

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

DIVISION DE CIENCIAS VETERINARIAS

MAESTRIA EN CIENCIAS DE LA NUTRICION ANIMAL



**Efecto de dos promotores de crecimiento y dos coccidiostatos
sobre diversos parámetros morfométricos microscópicos
en duodeno y yeyuno del pollo de engorda.**

TESIS

que para obtener el grado de:

Maestro en Ciencias de la Nutrición Animal

Presenta:

MVZ. José Vicente Díaz Sánchez

Director de tesis:

Dra. Esther Albarrán Rodríguez

Asesores de tesis:

M CV David Ávila Figueroa

Las Agujas, Zapopan, Jal., Mayo de 2006.



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
DIVISION DE CIENCIAS VETERINARIAS



COORDINACIÓN DE POSGRADO

COORDINACIÓN DE POSGRADO DE LA
DIVISION DE CIENCIAS VETERINARIAS
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
PRESENTE.

Por este conducto nos permitimos enviar la **VERSION FINAL DE LA TESIS** que desarrolló el pasante de Maestría en Ciencias de la Nutrición Animal de la Universidad de Guadalajara, **M.V.Z. José Vicente Díaz Sánchez**, cuyo título es:

"Efecto de dos promotores de crecimiento y dos coccidiostatos sobre diversos parámetros morfométricos microscópicos en duodeno y yeyuno del pollo de engorda".

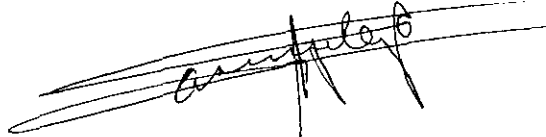
Trabajo dirigido por: **Dra. Esther Albarrán Rodríguez**

Los que suscriben la presente avalan esta versión, la cual fue revisada y reúne los requisitos teóricos y metodológicos necesarios.

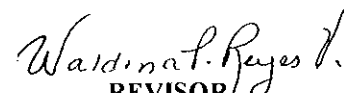
ATENTAMENTE

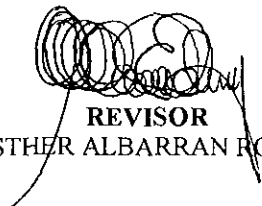
Las Agujas, Zapopan, Jal. a 09 de Mayo del 2006.

"2006. Año del Bicentenario del natalicio del Benemérito de las Américas
Don Benito Juárez García"


REVISOR
M. EN C. ALBERTO CASILLAS BENITEZ


REVISOR
M. EN C. JORGE HERNANDEZ GOBORA


REVISOR
DRA. WALDINA P. REYES VELAZQUEZ


REVISOR
DRA. ESTHER ALBARRAN RODRIGUEZ


REVISOR
M. EN C. VICTOR BARRAGAN CANO

CONTENIDO	Página
Agradecimientos.....	I
Lista de Cuadros.....	II
Lista de Gráficas.....	III
Lista de Figuras.....	IV
RESÚMEN.....	V
1. ANTECEDENTES	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
3. JUSTIFICACIÓN	16
4. HIPÓTESIS	17
5. OBJETIVOS	18
6. MATERIAL Y METODOS	19
7. RESULTADOS	22
8. DISCUSIÓN	35
9. CONCLUSIONES	40
10. LITERATURA CITADA	41

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Esther Albarrán Rodríguez

- Como Coordinadora de Posgrado de la División de Ciencias Veterinarias.
Por su dedicación y espíritu de servicio.
- Como Director de Tesis
Por su apoyo y tiempo dedicado a este trabajo.

En la Revisión del trabajo.

Dra. Waldina Patricia Reyes Velázquez.

M en C. Víctor Barragán Cano.

M en C. Alberto Casillas Benítez.

M en C. Jorge Hernández Gobora.

Por sus comentarios, observaciones y excelente disposición.

LISTA DE CUADROS

Cuadro	Descripción.	Página
1	Análisis calculado de las dietas basales.....	19
2	Descripción del tratamiento.....	20
3	Parámetros productivos pollo de engorda.....	22
4	Parámetros morfométricos (micrómetros) de duodeno de pollo de engorda a 21 días de edad.....	24
5	Parámetros morfométricos de yeyuno de pollo de engorda a 21 días de edad.....	27
6	Parámetros morfométricos de duodeno de pollo de engorda a 42 días de edad.....	30
7	Parámetros morfométricos de yeyuno de pollo de engorda a 42 días de edad.....	33

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica	Descripción.	Página
1	Promedios de los parámetros - duodeno 21 días.....	28
2	Promedios de los parámetros – yeyuno 21 días.....	31
3	Promedios de los parámetros – duodeno 42 días.....	34
4	Promedios de los parámetros – yeyuno 42 días.....	37

RESÚMEN

Se realizó un experimento con el propósito de evaluar el efecto de dos Antibióticos Promotores de Crecimiento (APC) y dos coccidiostatos sobre el desarrollo de las estructuras de la mucosa intestinal de duodeno y yeyuno en pollos de engorda a los 21 y 42 días de edad. Este trabajo se llevó a cabo en el Laboratorio de Morfofisiología y en el Centro de Estudios de Patología Animal del Departamento de Medicina Veterinaria del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara. Se utilizaron muestras de duodeno y yeyuno de 56 pollos machos de la estirpe Ross-Ross, criados bajo condiciones normales de producción, en la Granja experimental del Instituto de Investigación Animal, situada en Querétaro, México (1800 msnm). Los APC avilamicina (10 ppm) y flavomicina (3 ppm), solos y combinados con los coccidiostatos monenzina (110 ppm-solo), nicarbazina (125 ppm-combinado), se incluyeron en dietas elaboradas en base de sorgo-soya. Las muestras se procesaron con la técnica histológica de rutina y los parámetros morfométricos microscópicos se cuantificaron con un analizador de imágenes computarizado. En este estudio se encontraron aumentos significativos por efecto de estos aditivos sobre ganancias de peso corporal e índice de productividad. No se encontraron diferencias significativas en los diversos parámetros morfométricos evaluados tanto en duodeno como en yeyuno a los 21 y 42 días de edad. Se apreciaron tendencias en el comportamiento de los valores, observándose que a los 21 días de edad la combinación APC y coccidiostatos presentó un efecto sinérgico sobre las dimensiones de mucosa y vellosidades intestinales.

1. ANTECEDENTES

1.1 Producción avícola

La carne de pollo es una de las más consumidas en nuestro país y en los de nuestro entorno. Su bajo precio, una composición nutricional proteica adecuada y unas características organolépticas aceptables para todas las edades, favorecen su consumo. Ello no la exime de riesgos, sobre todo químicos y microbiológicos, debidos al sistema de producción intensivo que se emplea. Todos ellos, sin embargo, controlables con relativa facilidad.

El consumidor asocia mayoritariamente la carne de pollo a dos características fundamentales que definen su comportamiento en la cesta de la compra: su bajo precio y una imagen de seguridad generalmente alta.

El bajo precio, al menos en comparación con otras carnes, es debida a la práctica de una producción intensiva e integrada en la que los animales se encuentran en granjas cerradas donde se simulan las mejores condiciones de crecimiento y se alimentan con piensos controlados. La imagen de seguridad viene dada por el bajo número de infecciones alimentarias asociadas a la carne de pollo.

Diversos son los peligros que pueden afectar la carne de pollo. Entre los más destacados, por el riesgo que potencialmente pueden suponer para la salud humana, cabe comentar la posible presencia de promotores de crecimiento o incluso de antibióticos.

Ambas sustancias se incluyen en la dieta de los pollos durante su crecimiento. Con ellas se consiguen incrementos de peso adicionales, al tiempo que controlan la presencia de patógenos que podrían afectar la producción. Su uso, sin embargo, puede acarrear la aparición de residuos de antibióticos, los cuales suponen un riesgo para la salud de los consumidores, sobre todo por la inducción de resistencias en microorganismos patógenos.

La avicultura mexicana en 2004, aportó el 0.73 % en el PIB total, el 17.32 % en el PIB agropecuario y el 35.65 % en el PIB pecuario. En los últimos 5 años la participación en el PIB pecuario se ha incrementado anualmente en 5 % (UNA. Monografía. 2005).

El sector avícola mexicano participa con el 62.6 % de la producción pecuaria, el 33.5 % lo aporta la producción de pollo. En el 2004 se produjeron cerca de 2.4 millones de toneladas de carne de pollo, muy por encima de los demás cárnicos. (UNA, 2005.).

La producción de pollo en México, durante el periodo de 1994 a 2004 ha aumentado a un ritmo de crecimiento anual del 5.6 %, produciendo actualmente 240 millones de pollos al ciclo (UNA, 2005).

El 90 % de la producción de carne de pollo en México durante 2004, se concentro en 10 estados, localizados principalmente en el centro del país, donde se encuentran los principales centros de consumo. Cinco estados, Veracruz, Querétaro, Aguascalientes, Jalisco, y la Comarca Lagunera concentran el 49 % de la producción (UNA, 2005.).

En México el consumo per-cápita de pollo ha aumentado de 19.9 kg. en 2000 a 23.4 kg. durante 2004, lo que representa un incremento del 17 %. Desde 1997 el pollo es la carne más consumida por el mexicano, actualmente representa casi el 50 % del consumo de carnes en el país (UNA, 2005).

El mayor consumo de carne de pollo lo tiene Estados Unidos con un consumo per cápita de 42.7 kilogramos; en segundo sitio Arabia Saudita con 36.9 kg; en tercer lugar Malasia con 34.8 kg; les siguen Brasil con 32.3 kg; Canadá con 29.1 kg. y México con 23.4 kilogramos por persona (UNA, 2005.).

1.2 Antibióticos Promotores de Crecimiento

Los Antibióticos Promotores de Crecimiento (APC) son unos de los aditivos más utilizados en la alimentación animal. Según un estudio de la federación Europea para la salud animal, en 1999 los animales de granja de la Unión Europea consumieron 4,700 toneladas de antibióticos, cifra que representó el 35% del total de antibióticos utilizados. De estos antibióticos, 786 toneladas (un 6% del total) se utilizaron como aditivos promotores del crecimiento. Sin embargo la cantidad de APC disminuyó más de un 50% desde 1997, año que se consumieron 1.600 toneladas (un 15% del total).

Los APC provocan modificaciones de los procesos digestivos y metabólicos de los animales, que se traducen en aumento de la eficiencia de utilización de los alimentos y en mejoras significativas de la ganancia de peso. Algunos procesos metabólicos modificados por los APC son la excreción de nitrógeno, la eficiencia de las reacciones de fosforilación en las células y la síntesis proteica. Los APC también producen modificaciones en el tracto digestivo, que suelen ir acompañadas de cambios en la composición de la flora digestiva, aumentos en la absorción de algunos nutrientes (p.e. vitaminas) y reducción en la producción de amoníaco, aminos tóxicas y a toxinas. En los animales rumiantes, los APC provocan un aumento de la producción de ácido propiónico, una disminución en la producción de metano y de ácido láctico, y una disminución de la degradación proteica y de la desaminación de los aminoácidos.

Todos estos cambios producen un aumento de la eficiencia del metabolismo energético y nitrogenado en el rumen y/o en el animal. En resumen, la utilización de APC reduce la incidencia de enfermedades en el ganado, mejora la digestión y utilización de los alimentos y reduce la cantidad de gases y excretas producidos por los animales. Todo ello se traduce en beneficios tanto para el consumidor, a través de una reducción del precio de los productos animales, como para el medio ambiente. Sin embargo, estos efectos de los APC son menos observables, llegando incluso a ser imperceptibles, cuando los animales que los reciben no se

encuentran en condiciones de higiene y manejo óptimas (Torres y Zarazaga, 1998; 2002).

La propiedad de los antibióticos de mejorar las tasas de crecimiento animal se conoce desde finales de los años cuarenta, cuando se observó que las aves alimentadas con productos de la fermentación de *Streptomyces aureofaciens* mejoraba su desarrollo. Se identificó el factor de crecimiento de dichos extractos como residuos de clortetraciclina (Torres y Zarazaga, 1998; 2002).

Posteriormente se confirmó esta propiedad en múltiples antibióticos y para diversas especies animales. Los antibióticos como promotores de crecimiento se han empleado a dosis subterapéuticas durante largos periodos de la vida del animal, produciendo una ganancia de peso estimada alrededor del 5%. El mecanismo por el cual los antibióticos favorecen el crecimiento no se conoce con exactitud. Básicamente actúan modificando cuantitativamente y cualitativamente la flora microbiana intestinal, provocando una disminución de los microorganismos causantes de enfermedades subclínicas. Actúan también reduciendo la flora normal que compite con el huésped por los nutrientes. Todo ello conduce a una mejora en la productividad y reduce la mortalidad de los animales (Torres y Zarazaga, 1998; 2002).

Algunos de los antibióticos utilizados como promotores de crecimiento son la avilamicina y flavomicina. La avilamicina es un oligosacarido del grupo de la orthosomicina, que es producido por *Streptomyces viridochromogenes*, es activa principalmente con bacterias gram positivas, se utiliza como promotor de crecimiento en aves de corral y cerdos (Chopra y col., 1997)

La flavomicina es un antibiótico polipéptido que inhibe la formación de peptidoglicanos de paredes celulares de bacterias gram-positivas. Se utilizó inicialmente en bovinos (Aarestrup y col., 1998).

Ambos promotores de crecimiento se han utilizado en diversos ensayos con efectos benéficos en los parámetros productivos y solo algunos trabajos abordan

el efecto de dichas sustancias sobre aspectos inmunológicos o histopatológicos en órganos como tubo digestivo (Bahena y col, 2003)

Con el objetivo de evaluar los antibióticos promotores de crecimiento, avoparcina y flavofosfolipol, comúnmente empleados en dietas para pollo de engorda se realizaron 2 experimentos, los resultados obtenidos muestran que el APC avoparcina, con un costo menor (29% respecto del flavofosfolipol) mejoró la ganancia de peso y conversión en pollo alojados en baterías y solo la conversión en pollos alojados en piso, comparados con el grupo control, tanto en condiciones de consumo ad libitum como restringido (Reyes y col., 2000)

Se ha demostrado un efecto colateral en algunos otros órganos como es el hígado (incremento de la actividad hepática), la bolsa de Fabricio y el bazo, favoreciéndose la respuesta inmune de los pollos en las primeras semanas de vida, lo que mejora el comportamiento productivo. Sin embargo no se encontraron cambios en la mucosa intestinal (Reyes y col, 2000).

El uso de APC se ha restringido severamente en los últimos años, debido a la relación de estos con la resistencia microbiana y los problemas asociados a salud animal y humana derivados (Torres y Zarazaga, 1998; 2002).

Si bien en el momento actual existe una amplia gama de productos (probióticos, ácidos orgánicos, enzimas y extractos vegetales) que pueden ser usados como sustitutivos de los APC, ninguno de ellos supone una alternativa totalmente satisfactoria. En general, estos productos son más caros y su eficacia es más variable, dependiendo de las condiciones de explotación de los animales, si bien son mejor aceptados por el consumidor. En cualquier caso, el uso de estas alternativas a los APC deberá acompañarse, sin ninguna duda, de cambios en el manejo, la alimentación, la sanidad, e incluso la genética, de los animales, ya que ninguna de estas alternativas presenta el potente efecto profiláctico de los antibióticos. Las industrias del sector agroalimentario tienen ante sí el reto de buscar nuevos productos en los próximos años, productos que ofrezcan las garantías higiénico-sanitarias adecuadas y demuestren su eficacia para mejorar

los índices de conversión de los animales. En este sentido, el pasado 25 de marzo la Comisión de la Unión Europea anunció su intención de simplificar el proceso de registro y autorización de nuevos aditivos. Este hecho puede ayudar a las empresas en el desarrollo de nuevos productos, ya que el procedimiento actual es complicado y de larga duración (Carro y Ranilla, 2005).

El uso de ácidos orgánicos protegidos en la nutrición animal puede ser una herramienta eficaz para reemplazar a los antibióticos promotores de crecimiento. Sin embargo, es necesario respetar los parámetros fisiológicos intestinales de las aves para tener éxito pues, al contrario de los antibióticos, los ácidos orgánicos tiene otras propiedades como: reducir el pH del quimo, promover la digestión de las proteínas, influenciar la morfología de las células intestinales, estimular las secreciones pancreáticas, servir de sustrato para el metabolismo intermedio, mejorar la retención de nutrientes e influenciar el equilibrio de electrolítico (Gauthier, 2000).

El uso de alimentos de alta calidad biológica durante la primera semana de vida promueve un mayor crecimiento de los órganos del sistema digestivo y desarrollo de las vellosidades intestinales, lo cual contribuye para obtener una mayor salud intestinal. La población bacteriana en el intestino tiene un impacto en la eficiencia de digestión de nutrientes del huésped a través de 3 mecanismos (Bedford, 1995):

Invasión del epitelio y enfermedad, lo cual implica no sólo un daño sobre la mucosa intestinal sino también una respuesta inmune del huésped que va acompañada de un menor rendimiento productivo. Ejemplos de este tipo de interacción son la enteritis necrótica producida por *Clostridium perfringens* y su relación con trigo y cebada. Un exceso de proteína que escapa a la digestión del intestino delgado se transforma en un excelente sustrato para la multiplicación de *Clostridium*.

Competencia por fuentes alimenticias: en la cual los microorganismos del intestino compiten con el huésped por nutrientes. Una comparación entre aves libres de patógenos y aves convencionales determinaron que las bacterias del intestino

pueden extraer hasta un 8% de la energía metabolizable (EMA) del alimento (Muramatsu *et al.*, 1994). La adición de ingredientes viscosos aumenta o modifica la población bacteriana aumentando los requerimientos nutricionales del huésped.

Efectos secundarios de metabolitos: la fermentación bacteriana produce metabolitos que pueden directa o indirectamente afectar la actividad de enzimas digestivas, particularmente aminos biogénicos (poliaminas) y ácidos grasos de cadena corta. Los ácidos grasos de cadena corta pueden disminuir el pH intestinal reduciendo las secreciones pancreáticas. Las poliaminas aumentan el grosor de la mucosa intestinal al igual que los ácidos grasos de cadena corta.

Los efectos antes mencionados tienen un impacto en el valor nutricional que le asignamos a los ingredientes alimenticios y también en el resultado productivo de las aves. En la medida que la población microbiana patógena del intestino signifique un aumento en el tamaño y grosor de la mucosa intestinal, un desafío para el sistema inmune del ave y un menor aprovechamiento de los nutrientes, esto se traducirá en una peor conversión de alimento y menor crecimiento (Bedford, 1995).

El sistema gastrointestinal utiliza una alta cantidad de nutrientes para su auto renovación y procesamiento de factores alimentarios. Si el número de nutrientes necesarios para mantener la mucosa intestinal se pudiera reducir, la eficiencia del procesamiento de los nutrientes se podría mejorar considerablemente. Este es uno de los principios que se persigue al utilizar enzimas de origen microbiano en las dietas de pollos de engorda (Douglas *et al.*, 2000).

En la literatura analizada no existe información sobre parámetros morfométricos microscópicos en pollo de engorda bajo condiciones normales de crecimiento, por lo que resulta importante el presente trabajo, ya que establece de manera cuantitativa diversos parámetros morfométricos que pueden servir de orientadores en el estudio de los efectos de prebióticos, probióticos y simbióticos sobre la estructura del tracto gastrointestinal (TGI).

1.3 Aditivos anticoccidianos

Para el control y tratamiento de coccidiosis, principalmente de las aves, se ha utilizado una amplia gama de sustancias químicas. Dentro de este grupo se encuentran las de acción coccidicida o coccidiostática. Estas sustancias tienen una o otra acción o ambas dependiendo de la dosificación, se pueden clasificar según su estructura química en: arsenicales, ionoforos (monenzina), guanidínicos, nitrofuranos, piridinolas, piridimidias (nicarbazina), quinolatos, sulfas y varios (Necoechea, 1987)

Los coccidiostatos son sustancias que se utilizan para controlar problemas de coccidias, tanto en aves como en otras especies. Los anticoccidiales pueden ser de origen sintético (nicarbazina) o bien del tipo ionóforo (monensina) que son antibióticos que también son utilizados como promotores de crecimiento, son los únicos antibióticos que solo se usan en veterinaria.

Los antibióticos ionóforos son compuestos que pueden enganchar iones y hacerlos entrar a través de la membrana al interior de la célula sin que requiera un transporte activo. El mecanismo de acción se basa en la capacidad que tienen de hacer entrar determinados iones dentro de la célula.

Monenzina: anticoccidiano producido por *Streptomyces cinnamonensis*, su efecto está confinado a los dos primeros días del ciclo de la coccidia. Ataca al trofozoito que parasita las células del huésped y probablemente a la primera generación de esquizontes. Su mecanismo de acción se basa en la formación de complejos con los iones sodio y potasio de la coccidia en desarrollo (Necoechea, 1987). Probablemente es el mejor producto ionoforo anticoccidial, recomendado para pollos y pavos tanto en la prevención como en el tratamiento contra *Eimeria acervulina*, *E. brunetti*, *E. maxima*, *E. necatrix* y *E. tenella* (Anónimo, 2004).

Nicarbazina: Es un polvo amarillo pálido sin sabor ni olor, poco soluble en agua, es un complejo equimolar de 4,4'-dinitrocarbanilida y 2-hidroxi-4,6 dimetil pirimidina (Rogers y col, 1983). Es útil como coccidiostático para prevenir la coccidiosis cecal e intestinal de pollos y gallinas, principalmente en producción

intensiva. Es muy efectivo para evitar la mortalidad por *Eimeria acervulina*, *E. necatrix* y *E. tenella* (Necoechea, 1987). De manera reciente se han realizado diversos estudios para comparar la capacidad de absorción de este coccidiostato en diversas especies de aves como pollos, patos y gansos (Yoder y col, 2005)

1.4 Efecto de prebióticos, probióticos y APC sobre el TGI

De manera reciente los promotores de crecimiento se consideran además de los antibióticos, los probióticos, enzimas, ácidos grasos y todos aquellos elementos que, incorporados en cantidades muy pequeñas, mejoran la conversión alimenticia o disminuyen la morbilidad y/o mortalidad en animales (Garlech, 2000).

Por otra parte, se encuentra en la literatura diversos trabajos recientes que analizan el efecto de diferentes probióticos, prebióticos y otras compuestos sobre parámetros productivos, inmunológicos y sobre la estructura morfológica del intestino, en diversas etapas del crecimiento y desarrollo, del pollo de engorda (Alcicek y col, 2004., Yi y col, 2005., Xu y col, 2003., Xia y col, 2004., Van-Leeuwen y col, 2004., Leone-Pelicano y col, 2003., RamaRao y col, 2004) Como ejemplo de este tipo de trabajos se tiene lo siguiente:

Leone-Pelicano y col (2003), realizaron un estudio para evaluar el efecto de diversos probióticos en un diseño factorial $2 \times 3 + 1$, tres fuentes de probióticos, 2 concentraciones en agua de bebida y 1 grupo control negativo. A los 42 días de edad se encontró que las muestras de animales del grupo control presentaron menor altura y perímetro de vellosidades en duodeno. Sin embargo, no encontraron diferencia en yeyuno e ileon. Se observaron criptas menos profundas con el uso de probióticos. Estos autores concluyen que no se observaron efectos benéficos en la morfología intestinal cuando se utilizaron probióticos.

En otro estudio se utilizaron 240 pollos de engorda Arbor Acres, a los cuales se les proporciono: montmorillonita-Cu(II) (MC), montmorillonita (M) o dieta basal (grupo control). Los datos de altura de vellosidades y profundidad de criptas para

duodeno, yeyuno e ileon indican que la adición en la dieta de MC o M mejoran la morfología de la mucosa intestinal (Xu y col, 2003., Xia y col, 2004).

Algunos estudios analizan factores como la edad, la dieta, microflora intestinal y manejo o tipo de producción sobre la morfología de la mucosa intestinal en pollos, para lo cual se plantearon diversos experimentos. En el primer ensayo se identificaron las principales formas de las vellosidades durante las edades de 7, 14, 21 y 28 días. En una segunda prueba se evaluó el tipo de fuente protéica y la presencia o ausencia de pectina en la dieta. A los 14 días de edad, se observó un incremento en el área de vellosidades con orientadas en zig-zag, cuando la dieta con pectina fue suplementada con L-glutamina. La pectina afecta la superficie mucosa por disminución en el área con padrón de zig-zag y un incremento en el área con pliegues con vellosidades digitiformes (Van-Leeuwen y col, 2004).

Se ha estudiado la eficiencia de un acidificante intestinal, un probiótico y un antibacteriano, suplementados en dietas de pollos. Estos aditivos se utilizaron por separado, con niveles de 10, 25 y 300g/100Kg., en dietas a base de maíz-soya, durante la etapa de 3 a 35 días de edad. No se encontraron cambios significativos en los parámetros productivos. Se encontraron mayores títulos de anticuerpos contra Newcastle y virus de la bolsa de Fabricio, en pollos alimentados con dietas que contenían probiótico o acidificante (RamaRao y col, 2004).

Tako y col (2005), establecen que el desarrollo temprano del tracto digestivo es crucial para el máximo crecimiento y desarrollo del pollo. Analizan el efecto del consumo de carbohidratos y metilbutirato en etapa embrionaria sobre la estructura intestinal, encontrando un incremento en el espesor y superficie de las vellosidades y un crecimiento en las vellosidades de un 45% en comparación con el grupo control.

En el estudio de APC sobre aspectos morfométricos se han utilizado estos independientemente o en combinación con otros compuestos. Arceo (2005), evalúa parámetros gruesos de duodeno y yeyuno de pollo de engorda cuando se adiciona a la dieta colimix® y avilamicina. Encontró que la presencia de ambos

compuestos incrementan algunos parámetros como altura de vellosidades, sin embargo estos valores no son concluyentes por la variabilidad encontrada y sugiere nuevos estudios.

En relación al efecto de los coccidiostatos sobre la estructura intestinal no se encontró literatura, por lo que resulta interesante analizar su efecto a nivel morfológico y morfométrico.

Para el estudio de parámetros morfométricos se puede utilizar técnicas histológicas e inmunocitoquímicas o bien técnicas de microscopía electrónica que permiten evidenciar la integridad intestinal (Strong y col, 1989; Gomide y col, 2004).

1.5 Tracto gastrointestinal

El tracto gastrointestinal (TGI) del pollo está dividido en: boca, esófago, proventrículo, estómago, intestino delgado, ciegos e intestino grueso. El intestino delgado es el componente más largo tubo digestivo, mide más de 6 metros y se divide en tres segmentos anatómicos: duodeno, yeyuno e íleon (Sisson, 1985).

El TGI es un sistema complejo desde el punto de vista anatómico, estructural, histológico y fisiológico. Las principales funciones de este sistema son:

- 1.- Recibir el alimento.
- 2.- Almacenarlo temporalmente.
- 3.- Tratamiento mecánico del alimento.
- 4.- Procesamiento químico del alimento
- 5.- Absorción de los productos de la digestión
- 6.- Retención temporal y finalmente expulsión de los productos de desecho y los no digeridos

- 7.- Mantenimiento de una barrera protectora contra las infecciones microbianas y virales (Frook y Thomas, 1984; Banks, 1996; Dallmann, 1993; Cunningham, 2003)

De las funciones principales del TGI, la digestión y absorción de nutrimentos, resultan fundamentales para la producción animal. Dichas actividades son el resultado de una compleja especialización, se requiere de una gran superficie de contacto entre el alimento y el epitelio, esta es proporcionada por diversas estructuras como: la longitud del intestino grueso y delgado, pliegues intestinales, vellosidades y criptas y microvellosidades en algunas de las células epiteliales (Frook y Thomas, 1984; Banks, 1996; Dallmann, 1993; Cunningham, 2003)

Desde el punto de vista funcional el intestino delgado es el principal sitio de la digestión de los alimentos y de la absorción de sus productos, el quimo que proviene del estómago es recibido en el duodeno donde también llegan las enzimas del páncreas y la bilis del hígado para continuar con los procesos de solubilización y digestión. Contribuyen con el proceso el glucocaliz de las microvellosidades de los enterocitos, células absorptivas intestinales, en particular las sacaridasas y las dipeptidasas pues completan la degradación de la mayor parte de los azúcares y de las proteínas a monosacáridos y a aminoácidos respectivamente que luego son absorbidos. También son reabsorbidos el agua y los electrolitos que llegan al intestino delgado con el quimo y las secreciones pancreáticas y hepáticas en particular en la porción distal del intestino delgado (Ross, 1999)

El recubrimiento epitelial del intestino esta sostenido por la lamina propia que contiene tejido conjuntivo subyacente a la superficie especializada, los canales vasculares y linfáticos, así como el sistema inmunológicos o tejido linfoide relacionado con el intestino (TLRI). Los vasos sanguíneos entran y salen del extremo de las vellosidades forman un mecanismo de contracorriente que ocasiona una condición hiperosmolar para facilitar la absorción de líquidos (Cunningham, 2003).

Células del epitelio.

Las células maduras del epitelio intestinal se encuentran en las criptas y en la superficie de las vellosidades, incluyen: células caliciformes (glándulas unicelulares secretoras de mucina), de Paneth y enteroendocrinas (Ross, 1999)

Células caliciformes.

Se encuentran entremezcladas con las demás células del epitelio intestinal, las células caliciformes aumentan en tamaño desde la parte proximal del intestino delgado hacia la parte distal, y son más numerosas en el íleon terminal (Téllez y col, 2003).

Producen moco, el mucinogeno es soluble en agua y se pierde durante la preparación de los cortes histológicos de rutina teñidos con Hematoxilina y Eosina, en condiciones normales la parte de la célula que contiene los gránulos de mucinogeno aparece vacía. El análisis en el microscopio electrónico de transmisión revela la presencia de una gran acumulación de gránulos de mucinogeno en el citoplasma apical, que distiende el ápice de la célula y distorsiona la forma de las células vecinas. El nombre de la célula se debe a la forma característica que le confiere esta acumulación de gotitas. Una extensa disposición de sáculos de Golgi aplanados forma un ancho cáliz alrededor de los gránulos de mucinogeno recién formado, cerca de la parte basal de la célula (Leeson, 1981; Ross, 1999)

Células de Paneth:

Las células de Paneth se encuentran en la base de las glándulas mucosas. Tienen citoplasma basal basófilo, un complejo de Golgi supranuclear y grandes gránulos de secreción apicales muy retractiles y con intensa acidofilia. Los gránulos permiten su fácil identificación en los cortes histológicos de rutina.

Los gránulos de secreción contiene en la enzima antibacteriana lisozima otra glucoproteínas, una proteína rica en arginina probable responsable de la intensa acidofilia y cinc. La lisozima digiere las paredes celulares de ciertos tipos de bacterias. Esta acción antibacteriana y la fagocitosis de determinada bacterias y protozoos y por las células de Paneth, sugieren que estas últimas podrían tener una activada reguladora de la flora bacteriana normal del intestino delgado (Geneser-Finn, 1993).

Células enteroendocrinas:

Las células enteroendocrinas del intestino delgado son similares a las gástricas se concentran en la porción inferior de las criptas intestinales, pero migran lentamente y se pueden encontrar en todos los niveles de la unidad de las vellosidades. En las células enteroendocrinas intestinales (Ross, 1999). Se encuentran casi todas las hormonas y secreciones similares a hormonas identificadas en este tipo celular en el estómago los reguladores más activos de la fisiología gastrointestinal, liberados en esta porción de intestino, son la colecistocinina (CCK) la secretina y el péptido inhibidor gástrico (GIP) Estas tres hormonas aumenta la actividad pancreática y vesicular e inhiben la función secretora y la motilidad gástrica. Otras posibles hormonas y sustancias similares, secretadas por las células enteroendocrinas, tienen efectos similares e inhibitorios parecidos en otras partes del tubo digestivo (Banks, 1996; Ross, 1999)

Cada una de estas estirpes celulares representan unidades funcionales de gran importancia para la integridad intestinal y se pueden identificar mediante técnicas histoquímicas específicas (Arteaga, 2005) o mediante inmunocitoquímicas.

El intestino es un complejo órgano que forma parte del tracto gastrointestinal y es el paso obligado de los nutrientes que sirven de base para el metabolismo, el crecimiento y mantenimiento, y que aportan los recursos para el aparato inmunocompetente y los sistemas esqueléticos y nervioso.

El desarrollo y la salud del tracto gastrointestinal son la clave de la productividad de todos los animales de granja, incluyendo a las aves de corral. Son muchos los factores que pueden influenciar el desempeño del tracto gastrointestinal, como su salud, los estímulos inmunitarios, el medio ambiente, la nutrición, el tipo y la calidad de los ingredientes de la ración, las toxinas, el equilibrio de la microflora, las secreciones endógenas, la motilidad, los aditivos, etc.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las principales funciones del tracto gastrointestinal (TGI) son: la recepción, el almacenaje, el tratamiento físico y químico de los alimentos, la absorción de nutrimentos, la eliminación de productos de desecho y la defensa local.

Estas actividades son reguladas de manera hormonal, nerviosa y por la presencia de microorganismos del TGI (bacterias y protozoarios).

Para el funcionamiento óptimo del tracto gastrointestinal, que repercute directamente en el crecimiento y desarrollo animal, se requiere mantener su estructura morfológica íntegra. Por lo que resulta necesario establecer parámetros morfométricos del TGI de pollo de engorda como un punto de referencia de la integridad intestinal.

En la década de los cincuenta, inicio la utilización de antibióticos como promotores de crecimiento y de coccidiostatos con la finalidad de aumentar la producción avícola, sin embargo su efecto sobre el TGI ha sido poco documentado, por lo que resulta necesario realizar evaluaciones morfométricas que establezcan cuantitativamente su acción sobre la mucosa intestinal de pollos de engorda.

3. JUSTIFICACION

Al generar parámetros morfométricos microscópicos de diversas regiones del tracto gastrointestinal del pollo de engorda durante la etapa de crecimiento (de importancia comercial), se proporcionarían herramientas objetivas para establecer aspectos cuantitativos de normalidad intestinal y poder valorar el efecto de probióticos, prebióticos y otros aditivos como coccidiostatos sobre el TGI, este último tema de gran importancia recientemente para la industria avícola.

La cría animal intensiva necesita del uso de medicamentos veterinarios para prevenir y tratar enfermedades. Los medicamentos, si se usan de forma racional respetando las condiciones de empleo y el tiempo de espera o de retirada establecido para cada uno de ellos, los eventuales residuos presentes en los animales tratados y en sus productos o subproductos alimenticios destinados a consumo humano se deben encontrar a niveles tan bajos que garantizará la seguridad del consumidor.

En un contexto mundial de exigencias crecientes, globalización y competencia cada vez más agresiva, y en una situación con grandes costos productivos, la producción pecuaria necesita, hoy más que nunca, recurrir a todos los recursos posibles para mantener la rentabilidad de las empresas. Por lo que resulta necesario contar con metodologías especializadas para valorar de manera integral el efecto de APC en la industria avícola.

4. HIPÓTESIS

El uso de aditivos, entre ellos los antibióticos promotores de crecimiento (flavomicina y avilamicina) y de coccidiostatos (monenzina y nicarbazina) en la alimentación de pollos de engorda incrementa de manera significativa diversos parámetros morfométricos de duodeno y yeyuno.

5. OBJETIVO

5.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de dos antibióticos promotores de crecimiento (flavomicina y avilamicina) y dos coccidiostatos (monenzina y nicarbazina) sobre diversos parámetros morfométricos del intestino del pollo de engorda.

5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 1.- Comparar el efecto del consumo de flavomicina, avilamicina, monenzina y nicarbazina, sobre peso corporal e índice de producción del pollo de engorda.
- 2.- Analizar el efecto del consumo de flavomicina, avilamicina, monenzina y nicarbazina, sobre cambios en diversos parámetros morfométricos: espesor de mucosa y muscular, profundidad de criptas, espesor y altura de vellosidades, y número de criptas y vellosidades en intestino de pollo de engorda.
- 3.- Comparar el efecto del consumo de flavomicina, avilamicina, monenzina y nicarbazina en duodeno y yeyuno.

6. MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se llevo a cabo en el Laboratorio de Morfofisiología y en el Centro de Estudios en Patología Animal del Departamento de Medicina Veterinaria del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara.

Con la finalidad de evaluar los parámetros productivos (peso corporal e índice de productividad), se utilizaron 1200 pollos (200 por tratamiento) machos de la estirpe Ross-Ross. Para el estudio morfométrico se seleccionaron al azar 8 pollos por tratamiento y edad evaluada (96 animales) los cuales fueron sacrificaron para obtener muestras de duodeno y yeyuno.

Los pollos fueron criados bajo condiciones normales de producción, en la Granja experimental del Instituto de Investigación Animal, situada en Querétaro, México (1800 msnm). Los pollos fueron alojados en una caseta con divisiones de 4 m² y una densidad de 40 aves. Temperatura ambiental y humedad relativa controladas de acuerdo a la edad de los animales. Luz natural. Sistema de alimentación manual. Agua y alimento *ad libitum*. El alimento fue a base de sorgo-soya, con el siguiente análisis calculado para cada una de las etapas (Cuadro No. 1):

Cuadro No. 1. Análisis calculado de las dietas basales

Nutrimiento	Alimento de iniciación 1-21 días	Alimento de finalización 22-42 días
Proteína cruda (%)	21.5	19
Metionina mas cistina	1.2	0.75
Lisina	1.2	1.08
Calcio	0.9	0.85
Fósforo	0.4	0.41
Energía metabolizable (Kcal/Kg)	3000	3250

(NRC, 1984)

Los animales fueron vacunados contra Newcastle y Gumboro a los 10 y 21 días de edad.

Para el presente trabajo se formaron 5 grupos experimentales y un control (Cuadro No. 2), se sacrificaron a 8 pollos de cada grupo a los 21 y 42 días, por dislocación cervical.

Cuadro No.2. Descripción de los tratamientos

Grupo	Tratamiento	n
T1	Control (sin antibiótico y sin coccidiostato)	8
T2	Avilamicina 10 ppm (1-42 d)	8
T3	Flavomicina 3 ppm (1-42 d)	8
T4	Avilamicina 10 ppm, Nicarbazina 125 ppm (1-21d), Monenzina 110 ppm (22-42 d)	8
T5	Flavomicina 3 ppm, Nicarbazina 125 ppm (1-21d), Monenzina 110 ppm (22-42 d)	8
T6	Nicarbazina 125 ppm(1-21d), Monenzina 110 ppm (22-42 d)	8

Se pesaron los animales al inicio y término de la prueba, considerandose como etapa inicial el peso de 45 ± 0.22 . La etapa del consumo de las dietas fue de 49 días. Se evaluó el índice de productividad.

El índice de productividad se obtuvo con la siguiente formula:

$$IP = ((\text{Peso corporal g}) (\text{sobrevivencia \%})) / ((\text{conversión alimenticia}) (\text{edad d}))^*$$

*Formula utilizada en la prueba de campo por la empresa Eli Lilly and company, Elanco Animal Health Division

Inmediatamente después del sacrificio se tomaron muestras representativas de duodeno y yeyuno. Las muestras se fijaron por inmersión en formalina 10% neutralizada. Segmentos de 1 cm³ se procesaron por la técnica histológica rutinaria :deshidratación en series crecientes de etanol 70, 80, 90, 96 y 100%, alcohol absoluto-xilol, xilol, infiltración en parafina, inclusión en parafina (Procesador de tejidos Microm Modelo STP-120). Se obtuvieron cortes de 5 µm

de espesor que se tiñeron con las técnicas de Hematoxilina y Eosina (HE), Ácido periódico de Schiff (PAS) (AFIP, 1995).

Los parámetros morfométricos se cuantificaron en cinco campos por laminilla, por muestra, con la ayuda de un microscopio óptico y un analizador de imágenes Leica Q500Wi. Los parámetros evaluados fueron: espesor de mucosa y muscular, altura y espesor de vellosidades, profundidad de criptas y número de vellosidades y criptas por milímetro de intestino.

Los datos se sometieron a una estadística descriptiva para obtener media y desviación estándar y al análisis de varianza bajo un diseño completamente al azar, a un nivel de significancia del 0.05%. En el caso de los parámetros productivos, para establecer diferencias entre medias, se utilizó la prueba múltiple de Duncan al mismo nivel de significancia. (Reyes, 1984., Rodríguez, 1991).

7. RESULTADOS

7.1 Parámetros productivos

Se realizó el análisis de los principales parámetros productivos, los cuales se presentan en el cuadro 3. Se encontraron diferencias significativas tanto en el peso corporal final como en el índice de productividad, el grupo con la inclusión de coccidiostatos presentó el menor valor en peso corporal (2728 g). Para el índice de productividad los valores menores fueron para los grupos control, flavomicina y para el grupo que recibió los dos coccidiostatos.

Cuadro No.3 Parámetros productivos en pollo de engorda

Tratamiento	Peso corporal inicial (g)	Peso corporal Final (49 días) (g)	Consumo de alimento total (49 d) (g)	Índice de productividad
T1 Control	45.67	2768ab	5936.8b	2488.4b
T2 avilamicina 10 ppm	45.69	2877a	5791.3c	2826.6a
T3 flavomicina 3 ppm	45.52	2833ab	5967.7b	2592.8b
T4 avilamicina 10 ppm nicarbazina 125 ppm monenzina 110 ppm	45.44	2882a	5944.1b	2710.9ab
T5 flavomicina 3 ppm nicarbazina 125 ppm monenzina 110 ppm	45.40	2842ab	5875.5ab	2694.8ab
T6 nicarbazina 125 ppm monenzina 110 ppm	45.46	2728b	5743.2c	2509.5b
	p<0.69	P<0.009		P<0.003

Para la evaluación de los parámetros productivos se utilizaron 1200 pollos, 200 por tratamiento.

7.2 Parámetros morfométricos en duodeno 21 días de edad

Al analizar los diversos parámetros morfométricos para duodeno a los 21 días de edad no se encontraron diferencias significativas por efecto de los tratamientos evaluados, sin embargo se pudo observar tendencias en el comportamiento de los diversos parámetros (Cuadro No. 4).

En la literatura se encuentran referidos de manera mas frecuente los valores relacionados con altura de vellosidades y profundidad de criptas, por lo que se presentan estos valores para cada tratamiento, así como el espesor de mucosa, que de manera lógica se encuentra asociado a las dimensiones de vellosidades y criptas (Grafica No. 1).

Para esta región se encontraron valores mayores, tanto para espesor de mucosa, altura de vellosidades y profundidad de criptas en el grupo control (1377, 1246 y 192 μm , respectivamente) y con la presencia de antibiótico y coccidiostato (1396-1416 μm , 1104-1279 μm y 181-190 μm), los grupos con solo antibióticos como promotores de crecimiento presentaron valores menores (Grafica No.1)

Cuadro No. 4 – Parámetros morfométricos (micrómetros) de duodeno de pollo de engorda a 21 días de edad.

TRATAMIENTOS	ESTADISTICO	ESPEJOR DE MUCOSA	ESPEJOR DE MUSCULAR	ALTURA DE VELLOSIDADES	ESPEJOR DE VELLOSIDADES	PROFUNDIDAD DE CRIPTAS	NUMERO DE VELLOSIDADES/mm	NUMERO DE CRIPTAS/mm
T1-Control	MEDIA	1377	163	1246	147	192	6	9
(sin antibiótico y sin coccidiostato)	Error típico	40	6	41	7	7	0.25	0.54
	Desviación estandar	265	40	271	49	48	1	3
T2-	MEDIA	1155	129	1030	117	167	6	7
avilamicina	Error típico	28	8	27	3	10	0.29	0.59
10 ppm	Desviación estandar	194	58	189	22	60	1	3
T3-	MEDIA	1309	133	1122	115	141	7	9
flavomicina	Error típico	37	4	42	3	10	0.24	0.45
3 ppm	Desviación estandar	275	32	318	24	74	1	3
T4- °	MEDIA	1396	189	1104	126	182	6	9
avilamicina 10ppm	Error típico	126	59	61	6	8	0.46	1
nicarbazina 125 ppm	Desviación estandar	646	305	312	30	42	2	5
T5- °°	MEDIA	1401	144	1268	117	181	6	8
flavomicina 3ppp	Error típico	35	6	34	3	6	0.42	0.91
nicarbazina 125 ppm	Desviación estandar	208	38	203	23	36	2	5
T6-	MEDIA	1416	138	1279	107	190	8	14
nicarbazina	Error típico	66	8	61	4	5	0.41	1
125 ppm	Desviación estandar	231	27	213	14	19	1	6

Para el análisis morfométrico se sacrificaron 8 pollos por tratamiento

GRÁFICA 1. PROMEDIOS DE LOS PARÁMETROS - DUODENO 21 DÍAS

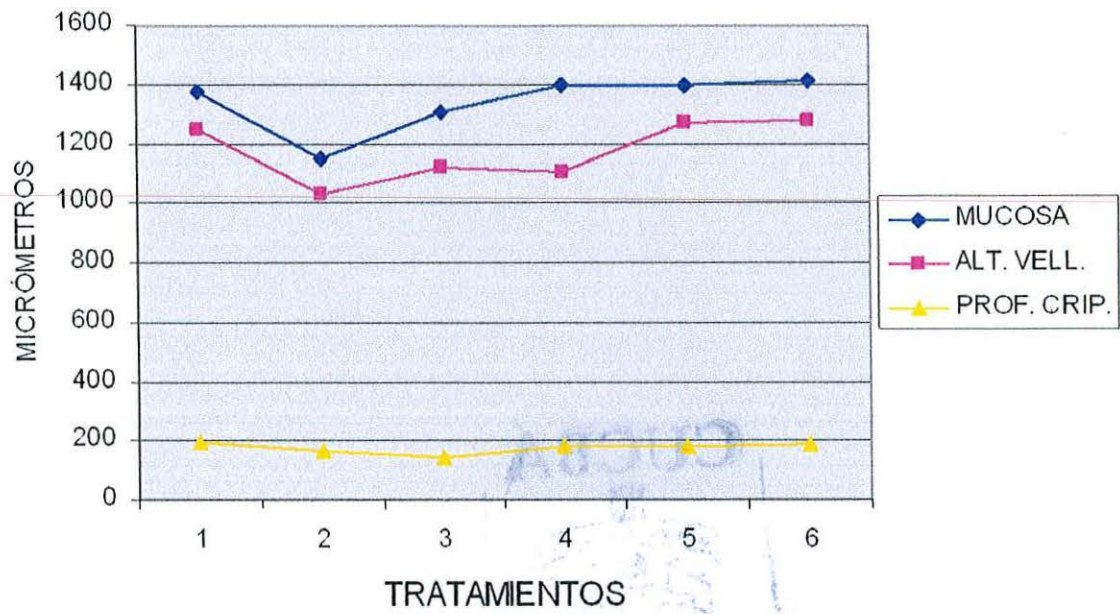


Fig. 1. Imagen panorámica del duodeno a los 21 días de edad, se identifican las vellosidades, zona de criptas y muscular. Objetivo 1.3X. Tinción HE.

7.3 Parámetros morfométricos en yeyuno 21 días de edad

En cuanto al análisis de los parámetros morfométricos en yeyuno a los 21 días se observo que:

T1 Grupo Control, sin antibiótico ni coccidiostático, presenta valores más altos para mucosa, muscular, altura de vellosidades y espesor de vellosidades.

T2 y T3 que recibieron tratamiento con avilamicina y flavomicina, presentan un efecto similar en el desarrollo de las estructuras.

T4 y T5 que recibieron tratamiento combinado antibiótico-coccidiostato, ejercieron también un efecto similar en todas las estructuras de yeyuno a 21 días.

T6 Grupo con tratamiento solo con coccidiostato, tuvo un comportamiento similar para todos los demás tratamientos, excepto para **T1** en mucosa y altura de vellosidades.

Los resultados de los diferentes tratamientos para esta región del TGI de yeyuno a 21 días, muestran una tendencia superior del grupo control para los parámetros de mucosa y altura de vellosidades pero sin presentar diferencia estadística significativa para con los demás tratamientos.

Cuadro No. 5 – Parámetros morfométricos de yeyuno de pollo de engorda a 21 días de edad.

TRATAMIENTO	ESTADISTICA	MUCOSA	MUSCULAR	ALTURA DE VELLOSIDADE S	ESPESOR DE VELLOSIDADE S	PROFUNDIDA D DE CRIPTAS	NUMERON DE VELLOSIDADE S	NUMERO DE CRIPTAS
T1 - Control	MEDIA	918	137	775	106	128	9	9
(sin antibiótico ni coccidiostato)	Error típico	19	5	19	3	5	0.25	0.53
	Desviación estandar	141	38	142	26	42	1	3
T2	MEDIA	595	133	562	96	124	8	10
avilamicina	Error típico	24	5	23	3	10	0.5	0.6
10 ppm	Desviación estandar	172	28	150	33	54	2	2
T3 -	MEDIA	620	104	511	99	139	9	18
flavomicina	Error típico	35	5	30	6	11	0.42	0.46
3 ppm	Desviación estandar	172	28	150	33	54	2	2
T4 °	MEDIA	689	117	573	96	132	10	17
avilamicina 10ppm	Error típico	25	4	24	5	7	0.72	0.43
nicarbazina 125 ppm	Desviación estandar	130	23	126	29	37	3	2
T5 °°	MEDIA	662	124	536	85	141	11	17
flavomicina 3ppp	Error típico	27	7	23	5	7	0.6	0.5
nicarbazina 125 ppm	Desviación estandar	132	34	113	24	35	2	2
T6	MEDIA	673	123	551	93	142	13	17
nicarbazina	Error típico	32	5	27	7	9	1	0.62
125 ppm	Desviación estandar	147	26	126	30	42	5	2

Para el análisis morfométrico se sacrificaron 8 pollos por tratamiento

GRÁFICA 2. PROMEDIOS DE LOS PARÁMETROS - YEYUNO 21 DÍAS

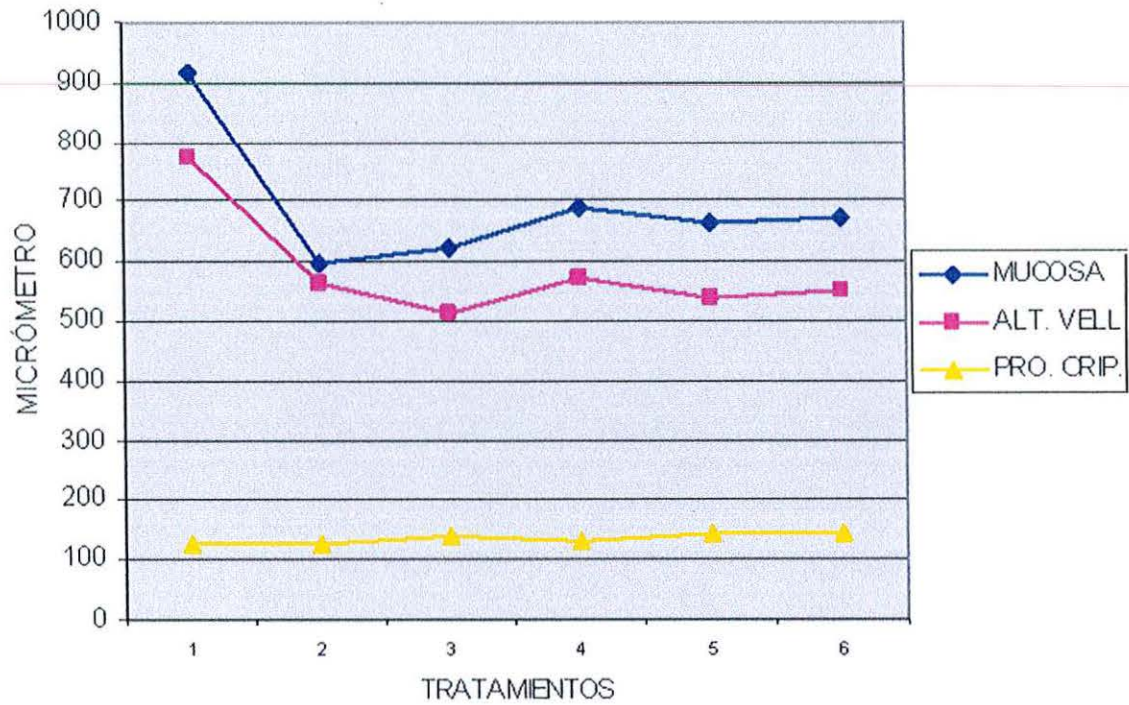


Fig. 2. Imagen panorámica del yeyuno a los 21 días de edad, se identifican las vellosidades, zona de criptas y muscular. Objetivo 5X. Tinción HE.

7.4 Parámetros morfométricos en duodeno 42 días de edad

T1 Grupo Control (sin antibiótico ni coccidiostático) presenta los valores más altos respecto a muscular y profundidad de criptas.

T2 Grupo de tratamiento con avilamicina presenta valores más altos en el desarrollo de mucosa, altura de vellosidades y espesor de vellosidades.

T3 Grupo de tratamiento con flavomicina, en general, ejerció un efecto menor en el desarrollo de los parámetros que la ejercida por avilamicina.

T4 Y T5, corresponden a grupos que recibieron tratamiento con avilamicina y flavomicina (antibióticos), respectivamente y que fueron combinados con monenzina (coccidiostato).

Su comportamiento fué muy similar y no ameritan descripción por separado.

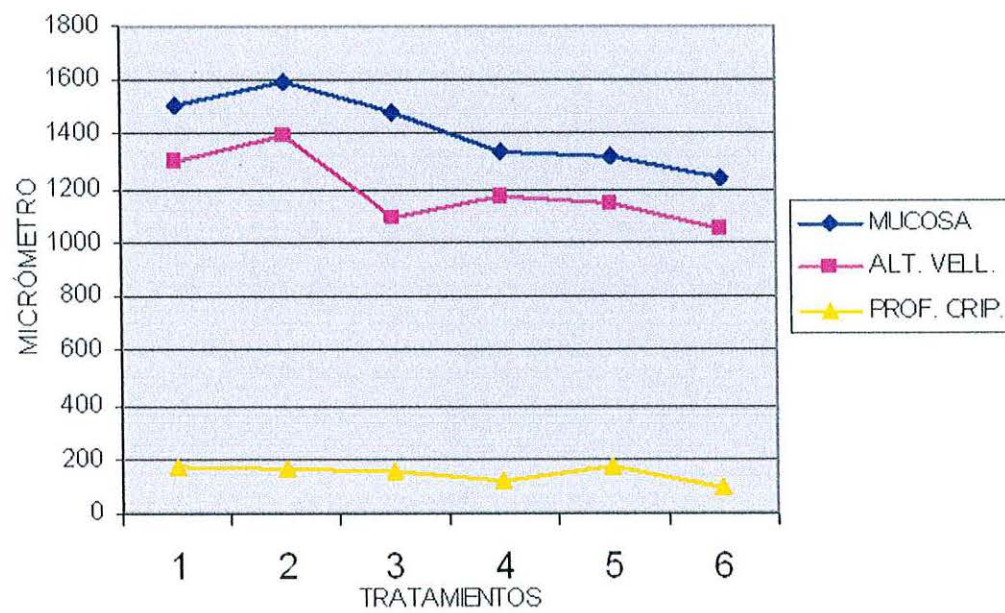
T6 grupo que recibió tratamiento solo con monenzina, presenta valores sensiblemente más bajos que los observados en los demás tratamientos para los parámetros más representativos de mucosa, altura de vellosidades y profundidad de criptas.

Cuadro No. 6 – Parámetros morfométricos de duodeno de pollo de engorda a 42 días de edad

TRATAMIENTO	ESTADISTICA	MUCOSA	MUSCULAR	ALTURA DE VELLOSIDAD ES	ESPESOR DE VELLOSIDAD ES	PROFUNDIDAD DE CRIPTAS	NUMEROS DE VELLOSIDAD ES	NUMERO DE CRIPTAS
T1 - Control	MEDIA	1510	199	1297	136	169	6	15
(sin antibiótico ni coccidiostato)	Error típico	26	5	25	2	11	0.10	0.31
	Desviación estandar	220	48	212	23	92	0.65	1
T2 -	MEDIA	1593	197	1393	147	160	6	14
avilamicina 10 ppm	Error típico	27	12	31	9	9	0.22	0.61
	Desviación estandar	224	106	258	72	82	1	4
T3 -	MEDIA	1481	185	1098	128	152	6	15
flavomicina 3 ppm	Error típico	177	5	24	3	9	0.13	0.59
	Desviación estandar	1338	48	182	27	76	0.84	3
T4 -	MEDIA	1339	158	1174	141	118	6	14
Avilamicina 10 ppm	Error típico	30	5	29	3	6	0.15	0.50
monenzina 110 ppm	Desviación estandar	238	45	227	27	42	0.98	3
T5 -	MEDIA	1316	156	1144	139	168	6	17
Flavomicina 3 ppm	Error típico	38	6	35	3	10	0.1	0.5
monenzina 110 ppm	Desviación estandar	269	46	253	26	85	0.63	3
T6 -	MEDIA	1241	176	1048	122	98	6	16
monenzina 110 ppm	Error típico	31	8	30	3	8	0.16	0.42
	Desviación estandar	181	51	177	23	53	1	2

Para el análisis morfométrico se sacrificaron 8 pollos por tratamiento

**GRÁFICA 3. PROMEDIOS DE LOS PARÁMETROS -
DUODENO 42 DÍAS**



7.4 Parámetros morfométricos en yeyuno 42 días de edad

T1 Grupo control, en forma general, tuvo un desarrollo similar a los grupos 3 y 6 que recibieron tratamiento antibiótico flavomicina y coccidiostato monenzina, respectivamente.

T2 que recibió el promotor de crecimiento avilamicina y **T5** que recibió el antibiótico flavomicina más el coccidiostato monensina, tuvieron en general un comportamiento similar.

T4 que recibió avilamicina – monenzina tuvo un efecto menor respecto al **T5** que recibió flavomicina – monenzina.

Los resultados de los 5 tratamientos en los diferentes parámetros no mostraron diferencia estadística significativa.

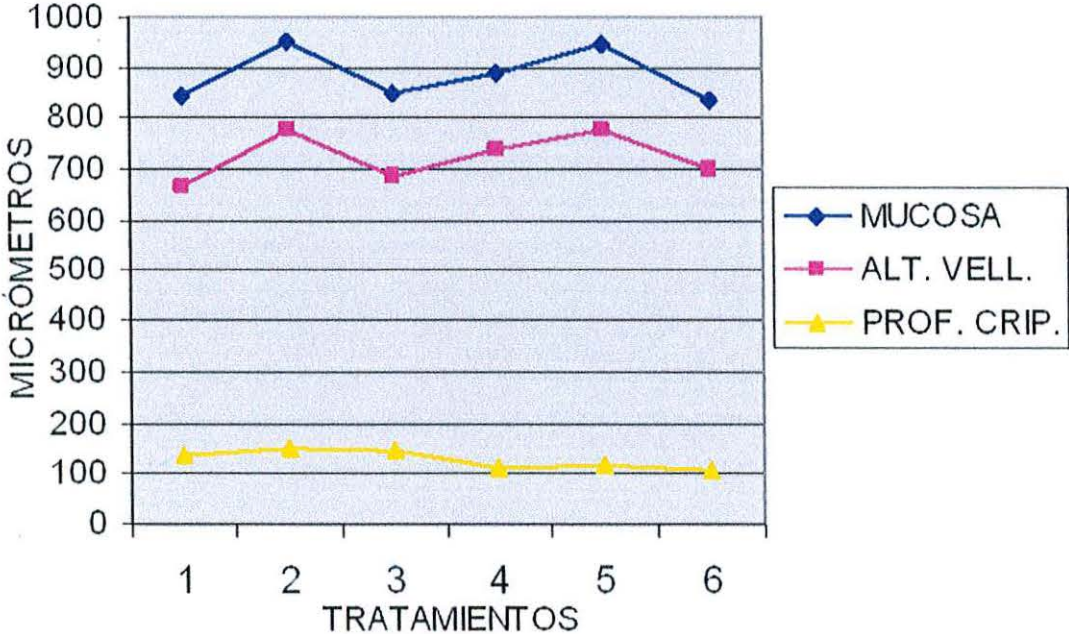
Los resultados de los diferentes tratamientos en yeyuno a 42 días para los parámetros de mucosa, altura de vellosidades y profundidad de criptas, se muestran en la siguiente gráfica:

Cuadro No. 7 – Parámetros morfométricos de yeyuno de pollo de engorda a 42 días de edad.

TRATAMIENTO	ESTADISTICA	MUCOSA	MUSCULAR	ALTURA DE VELLOSIDADE S	ESPESOR DE VELLOSIDADE S	PROFUNDIDA D DE CRIPTAS	NUMERO DE VELLOSIDADE S	NUMERO DE CRIPTAS
T1- Control	MEDIA	844	192	666	120	137	6	14
(sin antibiótico ni coccidiostáto)	Error típico	15	6	18	2	9	0.2	0.42
	Desviación estandar	112	50	137	22	68	1	2
T2	MEDIA	952	171	780	119	149	7	14
avilamicina	Error típico	42	5	35	3	9	0.19	0.8
10 ppm	Desviación estandar	344	47	289	30	77	1	4
T3	MEDIA	848	161	685	114	145	7	14
Flavomicina	Error típico	29	6	25	3	11	0.25	0.49
3 ppm	Desviación estandar	223	47	193	28	87	1	2
T4	MEDIA	891	167	738	123	109	6	17
Avilamicina 10 ppm	Error típico	29	6	25	3	7	0.15	0.33
monensina 110 ppm	Desviación estandar	220	45	186	28	54	0.88	1
T5	MEDIA	946	170	776	128	118	7	12
Flavomicina 3 ppm	Error típico	25	7	21	3	7	0.12	0.45
monensina 110 ppm	Desviación estandar	197	56	167	28	55	0.72	2
T6	MEDIA	837	145	701	118	104	6	13
Monenzina 110 ppm	Error típico	17	5	15	3	8	0.11	0.58
	Desviación estandar	116	37	102	22	56	0.64	3

Para el análisis morfométrico se sacrificaron 8 pollos por tratamiento

GRÁFICA 4. PROMEDIOS DE LOS PARÁMETROS -
YEYUNO 42 DÍAS



8. DISCUSIÓN

En el presente trabajo se encontraron diferencias estadísticas al incorporar en las raciones antibióticos promotores del crecimiento, evidentes por un aumento de peso corporal e índice de productividad, lo cual concuerda con varios trabajos.

Reyes y col (2000) quienes utilizaron avoparcina (10-15 ppm) y flavofosfolipol (4ppm), bajo dos sistemas de alimentación, ad libitum y restringida, encontraron efectos benéficos, es decir, mayor ganancia de peso en animales que recibieron los promotores de crecimiento (2377-2424 g/49 días), sin embargo al evaluar parámetros morfométricos como el peso de intestino delgado, el grupo control o testigo presentó el valor mayor (2.123 g/100g p.v.), en comparación con los grupos a los que se les suministro los promotores de crecimiento (1.726-1.873 g/100g p.v.).

Arceo (2005) utilizó avilamicina (100 g/ton) en raciones para pollos de engorda y encontró un aumento significativo en el peso (2374 g) en relación al grupo control (2287 g). Este autor analizó el peso relativo de varios órganos entre estos hígado, intestinos y páncreas, para intestino encontró a los 21 días de edad que el grupo control (6.13%) presenta el peso relativo mayor que el grupo con avilamicina (4.9%), mientras que a los 45 días de edad la relación se invierte reportando un valor mayor para el grupo con avilamicina (2.91) y para el control (2.86%), sin que estos sean estadísticamente significativos.

En el área avícola, como en la mayoría de las explotaciones pecuarias, existe una fuerte presión de los consumidores por productos de origen animal sin la presencia de químicos, por lo que de manera reciente se ha intentado comparar los APC con probióticos.

En un trabajo reciente (Arce y col., 2006) se compara el efecto de promotores de crecimiento avilamiciana (10 ppm) y flavomicina (8 ppm) contra la inclusión de paredes celulares de levadura a diferentes dosis sobre parámetros productivos, concluyendo los que los resultados obtenidos concuerdan con los encontrados por varios autores, mayor ganancia de peso por la presencia de APC y probióticos,

sin embargo, resaltan la necesidad de desarrollar trabajos que involucren o integren otros factores como son los higiénico sanitarios y de manejo de los animales.

En otro trabajo (Morales y col, 2000), probaron flavomicina, avilamicina y un probiótico comercial en pollos de engorda sobre el peso vivo a los 41 días y se encontró que los grupos con promotores de crecimiento presentaron valores mayores (2300-2397 g) al grupo control (2290 g).

Los resultados encontrados en el presente trabajo coinciden con los publicados en torno a los parámetros productivos. Sin embargo, el objeto de estudio principal para el presente trabajo se enfoca a los parámetros morfométricos microscópicos de los cuales existe poca información.

El comportamiento general de los 5 tratamientos en torno a las dimensiones intestinales en duodeno y yeyuno a 21 días, no presentó diferencia estadística. No obstante, es posible observar una tendencia de los tratamientos 4 y 5 que recibieron la combinación de antibiótico y coccidiostático y del tratamiento 6 que recibió solo coccidiostato a estimular un mayor desarrollo en las estructuras de intestinales en comparación con el efecto ejercido por los tratamientos que solo recibieron un promotor de crecimiento.

El comportamiento de los valores coincide con otros trabajos, en los cuales no se encuentran diferencias estadísticas en los parámetros de espesor de mucosa y altura de vellosidades. En el grupo con avilamicina se observó un espesor de mucosa de 216 μm contra 187 μm del grupo control. Para altura de vellosidades 1436 μm y 1215 μm (Arceo, 2005).

En la literatura también se encuentran autores que identifica aumentos significativos en parámetros morfométricos por efecto de la promotores de la presencia de promotores de crecimiento y probióticos (Bahena et al., 2003; Juárez et al., 2003)

De manera reciente, se han realizado diversos estudios que prueban el uso de antibióticos como promotores del crecimiento y moduladores del TGI; Al evaluar la inclusión de 5 y 10 ppm. de avilamicina por tonelada de alimento en pollos de engorda, se encontró un aumento en la altura de las vellosidades y grosor de la mucosa, tanto para duodeno como para yeyuno a los 23 y 43 días de edad del pollo (Bahena et. al., 2003).

Juárez et. al., (2003), utilizando una mezcla de bacterias derivadas del contenido cecal, reportan un aumento en el tamaño de las vellosidades de duodeno, yeyuno e ileon a los 13 y 20 días de edad.

Los resultados de duodeno y yeyuno a los 42 días no arrojaron diferencias estadística significativas para los tratamientos y parámetros, sin embargo, se observa una tendencia de los grupos que recibieron antibióticos a superar los efectos sobre las dimensiones microscópicas producidas por el resto de tratamientos.

Estos resultados coinciden con algunos autores (Bahena et. al., 2003) quienes reportan valores estadísticamente similares entre los grupos control y experimentales. Los parámetros morfométricos por efecto del APC avilamicina, para el espesor de mucosa fue de 250 μm en comparación con grupo control (301 μm) y para vellosidades los valores fueron de 1575 μm

El pollo de engorda alcanza el máximo de peso de sus órganos digestivos en relación al peso corporal cuando tienen de 3 a 8 días de edad (Brito, 2001). El desarrollo de las estructuras intestinales del pollo de engorda aumentan desde la primer semana de edad, es necesario tomar en cuenta que la salud intestinal es importante para que las estructuras realicen adecuadamente actividades fisiológicas y metabólicas para satisfacer las necesidades del animal (Brito, 2001).

La longitud de las vellosidades intestinales esta asociada con la relación que existe entre la tasa relativa de perdida celular en los extremos de las vellosidades y las células formadas en la base. La replicación de los enterocitos se produce en las criptas (Cunningham, 2003).

El establecimiento de una población microbiana en el tracto digestivo se inicia inmediatamente después del nacimiento; los diferentes tipos de flora colonizadora son sensibles a los cambios que puedan ocurrir en el tracto digestivo del hospedador, por lo que deben existir los factores adecuados de pH, temperatura, abastecimiento constante de nutrientes y fluidos esenciales.

En el aparato digestivo existe una relación entre el pH y el tipo de bacterias que se establece; un pH ácido inhibe el crecimiento de bacterias nocivas. El pollo recién nacido mantiene un tracto digestivo casi estéril y un pH de 5.5 a 6.6 condiciones ideales para la proliferación de bacterias patógenas; sin embargo las aves jóvenes no tienen la capacidad de producir suficiente ácido clorhídrico como para mantener un pH ácido (Reyes, 2000).

Los animales de granja deben tener un balance microbiano en el tracto digestivo, pero bajo condiciones de campo esto no puede ser garantizado; sin embargo si se adicionan a las dietas antibióticos o microorganismos benéficos, se contribuirá a un apropiado equilibrio microbiano. La microflora natural tiene un efecto muy marcado sobre la estructura, función y metabolismo de los tejidos intestinales y, consecuentemente, las modificaciones benéficas en la flora reducen las demandas metabólicas, liberando nutrientes que pueden ser utilizados para otros procesos fisiológicos. Un factor clave en este mecanismo es la disminución en la tasa de recambio de células de la mucosa intestinal al administrar antibióticos, ya que ambos reducen o modifican la microflora intestinal. Se menciona que la actividad de los antibióticos, recae en varios aspectos del metabolismo digestivo del animal y que la adición de estas sustancias a las dietas para aves favorece el desarrollo de microorganismos sintetizadores de vitaminas y aminoácidos.

Los antibióticos también influyen en los productos metabólicos bacterianos dentro del lumen gastrointestinal, ya que reducen la producción de sustancias nocivas, como el amoníaco y aminos, que deben ser inactivados a nivel hepático, provocando hipertrofia de los hepatocitos (Reyes, 2000),

Estudios fisiológicos han demostrado que las aves adaptan el funcionamiento del tracto gastrointestinal a las características del contenido digestivo y por lo tanto a la composición del alimento. Las aves ajustan la liberación de enzimas y modifican la velocidad de paso del contenido digestivo a fin de maximizar la digestión de los alimentos y la absorción de los nutrientes. Diversos trabajos indican que la respuesta funcional viene modulada por el estado sanitario del tracto gastrointestinal. Cuando la capacidad del sistema es insuficiente, las respuestas fisiológicas, hormonales e inmunológicas conducen a una disminución del apetito y a diarreas mecánicas con la finalidad de reducir o en su caso eliminar la causa del problema (Garlech, 2000).

La adición de enzimas mejora la uniformidad del peso corporal, aumenta la absorción de nutrientes, mejora la eficiencia de la conversión alimentaria y aumenta la ganancia de peso corporal (Garlech, 2000).

9. CONCLUSIONES

- 1.- El presente trabajo contribuye al estudio sobre el efecto de antibióticos promotores de crecimiento y de coccidiostatos en diversos parámetros morfométricos de duodeno y yeyuno del pollo de engorda.
- 2.- En este estudio se encontraron aumentos significativos por efecto de estos aditivos sobre ganancias de peso corporal e índice de productividad.
- 3.- No se encontraron diferencias significativas, entre el grupo control y los experimentales, en los diversos parámetros morfométricos evaluados tanto en duodeno como en yeyuno a los 21 y 42 días de edad.
- 4.- Se apreciaron tendencias en el comportamiento de los valores, observándose que a los 21 días de edad la combinación APC y coccidiostatos presentó un efecto sinérgico sobre las dimensiones de mucosa y vellosidades.

9. LITERATURA CITADA

Aarestrup FM., Bager F., Jensen NE., Madsen M., Meyling A., Wegener HC. Surveillance of antimicrobial resistance in bacteria isolated from food animals to antimicrobial growth promoters and related therapeutic agents in Denmark. *Acta pathologica, microbiologica et immunologica scandinavica*. 1998; 106(6):6002-622).

AFIP. Instituto de Patología de las Fuerzas Armadas de los Estados Unidos de América. *Métodos Histotecnológicos*. Editado por Edna B. Propnet, Bob Mills, Jacquelyn B. Arrington, Leslie H Sobin. Versión en Castellano editada y traducida por Clara S. Haffess, Forabel G. Mullick. 1995; 253.

Alcicek A., Bozkurt M., Cabuk M. The effect of a mixture of herbal essential oils, an organic acid or a probiotic on broiler. *South African Journal of Animal Science* 2004; 34(4):217-222.

Anonimo. Elanco's trio of coccidiostats offer all-round protection. *Poultry World*. 158: (1): 7. 2004.

Arce MJ. Ávila GE., López CC., García EA. Experiencias en pollo con el uso del safmannan®. Saf Agri-Product Information. <http://www.saf-agri.com/spanish/INFORTEC/Veracruz8.htm>

Arceo PJ. Estudio sobre el efecto de colimix en combinación con un promotor de crecimiento sobre los parámetros productivos en pollo de engorda. XXX Convención Anual de ANECA. 2005.

Arteaga VV., Petrone VM., Velazquez LJ., Lopez RC., Juarez RM. Identificación de células entéricas en pollos de engorda por medio de histoquímica específica. XXX Convención Anual de ANECA. 2005.

Bahena H.J.: Petrone V.: Hernández X y Rebollo A. Análisis histológico de la mucosa intestinal de pollos de engorda tratados con avilamicina como promotor de crecimiento. XXVIII Convención Anual de la Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas. 2003.1- 5.

Banks W.J. Histología Veterinaria Aplicada. 2da. Edición, Manual Moderno, México. 1996. 499-510.

Carro MD., Ranilla Ma.J. Los aditivos promotores de crecimiento de los animales: situación actual y posibles opciones. Tecnología Aviecuaria 2005.

Chopra I., Hodgson J., Metcalf B., Poste G. The search for antimicrobial agents effective against bacteria resistant to multiple antibiotics. Antimicrobial Agent and Chemotherapy 1997;41:497-503

Cunningham J.G. Fisiología Veterinaria. 3ra. Edición, Editorial Elsevier, Madrid España. 2003. 276-278.

Dallmann H D.: Histología Veterinaria. 2da. Edición, Zaragoza España, Editorial Acribia. 1993. 219-221.

Frook J.A y Thomas P.C. Fisiología en los animales domésticos. Editorial Continental, 1984. 20-35.

Garlech J. D. Microbiología del tracto intestinal: Los probióticos. Tecnología Aviecuaria en Latinoamérica, 2000. Año 13, No. 151

Gauthier R. La Salud Intestinal: Clave de la Productividad. Memorias. Precongreso Científico Avícola IASA.(2000)
http://www.jefo.ca/pdf/memorias_avicola_IASA.pdf

Geneser-Finn. Histología. 2da ed. Ed. Medica Panamericana. Buenos Aires. 1993;380

Gomide M. Hjr., Sterzo E.V., Macari M., Boleli IC. Use of escanning electron microscopy for the evaluation of intestinal epithelium integrity. Revista Brasileira de Zotecnia. 2004; 33(6): 1500-1505.

Juarez E:MA.: Aguilar C. D.: Cabriales J.J J.: Ledesma M. N.: Merino R.G y Quintana L.J.A. Efecto de Broilact® sobre las vellosidades intestinales de pollos de engorda desafiados con *Salmonella enteritidis* PT-13. XXVIII Convención Anual de la Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas. 2003

Leone-Pelicano E-R, Elvez de Souza Pedro, Alvez de Sousa-Hirasilva-B, Oba Alexandre, Norkus Eduardo Antonio, Kodawara Luis-Marcelo, Azevedo de Lima Tania M. Morfometria e ultra estructura de mucosa intestinal de frangos de corte alimentados con dietas contendo diferentes prebióticos. Revista- Portuguesa de Ciencias Veterinarias. 2003; 98 (547): 125-134.

Leeson R., Leeson S.T. Histología. Nueva editorial Interamericana. Tercera edicion. Mexico. 1981, 335-336.

Morales R., Francesch M., Auclair E., Garcia F., Ducatelle R., Van Immerseel F., Andrea N., Brufau J. Uso de paredes celulares de levadura en dietas para pollos con alto y bajo contenido de polisacaridos no amilaceos y su influencia sobre la productividad, la fisiologia digestiva y la inmunidad.

National Research Council. Nutrients requeriments of domestic animals. 1. Nutrient requeriment of poultry. 10th rev. Ed. Nat. Acad Sci. Washington DC. (2000).

Necoechea R.R., Márquez Ma L. Manual de Aditivos y suplementos para la alimentación animal. Editado por Manual Agropecuaria. México. (1987).

Rama Rao S-V, Reddy M-R, Raju M-V-LN, Panda A-K. Growth, nutrient utilization and immunocompetence in broiler chicken fed probiotic, gut acidifier and antibacterial compounds. *Indian journal of poultry Science*. 2004; 39(2):125-130.

Reyes C.P. *Bioestadística aplicada*. Ed. Trillas. México. 1984; 36, 113.

Reyes S.E.: Morales B.E. y Ávila G.E. Evaluación de promotores de crecimiento en pollos de engorda, en un sistema alimentario restringido y a libre acceso. *Tecnología Avipecuaria en Latinoamérica.*, Año 13 No. 151. (2000).

Rodríguez del Ángel J.M. *Métodos de Investigación pecuaria*. Ed. Trillas. México. 1991; 38, 81.

Rogers EF., Brown RD., Brown JE., Kazazis DM., Eanza WJ., Nichols JR., Ostlind DA., Rodino TM. Nicarbazin complex yields dinitrocarbalinidide as ultrafine crystals with improved anticoccidial activity. *Science* 222: 630-632. 1983.

Ross H M, Romrell JL y Kaye IG. *Histología texto y Atlas color* 3ra edición Editorial Medica Panamericana 1999 Méx.

Sisson S. and Grossman J.D.: *Anatomía de los Animales Domésticos*. 5ta ed. Salvat, Mallorca, España.1985. 2035-2055.

Strong R.T.: Rady R P and Braun J E. Avian cecal microanatomy: A morphometric comparison of two species. *J Exper Zoo Sup*. 1989;3:10-20

Tako E., Ferket PR., Uni Z. Effects of in ovo feeding of carbohydrates and beta-hydroxy-beta-methylbutyrate on the development of chicken intestine. *Poultry Science* 2004: 83(12): 2023-2028.

Téllez G.: Nava G.: Vicente, J. L.: Higgins S.E.: Bielke, L., Donoghue, A. M., Hargis B. N y Petrone V. M. *Biología funcional de las células caliciformes, su*

papel en el mantenimiento de la integridad intestinal y la resistencia a patógenos. Memorias del 1er. Simposium Internacional de Integridad Intestinal Avícola. 2003.

Torres C., Zarazaga M. Repercusiones en el hombre del consumo de antibioticos por animales. Rev. Esp. Quimioterapia 1998;11:29-35.

Torres C, Zarazaga M. Antibióticos como promotores del crecimiento en animales. ¿Vamos por el buen camino?. Gac Sanit 2002;16(2):109-12.

Unión Nacional de Avicultores. Monografía. 2005.
<http://www.una.com.mx/content/avicultura>

Van-Leeuwen P, Mouwen-J-m-V-M. Morphology of the small intestinal mucosal surface of broilers in relation to age, diet formulation, small intestinal microflora and performance. Britist Poult Sci 2004; 45(1);41-48.

Xia M-S, Hu C-H, Xu Z-R. Effects of copper-bearing montmorillonite on growth performance, enzyme activities, and intestinal microflora and morphology of male broilers. Poult. Sci 2004;83(11):1868-1875.

Xu Z-R, Ma Y-L, Hu C-H, Xia M-S, Guo T, Jin H-L. Efects of Cu (11)-exchange montmorillonite on growth performance, intestinal microflora bacterial, enzyme activities and morphology of broilers. 2003.,16(11):1673-12679.

Yi GF., Alee GL., Knight CD., Dibner JJ. Impact of glutamine and oasis hatchling supplement on growth performance, small intestinal morphology, and immune response of broilers vaccinated and challenged with Eimeria maxima. Poult. Sci 05 84(2)283-293.

Yoder CA., Miller LA., Bynum KS. Comparison of nicarbazin absorption in chickens, mallards, and Canada geese. Poultry Science 84(9):1491-1494. 2005.