UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLOGICAS Y AGROPECUARIAS

DIVISION DE CIENCIAS VETERINARIAS

# ESTUDIO DESCRIPTIVO LONGITUDINAL DE DIVERSOS PARÁMETROS MORFOMETRICOS DEL INTESTINO DEL POLLO DE ENGORDA

PROTOCOLO DE TESIS
PARA OBTENER EL TITULO DE:
MEDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

PRESENTA:
JOSE GUADALUPE PRUDENCIO PADILLA

DIRECTOR DE TESIS:
DRA. ESTHER ALBARRÁN RODRÍGUEZ

ASESORES DE TESIS:
M en C. GERARDO SIMON ESTRADA MICHEL
MVZ. MARIA MILAGROS OROZCO

Mayo del 2005

# *Dedicado a:*

## *A mis Padres:*

Quines con sacrificio y esfuerzo me apoyaron a lo largo de mis estudios concluyendo con este una parte de los que se pueden lograr.

"Gracias"

## *A mis Hermanos:*

Héctor Manuel Prudencio Padilla
Ricardo Prudencio Padilla
M. del Carmen Prudencio Padilla
Hilda Prudencio Padilla.

## *A mis Abuelos:*

Maria Tiscareño Ruiz.
Bernardino Prudencio Reyes.
Esperanza Gonzáles.
José Ma. Padilla Sánchez.

## *A mis Tíos:*

Luís Prudencio Tiscareño.
Antonio Prudencio Tiscareño
Agustín Prudencio Tiscareño
J. Javier Prudencio Tiscareño
Miguel Prudencio Tiscareño
M. Elena Prudencio Tiscareño
Jesús Prudencio Tiscareño
Jorge Prudencio Tiscareño
Francisco Prudencio Tiscareño
Abel Padilla Gonzáles
J. Luís Padilla Gonzáles
Norma Padilla Gonzáles
Elva Padilla Gonzáles
Antonio Padilla Gonzáles

BIBLIOTECA CUCBA

*A la Familia:*

Tiscareño Barajas.
Gonzáles Tiscareño
Arteaga Tiscareño

*A: MVZ. Guadalupe Tiscareño Barajas.*

Te doy las gracias por haberme apoyado a lo largo de la preparación que recibí y por haberme guiado en el primer trabajo como MVZ comprendiendo que terminar la carrera es solo el comienzo de una preparación profesional.

"Gracias"

*A: Tomas García y Familia.*

Con su apoyo y confianza logre terminar la parte mas difícil en la carrera que es la de enfrentarse a la problemática real que se presenta en el medio e iniciar como profesionista de Médico Veterinario y Zootecnista.

"Gracias"

*A Dra. Esther Albarran Rodríguez:*

No se ni como agradecer su apoyo, tiempo y paciencia que me tubo en el tiempo que se realizo este trabajo. Sinceramente le doy las gracias por haberme dado la oportunidad de trabajar en este proyecto.

"Muchas Gracias"

CONTENIDO


| | |
|---|---|
| Resumen | X |
| Introducción | 1 |
| Planteamiento del Problema | 13 |
| Justificación | 14 |
| Objetivos | 15 |
| Material y Métodos | 16 |
| Resultados | 17 |
| Discusión | 34 |
| Conclusión | 40 |
| Bibliografía | 41 |

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue realizar un análisis descriptivo de los diferentes parámetros morfometricos microscópicos del intestino delgado y grueso (ciego), del pollo de engorda. Se analizaron 42 pollos de la estirpe Ross, que fueron criados bajo condiciones normales de producción. Cada semana se sacrificaron 6 animales mediante la técnica de dislocación cervical, inmediatamente después se procedió a la toma de muestras representativas de duodeno, yeyuno, ileon y ciego. La fijación de muestras se efectuó por inmersión en formalina 10% neutralizada. Se obtuvieron segmentos de 1 cm3 que 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. Se realizaron cortes de 5µm de espesor que se tiñeron con H y E. Los diversos parámetros se cuantificaron con microscopio óptico y con la ayuda de un software (analizador de imagen QW5001/Leica). El comportamiento del espesor de la mucosa en el duodeno indico en desarrollo relacionado con la edad alcanzando su mayor crecimiento en la semana 6 con un promedio de 2117.5 µm. El yeyuno es más irregular en su crecimiento presentando un valor mínimo de 939.4 µm, durante las semanas siguientes se observo el dato mayor que fue de 1336.4 µm. En el ileon se observo que su desarrollo tiene mas uniformidad con relación a la edad, iniciando con 596.4 µm hasta llegar a 1242.8 µm en la semana 7. Para el ciego su espesor de la mucosa es notable a diferencia de las estructuras ya mencionadas con valores mínimos y máximos de 253.1 µm y 401.0 µm. En la profundidad de las criptas observamos un desarrollo irregular para el duodeno, yeyuno que de la primer semana a la semana 3 muestran una disminución en su promedio, aumentándolo hacia las semanas posteriores, para el caso del ileon, se aprecia de igual manera un desarrollo irregular, solo que en esta se presentan cambios durante las 7 semanas de estudio. En el ciego, los cambios se presentan a lo largo de todo el estudio, a diferencia del duodeno, yeyuno e ileon el desarrollo es de manera ascendente. En términos generales el desarrollo de las diversas regiones intestinales, evidentes por los parámetros morfometricos cuantificados, están asociados con la edad del animal. Las regiones analizadas no responden de manera similar, ya que algunos parámetros presentaron variaciones importantes y no uniformes a los largo del estudio.

## 1) INTRODUCCION

### 1.1 Anatomía del tracto digestivo de las aves

A diferencia de los mamíferos, en las aves la cavidad oral y la faringe forman una cavidad común llamada orofaringe, el esófago esta situado entre la orofaringe y la parte glandular del estomago, dividido en dos partes; esófago cervical que en su parte craneal y distal a la entrada torácica forman en la parte ventral un divertículo sacular llamado buche que se asienta ventrolateralmente al esófago y cranealmente a la clavícula, el esófago toráxico es mas corto que la parte cervical y se localiza entre el buche y el estomago glandular.

El estomago glandular (Proventriculo) su capacidad de almacenamiento es muy reducida y en su mucosa están implantadas un gran numero de glándulas que segregan el jugo gástrico que actúa en la molleja (estomago muscular) y en la primer porción del duodeno, la molleja en su interior esta cubierta por una capa gruesa y dura, que se encarga de triturar el alimento en porciones mas pequeñas que faciliten su digestión.

Después da inicio el duodeno que esta formado por dos asas, una descendente proximal y otra ascendente distal, esta ultima se une con el yeyuno, que esta formado por dos asas la proximal y distal son las mas largas del intestino delgado y ocupa preferentemente la mitad derecha de la cavidad visceral, en el yeyuno existe el vestigio de la vida embrionaria del pollo que es conocido como el Divertículo de Meckel (divertuculum vitelli), la mucosa del yeyuno es similar a la del duodeno aunque sus vellosidades son mas cortas, el ileum es la continuación del yeyuno, que desemboca en los sacos ciegos, la mucosa del ileum es igual a la del yeyuno, sin embargo la pared es ligeramente mas gruesa.

El intestino grueso esta formado por un par de ciegos y un intestino corto que continúa con el ileum y cloaca sin que haya terminología para identificarlos. Los ciegos derecho e izquierdo son de tipo alargados y su luz es en la mayoría de las veces mas ancho que las del tracto intestinal, la capa muscular es mas gruesa y la mucosa es similar a la del intestino delgado, la cloaca es la parte terminal del intestino, en la cual desembocan los conductos urinarios y genitales (Sisson and Grossman, 1985).

**1.2 Histología del tracto gastrointestinal de aves**

La pared intestinal se puede dividir en varias capas que del interior al exterior son: mucosa (epitelio, lamina propia, muscular interna), submucosa, muscular y serosa o adventicia (Dellmann, 1999).

El epitelio intestinal esta constituido por diversas estirpes: se encuentra el grupo de las denominadas células madre que se ubican en el cuello de las criptas, estas originan a cuatro tipos de células que son; A) células absorbentes o enterocitos: que son cilíndricas con microvellosidades, unos filamentos que se proyectan desde los extremos de las micro vellosidades se entrelazan para formar una capa superficial continua conocida como el glicocaliz, en esta trama son absorbidas las enzimas que hidrolizan disacáridos y dipéptidos y una vez degradados difunden a los capilares subepiteliales, B) células caliciformes: están diseminadas entre las células absorbentes y secretan moco, C) células enteroendocrinas: tipo G, S, I, D) células de Paneth forman grupos en la base de las criptas (Swenson, 1999).

Duodeno: la mucosa presenta muchas vellosidades y pliegues circulares, las criptas intestinales son prominentes, es posible hallar glándulas submucosas intestinales y aunque se observan nódulos linfáticos, están diseminados, a pesar de las variaciones, las vellosidades tienden a ser regulares, romas y amplias.
Yeyuno: esta región es similar al duodeno, las vellosidades son mas pequeñas y delgadas, y su cantidad es menor que en el duodeno.

Ileon: es similar al yeyuno, las vellosidades en el ileon tienen forma de palo de golf.

Ciego: son dos sacos ciegos que sobresalen en la unión de intestino delgado y grueso, se observan vellosidades en la unión íleo-cecal, pero disminuyen y se pierden al final de los órganos. Los pliegues intestinales adquieren formaciones regulares en la porción media y distal (Strong etal, 1989).

Recto: tiene gruesas y cortas vellosidades, así como mayor numero de células caliciformes, excepto por estas diferencias es similar al intestino delgado.

Cloaca: esta revestida por epitelio cilíndrico simple (Banks, 1996).

### 1.3 Fisiología del tracto gastrointestinal

El aparato digestivo es fundamental para el mantenimiento de las funciones metabólicas del pollo. La secreción de saliva es muy pequeña en las aves, debido a que esta no realiza el proceso de masticación del alimento, la escasa secreción de este liquido además de que aporta su efecto lubricante, favorece el desdoblamiento del almidón con la ayuda de la ptialina, básicamente la función de la saliva es humedecer y facilitar el paso del alimento al esófago.

Una vez que ha pasado el alimento al esófago, es llevado rápidamente al buche mediante la acción muscular del esófago. La función del buche es almacenar alimento por varias horas dando lugar a que se reblandezca y hallarse en mejores condiciones de ser digerido por el estomago, se puede decir que en el buche da inicio la digestión, el agua, muco o jugo salivoso que se aloja en esta estructura, favorece al reblandecimiento del alimento.

Después de haber cumplido con este proceso de preparación del alimento, pasa al proventrículo donde tiene lugar una fase muy importante de la digestión. El estomago glandular o proventriculo, segrega jugo gástrico ($H_2O$ + Ac. clorhídrico + pepsina), que actúa sobre las proteínas transformándolas en producto nitrogenados intermedios de fácil absorción.

Al llegar el alimento a la molleja o estomago muscular, este es triturado gracias a las violentas contracciones musculares y a la acción de la capa cornea que la tapiza interiormente, el alimento queda macerado hasta convertirse en una fina papilla en condiciones de pasar al intestino delgado, la quimiofícación o quimo que es el bolo alimenticio se forma en la molleja. En el intestino delgado el quimo es convertido mediante procesos físicos y químicos. En la parte inicial del asa duodenal tiene lugar la parte más importante de la digestión al recibir los jugos digestivos, la bilis segregada por el hígado y el jugo pancreático segregado por el páncreas.

Para que las aves puedan crecer, mantenerse y producir (Huevo, Carne), es necesario aprovechar al máximo las sustancias energéticas y proteicas para cumplir con los requerimientos metabólicos y las demandas para un crecimiento y desarrollo normal.

Es importante tener en cuenta que el alimento debe ser de calidad para que pueda ser transformado en sustancias útiles para el cuerpo y los no aprovechados sean excretados.

Este proceso fisiológico en el TGI lo podemos dividir en cuatro pasos; ingestión, digestión, absorción y excreción.

-Ingestión: se realiza cuando el animal tiene la necesidad de tomar alimento y dispone de el para satisfacerla.

-Digestión: da inicio cuando el alimento entra por el pico del ave y comienza su transformación, con el fin de modificar las estructuras físicas y químicas del alimento, de manera que los componentes puedan incorporarse al metabolismo corporal.

-Absorción: es el paso de las sustancias a la vía hematica y linfática. La absorción se realiza mediante la difusión, osmosis, transporte activo y pinocitosis. Cabe mencionar que el intestino delgado es el lugar de mayor absorción de los nutrientes.

-Excreción: básicamente consiste en los componentes no digeridos e indigeribles del alimento.

Además la mucosa intestinal provee las defensas necesarias contra la constante presencia de los antígenos que provienen de los alimentos y microorganismos presentes en la luz del intestino.

La protección contra agentes potenciales dañinos es asegurada por varios factores que incluyen la saliva, el ácido gástrico, peristalsis intestinal, flora intestinal y las membranas de las células epiteliales con sus complejos funcionales intercelulares (Sanderson y Walter, 1993).

**Secreciones en el intestino delgado**

El tracto gastrointestinal esta cubierto por un epitelio y una capa de sustancia mucosa compuesta predominantemente por mucina (glicoproteinas de alto peso molecular), que son sintetizadas y secretadas por las células caliciformes que están a lo largo de las vellosidades. Estas células caliciformes surgen de la mitosis pluripotencial en la base de la cripta (Ching and Heblong, 1974 citado por Frook, 1984).

Las mucinas están ampliamente distribuidas en los fluidos mucosos secretados o están asociadas con las membranas plasmáticas.

Las características fisicoquímicas de las mucinas determinan sus capacidades funcionales: lubricación, protección y mantenimiento de la flora intestinal. La estructura de las mucinas permite proteger a la mucosa del crecimiento exacerbado de bacterias y su penetración.

La capa mucosa que recubre la mayor parte de la superficie tisular, produce un medio altamente poblado por bacterias y protozoos y contribuye a inhibir la sobrepoblación microbiana (Shelton, 2003).

El moco producido por las células caliciformes que recubre la superficie epitelial del TGI es una importante barrera química que impide la unión de antígenos. El metabolismo de las mucinas modula el crecimiento de bacterias intestinales y sirven para regular la micro ecología intestinal.

Las células epiteliales intestinales, además de producir quimosinas que activan la respuesta inmune de la mucosa en pocos días, tienen respuestas protectoras rápidas como parte de sus mecanismos de defensa innatos.

El alimento que abandona el estomago en proceso de la digestión, se aloja en el lumen de duodeno con el jugo pancreático y la bilis, y en la superficie de las vellosidades de las células intestinales con las enzimas. Las enzimas involucradas reducen gran cantidad de componentes alimenticios a su forma absorbible y, en conjunto, completan la digestión en el intestino (Téllez and Nava, 2003).

Jugo Pancreático

El bicarbonato es el anion más importante del jugo pancreático, es principal causante en la reducción de la acidez del contenido estomacal cuando entra al duodeno. De igual manera que la saliva y el jugo gástrico, el jugo pancreático es secretado por la activación de mecanismos nerviosos centrales, que resultan del estimulo de ver y picotear el alimento.

La secreción subsiguiente estimulada por las hormonas, en especial la secretina y la colecistoquinina - pancreomicina (CCK-PZ), son liberadas de la mucosa duodenal por contacto con el contenido estomacal ácido. La secretina es liberada por un pH bajo en el duodeno, además de ser causante de la secreción del bicarbonato y de enzimas. Mientras que la CCK-PZ, liberada principalmente por los aminoácidos y ácidos grasos, al igual que la secretina actúa en la secreción de bicarbonato y enzimas, potencializa los efectos de la secretina sobre la secreción de bicarbonato.

El jugo pancreático contiene dos enzimas muy ácidas que transforman los polipéptidos largos que produce la pepsina en polipéptidos más cortos. Por su efecto se conocen como proteasas, estas enzimas son la tripsina y quimotripsina. Llegan al duodeno como pro-enzima inactiva (tripsinogeno y quimotripsinogeno), una enzima de la mucosa intestinal, la enteroquinasa, es la que activa a la tripsina, quien a su vez activa el quimotripsinogeno.

Bilis

La bilis es producida por el hígado, estas sales biliares son compuestas del ciclopentano-fenantreno. Las paredes de la vesícula biliar secretan mucina y absorben el agua de la bilis, por lo que la bilis de la vesícula esta más concentrada que la bilis hepática. La bilis mas concentrada es descargada al duodeno a la hora de la contracción de la vesícula biliar durante la digestión de una comida, la contracción sigue a la liberación de CCK-PZ por la presencia de contenido estomacal ácido en el duodeno (Frook, 1984).

Las sales biliares están íntimamente ligadas con la etapa micelar de la absorción de los lípidos, pero después pasa por el intestino delgado donde el 95% de las sales biliares son absorbidas en el ileon, el resto es degradado por bacterias del ciego, pasan al colon y son expulsadas en heces (Frook, 1984).

Ácido Linoleico

Los ácidos linoleicos conjugados (CLA) son una mezcla de isomeros de 18:2 ácidos grasos conjugados en cadenas dobles. Existe un gran interés en estos isomeros de ácidos grasos porque los CLA tienen propiedades únicas en el control de las respuestas fisiológicas y metabólicas, por ejemplo, efectos antihipercolesterolemicos y antiteratogenicos. Esto también sugiere que los CLA protegen las respuestas catabólicas contra las endotoxinas en pollitos y mamíferos, sin embargo, algunos estudios en mamíferos sugieren que los CLA afectan ciertos aspectos de la respuesta inmune como la proliferación linfocitaria. La dieta de CLA incrementa la producción de IgG en órganos inmunocompetentes

y en la concentración de IgG plasmática, el suministro de CLA en la dieta del pollo eleva la producción de anticuerpos (Takahashil etal, 2003).

**Transporte de Nutrientes en el Intestino Delgado**

La respuesta intestinal de sustancias nutritivas del lumen a través del entericito favorece la activación del mecanismo de transporte pasivo.

La bicapa de fosfolipidos y proteínas son un instrumento para mantener la carga electromagnética y el gradiente de concentración del Na+ y K+ enfrente de la membrana de la célula y el plasma (Glynn, 1993; Park et. al., 1998 citado por Gal-Gelber,2003).

El trato gastrointestinal consume el 20% de energía de toda la dieta para el proceso de absorción y del 25% al 40% de las proteínas del requerimiento corporal total.

Después, el metabolismo activa el intestino delgado que también influye y provee de nutrientes a otros tejidos del cuerpo (Con et at., 1996, citado por Gal-Gelber, 2003).

**1. 4.- Desarrollo del TGI**

Los primeros días después del nacimiento y hasta aproximadamente los 14 días de edad, el tubo digestivo y sus órganos asociados sufren cambios significativos tendientes a permitir una adecuada transición desde una alimentación embrionaria dependiente fundamentalmente de los lípidos y proteínas del huevo hacia una dieta rica en carbohidratos, proteínas y grasa. El páncreas, hígado e intestino delgado se desarrollan rápidamente después del nacimiento, alcanzando el intestino su máximo entre 6 y 10 días (Katanbaf et al., 1988; Murakami et al., 1992; Sklan, 2000 citado por González, 2003).

La longitud del intestino aumenta durante la primera semana de vida incluso en la ausencia de alimento, sin embargo, el consumo de alimento es esencial para el inicio del desarrollo de las vellosidades intestinales. El volumen de vellosidades

intestinales alcanza su máximo entre 10 y 15 días después de la eclosión (González, 2003). La presencia de alimento acelera este desarrollo y la falta de alimento lo retrasa (Sklan, 2000, citado por González, 2003).

### 1.5 Importancia de la integridad intestinal en el pollo de engorda

Las células epiteliales forman una superficie semipermeable que permite el paso, selectivo de líquidos electrolitos y nutrientes disueltos.
Sin importar su función especializada cada célula epitelial del tracto digestivo forma parte de la barrera física que protege contra la entrada de materiales extraños y microorganismos al torrente circulatorio y que estos tengan acceso a otras vísceras. La integridad de esta barrera protectora se interrumpe cuando los microorganismos y tóxicos dañan las células epiteliales.

Cada vellosidad esta recubierta por células epiteliales (enterocitos) que tiene su función según su localización en la vellosidad, unas absorben líquidos y nutrientes (punta de la vellosidad), otros secretan líquidos y electrolitos (partes laterales y criptas), así mismo otras regeneran y reemplazan las células dañadas o las perdidas por el desgaste normal (criptas).

Microflora
En las aves como en muchas especies incluyendo a los mamíferos, la microbiota o microflora nativa intestinal desempeña un papel extremadamente importante en la digestión de algunos nutrientes de la dieta, además de constituir una barrera de primer orden que ayuda a inhibir la colonización de patógenos entericos (Nava et al., 2002).

### 1.6 Relación de promotores de crecimiento con integridad intestinal

Actualmente los promotores de crecimiento (PRC) pueden ser además de los antibióticos; probióticos, enzimas, ácidos grasos, prebióticos y toda aquella sustancia capaz de aumentar la velocidad de crecimiento, mejorar la conversión

alimenticia o reducirla morbilidad o mortalidad de un grupo de animales, cuando se agregan en pequeñas cantidades al alimento (Bahena et. al., 2003).

El mecanismo de acción de los PRC se basa en cuatro efectos principalmente:

1) Estimulación del crecimiento de microorganismos que sinteticen algunos nutrimentos.

2) Supresión de microorganismos que compiten por nutrientes con el hospedador y de aquellos que causan enfermedades subclínicas o no específicas.

3) Mejorar la absorción de nutrientes.

4) Incremento del funcionamiento hepático y de la respuesta inmune (Davison 1983, Krinke 1996 citado por Bahena et al., 2003).

La mucosa del intestino es uno de los tejidos que mas rápido se regeneran en el animal (Bahena et.al., 2003).

Los cambios producidos por los PRC en la mucosa digestiva incluyen:

1) Disminución en el espesor de la lámina propia especialmente en la porción que se extiende dentro de la vellosidad.

2) Aumento del área de superficie de la mucosa y

3) Disminución de líquidos intersticiales, leucocitos y células de sostén (reticulares) en la mucosa y submucosa (Nelson and Jensen, 1963, Bahena, 2000).

Resultados de estos estudios indican que los PRC facilitan la absorción de nutrientes a través de la pared intestinal, lo cual se asocio con el peso intestinal, que esta relacionado con el incremento del crecimiento corporal (Henry, 1980, Bahena, 2000).

La vellosidad intestinal juega un rol crucial en la digestión y absorción de los nutrientes, es por eso que el análisis de las estructuras intestinales marcan la pauta para la selección de nuevas razas de pollos que cumplan y mejoren la capacidad de absorción que hasta hoy se tiene, esto se puede lograr tomando en cuenta cuales son las medidas estándares que tiene cada estructura.

Además es importante considerar que los PRC son importantes en el desarrollo del pollo, los probioticos se definen como suplemento para la vida microbiana que es suministrada en el alimento y que mejora el balance microbiológico en el intestino. El equilibrio de la microflora y la inmuno-estimulación es el mayor efecto funcional atribuido a la composición de los probioticos, sin embargo estos solo pueden ser efectivos en requerimientos presentes en el crecimiento del tracto gastrointestinal. El concepto de prebiótico es relativamente nuevo, se desarrollo en respuesta a nutrientes no digestibles en el alimento, siendo selectiva su fermentación de una o varias bacterias se sabe que tienen efectos positivos favoreciendo la fisiología del animal (Téllez et. al., 2003).

Recientes investigaciones de los probioticos han revelado que en sistemas que usan transgenicos libres de gérmenes han demostrado que la colonización de bacterias en las vellosidades del intestino delgado manda señales de maduración de células epiteliales. Los mecanismos responsables de diferencias de microorganismos en polluelos parecen ser relacionados con las propiedades ácido-base de la formula que incluye lacto ferina y proteínas inmunológicas, oligosacaridos y la secreción de inmunoglobulina A (IgA). La inmunoglobulina A es la que predominantemente se encuentra en la secreción intestinal, se piensa que es debido a la resistencia a la digestión por las enzimas proteo líticas del intestino. Su función opsonica es débil y la actividad bactericida frente a ala E.coli, en presencia del complemento es inferior que la IgG, otra función sugiere la eliminación inmune de los antigenos circulantes por vía biliar, y la estimulación de las respuestas da anticuerpo frente a los antigenos. Ayuda a eliminar los antigenos que de otra forma penetraría al organismo procedente del intestino (Butteridge 1990).

La IgG se encuentra en mayor concentración en sangre, y por esta razón desempeña el papel mas importante en los mecanismos de defensa mediados por anticuerpos, la IgG puede opsonizar, aglutinar y precipitar los antigenos además, activa el sistema del complemento (Tizard, 1985). En estudios de laboratorio se ha

demostrado la importancia de los probioticos en el control de la Sallmonella Enteritidis, S. Gallinarum y S. Tiphymurium organismos que invaden a los pollos.

El efecto fisiológico gastrointestinal de Aspergillus en comida como prebiótico (AM) en pollos neonatos ha sido investigado en laboratorios. Dos experimentos basados en dietas a partir de sorgo y soya han demostrado que dietas suplementadas con AM aumentaron la altura de la vellosidad en el ileum en 20 días, pero ningún cambio fue observado en la ceca. Los pollos alimentados con AM en el día 10 hicieron mejor utilización de proteína y energía P-E en el ileum aumentando el peso de su cuerpo. Los resultados de este estudio describen que posiblemente la fisiología de la dieta con AM seria un sustrato bueno para mejorar la ecología gastrointestinal.

Un reciente estudio ha evaluado la influencia de tres probioticos (Aspergillus (AM)) fructo oligosacaridos (FOS) combinado con el ácido láctico de las bacterias como probiotico en el desarrollo del intestinal, morfología, conversión alimenticia (FC) peso del cuerpo (BW), y la protección con *Sallmonella enteritidis* (SE). La evaluación de los simbióticos significo el aumento de la mucina y el ácido en las células del duodeno, mucinas neutras en células del ileon, lo ancho y la altura de la vellosidad del duodeno e ileon tuvo un significante aumento en 10 días.

Los resultados indican que el AM como prebiótico combinado con el ácido producido por la fermentación de las bacterias probioticos (simbióticos) tienen un impacto sobre la productividad, en arquitectura de la mucosa ,células globulares y su proliferación en el duodeno y el ileon, estos cambios están relacionados con la reducción de la colonización de SE.

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

El tracto gastrointestinal representa del 4 al 7% del peso corporal y requiere del 20% de la energía y del 25% al 40% de la proteína del requerimiento corporal total. Estos niveles no proporcionales de requerimientos de energía y proteína por el tracto gastrointestinal tienen profundas implicaciones para la producción aviar. Cualquier alteración en la función gastrointestinal en términos de requerimientos de energía o proteína podría alterar el crecimiento o desarrollo total y desempeño.

## 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 proporcionaran herramientas objetivas para establecer aspectos cuantitativos de normalidad intestinal y poder valorar posteriormente el efecto de prebióticos y probioticos sobre el TGI, este último tema de gran importancia recientemente para la industria avícola.

## OBJETIVO GENERAL

Evaluar diversos parámetros morfométricos microscópicos de duodeno, yeyuno, ileon y ciego del pollo de engorda durante las siete semanas de crecimiento.

## OBJETIVOS PARTICULARES

1.- Analizar el espesor de mucosa y muscular de duodeno, yeyuno, ileon y ciego de pollo de engorda

2.- Cuantificar la altura, espesor y número de vellosidades en duodeno, yeyuno e ileon de pollo

3.- Cuantificar la profundidad, espesor y numero de criptas en intestino delgado y ciego de pollo de engorda.

4.- Valorar los cambios cuantitativos de los diversos parámetros en relación a la región intestinal y edad del animal.

BIBLIOTECA CUCBA

## 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.

Se utilizaron 42 pollos de la estirpe Ross, criados bajo condiciones normales de producción. Semanalmente se sacrificaron 6 pollos, por dislocación cervical, inmediatamente después se procedió a la toma de muestras representativas de duodeno, yeyuno, ileon y ciego. 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 Lipshow). Se obtuvieron cortes de 5 µm de espesor que se tiñeran con Hematoxilina y Eosina (AFIP, 1995).

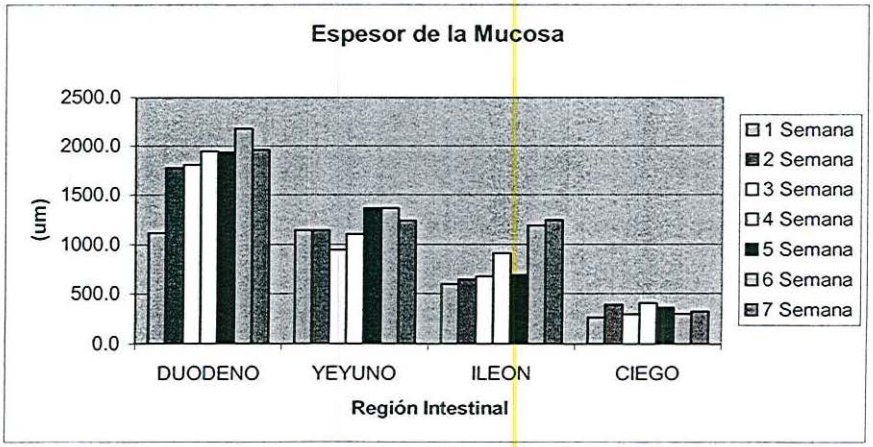
Los parámetros morfométricos se cuantificaron en cinco campos por laminilla, por muestra, con la ayuda de un microscopio óptico y un analizador de imágenes Leica Q500WI. Los parámetros evaluados fueron: espesor de mucosa y muscular, altura y espesor de vellosidades, profundidad y espesor de criptas y numero de vellosidades o criptas por milímetro de intestino. Los datos se sometieron a una estadística descriptiva para obtener media y desviación estándar (Rodríguez, 1991).

## RESULTADOS

### ESPESOR DE MUCOSA

El desarrollo y funcionamiento de la mucosa es indispensable para que se realicen la funciones necesarias como es la absorción de nutrientes, en el presente trabajo se encontró que el espesor de la mucosa se incrementa con relación a la edad, siendo el duodeno la estructura con mayor desarrollo alcanzando en la semana 6, con un promedio de 2117.5 µm. En yeyuno, en las primeras 2 semanas presentó un promedio de 1140.6 µm y en la tercer semana disminuyo a 939.4 µm, aumentando su tamaño hasta alcanzar en la semana 5 y 6 su mayor tamaño que es de 1336.4 µm. Para el ileon, es mas uniforme el desarrollo del espesor de mucosa en relación a la edad, en la primer semana el valor fue de 596.4 µm hasta llegar a 1242.8 µm en la semana 7. En ciego, se observó un espesor de 253.1 µm en la primer semana y semana 4 fue de 401.0 µm (Grafica No. 1)

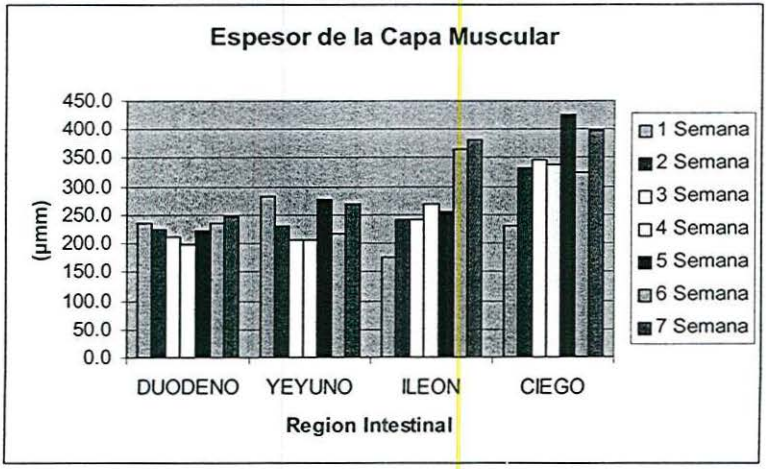
Grafica No. 1 Espesor de mucosa (µm) de las diferentes regiones de intestino de pollo de engorda, en relación con la edad.



## ESPESOR DE MUSCULAR

En duodeno, el espesor de la mucosa presenta un comportamiento no relacionado directamente con la edad, se observa un valor de 237.1 µm en la primer semana, una disminución en el espesor para las semanas intermedias (198 µm) y un incremento en las etapas finales (248.5 µm). En yeyuno presentó un comportamiento similar al de duodeno, se observo un espesor de muscular de 282.0 µm en la primer semana, una disminución para las semanas 3 y 4 (205.5 µm) y un valor de 277.2 µm para la semana 5, que representa el mayor crecimiento alcanzado. Para ileon, el espesor de muscular en la primer semana fue de 175.8 µm, se observó un incremento relacionado con la edad hasta llegar a 380.5 µm en la semana 7. En ciego, se presentó un mayor aumento en el espesor de la mucosa iniciando (semana 1) con 230.5 µm y en la semana 5 se encontró su desarrollo máximo con un valor de 424.1µm (Grafica No. 2)

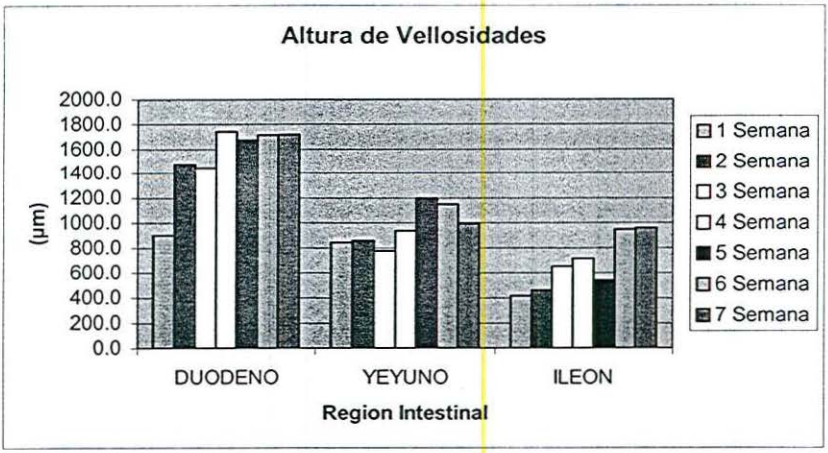
Grafica No. 2 Espesor de muscular (µm) de las diferentes regiones de intestino de pollo de en gorda, en relación con la edad.



## ALTURA DE VELLOSIDADES

En duodeno, se encontró que el desarrollo de las vellosidades va en incremento en relación con la edad, en la semana 1 fue de 903.8 µm, en la semana 4 presenta su altura mayor que fue de 1742.0 µm, manteniéndose estable en las semanas 6 y 7 con las medidas siguientes 1715.1 µm y 1716.4 µm. En yeyuno, el desarrollo es de menor a mayor en relación con la edad, sin embargo no es regular, los valores fueron: de 776.5 µm como minino y 1201.9 µm como máximo, registrado en la semana 5. En ileon, de igual manera se desarrolla la altura de las vellosidades, iniciando con 418.5 µm, para la semana 1 y en la semana 7 se registró un valor de 962.3 µm (Grafica No.3)

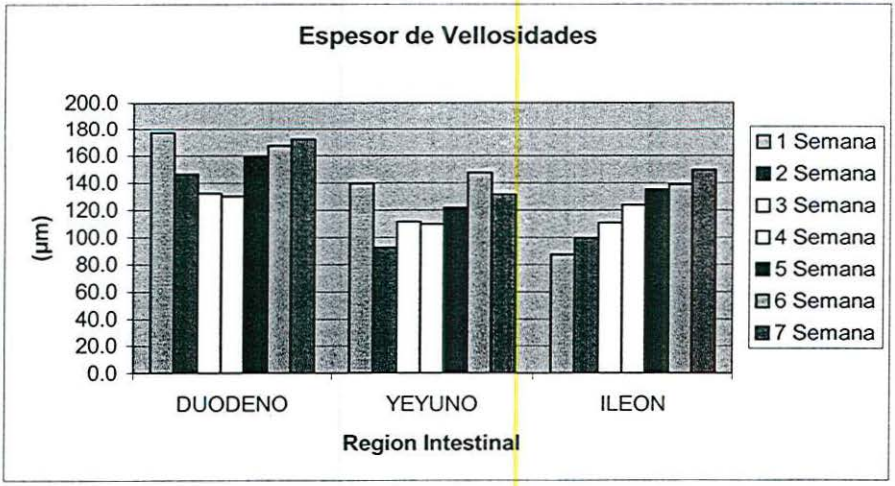
Grafica No. 3 Altura de vellosidades (µm) de las diferentes regiones de intestino de pollo de engorda, en relación con la edad.



## ESPESOR DE VELLOSIDADES

En duodeno, para el espesor de las vellosidades se puede observar que el duodeno inicia con 177.1 µm, disminuyendo hasta 130.1 µm en la semana 4, para la semana 5 presento 159.9 µm hasta llegar a 171.7 µm en la semana 7. En yeyuno se observó un comportamiento similar, con 139.7 µm al inicio, para la semana 2 presenta 92.5 µm de espesor aumentando su tamaño con forme a la edad, su máximo desarrollo se dio en la semana 6 con 147.3 µm, finalizando con 131.5 µm. En ileon se observó un aumento directamente relacionado con la edad, se encontró un dato de 87.3 µm a la primer semana y aumento hasta 149.4 µm, en la semana 7 (Grafica No. 4).

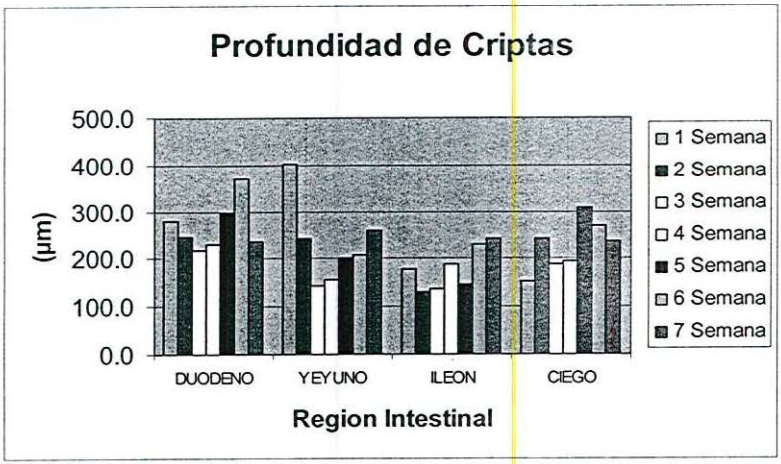
Grafica No. 4 Espesor de vellosidades (µm) de las diferentes regiones de intestino de pollo de engorda, en relación con la edad



**PROFUNDIDAD DE CRIPTAS**

En duodeno, la profundidad de las criptas en la semana 1 presento un valor de 280.3 µm, disminuyendo hasta 217.2 µm en la semana 2, alcanzando a la semana 6 una profundidad de 371.1 µm. Para yeyuno, se observó un valor de 403.0 µm al inicio del estudio, disminuyendo en la semana 3 con 142.4 µm finalizando con 258.3 µm. En ileon, también se observó un comportamiento irregular, con un promedio total de 179.2 µm. En ciego, se encontró en la semana 1, el valor de 152.3 µm y en la semana 5 alcanza su máximo desarrollo con 309.8 µm (Grafica No. 5).

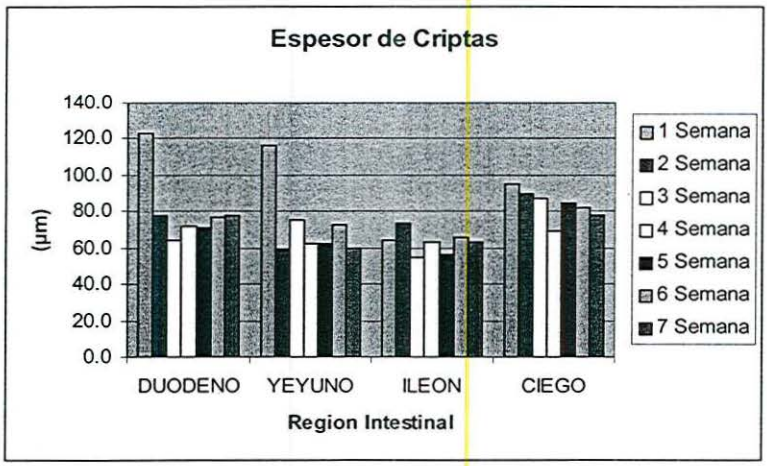
Grafica No. 5 Profundidad de criptas (µm) de las diferentes regiones de intestino de pollo de engorda, en relación con la edad



## ESPESOR DE CRIPTAS

El duodeno, el espesor de las criptas presento un valor inicial de 123.1µm, disminuyendo a 63.9µm en la semana 3, aumentando su tamaño a 77.5µm en la semana 7. En yeyuno, se encontraron valores de 115.8µm a la semana 1, 59.2µm en la semana 2 (siendo el mínimo), a la semana siguiente se presentó un valor de 74.9µm que fue disminuyendo hasta llegar a 59.4µm en la semana 7. Para ileon, el valor mayor fue de 73.2µm que se registró en la semana 2, para el resto de las semanas evaluadas se encontraron valores diversos que en promedio fueron de 62.9 µm. En ciego, el desarrollo fue decreciente al inicio con 94.8µm y 69.4µm en la cuarta semana, en la semana 5 fue de 84.3µm y de 77.4 µm en la séptima semana (Grafica No. 6).

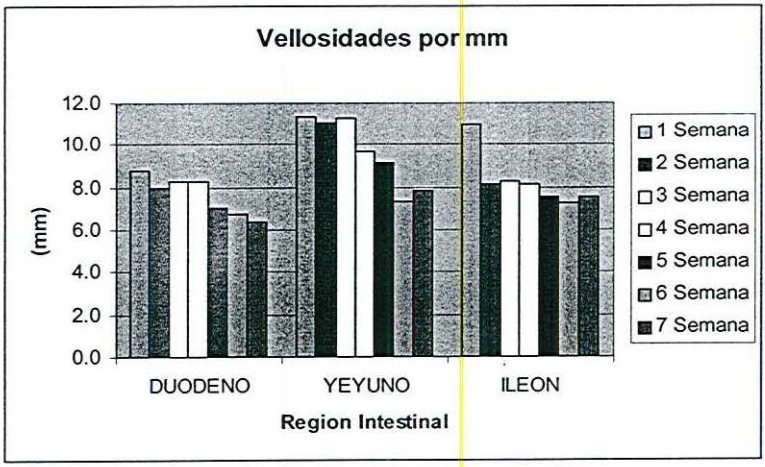
Grafica No. 6 Profundidad de criptas (µm) de las diferentes regiones de intestino de pollo de engorda, en relación con la edad



## NUMERO DE VELLOSIDADES

En duodeno, se encontró una disminución en el numero de vellosidades por milímetro, los valores fueron: de 8.8 a 6.3 vellosidades/mm, con un promedio general de 7.6. En yeyuno el número de vellosidades se mantiene estable en las primeras tres semanas con un dato de 11.1, el menor valor fue de 7.3 en la semana 6, por lo que se encontró un promedio total de 9.7 vellosidades/mm. En ileon, el mayor valor se encontró en la primer semana de edad (11.0 vellosidades/mm), este promedio disminuyo a la segunda semana y se mantuvo estable para las semanas 2-4, observándose en la semana 5 un valor menor que fue de 7.2 vellosidades/mm (Grafica No. 7).

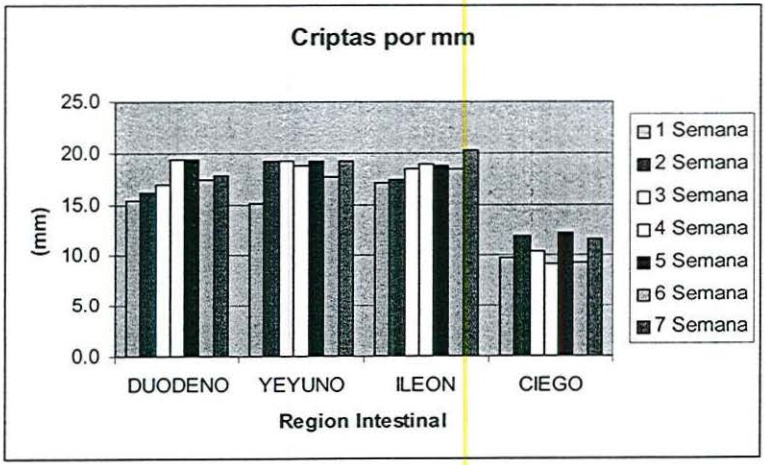
Grafica No. 7 Numero de vellosidades por milímetro de las diferentes regiones de intestino de pollo de engorda, en relación con la edad



## NUMERO DE CRIPTAS

En el duodeno el número de criptas fue aumentando en relación a la edad, en la semana 4 y 5 del duodeno se observó un tamaño de 19.3 criptas/mm, descendiendo a 17.8 al final del periodo de estudio. En yeyuno, se observó un dato inicial de 15.1 criptas/mm, aumentando con la edad hasta llegar a 19.3 criptas/mm, En ciego, se encontró un desarrollo irregular con un promedio general de 10.6 criptas/mm (Grafica No. 8)

Grafica No. 8 Numero de criptas por milímetro de las diferentes regiones de intestino de pollo de en gorda, en relación con la edad



## DESCRIPCION HISTOLOGICA

Al analizar las muestras se encontraron características histológicas normales en las regiones analizadas: muscular y mucosa bien definidas, con límites claros, la capa submucosa medianamente preservada, contribuyendo en algunas muestras a una separación entre las capas intestinales.

Las vellosidades se encontraron bien preservadas, con un epitelio y proporción de células epiteliales normales. Sin embargo, la forma de las vellosidades cambio según la región intestinal, de aspecto delgado en duodeno y más cortas y anchas en ileon (Fig. 1-3). Las dimensiones de mucosa y vellosidades aumentaron con la edad como se observa en las imágenes. No se observaron pliegues intestinales en ninguna de las regiones de intestino delgado.

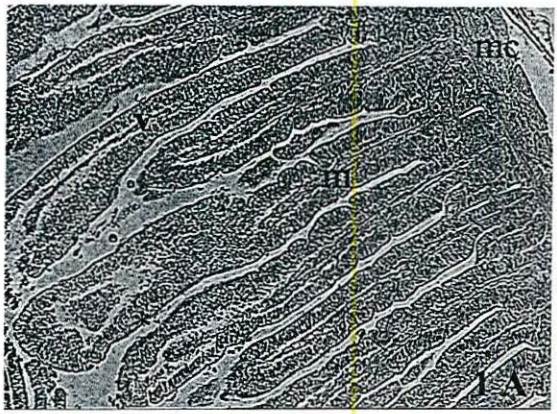
Al analizar ciego se observaron imágenes con aspecto normal, aunque con ligera separación entre las estructuras, principalmente mucosa y muscular. La arquitectura de criptas presento epitelio columnar con las estirpes celulares características (Fig. 4).

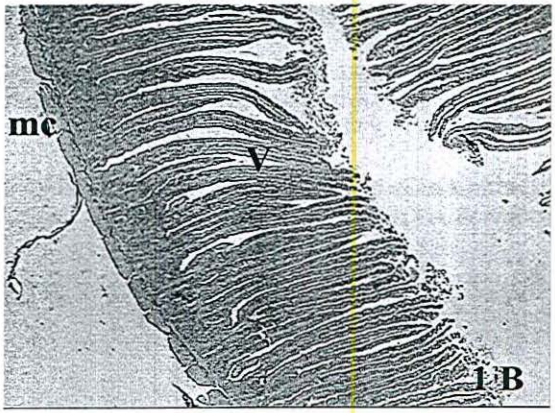
Fig. No. 1 Microfotografias de duodeno de pollo de engorda, imágenes a bajo aumento, donde se muestran la estructura de las capa mucosa y muscular.

Fig. **1A**, duodeno de pollo de 1 semana de edad. Se observan las capas intestinales mucosa (**m**) y muscular (**mc**), así como diversas vellosidades (**v**) longitudinales, dos de ellas completas en el centro de la imagen (*). Tinción HE. Objetivo 5X.

Fig. **1 B**, duodeno de pollo de 4 semanas de edad, panorámica de un corte longitudinal de duodeno, se distinguen las vellosidades (**v**) con orientación longitudinal, así como la capa muscular (**mc**). Tinción HE. Objetivo 1.6X.

Fig.**1 C** duodeno de pollo de 7 semanas de edad, panorámica de un corte longitudinal de duodeno, se distinguen las vellosidades (**v**), zona de criptas ( **c** ) así como la capa muscular (**mc**). Tinción HE. Objetivo 1.6X.


mc
V
m
1 A


mc
V
1 B

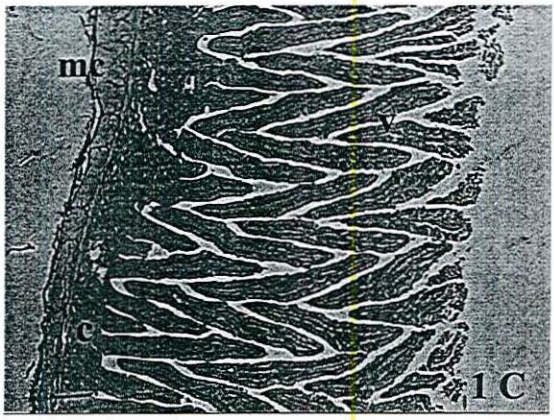
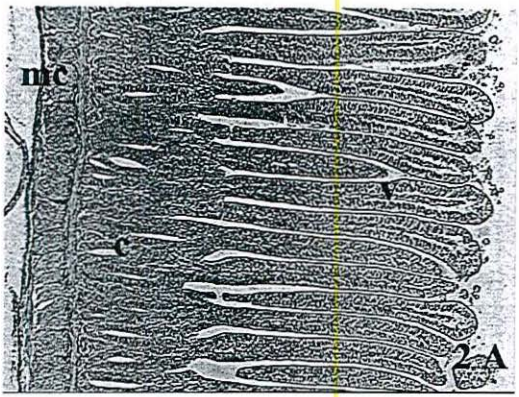

mc
V
c
1 C

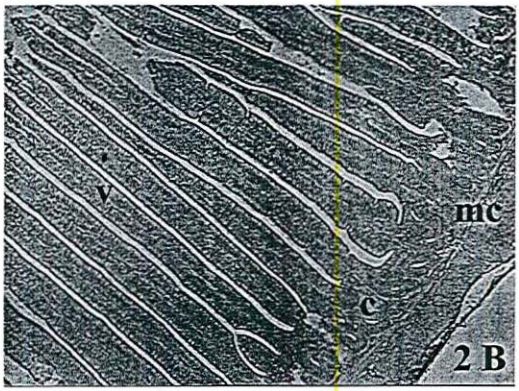
Fig. No. 2 Microfotografias de yeyuno de pollo de engorda, imágenes a bajo aumento, donde se muestran la estructura de las capa mucosa y muscular.

Fig. **2 A**, yeyuno de pollo de 1 semana de edad. Se observan las capas intestinales mucosa (**m**) y muscular (**mc**), así como un numero importante de vellosidades (**v**) y criptas (**c**) longitudinales. Tinción HE. Objetivo 5X.

Fig. **2 B**, yeyuno de pollo de 4 semanas de edad, corte longitudinal, se distinguen las vellosidades (**v**) y criptas (**c**) con orientación longitudinal, así como la capa muscular (**mc**). Tinción HE. Objetivo 5X.

Fig.**2 C** yeyuno de pollo de 7 semanas de edad, se distinguen las vellosidades (**v**), zona de criptas (**c**) así como la capa muscular (**mc**). Tinción HE. Objetivo 5X.


mc
v
c
2 A


v
mc
c
2 B

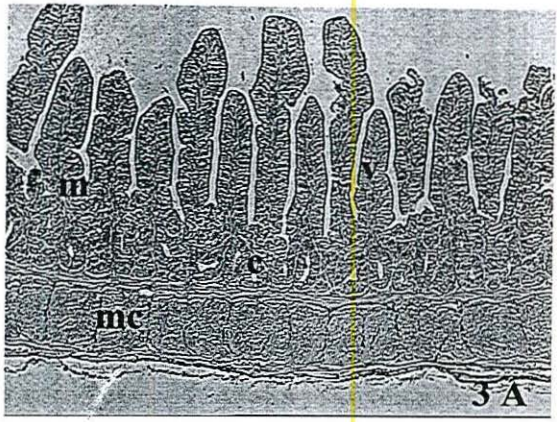
mc
v
2 C

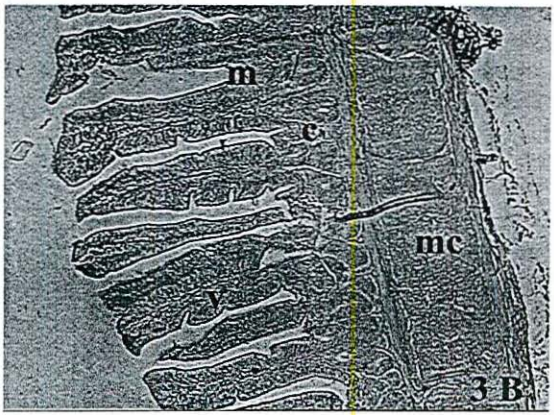
Fig. No. 3 Microfotografias de ileon de pollo de engorda, imágenes a bajo aumento, donde se muestran la estructura de las capa mucosa y muscular.

Fig. **3 A**, ileon de pollo de 1 semana de edad. Se observan las capas intestinales mucosa (**m**) y muscular (**mc**), así como un numero importante de vellosidades (**v**) y criptas (**c**) longitudinales. Tinción HE. Objetivo 5X.

Fig. **3 B**, ileon de pollo de 4 semanas de edad, corte longitudinal, se distinguen las vellosidades (**v**) y criptas (**c**) con orientación longitudinal, así como la capa muscular (**mc**). Tinción HE. Objetivo 5X.

Fig.**3 C** ileon de pollo de 7 semanas de edad, se distinguen las vellosidades (**v**), zona de criptas (**c**) así como la capa muscular (**mc**). En esta última imagen resulta mas evidente la forma característica de las vellosidades, mas anchas en la parte apical que en el resto de las regiones intestinales. Tinción HE. Objetivo 5X.


m
c
mc
3 A


m
c
mc
v
3 B

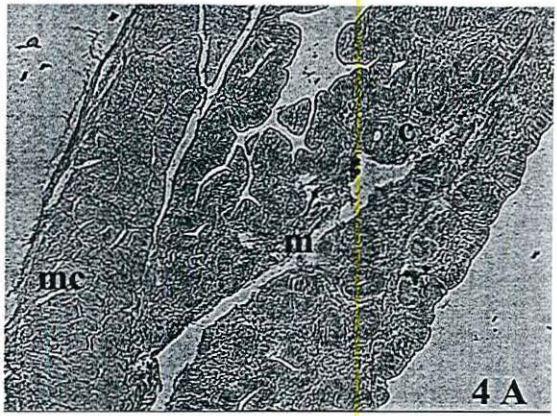
m
c
mc
3

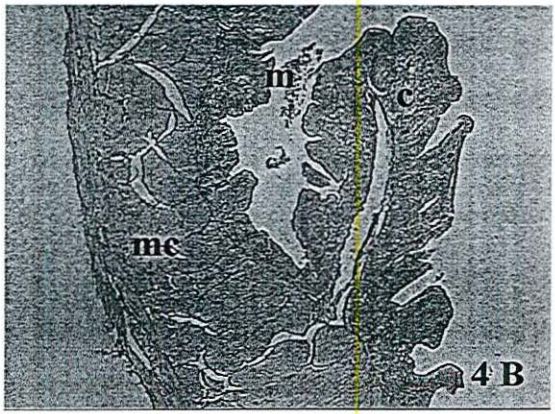
Fig. No. 4 Microfotografias de ciego de pollo de engorda, imágenes a bajo aumento, donde se muestran la estructura de las capa mucosa y muscular.

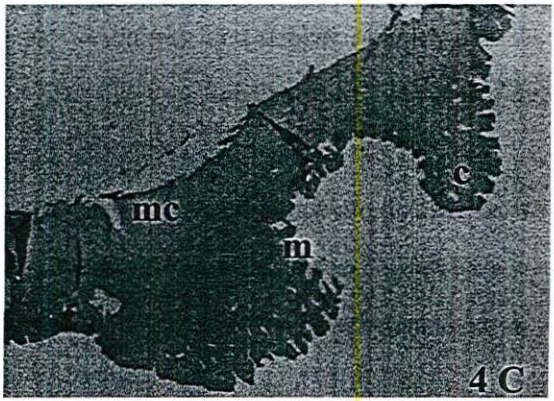
Fig. **4 A**, ciego de pollo de 1 semana de edad. Se observan las capas intestinales mucosa (**m**) y muscular (**mc**), así como un numero importante de criptas (**c**). Tinción HE. Objetivo 5X.

Fig. **4 B**, ciego de pollo de 4 semanas de edad, corte longitudinal, se distinguen el espesor de la capa muscular (**mc**) y la mucosa en donde se aprecia la zona criptas (**c**). Tinción HE. Objetivo 5X.

Fig.**4 C** ciego de pollo de 7 semanas de edad, se distingue la zona de criptas (**c**) así como la capa muscular (**mc**). Tinción HE. Objetivo 1.6X.


c
m
mc
4 A


m
c
mc
4 B


c
mc
m
4 C

**DISCUSION:**

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 entericitos 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 relacione ente 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 amoniaco y aminas, 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 alimentaría y aumenta la ganancia de peso corporal (Garlech, 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 substrato 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 aminas biogénicas (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).

De manera reciente, se han realizado diversos estudios que prueban el uso de antibióticos como promotores del crecimiento y moduladores del TGI; Al evaluar una 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 etal., 2003).

Juárez etal., (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.

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, probioticos y simbióticos sobre la estructura del tracto gastrointestinal (TGI).

## CONCLUSIONES

1.- En duodeno se presentó el mayor desarrollo de mucosa intestinal, evidente por algunas dimensiones de las vellosidades y criptas.

2.- En yeyuno se encontró un comportamiento similar al duodeno, sin embargo las dimensiones fueron menores para esta región.

3.- En ileon se encontraron vellosidades más cortas y anchas, y una capa muscular mas engrosada, que en las regiones anteriores.

4.- En ciego el cambio es marcado, presentando mucosas más delgadas, capa muscular más ancha y prominentes pliegues intestinales.

5.- El desarrollo de la mucosa, vellosidades y criptas intestinales esta asociado con la edad del animal, sin embargo, solo hasta la sexta semana de edad.

6.- Las regiones analizadas no responden de manera similar, ya que algunos parámetros presentaron variaciones importantes y no uniformes a los largo del estudio.

## BIBLIOGRAFIA


1. AFIP. Instituto de Patología de las Fuerzas Armadas de los Estados Unidos de América. Métodos Histotecnologicos. Editado por Ednna B. Propnet, Bob Mills, Jacquelyn B. Arrington, Lesllie H Sobin. Versión en Castellano editada y traducida por Clara S. Haffess, Forabel G. Mullick. 1995; 253.
2. 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.
3. Banks W.J. Histología Veterinaria Aplicada. 2da. Edición, Manual Moderno, México. 1996. 499-510.
4. Bedford, M Independent and interactive changes between the ingested feed and the digestive system in poultry. 84th Annual Poultry Science Meeting. Alberta, Canadá, 1995. 14-18.
5. Brito D.V.H.: Casarin V.A.: Delgado C. J.: García E. M y Forat S. M. Uso de un alimento de recepción: cambios en el aparato digestivo de pollo de engorda durante la primera semana de edad. -Nutec, Premix, S.A. de C.V. http://www.aveworld.com.br/aveworld/publicacoes
6. Butteridge P.M.: Inmunología Veterinaria. 4ta. Edición, Zaragoza España, Editorial Acribia. 1990. 76-77.
7. Castello J.A. y Leonard F. Biología de la Gallina. Real. Escuela de Avicultura. 1ra Edición. Caixa Barcelona. 1989. 85-94.
8. Craven S.E. Colonization of the intestinal tract by Clostridium perfringens and fecal shedding in diet-stressed and unstressed broiler chickens. Poult. Sci., 79:843-849 (2000).
9. Cunningham J.G. Fisiología Veterinaria. 3ra. Edición, Editorial Elsevier, Madrid España. 2003. 276-278.
10. Dallmann H D.: Histología Veterinaria. 2da. Edición, Zaragoza España, Editorial Acribia. 1993. 219-221.

11. Douglas MW. Parsan. Effect of Various soybean Meal Sources and Avizyme on Chick Growth Performance and Ileoil Digestible Energy. J. Appl. Poult. Res., 9: 74-80 (2000).
12. Frook J.A y Thomas P.C. Fisiología en los animales domésticos. Editorial Continental, 1984. 20-35.
13. Gal-Gelber O.: Mabjeesh S.J.: Salan D and Uni Z. Nutrient transport in the small intestine: Na+,K+ ATPase expression and activity in the small intestine of chicken as influenced by dietary sodium. Poult. Sci. 82 (7): 1127-1133 (2003).
14. Garlech J. D. Microbiología del tracto intestinal: Los probioticos. Tecnología Avipecuaria en Latinoamérica, Año 13, No. 151 (2000).
15. Gonzales E.: Kondo N.: Saldanha E.S.P.B.: Loddy M.M.: Careghi C and Decuypere E. Performance and Phisiological Parameters of Broilers Chickens Subjects to Fasting on the Neonatal Period. Poult. Sci. 82 (8):1250-1256 (2003).
16. Gunter Wittke. Fisiología de los animales domésticos, Editorial Hemisferio Sur, 1978. 5, 9, 27, 28, 29.
17. 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.
18. Muramatsu T.: Nakajima S and Okumura J. Modification of energy metabolism by the presence of gut microflora in the chicken. Britsh J. Nut. 71:709-717.(1994).
19. Nava G.: Drake A.: Téllez G.: Donoghue A.M y Hargis B.M. Manipulación de la ecología intestinal para una mejor salud del intestino. University of Arkansas and USDA-ARS. Memorias del 1er. Simposium Internacional de Integridad Intestinal Avícola.2002.
20. Reyes C.P. Bioestadística aplicada. Ed. Trillas. México. 1984; 36, 113.
21. 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).

22. Rodríguez del Ángel J.M. Métodos de Investigación pecuaria. Ed. Trillas. México. 1991; 38, 81.
23. Shelton J.L.: Mavromichalis I.: Payne R.L., Southern L.L and Borkert D.H. Growth Performance of Different Breed Crosses of Chicks fed Diets with Different and Energy Sources. Poult. Sci. 82 (2): 272-278 (2003).
24. Sisson S. and Grossman J.D.: Anatomía de los Animales Domésticos. 5ta ed. Salvat, Mallorca. España.1985. 2035-2055.
25. Strong R.T.: Rady R P and Braun J E. Avian cecal microanatomy: A morphometric comparison of two species. J Exper Zoo Sup 3:10-20 (1989).
26. Swenson M.J y Recce W.O.: Fisiología de los Animales Domésticos de Dukes. Uteha Noriega Editores, México, 1999, 362-364.
27. Takahashil K.: Akibal Y.: Iwata T and Kasai M. Effect of mixture of conjugated linoliec acid isomers on growth performance and antibody production in broiler chicks. British J. Nut. 89(5): 691-694. (2003).
28. 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.
29. Tizard I., Inmunologia Veterinaria. 4ta. Edición, Interamericana McGraw-Hill, Mexico, 1985.129-132
30. Uni Z.: Smirnou A and Sklkan D. Pre-and postnatal development of goblet cell in the broiler small intestine, effect of delayed acces to feed. Poult. Sci. 82 (2): 320-327 (2003).
31. Weurding R.E.: Enting H and Verstengent M.W.A. The relation between starch digestion rate and amino acid level for broiler chicks. Poult. Sci. 82 (2): 279-284 (2003).