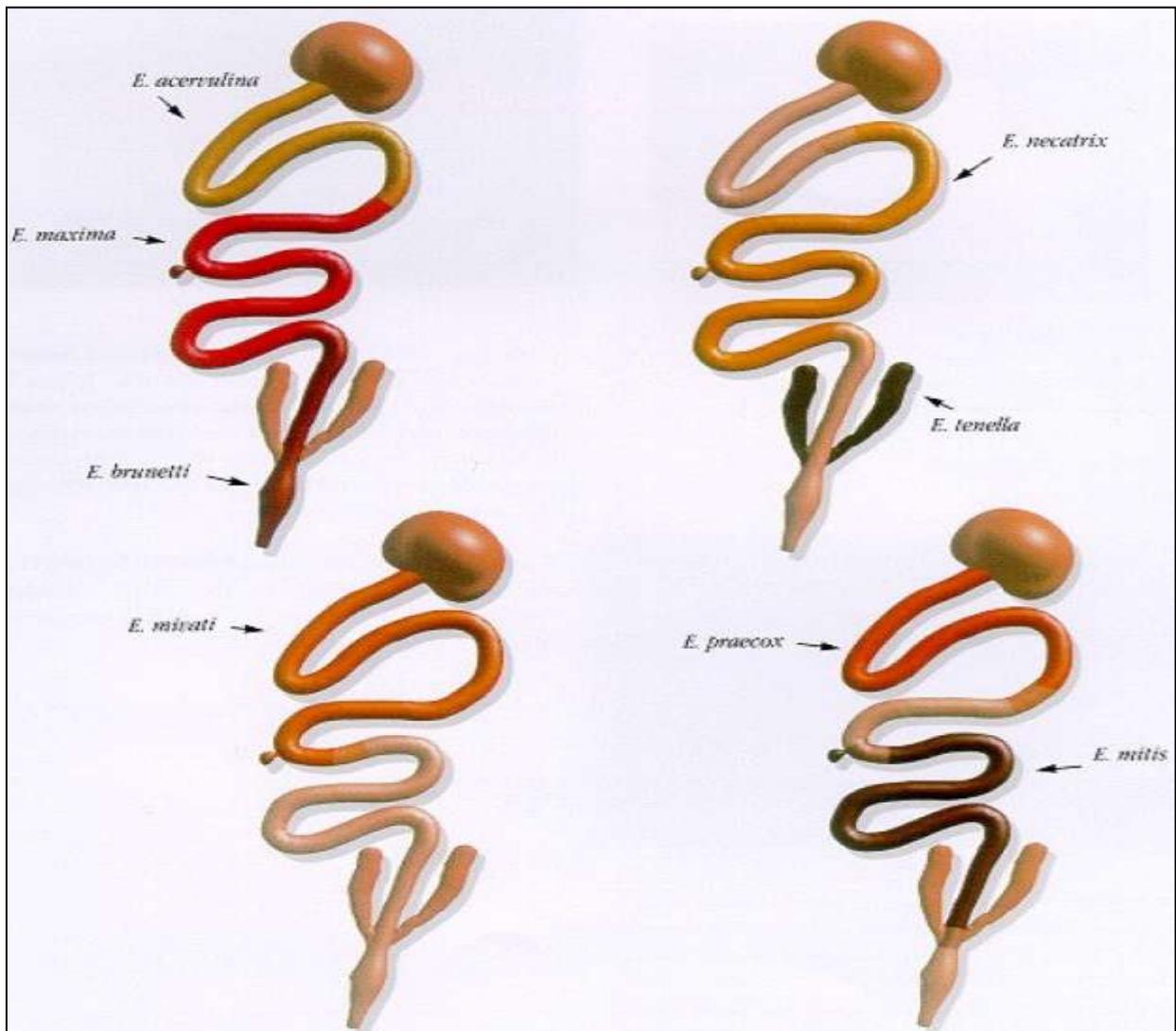
Dentro de las diferentes especies de *Eimeria* que afectan al pollo de engorda existe una importantes especificidad de localización, concentrándose las lesiones y el tipo de las mismas en determinadas zonas del intestino, en función de la que se trate (Biarnés *et. al.*, 2006).

La coccidiosis consta de dos fases: una endógena, con una primera etapa de reproducción asexual (esquizogonia) y otra etapa sexual (gametogonía), que transcurre dentro del ave, y otra fase exógena, asexual (esporogonia) que transcurre en el medio ambiente (Biarnés *et. al.*, 2006).

Invaden la pared intestinal de un animal para conseguir de éste último los nutrientes que requieren para sobrevivir. En el interior del organismo del animal, se multiplican y son expulsados al exterior a través de las heces, infectando de nuevo a otros animales de la misma especie. Así, en condiciones de hacinamiento y poca higiene, la coccidiosis se propaga de manera implacable por toda la explotación (Davis, 2006).

Factores importantes en la epidemiología de toda la infección son la concentración de material inactivo, la densidad de población receptora y la viabilidad de dicho material inactivo en el medio. En las actuales condiciones de explotación industrial de la avicultura estas condiciones son las idóneas para la transmisión de la coccidiosis (Biarnés *et. al.*, 2006).

Figura 5. Principales especies de *Eimeria* en pollos de engorda y su localización.



Fuente: Alfaro & Briseño, 2013.

Las lesiones ocasionadas por las *Eimerias* en las células epiteliales del intestino son las responsables de la patogenicidad de la coccidiosis. Cuanto mayor sea el grado de invasión de las células epiteliales y más profunda su localización en el epitelio intestinal, mayor será la lesión y su trascendencia en el equilibrio nutricional del ave (Davis, 2006).

Este parásito causa mala absorción de nutrientes, deshidratación, reducción del transporte de nutrientes, hemorragias, diarreas, disminución en el consumo de alimento, pérdida de peso, mala pigmentación de la piel, incremento de susceptibilidad a otras enfermedades, debido a que se afecta el sistema inmune, lo que trae como consecuencia que se afecten los principales

parámetros productivos como la mala conversión alimenticia, ganancia de peso, pobre emplumaje, parvadas disparejas, mortalidad, entre otros (Jornadas Avícolas, 2011).

La coccidiosis no es fácil de diagnosticar, pues sus signos se asemejan mucho a otras enfermedades comunes en las aves. La única forma de hacer un diagnóstico sobre coccidiosis es mediante el examen al microscopio de los tejidos de la pared intestinal y de su contenido. No es un enfermedad que ataque de forma individual a las aves, por el contrario las infecta en conjunto. Por tanto, un brote de infestación en una parvada produce muchos miles de ooquistes por cada ciclo, difundiéndose rápidamente (Davis, 2006).

Si no se detecta a tiempo, esta enfermedad puede causar grandes pérdidas económicas, por el retraso en el crecimiento, pobre conversión alimenticia, mala pigmentación, alta morbilidad y mortalidad ya que afecta de manera severa la absorción de nutrientes en las aves (Jornadas Avícolas, 2011).

3.8.4.2 Enteritis necrótica.

La Enteritis Necrótica es una enfermedad aguda que produce una marcada destrucción de la mucosa intestinal. El agente causal de la enfermedad es el *Clostridium perfringens* tipo A o C, una bacteria en forma de bastón, que forma esporas. Estas bacterias y sus toxinas son la causa principal, pero también la Coccidiosis puede ser un factor contribuyente. El mayor daño a la mucosa intestinal es debido a las toxinas producidas por la bacteria (Calnek, 2000).

Importancia Económica: La mortalidad puede llegar hasta un 30% en brotes severos. Las pérdidas que producen la reducción de crecimiento y la baja conversión alimenticia pueden ser más costosas que la mortalidad total del lote. La enfermedad afecta principalmente a pollos de engorda entre 2 a 3 semanas de edad siendo aves domésticas y silvestres (Agrobot, 2014).

Transmisión: Es posible que ocurra por contacto oral con los excrementos de aves infectadas. La enteritis necrótica aparece súbitamente en el lote infectado. Las aves aparentemente sanas pueden mostrarse agudamente deprimidas y morir en cuestión de horas (op. cit).

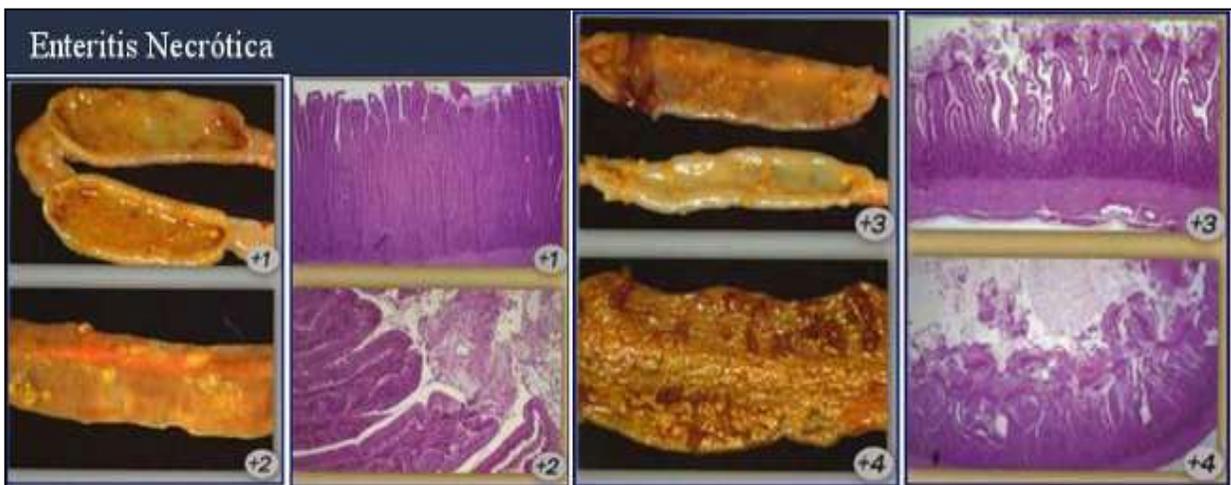
La proliferación de *C. perfringens* puede asociarse a algunos factores predisponentes como; lesiones en la mucosa, coccidiosis subclínica, enfermedades inmunosupresoras. Algunas de las condiciones que son favorables para la aparición de la enteritis necrótica son; lesión intestinal,

proliferación de *C. perfringens* a nivel intestinal y la producción de toxinas parte de *C. perfringens* (Biarnés, 2006).

La presentación aguda prácticamente no se observa, mientras que la forma subclínica es la que generalmente se diagnostica. En esta forma los animales están amontonados, plumas erizadas, postrados y pueden presentar anorexia. La enteritis necrótica puede aparecer a los 17-20 días de vida, aunque se han descrito casos de aparición en la primera semana. Puede aparecer diarrea y el crecimiento de la parvada se ve notablemente disminuido y desigualado. La mortalidad puede variar desde el 2% al 50% (op. cit.).

Lesiones: Se localizan en el intestino delgado (duodeno, yeyuno e íleon). El intestino presenta inflamación necrótica, ulcerativa, catarral y hemorragias, además de pared engrosada, grisácea y muy friable (Agrobit, 2014)

Figura 6. Lesiones por enteritis necrótica.



Fuente: Boy, 2013.

Figura 8. Lesiones por enteritis necrótica



Fuente: Boy, 2013.

Estrategias para prevenir la enteritis y mantener la integridad intestinal

- Anticoccidianos ionóforos.
- Anticoccidianos de síntesis química o "químicos".
- Combinaciones de ionóforos y químicos.
- Vacunas vivas: atenuadas y no atenuadas.
- Aditivos antibióticos con buena actividad contra el *Clostridium perfringens*.
(Cervantes, 2011).

3.9 Uso de la histología como herramienta de diagnóstico.

El laboratorio de diagnóstico es un recurso esencial para el manejo adecuado de una empresa avícola, ya que proporciona una gran cantidad de información que puede incrementar de manera significativa la eficiencia productiva de la empresa. Los métodos de diagnóstico disponibles en la actualidad pueden detectar lesiones microscópicas, cantidades mínimas de anticuerpos, toxinas, residuos químicos, microorganismos, antígenos o ácidos nucleicos las aves, insumos o en el medio ambiente, lo que permite controlar de manera eficiente la sanidad y la productividad de las aves y la calidad e inocuidad de los productos avícolas (Valladares, 2010).

La interpretación correcta de un resultado de laboratorio permite evaluar de manera oportuna las medidas de bioseguridad, manejo, nutrición y sanidad utilizadas. Por medio del laboratorio se puede determinar el estado de salud de una parvada, detectar problemas sanitarios subclínicos e inaparentes, evaluar la eficacia de los programas de inmunización, cuantificar el grado de microbismo ambiental y evaluar la calidad de los insumos y de los productos obtenidos (Valladares, 2010).

La histología tiene como objetivo identificar y describir las lesiones microscópicas de los tejidos. El estudio histológico usualmente ayuda a orientar el diagnóstico, la interpretación puede ser descriptiva, identificando las lesiones microscópicas de los tejidos. El resultado puede ser concluyente en algunos casos, por ejemplo, en las enfermedades neoplásicas es esencial para determinar el tipo de tumor (Enfermedad de Marek, Leucosis Linfoide, Leucosis Mieloide y Reticuloendoteliosis); en algunas enfermedades virales la presencia de cuerpos de inclusión es patognomónica, como en los casos de viruela aviar, laringotraqueítis infecciosa, hepatitis con

cuerpos de inclusión y síndrome de baja de postura; en otros casos se puede observar el agente en las lesiones, como en la coccidiosis o en la aspergilosis. Finalmente en algunas ocasiones la histología sirve para cuantificar el grado de daño que las aves están teniendo en algunas enfermedades como en las micotoxicosis y en la infección de la bolsa de Fabricio (Sandro, 2011).

Las muestras para estudios de Histología deben conservarse en una solución de formalina al 10% amortiguada, pH 7.0-7.5, con una relación 1:10 muestra formalina. Las pruebas de patología tienen como objetivo identificar y cuantificar las lesiones morfológicas de los tejidos, especificando los tipos de lesiones, su distribución, curso y grado de severidad; las pruebas más utilizadas son las necropsias y la histopatología (Sandro, 2011).

La histopatología tiene como objetivo identificar y describir las lesiones microscópicas de los tejidos. Los errores más comunes en la conservación de las muestras incluyen: exceso en el volumen de las muestras y / o falta de volumen del fijador, derramamiento del fijador por falta de cierre hermético en el recipiente, falta de penetración del fijador por muestras excesivamente gruesas y refrigeración o congelación de la muestras, antes de fijarse o durante el proceso de fijación. El congelamiento de las muestras cristaliza el agua intracelular causando ruptura de las membranas celulares y destrucción de los tejidos (Sandro, 2011).

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Evaluar los parámetros productivos y el mejoramiento de la integridad intestinal en pollos de engorda utilizando un promotor de crecimiento ionizante de uso discontinuo y técnicas de histología.

4.2 Objetivos particulares

- Evaluar los parámetros productivos en pollos de engorda utilizando un promotor de crecimiento ionizante.
- Determinar el efecto, en la integridad intestinal en pollos de engorda por medio de histología.

5. HIPÓTESIS

- Los tratamientos con promotor de crecimiento ionizante de uso discontinuo pueden mejorar los parámetros productivos en el pollo de engorda.
- El uso de un promotor de crecimiento ionizante puede mejorar la calidad de la integridad intestinal, en el pollo de engorda y poder ser evaluada por histología.

6. JUSTIFICACIÓN

La tendencia mundial a disminuir el uso de promotores de crecimiento a base de antibióticos, ha provocado la búsqueda de nuevas alternativas para eliminar agentes patógenos, mejorar la integridad intestinal y la eficiencia productiva. Por lo que en el presente trabajo se utilizó una de estas alternativas y así se podrá evaluar si el uso del promotor ionizante de uso discontinuo, logrará una mejora en el nivel de parámetros productivos. Además, permite un menor uso de antibióticos como promotores de crecimientos y disminuir la resistencia bacteriana a los mismos.

7. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en una granja ubicada en el estado de Jalisco, México, tiene un nivel medio sobre el mar de 1,876 metros, posee un clima semi seco con una temperatura media anual de 23°C, hay una temperatura exterior mínima de 1 °C y máxima de 29 °C.

Se utilizaron, 120,000 aves de la estirpe Ross 308 en condiciones simétricas para todos los lotes, 12 casetas de ambiente natural, comederos y bebederos de tipo comercial, dos termómetros de mínima y máxima temperatura y 1 báscula gramera.

El experimento se realizó en una granja de tipo comercial con casetas de ventilación manual. Se utilizó pollo de incubadora propia y alimento elaborado por la misma empresa en cuatro fases: pre iniciador, iniciador, crecimiento y de finalización. (Ver Cuadro 3).

Diseño experimental

Se utilizaron 120, 000 aves de la estirpe Ross 308, sexos separados, de las cuales 60,000 eran machos y 60,000 hembras, divididas en 12 casetas de 10,000 aves cada una, tanto a la mitad de machos como de hembras se les dio una dieta utilizando el promotor ionizante vía agua de bebida, los días 21,22, 23 y 34,35 y 36 del ciclo a una dosis de 200 ppm. Al grupo control se le dio una dieta normal con antibiótico como promotor de crecimiento durante todo el ciclo.

Para determinar los parámetros productivos como peso vivo se realizó un pesaje de 100 aves semanalmente de forma aleatoria por cada caseta, así como también se obtuvo el peso del alimento ofrecido y del alimento sobrante para determinar la ganancia de peso y la conversión alimenticia, para determinar el porcentaje de mortalidad y viabilidad se registró la cantidad diaria de aves muertas por caseta.

Los datos de las variables, fueron sometidos a un análisis de varianza conforme a un diseño completamente al azar. Las medias de los grupos fueron comparadas con la prueba de Tukey para constatar la existencia de diferencias significativas entre ellos. Los datos se analizaron utilizando el software estadístico Statgraphics Plus 5.0 con un nivel de significancia ($P < 0.05$).

Cuadro 3. Composición de las dietas utilizadas en las diferentes fases de alimentación.

Fase	Edad	Ingrediente Kg.	Análisis Calculado	Porcentaje %
Preiniciador	0 a 8 días de edad	Maíz Molido 605	Materia Seca (MS)	87.58
		Pasta de Soya 315	Energía Metabolizable (EM) Mcal/kg	3.14
		Pre-mezcla 50	Proteína Digestible (PD)	27.4
		Aceite 30	Proteína Cruda (PC)	22.1
		Peso Total 1000 Kg.		
Iniciador	8 a 22 días de edad	Maiz molido 674.	Materia Seca (MS)	87.34
		Pasta de Soya 255	Energía Metabolizable (EM) Mcal/kg	3.15
		Pre-mezcla 50	Proteína Digestible (PD)	22.18
		Aceite 21	Proteína Cruda (PC)	19.62
		Peso Total 1000 Kg.		
Crecimiento	22 a 35 días de edad	Maiz molido 680	Materia Seca (MS)	87.33
		Pasta de Soya 245	Energía Metabolizable (EM) Mcal/kg	3.18
		Pre-mezcla 50	Proteína Digestible (PD)	21.31
		Aceite 25	Proteína Cruda (PC)	18.89
		Peso Total 1000 Kg.		
Finalización	35 a 49 días de edad	Maiz molido 715	Materia Seca (MS)	87.25
		Pasta de Soya 210	Energía Metabolizable (EM) Mcal/kg	3.21
		Pre-mezcla 50	Proteína Digestible (PD)	18.27
		Aceite 25	Proteína Cruda (PC)	17.4
		Peso Total 1000 Kg.		

El montaje de los cortes histológicos fue realizado en el laboratorio de histopatología de la FESC, siguiendo la técnica de rutina para la tinción de hematoxilina-eosina como y su posterior descripción histológica. La evaluación microscópica y de las lesiones histopatológicas se evaluaron mediante el siguiente cuadro.

Cuadro 3. Índice de lesiones microscópicas en integridad intestinal.

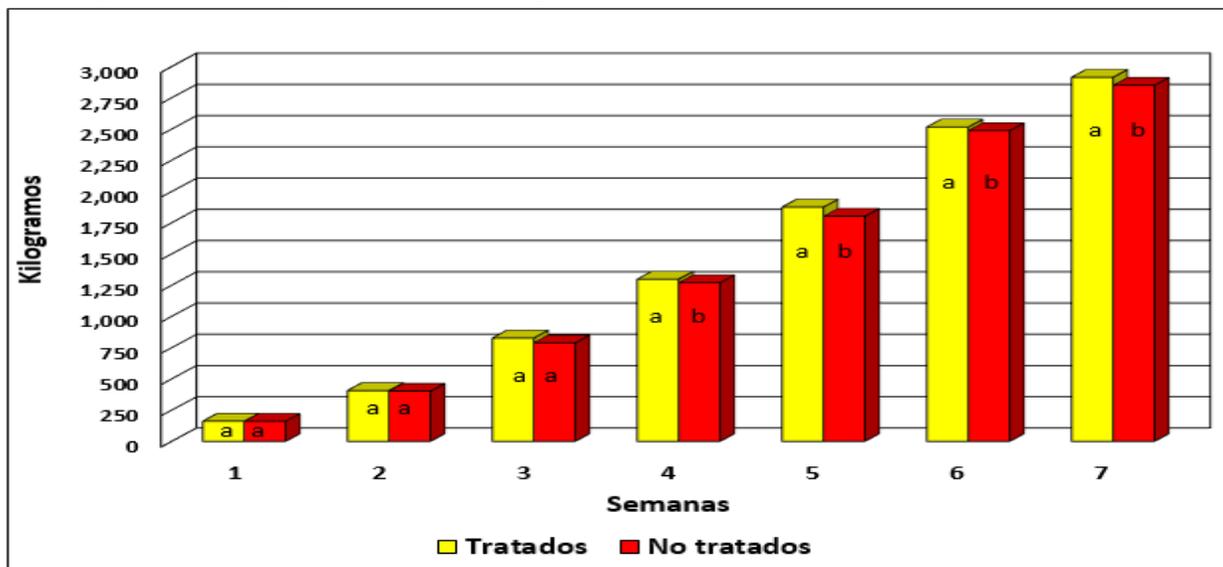
Epitelio	Zona		Lesiones histológicas
Mucosa	I	Superficial	Abundante producción de mucina y descamación epitelial leve
Mucosa y submucosa	II	Superficial	Descamación moderada con reacción inflamatoria leve
	III	Media	Descamación severa y disminución de tamaño de las vellosidades (atrofia) con reacción inflamatoria moderada
	IV	Profunda	Ausencia de vellosidades (necrosis) con reacción inflamatoria severa
Muscular	V	Seromuscular	Ausencia de vellosidades y necrosis glandular con reacción inflamatoria severa
	VI	Muscular propia	Necrosis muscular
Serosa	VII	Subserosa y serosa propia	Grados de perforación

8. RESULTADOS

Parámetros productivos

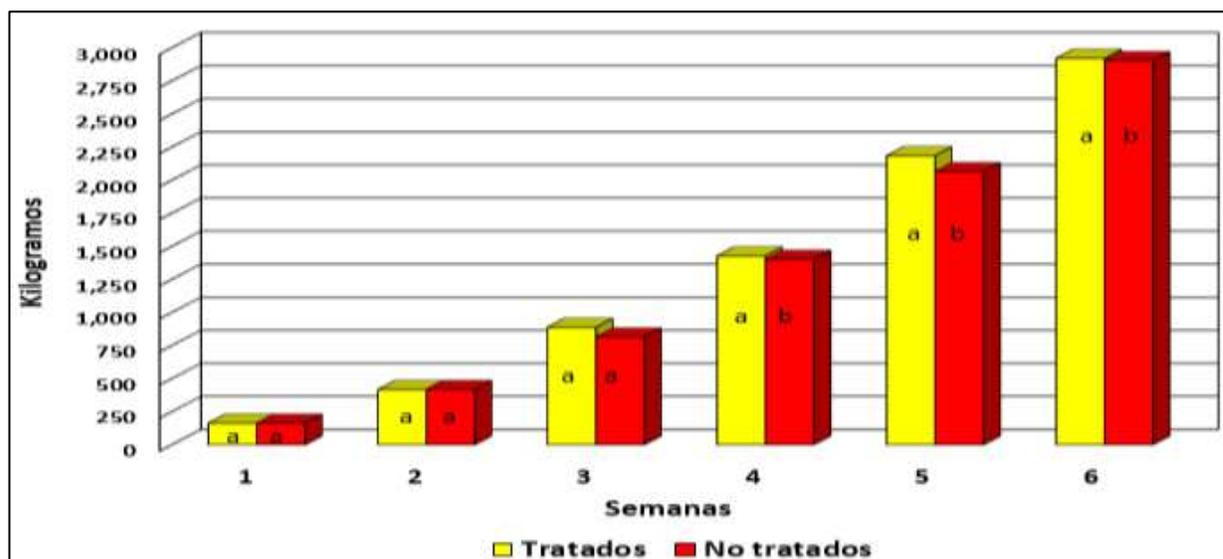
Peso

Gráfica 7. Peso de hembras. El peso promedio final de las aves que recibieron tratamiento supera de manera estadísticamente significativa ($p < 0.05$), obteniendo a los 47 días 2.914 kg. por 2.849 kg. de las aves que no recibieron el promotor ionizante.



Literales diferentes indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

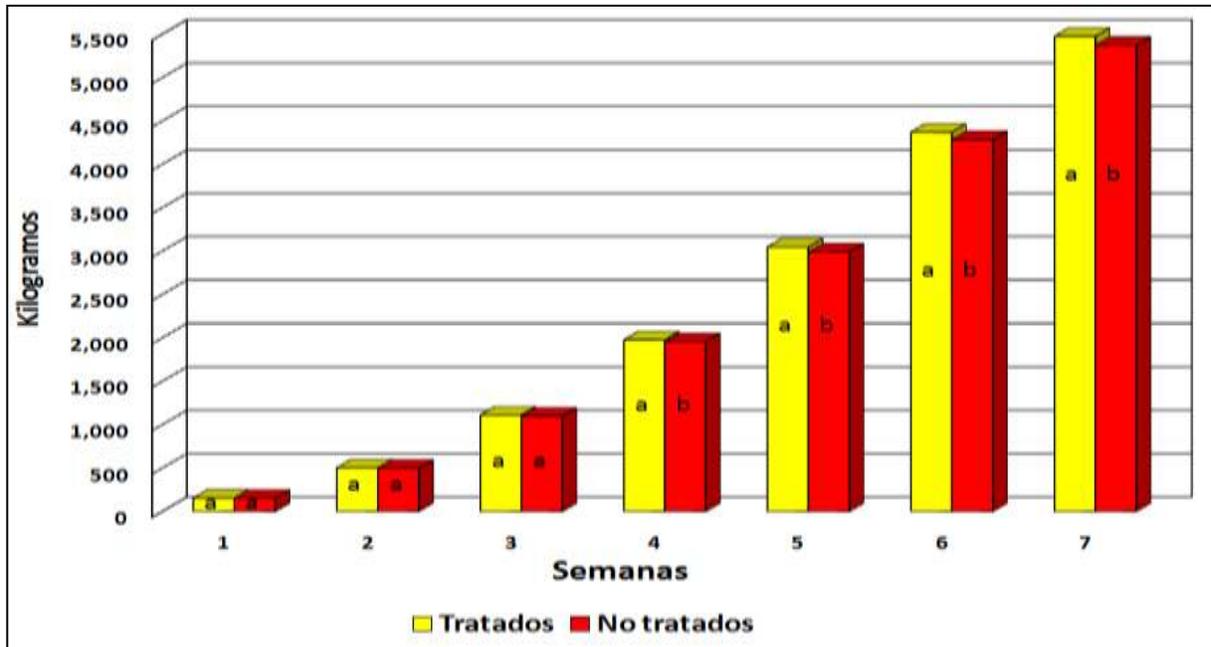
Gráfica 8. Peso de machos. El peso promedio de los machos que recibieron tratamiento, supera de manera estadísticamente significativa ($p < 0.05$) al grupo control, obteniendo a los 42 días, 2.921 kg. y 2.903kg. respectivamente.



Literales diferentes indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

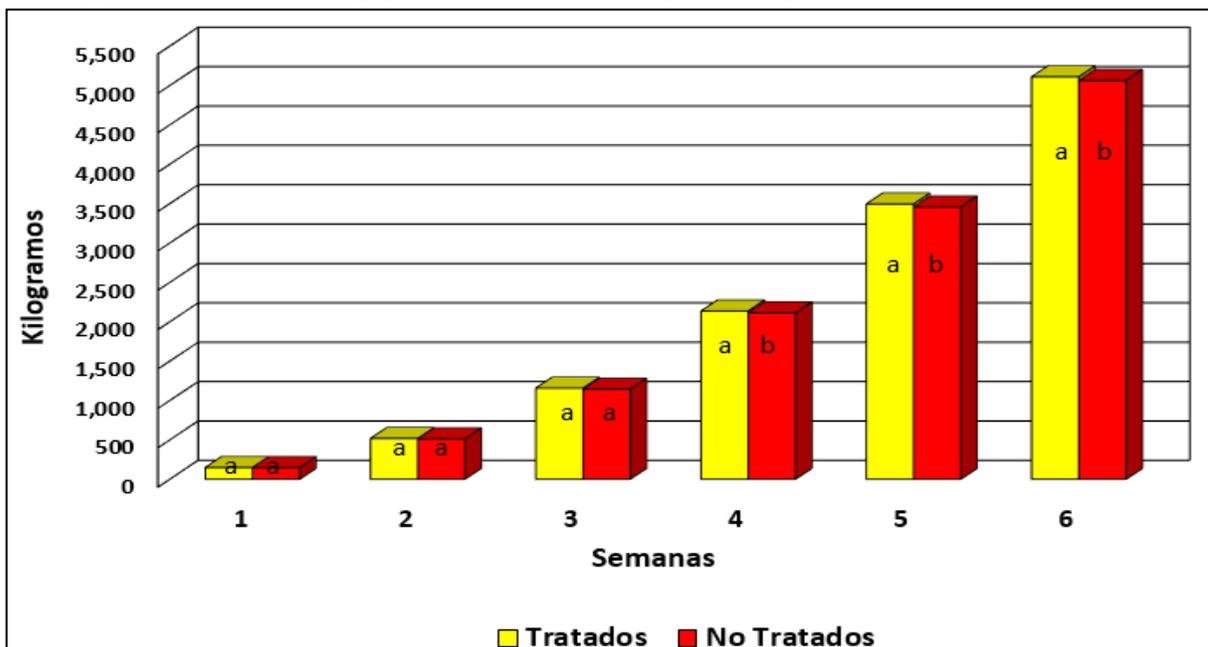
Consumo

Gráfica 9. Consumo de hembras. El consumo de alimento promedio de las hembras que recibieron tratamiento, supera de manera estadísticamente significativa ($p < 0.05$), al grupo control, siendo 5.473 kg. en la aves tratadas y 5.373 kg. para el grupo control.



Literales diferentes indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

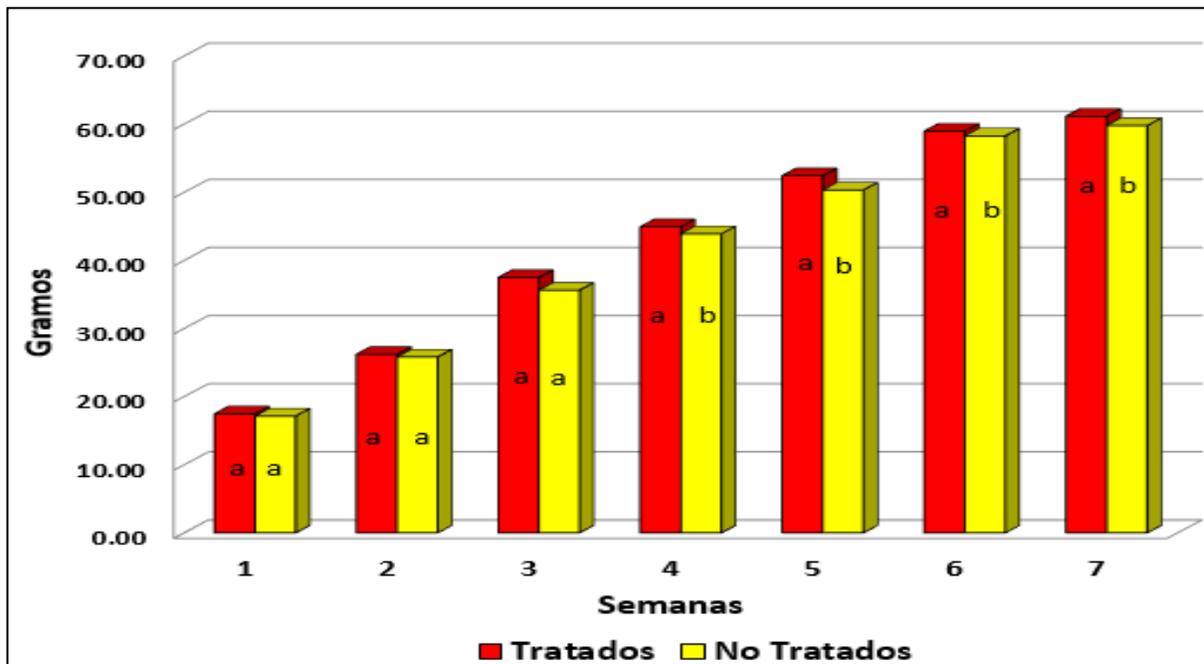
Gráfica 10. Consumo de machos. El consumo de alimento promedio de los machos que recibieron tratamiento, supera de manera estadísticamente significativa ($p < 0.05$), al grupo control, obteniendo 5.109 kg. para las aves tratadas y 5.064 kg. en las aves no tratadas.



Literales diferentes indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

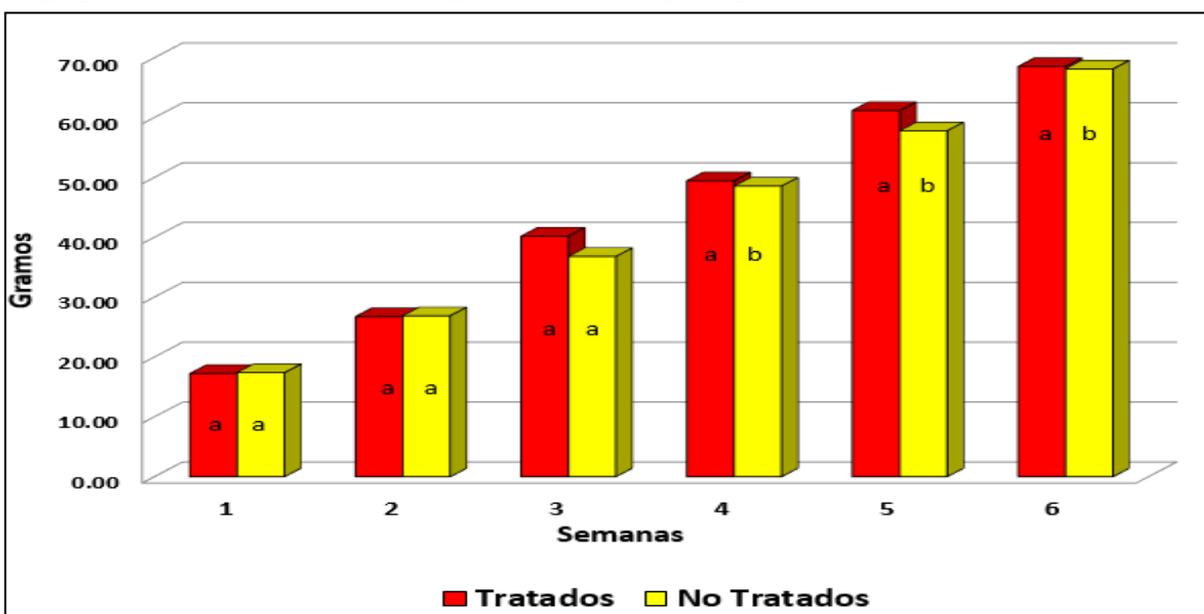
Ganancia diaria de peso

Gráfica 11. Ganancia diaria de peso de peso de hembras. La ganancia de peso promedio de las hembras que recibieron tratamiento, supera de manera estadísticamente significativa ($p < 0.05$) al grupo control obteniendo 61.16 gr. contra 59.78 gr. respectivamente.



Literales diferentes indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

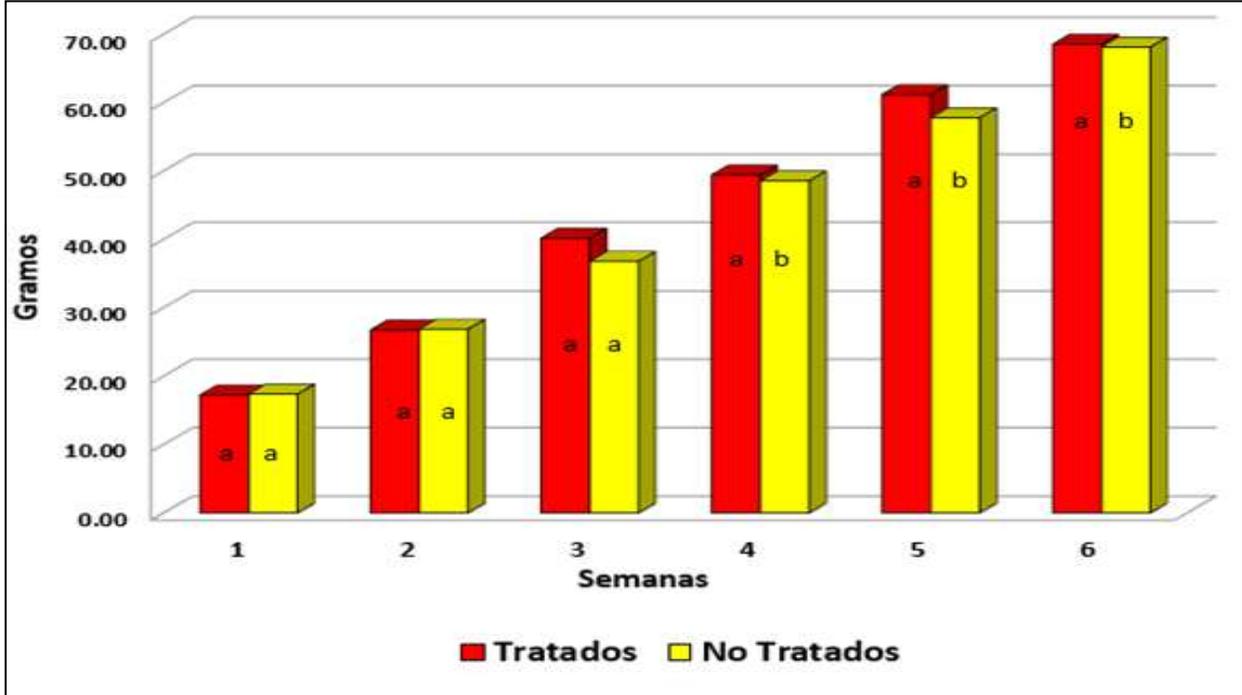
Gráfica 12. Ganancia de diaria de peso de machos. La ganancia diaria de peso promedio de los machos que recibieron tratamiento, supera de manera estadísticamente significativa ($p < 0.05$) al grupo control obteniendo 68.52 gr. contra 68.12 gr. respectivamente.



Literales diferentes indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

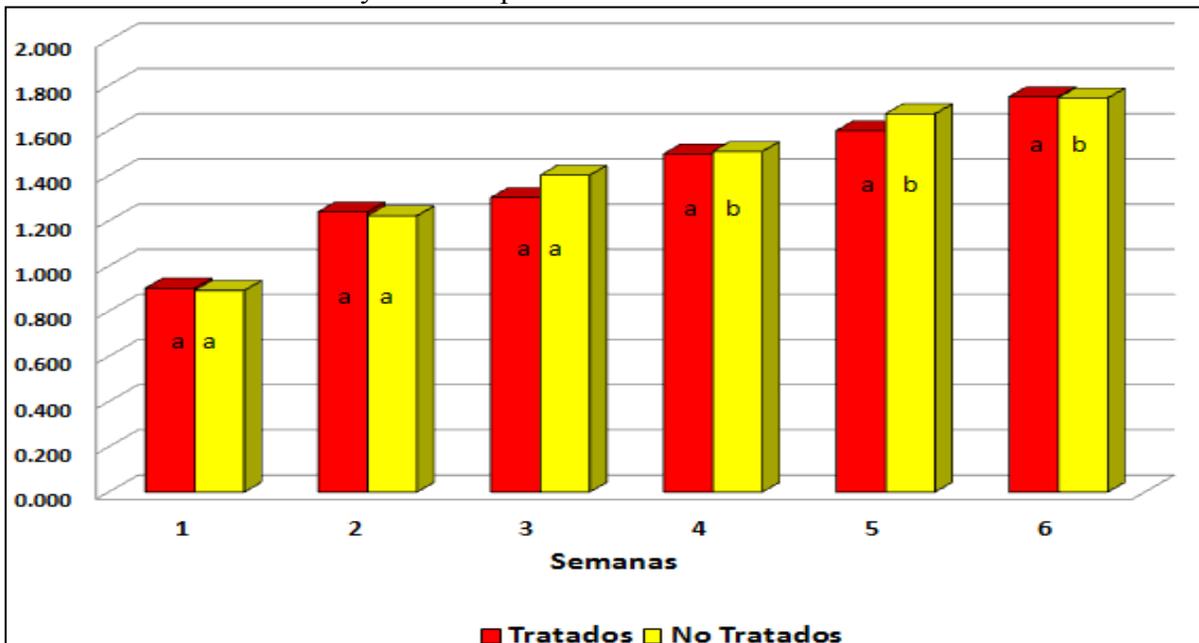
Conversión alimenticia

Gráfica 13. Conversión alimenticia hembras. La conversión alimenticia de las hembras que recibieron tratamiento, fue mejor de manera estadísticamente significativa ($p < 0.05$) al grupo control, encontrando 1.879 y 1.886 respectivamente.



Literales diferentes indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

Gráfica 14. Conversión alimenticia machos. La conversión alimenticia de los machos que recibieron tratamiento, fue mejor de manera estadísticamente significativa ($p < 0.05$), al grupo control. Encontrando 1.750 y 1.745 respectivamente.



Literales diferentes indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

Viabilidad

Gráfica 15. Viabilidad. El porcentaje de viabilidad de las hembras tratadas a los 47 días fue de 93.36% aumentando 0.68% comparada con el grupo control donde fue de 92.67. Con respecto a los machos el porcentaje de las aves tratadas a los 42 días fue de 94.03, superando en 0.96% al grupo control que obtuvo 93.07%.



Mortalidad

Gráfica 16. Mortalidad. El porcentaje de mortalidad de las hembras tratadas disminuyó 0.67% comparada con el grupo testigo, obteniendo al final del ciclo 6.65 y 7.33 respectivamente. En tanto que el porcentaje de mortalidad de los machos tratados fue de 5.97 y de 6.93% en el grupo control con una diferencia de 0.96%.

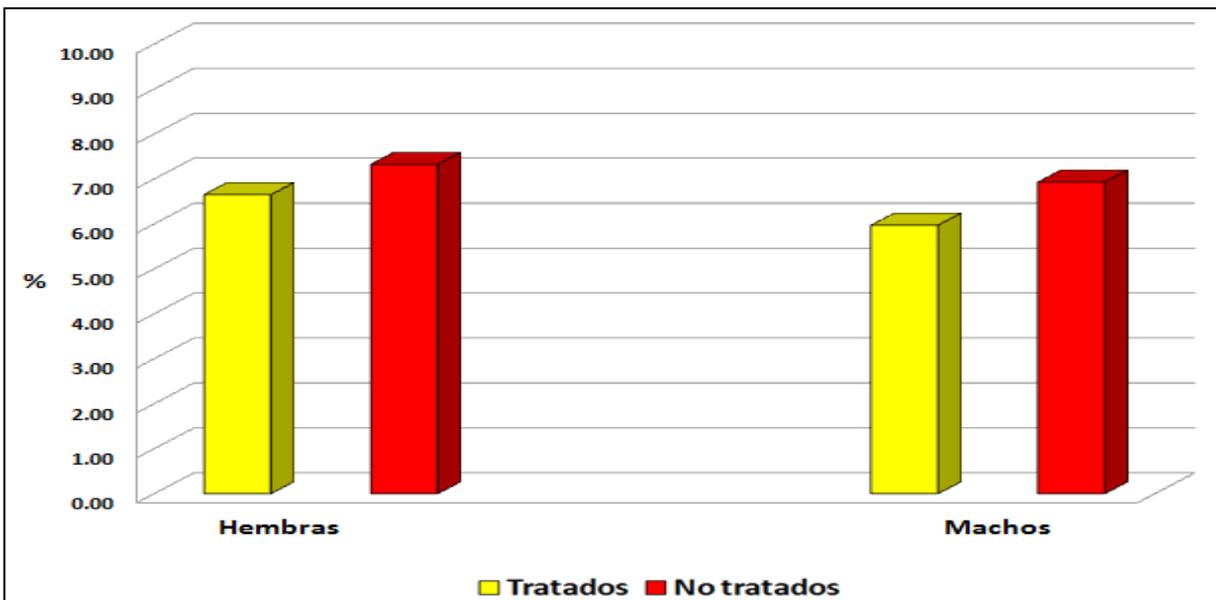


Tabla 4. Parámetros productivos finales por caseta.

Sexo	Tratadas	No tratadas	% Viabilidad	% Mortalidad	Consumo de Alimento KG.	Consumo promedio	Peso total kg.	Peso Promedio	Conversión Alimenticia	Edad al rastro
Hembra	X		93.36	6.64	55,292,256	5,424	27,713,504	2,912	1.863	47
Hembra	X		93.32	6.68	55,877,832	5,496	27,553,152	2,904	1.893	47
Hembra	X		93.36	6.64	56,039,500	5,500	27,822,600	2,925	1.880	47
Hembra		X	93.36	6.64	54,614,258	5,347	27,568,576	2,868	1.864	47
Hembra		X	89.98	10.02	54,802,944	5,376	26,060,493	2,827	1.902	47
Hembra		X	94.69	5.31	54,996,630	5,395	27,762,028	2,853	1.891	47
Macho	X		94.76	5.24	51,790,708	5,084	28,621,145	2,965	1.715	42
Macho	X		93.95	6.05	52,418,196	5,133	27,390,870	2,855	1.798	42
Macho	X		93.36	6.64	52,086,201	5,111	27,999,702	2,943	1.737	42
Macho		X	90.51	9.49	51,760,089	5,079	26,445,208	2,867	1.772	42
Macho		X	94.76	5.24	51,769,620	5,068	28,275,280	2,921	1.735	42
Macho		X	93.95	6.05	51,529,752	5,046	28,024,074	2,921	1.727	42
Total:			93.28	6.72	642,977,986	5254.92	331,236,632	1442.21	1.815	

Evaluación histológica

Intestino sin ningún tipo de promotor de crecimiento

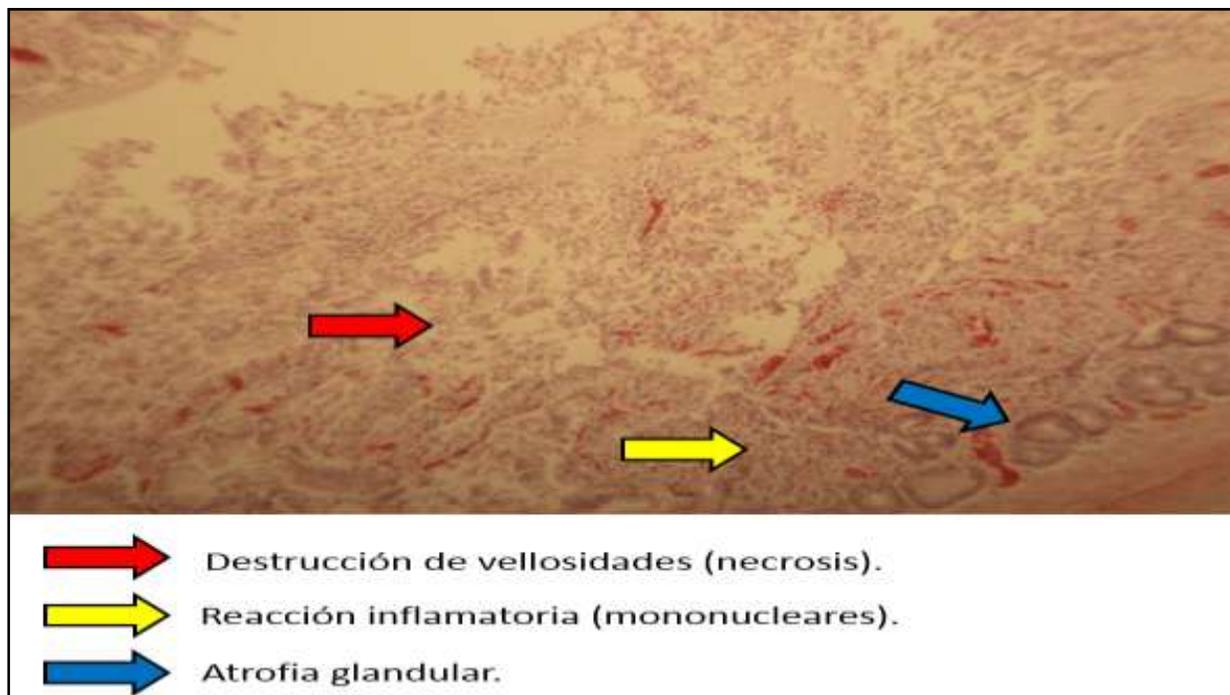


Figura 9. Zona 4. Lesiones de intestino en ave sin ningún promotor de crecimiento.

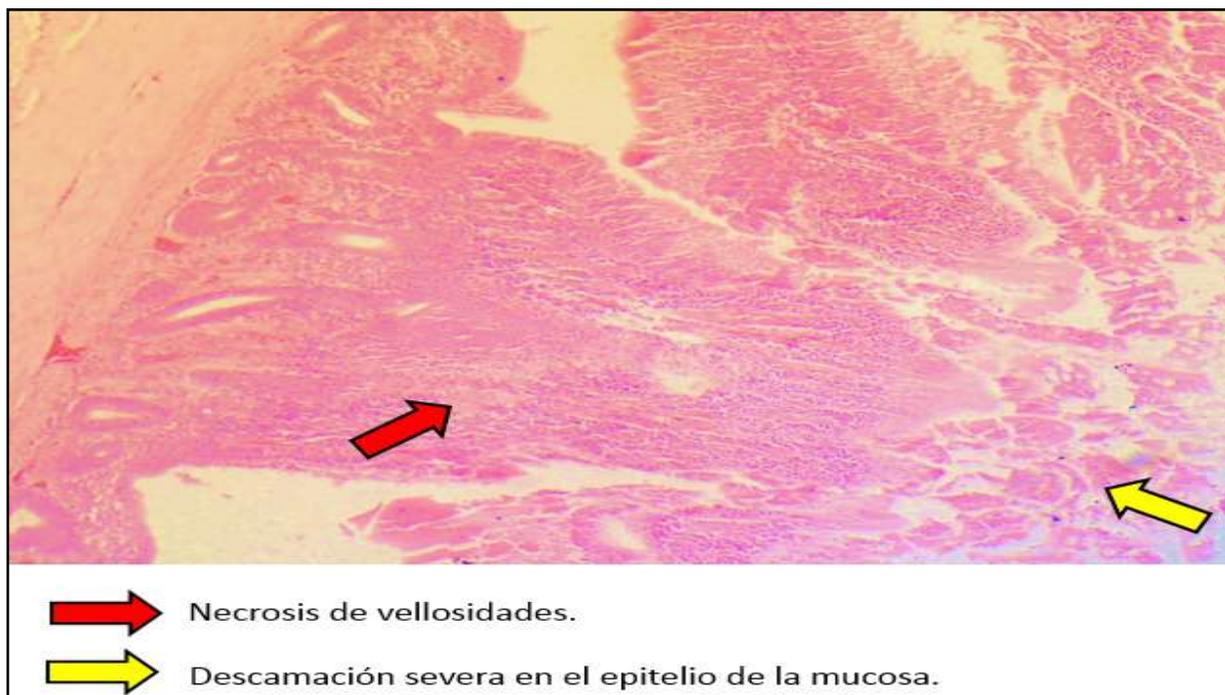


Figura 10. Zona 5. Lesiones de intestinales sin ningún promotor de crecimiento.

Intestino con promotor de crecimiento ionizante

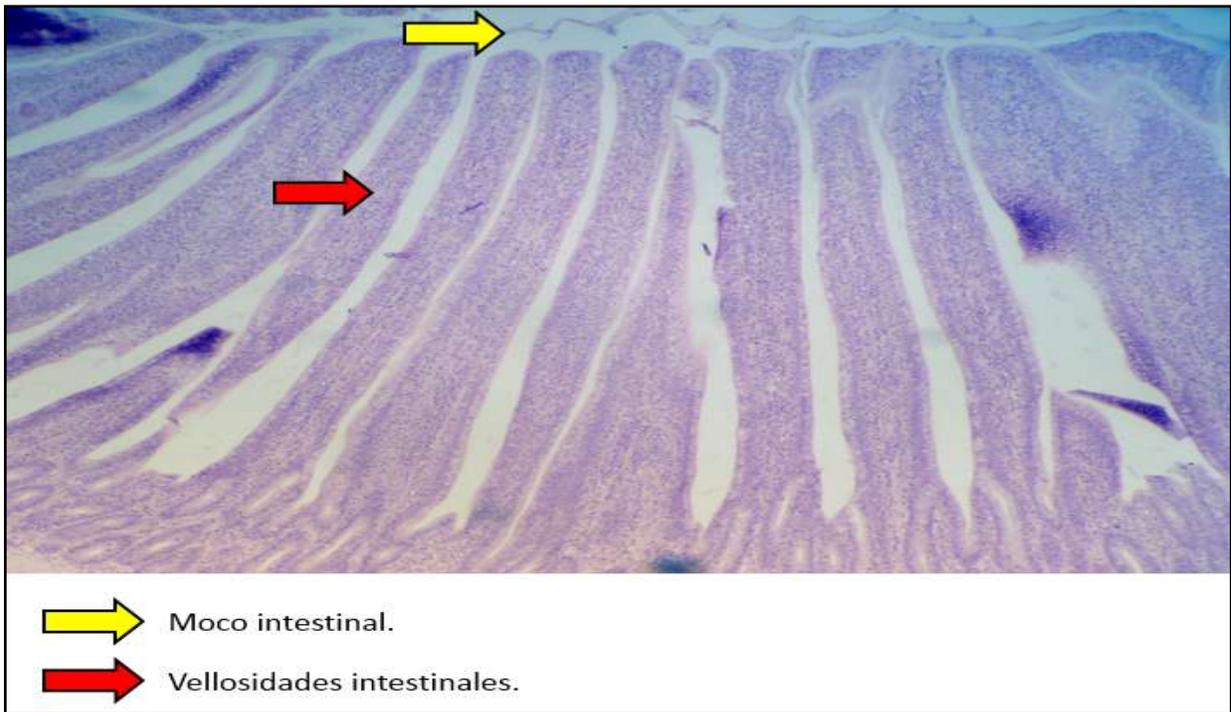


Figura 11. Zona 1. Corte correspondiente a un ave tratada con el promotor ionizante, donde se observa la presencia de moco intestinal y las vellosidades intestinales no muestran ningún cambio patológico.

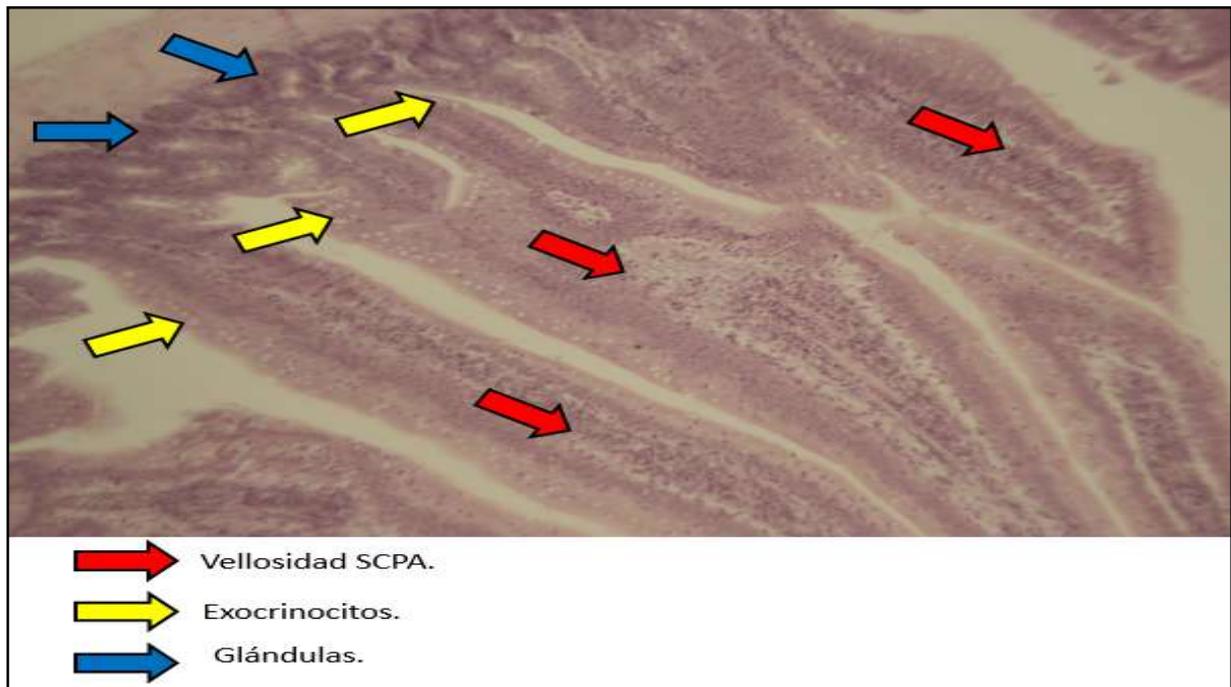


Figura 12. Intestino de ave tratada con promotor ionizante, donde se puede observar un buen tamaño de las vellosidades, gran cantidad de exocrinocitos y abundantes glándulas.

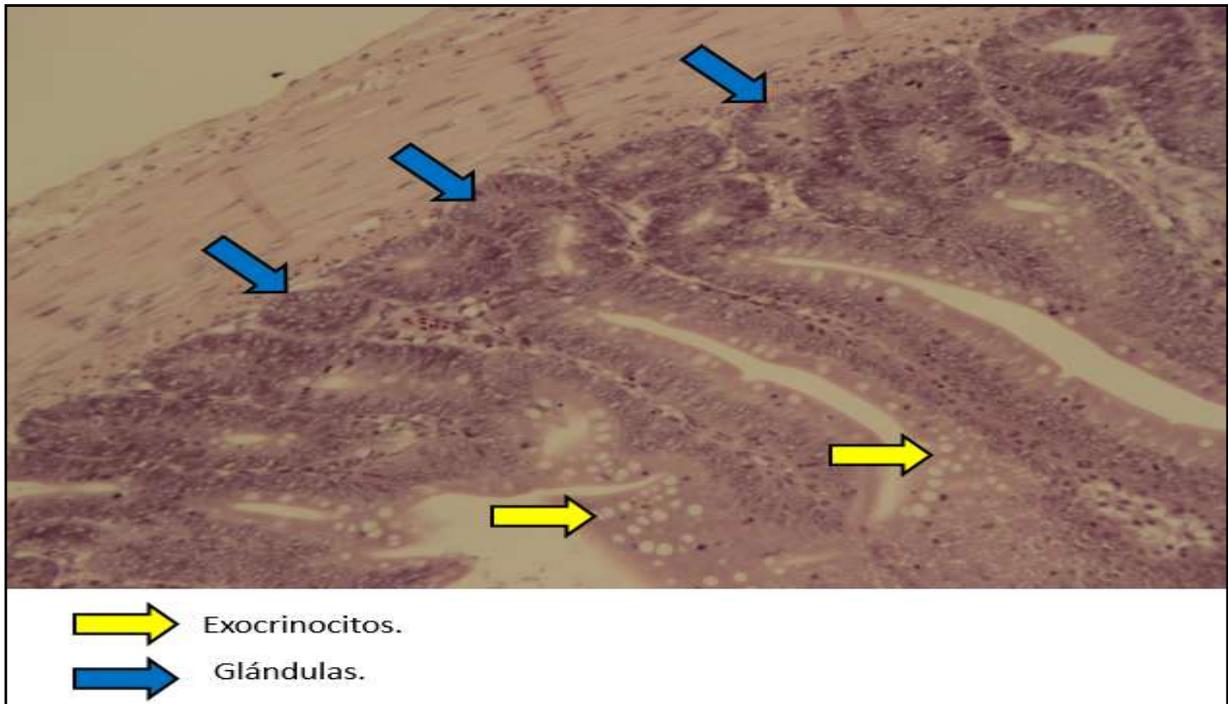


Figura 13. Intestino de ave tratada con promotor ionizante. Al igual que la imagen anterior se observa buen tamaño de vellosidades y de glándulas, así como una abundante cantidad de exocrinocitos.

Intestino sin promotor de crecimiento ionizante

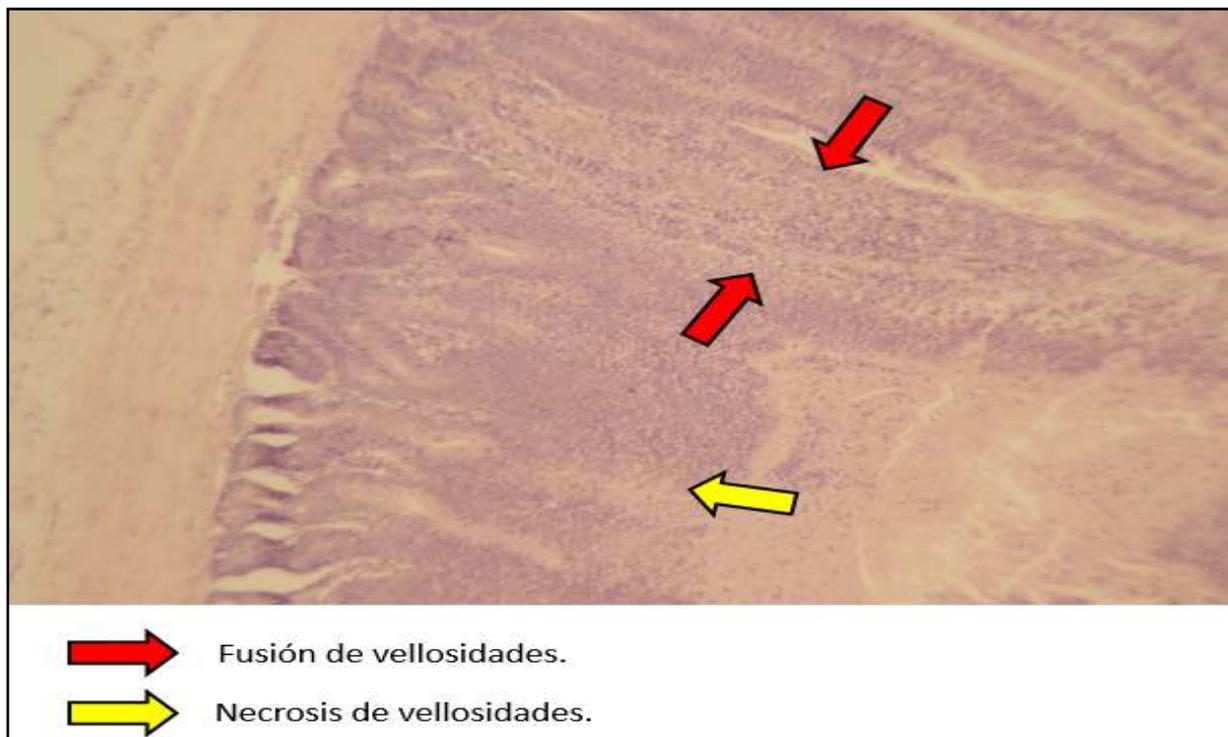


Figura 14. Zona 3. Intestino de ave tratada sin promotor ionizante. Las flechas indican una fusión de vellosidades, así como cierto grado de necrosis.



Figura 15. Zona 3. Intestino de ave tratada sin promotor ionizante. Las flechas indican menor tamaño de las vellosidades, así como disminución en el número de exocrinocitos y glándulas.

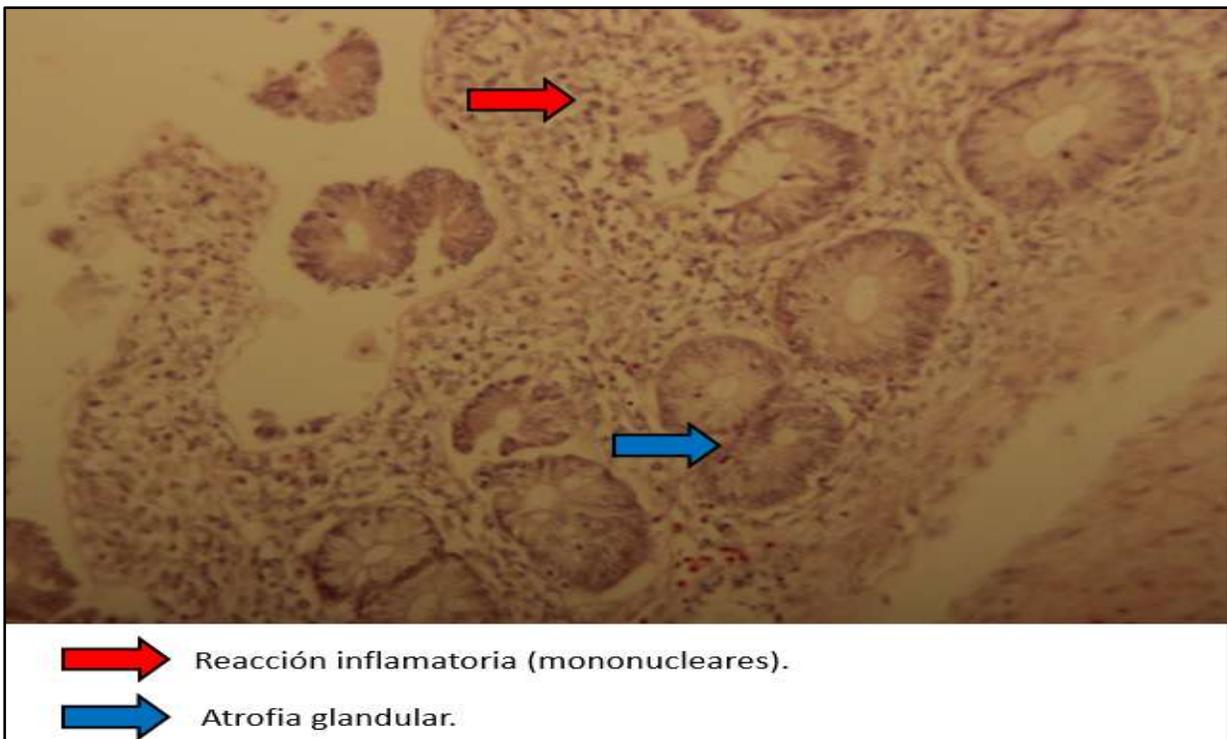


Figura 16. Zona 3. Las flechas indican la presencia de disminución en el tamaño de las glándulas y una reacción inflamatoria.

9. DISCUSIÓN

En el análisis de los parámetros productivos se mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$) al comparar a las aves del grupo tratado con el promotor ionizante (PI), contra las aves del grupo no tratado, mejorando las variables productivas evaluadas.

Los resultados respecto al peso final en el presente estudio muestran mejora con la utilización del promotor ionizante. Estos datos coinciden con los obtenidos por González *et. al.* (2013), quienes obtuvieron resultados similares utilizando tres tratamientos de los cuales el tratamiento 1 era un promotor de tipo antibiótico, el tratamiento 2 fue un promotor de tipo ionizante y el tratamiento 3 un control sin promotor de crecimiento, obteniendo un peso a los 42 días de 2.893 kg. en el tratamiento 1, 2.926 kg. en el tratamiento 2 y 2.879 kg. en el tratamiento 3. Resultando mayor las aves tratadas con el promotor ionizante.

Así mismo Hernández (2012) encontró resultados similares al de este trabajo, utilizando un promotor de crecimiento ionizante a dosis de 250 ppm, 500 ppm y un grupo control, obteniendo al final del ciclo pesos promedio de 2.908 kg., 2.939 kg. y 2.857 kg. respectivamente. De igual forma Amaguaña (2012), que utilizó ácidos orgánicos en 5 diferentes concentraciones (T1: 0%, T2: 0.2%, T3: 0.4%, T4: 0.6% y T5: 0.8%), encontró a los 21 días pesos superiores en el tratamiento número 3 teniendo como promedio 2.421 kg. siendo superior al grupo control que obtuvo 2.271 kg. Por otra parte Nicolletti *et. al.* (2010), quienes trabajaron con dos tratamientos, un grupo control y otro con la administración una combinación de ácidos orgánicos y una levadura, observando a los 42 días de edad un peso vivo de 2.822 kg. con la suplementación de ácidos orgánicos y la levadura por 2.716 kg. del grupo control. Herrera & López (2002) utilizaron 4 tratamientos (T1) una dieta testigo (comercial); (T2) alimento comercial + un probiótico en el agua de bebida; (T3) alimento comercial + Ac. Orgánicos, (T4) alimento comercial + ácido orgánico + un probiótico en agua de bebida. A los 42 días tuvieron mejor resultado en el T4 siendo un peso de 2.305 kg. por 2.265 kg. del T1

Sin embargo Jaramillo (2011), quien utilizó un promotor ionizante como promotor de crecimiento, tuvo resultados inferiores en cuanto al peso, respecto a los demás tratamientos utilizados, los cuales fueron un antibiótico, un prebiótico y una combinación de ácidos orgánicos con un prebiótico, teniendo un mejor resultado con la utilización de este último llegando a tener a los 42 días un peso final de 2.322 kg.

Barocio (2102) utilizó un promotor de tipo ionizante y obtuvo resultados similares a los obtenidos en este trabajo en cuanto al consumo de alimento, teniendo como promedio a los 49 días de edad un consumo de 5.017 kg., contra 4.879 kg. en su tratamiento control. Por otro lado González *et. al.* (2013) quienes utilizaron como ya se mencionó 3 tratamientos, encontraron a los 42 días de edad, un consumo de 5.150 kg, en aves a las cuales se les administró un promotor de tipo antibiótico y de 5.073 kg. con la administración del promotor ionizante. Igualmente Nicolletti *et. al.* (2010), tuvieron mejor resultados en el consumo, en el tratamiento con ácidos orgánicos combinados con una levadura obteniendo 5.058 kg. y para el grupo control un consumo de 4.931 kg.

Sin embargo Jaramillo (2011), no encontró diferencia estadística ya que tuvo un consumo de 4.252 kg. con la utilización de antibiótico como promotor de crecimiento, siendo mayor que con el tratamiento a base de ácidos orgánicos siendo de 4.108 kg. a los 42 días del ciclo.

Con respecto a la ganancia diaria de peso los resultados de González *et. al.* (2013), son similares a los de este trabajo, encontrando al final del ciclo una ganancia mayor en las aves tratadas con un promotor ionizante siendo esta de 68.57 gr. superando a los otros dos tratamientos, por otro lado Hernández (2012) obtuvo diferencia estadística ($p < 0.05$) en la ganancia diaria de peso al obtener mejores resultados con el uso del promotor ionizante los cuales fueron 59.13 gr. y 57.46 gr. en el grupo control.

Por otro lado, los resultados obtenidos por Jaramillo (2011) no coinciden con los resultados obtenidos en este trabajo, al obtener mejores resultados con el uso de un prebiótico como promotor de crecimiento, seguido por el de tipo antibiótico encontrando 56.3gr. y 56.07 gr. respectivamente, superando al tratamiento a base de ácidos orgánicos el cual fue de 53.83 gr. a los 42 días de edad.

Con relación a la conversión alimenticia, los datos encontrados en este trabajo mostraron una mejora, datos que coinciden con lo documentado por González *et. al.* (2013), quienes encontraron una diferencia estadística ($p < 0.05$) con el uso del promotor de tipo ionizante siendo esta de 1.734 y para los otros dos tratamientos de 1.780 y de 1.825. Al igual que Hernández (2012) que utilizó el promotor ionizante a dosis de 250 y 500 ppm, encontró una conversión alimenticia 2.038 a dosis de 500 ppm., 2.30 a dosis de 250 ppm. y para su grupo control 2.67. Amaguaña (2012), obtuvo mejores resultados en su T3, teniendo una conversión alimenticia de

2.117 siendo superior a la del grupo control que fue de 2.276. De la misma forma los resultados de conversión alimenticia de Nicolletti *et. al.*, (2010), fueron superiores en el grupo suplementado con la combinación de ácidos orgánicos y la levadura respecto al grupo control, encontrando 1.77 contra 1.85 respectivamente.

Sin embargo los resultados obtenidos por Jaramillo (2011) no coinciden al tener una mejor conversión con la utilización de un ácido orgánico combinado con un prebiótico teniendo una promedio final de 1.802, 1.838 con la utilización del prebiótico, 1.838 con el uso del antibiótico y en último lugar 1.851 con el uso de los ácidos orgánicos. Así mismo los datos presentados por Dávila (2001), quien comparó un promotor de crecimiento de tipo ionizante en diferentes porcentajes como 0.4%, 0.6%, 0.8% y su grupo control, obteniendo este último mejores resultados al tener una conversión de 1.66 a los 42 días. El autor menciona que esto pudiera deberse quizás a la dosificación del producto utilizado.

Herrera & López (2002), no encontraron diferencias significativas en cuanto en la conversión alimenticia en ninguno de sus tratamientos.

En lo que corresponde a la viabilidad y mortalidad los resultados encontrados en este trabajo demuestran que ambos porcentajes fueron superiores con el uso del promotor ionizante, lo que coincide con lo encontrado por Jaramillo (2011), quien obtuvo 95.46% de viabilidad con la utilización de un ácido orgánico mismo porcentaje que su otro tratamiento a base de un prebiótico como promotor de crecimiento, teniendo como porcentaje de mortalidad 4.54% para ambos tratamientos siendo superior a los demás. Como conclusión el autor menciona que los parámetros pueden mejorar al combinar productos tales como los prebióticos y los ácidos orgánicos aumentando los efectos de ambos. Por otra parte Dávila (2001), encontró mejores resultados en su tratamiento con el promotor ionizante al 0.6%, obteniendo un 1.53% de mortalidad, por 2.24% en su grupo control con antibiótico. Los resultados de mortalidad encontrados por Herrera & López indican un mayor porcentaje de mortalidad para el grupo control 4.2% vs 4.0; 4.0 y 3.0% respectivamente para los demás tratamientos.

En contraparte la viabilidad y mortalidad reportada por González *et. al.* (2013), no coincide con los resultados de este trabajo, ya que ellos obtuvieron un 90.1% de viabilidad y un 9.99% de mortalidad en el tratamiento donde utilizaron el promotor ionizante, encontrando mejores

resultados con el uso de antibiótico como promotor teniendo un 94.6% de viabilidad por un 5.4% de mortalidad.

Barocio (2012) encontró a los 49 días edad una mortalidad de 4.8% en su tratamiento con un promotor ionizante y de 4.3% en su tratamiento control, teniendo como porcentaje de viabilidad un 95.2% y 95.7% respectivamente.

Los resultados que se obtuvieron en este trabajo con respecto a los cortes histológicos indican que existió una mejora en la integridad intestinal coincidiendo con Jaramillo (2011) que en su estudio evaluó por medio de histología las vellosidades intestinales, obteniendo como resultado una mejor longitud e integridad de las vellosidades de las aves a las que se les administró el tratamiento a base de una combinación de ácidos orgánicos y un prebiótico, y una mayor profundidad en las criptas con el tratamiento a base de un prebiótico.

Nicolletti *et. al.*, (2010), obtuvieron un mayor tamaño de vellosidades intestinales durante los primeros 7 días para el grupo suplementado con ácidos orgánicos y la levadura, las siguientes semanas dicha respuesta se invirtió en favor del grupo control mostrando un mayor tamaño en integridad de las vellosidades intestinales hasta los 42 días del ciclo. En las aves suplementadas con los ácidos orgánicos y la levadura, las criptas fueron más profundas los días 7, 14 y 28, sin embargo los valores fueron inversos los días 21 y 35 del ciclo. Como conclusión los autores indican que es necesario la realización de nuevos estudios ya que el efecto en la morfología intestinal solo se vio durante la primera semana de vida de las aves.

10. CONCLUSIONES

Actualmente dentro del mundo de la avicultura resulta muy importante reducir tiempo y sobre todo costos de producción, por ello resulta de suma importancia buscar nuevas alternativas que nos ayuden a lograr un mejor rendimiento.

El uso de tratamientos en base a mecanismos ionizantes resulta ser una de estas opciones a partir de los resultados obtenidos en este trabajo, además de ser una opción viable para la sustitución de antibióticos como promotores de crecimiento.

La utilización de este promotor ionizante (PI), logró una mejora a nivel de parámetros productivos ya que las aves tratadas fueron estadísticamente superiores ($p < 0.05$) a las no tratadas, lo que representa más cantidad de carne generando un incremento económico al final del ciclo.

Así mismo dado los resultados del presente trabajo, se puede establecer que el utilizar promotores de crecimiento ionizante mejora la integridad intestinal, obteniendo mejora en la longitud e integridad de las vellosidades intestinales así como también en el número de glándulas y de exocinocitos, beneficiando así la absorción de nutrientes y manteniendo un intestino más saludable.

En base a los resultados que obtenidos en este trabajo se recomienda seguir generando información con respecto a la integridad intestinal, pudiéndose administrar en diferente dosis de la utilizada en este trabajo, así mismo aplicarlo en diferentes días del ciclo de engorda y así como también utilizarlo con parvadas mixtas para comprobar si su efecto sería el mismo.

11. BIBLIOGRAFÍA

1. Aho, P. 1997. *Situación actual y perspectivas de la avicultura mundial y la producción de granos*. México: Memorias ANECA.
2. Agrobit. 2014. *Enfermedades Bacterianas*. Marzo 15, 2014, de Agrobit Sitio web: http://www.agrobit.com.ar/Info_tecnica/alternativos/avicultura/AL_000011av.htm.
3. Alfaro, L. & Briceño, J. 2013. *Importancia de la Salud intestinal en las aves y diseño de programas anticoccidiales*. Enero 7, 2014, de Engormix Sitio web: <http://www.engormix.com/MA-avicultura/sanidad/articulos/importancia-salud-intestinal-aves-t4996/165-p0.htm>.
4. Amaguaña, W. 2012. *Uso de acidificantes en la producción de pollo Broilers*. Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
5. Barocio, J. 2012. *Adición del butirato de sodio en el alimento del pollo de engorda, sobre los parámetros productivos y mortalidad*. México: Universidad Michoacana de San Nicolas.
6. Barragán, J. 2000. *El agua en la avicultura*. Selecciones Avícolas, 42, pp. 88-97.
7. Barton, L. 1986. *Efectos de la calidad del agua sobre el rendimiento de pollos de engorda*. Estados Unidos: Avian Farms.
8. Biarnés, M., Borrel, J., Domínguez, F., Faust, C., & Ordoñez, G. 2006. *Higiene y patología aviar*. Barcelona, España: Colección Biblioteca de Avicultura Real Escuela de Avicultura.
9. Boy, C. 2013. *Integridad intestinal*. Diciembre 12, 2013, de Avicultura.com Sitio web: http://www.avicultura.com.mx/avicultura/home/articulos_int.asp?cve_art=1113.
10. Castañeda, M. 2005. *Sistema de producción animal*. México: UNAM Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
11. Calnek, W. 2000. *Enfermedades de las aves*. México: Manual Moderno.
12. Cervantes, H. 2011. *Integridad intestinal en aves*. Diciembre 19, 2013, de WattagNet Sitio web: http://www.wattagnet.com/Integridad_intestinal_en_aves.html
13. Ceva, S., Réseau, C. 2008. *El agua, un valor futuro*. México: Ceva Salud Animal.
14. Dávila, J. 2001. *Ácidos orgánicos (Lupro-Mix®) en sustitución del antibiótico en dietas de pollos de engorde*. Mayo 21, 2014, de Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria Sitio web: <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1412/1/T1267.pdf>.
15. Davis, W. 2006. *Enfermedades infecciosas y parasitarias de las aves silvestres*. Estados Unidos: Acribia.

16. De la Fuente T. 2103. *Industria Avícola*. Noviembre 22, 2013, de ODEPA Sitio web: <http://www.odepa.cl/odepaweb/publicaciones/doc/10530.pdf>.
17. García, J. 2010. *El agua y su importancia en los procesos biológicos*. Los Avicultores y su entorno, Año 13. No. 76, pp. 54-58.
18. Engormix. 2006. *Unión Europea. Rige la prohibición de antibióticos como promotores de crecimiento*. Febrero 10, 2014, de Engormix Sitio web: <http://www.engormix.com/MACunicultura/noticias/union-europea-rige-prohibicion-t8335/p0.htm>
19. Evans, T. 2012. *Tendencias Avícolas Mundiales 2013: Asia produce un tercio de los pollos del mundo*. Febrero 12, 2014, de El Sitio Avícola Sitio web: <http://www.elsitioavicola.com/articles/2455/tendencias-avacolas-mundiales-2013-asia-produce-un-tercio-de-los-pollos-del-mundo>.
20. Evans, T. 2013. *Tendencias Avícolas Mundiales 2012: La avicultura incrementa su cuota en la producción mundial de carne*. Febrero 15, 2014, de El Sitio Avícola Sitio web: <http://www.elsitioavicola.com/articles/2522/tendencias-avacolas-mundiales-2013-consumo-de-pollo-en-america-crece-mas-rapido-que-el-de-la-carne-de-cerdo-y-res>.
21. Fiochi, C. 1997. *Intestinal inflammation: a complex interplay of immune and nonimmune cell interactions*. Diciembre 7, 2013, de Division of Gastroenterology, Case Western Reserve University School of Medicine Sitio web: <http://ajpgi.physiology.org/content/273/4/G769>
22. Gauthier, R., Bodin, Jean. & Oller, Anna. 2011. *Alternativa de los promotores de crecimiento para pollo*. Selecciones Avícolas, II, pp. 19-22.
23. González, S., Icochea, E., Reyna, P., Cazorla, Fernando & San Martín, V. 2013. *Efecto de la suplementación de ácidos orgánicos sobre los parámetros productivos en pollos de engorde*. Mayo 19, 2014, de Rev Inv Vet Perú Sitio web: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v24n1/a04v24n1>.
24. Guía Ejecutiva Watt. 2014. *La industria avícola mexicana crece un 1.7 por ciento en 2013*. Enero 16, 2014, de Guía Ejecutiva Watt Sitio web: http://www.wattagnet.com/La_industria_av%C3%ADcola_mexicana_crece_un_1_7_por_ciento_en_2013.html.
25. Herrera, N., López, C. 2002. *Adición de un probiótico y un ácido orgánico en dietas de pollo de engorda*. México: Universidad Veracruzana.

26. Hernández, K. 2012. *Evaluación de parámetros productivos en pollos de engorda utilizando un promotor de crecimiento ionizante en agua de bebida*. México: FESC, UNAM.
27. Hoerr, F. 2009. *La Integridad intestinal y su importancia económica en la Industria Avícola*. Enero 9, 2014, de Avicultura.com Sitio web:
http://www.porcicultura.com/avicultura/home/articulos_int.asp?cve_art=458.
28. Jaramillo, A. 2011. *Evaluación de la mezcla de un prebiótico y un ácido orgánico en la salud intestinal y parámetros productivos de pollos de engorde*. Colombia: Universidad Nacional De Colombia.
29. Jornadas Avícolas 2011. *Retos de la Avicultura Global hacia el 2020*. México.
30. López, C. 2014. *La nutrición y el buen manejo desde el principio ayudan al desarrollo de un aparato digestivo sano*. Intestinal Healt, Edición 5, 12-15.
31. Mallo, J. 2010. *Beneficios del uso de promotores fisiológicos*. Los Avicultores y su entorno, Año 13, No. 76, pp. 60-64.
32. Manual Ross. 2009. *Manual de Pollo de Engorde*. Estados Unidos: Aviagen.
33. Martínez, C. 2010. *Estrategias de Alimentación para optimizar Integridad Intestinal*. Los Avicultores y su entorno, Año 13, No. 76, pp. 40-48.
34. McDonald, T. 1990. *Ontogeny of the Immune System of the Gut*. Estados Unidos.
35. Nicoletti, D., Flores, C., Terres, J. & Kuttel, J. 2010. *Parametros productivos y morfológicos en pollos parrilleros con ácidos orgánicos y levadura*. Argentina: Facultad de Ciencias Veterinarias.
36. Ortega, J. 2011. *Promotores ionizantes como tratamiento en la integridad intestinal*. México: Congreso ANECA.
37. Ortega, J. 2011. *Integridad Intestinal*. México: Novus Internacional INC. Growing.
38. Quintana, J. 2011. *Manejo de las Aves Domésticas más comunes*. México: Trillas.
39. SAGARPA. 2009. *Situación actual y perspectiva de la carne de pollo en México*. Marzo 26, 2014, de SAGARPA Sitio web:
<http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/SAGARPA/PerspectivaAve2009.pdf>.
40. SAGARPA Delegación Querétaro. 2012. *Se ubica Querétaro entre los principales productores de pollo de engorda a nivel nacional*. Diciembre 6, 2013, de SAGARPA Sitio web:
<http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/queretaro/boletines/2012/junio/Documents/B0432012.pdf>.

41. Sandro, M. 2011. *Métodos de diagnóstico y su importancia en el campo*. Febrero 22, 2011, de Engormix Sitio web: <http://www.engormix.com/MA-avicultura/sanidad/articulos/metodos-diagnostico-importancia-campo-t3652/165-p0.htm>
42. Shimada, A. 2007. *Nutrición Animal*. México: Trillas.
43. Sumano. H. 2010. *Farmacología Clínica en Aves Comerciales*. México: Mc Graw Hill.
44. Tavernari. F. S. Salguero. LFT. Albino. H. Rostagno. 2008. *Nutrición, Patología y Fisiología Digestiva en Pollos. Madrid: Aspectos Prácticos*. XXIV. Curso de Especialización FEDNA.
45. Unión Nacional de Avicultores. 2014. *Compendio de indicadores económicos del sector avícola*. México: UNA.
46. Valladares J. 2010. *Perspectiva del Diagnóstico en Aves*. Abril 27, 2014, de Engormix Sitio web: <http://www.engormix.com/MA-avicultura/sanidad/articulos/perspectiva-diagnostico-aves-t2909/165-p0.htm>.