

01674



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE  
MÉXICO**

---

**MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN  
Y DE LA SALUD ANIMAL**

**EVALUACIÓN DE LA TÉCNICA DE CECOECTOMÍA CON  
ANESTESIA DISOCIATIVA EN TÉRMINOS DE SOBREVIVENCIA  
EN POLLITOS DE ENGORDA DE 6 DÍAS DE EDAD.**

**TESIS**

**PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS**

**PRESENTA**

**SHALAIKO CHRISTIAN CARLIN VALDERRABANO**

**TUTOR:**

**FERNANDO PÉREZ-GIL ROMO**

**COMITÉ TUTORAL:**

**VÍCTOR MANUEL PETRONE GARCÍA  
ANTONIO DÍAZ CRUZ**

**México, D. F.**

**2004**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## **DEDICATORIA**

A mi Dios: Jehová

A mi abuela: Emma Espinosa Lara

A mi madre: Luz Margarita Valderrabano Espinosa

A mis amigos más cercanos: Daniel Ortega Álvarez y Miriam Martínez Bautista

A mis hermanos: Andy y Karina

A mis maestros más queridos y que me han enseñado con su ejemplo:

Cristo

En rique Lozada  
Aurora Velásquez  
Alfredo Cortes  
José Luis Dávalos  
Mirna Vicencio  
Tamas Fehervary  
Fernando Pérez-Gil  
Jaime Navarro

## AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Luis Alberto Zarco Quintero, por su interés y apoyo para la culminación de este trabajo.

A mi facultad (FMVZ – UNAM), por todas las facilidades el apoyo económico recibido.

Al posgrado de mi facultad, por todas las facilidades el apoyo económico recibido.

Al Dr. Fernando Pérez-Gil Romo, por escucharme, creer en mí y apoyarme en la realización del proyecto de maestría.

Al Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán (INCMNYS), que a través del Dr. Fernando Pérez-Gil, me brindó el mayor apoyo económico recibido para la realización de la investigación de este proyecto.

Al Dr. Víctor Manuel Petrone García. Por su valiosa contribución económica y logística en el desarrollo del experimento.

Al Dr. Jaime Alonso Navarro Hernández. Por que me enseñó a entender y disfrutar la estadística, y contribuyo con su conocimiento sin reservas a orientarme en la elaboración de mi tesis.

Al Dr. Rogelio Hernández Pando, y los compañeros del Departamento de Patología Experimental del INCMNSZ por el apoyo técnico correspondiente al estudio histológico.

A mi amiga, Mireya Juárez, por su valiosa, ayuda durante la observación de laminillas.

A mis amigos más cercanos por creer en mí y apoyarme física y moralmente.

A mis hermanos Andy y Karina, por su apoyo incondicional.

Al personal del DPA: Aves.

A Dios, por su inagotable amor y misericordia. Por la fe y gracia que ha ido depositando en mí para tener una actitud humilde, optimista, incansable y flexible ante cualquier circunstancia y ante mi propia naturaleza.

*...El mar estaba agitado, porque soplaba un fuerte viento...y tuvieron miedo. Pero el les dijo: Yo soy; no teman, entonces ellos lo recibieron con gusto en la barca, la cual llegó en seguida a la tierra a donde iban. (Juan 6:18-21).*

*¡Bienaventurado el hombre que halla la sabiduría y obtiene la inteligencia, porque su ganancia es más que la de la plata, sus beneficios más que el oro fino! (Proverbios 3:13)*

*Mira la hormiga, perezoso, observa sus caminos y sé sabio... (Proverbios 6:6)*

## ÍNDICE

Resumen	VII
Abstract	VIII
Introducción	1
Breve descripción anátomo-fisiológica del tracto digestivo del pollo de engorda.	2
Consideraciones generales para la práctica quirúrgica (cecoectomía) en aves.	8
Hipótesis	13
Objetivos	14
Material y métodos	15
1) Identificación del tipo y dosis de anestésico a utilizar para el modelo de estudio (cecoectomía)	15
2) Descripción de la técnica (modificada) de cecoectomía	17
3) Comparación de sujetos laparotomizados y cecoectomizados en términos de sobrevivencia, crecimiento y otras variables de interés secundario	21
Resultados	24
1) Identificación del tipo y dosis de anestésico a utilizar para el modelo de estudio (cecoectomía)	24
2) Descripción de la técnica (modificada) de cecoectomía	26
3) Comparación de sujetos laparotomizados y cecoectomizados en términos de sobrevivencia, crecimiento y otras variables de interés secundario	26
Discusión	31
Conclusiones	35
Cuadros	36
Figuras	42
Referencias	78

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Hormonas gastrointestinales en el pollo de engorda	36
Cuadro 2. Jugos digestivos y algunos de los componentes de participación digestiva en pollo de engorda	37
Cuadro 3. Frecuencia respiratoria por minuto (FR/min), de 120 pollitos de 6 días de edad bajo anestesia disociativa, Ketamina + Lidocaína 2%	38
Cuadro 4. Peso corporal en gramos de pollitos de 6 días de edad	38
Cuadro 5. Tiempo ocupado en cirugía en minutos y segundos por grupo operado	39
Cuadro 6. Porcentaje de sobrevivencia de los grupos operados, y número de días en que tardan en morir después de la cirugía	40
Cuadro 7. Peso en gramos en base a los sobrevivientes de cada grupo hasta la 5ª semana de edad	41

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Sistema nervioso autónomo de ave	42
Figura 2. Sistema nervioso autónomo de mamífero	43
Figura 3. Tracto digestivo pollo de engorda	44
Figura 4. Saco ciego abierto a lo largo	45
Figura 5. Fotografía con microscopio electrónico	46
Figura 6. Pollitos de 1 día de edad en criadora tipo batería	47
Figura 7. Aplicación subcutánea de anestesia disociativa en pollito de 6 días de edad	48
Figura 8. Periodo de inducción de la anestesia, pérdida de equilibrio	48
Figura 9. Músculos abdominales del pollo de engorda	49
Figura 10. Corte y área de abordaje	50
Figura 11. Colocación de campo y búsqueda de sacos ciegos	51
Figura 12. Topografía de la cavidad abdominal. Vista ventral	52
Figura 13. Topografía del cuello y la cavidad abdominal de la gallina. Vista derecha	53
Figura 14. Topografía de la cavidad abdominal de la gallina (ampliación). Vista derecha	54
Figura 15. Vasos sanguíneos del tracto gastrointestinal de estómago a cloaca	55
Figura 16. Extracción de sacos ciegos; electrocauterización de los vasos sanguíneos	56
Figura 17. Ligadura de la base (cuello) de los sacos ciegos y su extracción	57
Figura 18. Surgete simple de piel y cavidad abdominal	58
Figura 19. Recuperación de la anestesia; reingreso a criadora	59
Figura 20. Cicatrización pollo de 7 días; pollo de 14 días	60
Figura 21. Cicatrización pollo de 28 días; pollo de 35 días	61
Figura 22. Pollito muerto de 7 días de edad, 1 día después de la cirugía y necropsia	62
Figura 23. Necropsia de un pollito de 9 días de edad, 3 días después de cecoectomía	63
Figura 24. Cicatriz en un pollo cecoectomizado de 35 días de edad	64
Figura 25. Megaíleon de un pollo cecoectomizado de 35 días de edad	65
Figura 26. Asas intestinales de un pollo cecoectomizado de 35 días de edad	66
Figura 27. Asas intestinales de un pollo laparotomizado de 35 días de edad	66
Figura 28. Comparación de sutura Dexon por tipo de cirugía	67
Figura 29. Comparación de sutura PDS por tipo de cirugía	67
Figura 30. Comparación de suturas por cecoectomía	68
Figura 31. Comparación de suturas por laparotomía	68
Figura 32. Comparación de los tipos de cirugía	69
Figura 33. Comparación de los tipos de sutura	69
Figura 34. Ganancia diaria de peso (comportamiento por grupo)	70
Figura 35. Ganancia diaria de peso (periodo crítico de 15 días posoperatorio)	71
Figura 36. Logaritmo natural de ganancia diaria de peso	72
Figura 37. IDP – Long	73
Figura 38. Lpidp – Long	73
Figura 39. IDP – Trans	74
Figura 40. Lpidp – Trans	74
Figura 41. IDD – Long	75
Figura 42. Lpidd – Long	75
Figura 43. IDD – Trans	76

Figura 44. Lpidd – Trans	76
Figura 45. Corte histológico de intestino delgado proximal (IDP) y distal (IDD), tinción de hematoxilina – eosina, 4 X	77

## RESUMEN

La cecoectomía se emplea desde principios del siglo XX, mediante esta se han generado estudios de digestibilidad y función cecal principalmente en aves mayores a 2 semanas de edad. Los trabajos en pollitos son escasos, es necesario evaluar el modelo en edades en las que el ciego es importante en el desarrollo intestinal y del individuo. Se conocen pocos estudios sobre el éxito de la técnica en función de la sobrevivencia. Se hicieron ensayos en aves de diferentes edades para encontrar la dosis y técnica de anestesia disociativa más adecuada y segura en pollitos de 6 días. Se logró la cecoectomía con anestesia disociativa en pollos de engorda de 6 días y en tiempo no mayor a 30 minutos por individuo operado. Se contrastó la sobrevivencia entre sujetos cecoectomizados y laparotomizados utilizando dos tipos de sutura, PDS II y Dexon II. De 120 pollitos anestesiados de forma disociativa el 100% sobrevivió a la anestesia. De los 30 individuos laparotomizados con PDS sobrevivió el 94 %, superando a los de Dexon. De 30 pollitos cecoectomizados con PDS, el 47% sobrevivió, siendo mayor que con Dexon. Se comparó el empleo de PDS y Dexon en la técnica de cecoectomía y el primero ofrece mayor sobrevivencia ( $X^2 = 1.6296$ ;  $P = 0.2018$ ). Cuando esto mismo se hace en laparotomía, PDS ofrece mayor sobrevivencia respecto a Dexon ( $X^2 = 6.9173$ ;  $P = 0.0085$ ). Se comparó a todos los pollos laparotomizados contra todos los cecoectomizados, resultando mayor sobrevivencia en la técnica de laparotomía ( $X^2 = 19.9739$ ;  $P < 0.0001$ ). La muerte posterior a la cecoectomía se presentó desde las primeras horas hasta los 14 días después. Los hallazgos a la necropsia (deshidratación del individuo y megaíleon) sugieren problemas de absorción por la falta de ciegos y alteraciones en el tránsito intestinal por la cirugía.

Palabras clave: Pollito de engorda, ciego, cecoectomía, ketamina, sobrevivencia.

## ABSTRACT

Caecectomy is used since principles of XX century, by this have been generated studies of digestibility and caecal function mainly in birds more than 2 weeks old. Works in chicks are scarce, is necessary to evaluate it in ages in those the ceca is important in the individual and intestinal development. They are known few studies about the technique success in survival function. Rehearsals were made in fowl at different ages to find the surer dose and technique of dissociative anesthesia in 6 days old broiler chicks. Caecectomy was achieved with dissociative anesthesia in 6 days old chicks and in time bigger no to 30 minutes for operated individual. The survival was contrasted between cecectomized and laparotomized (sham operated) subjects using two suture types, PDS II and Dexon II. From 120 anesthetized chickens 100% survived the anesthesia. From 30 laparotomized individual with PDS 94% survived, overcoming to Dexon. From 30 chickens cecectomized with PDS, 47% survived, being bigger than with Dexon. The PDS and Dexon employment was compared in caecoectomy and the first one offers bigger survival ( $X_{12} = 1.6296$ ;  $P = 0.2018$ ). When this same it is made in laparotomy, PDS offers bigger survival regarding Dexon ( $X_{12} = 6.9173$ ;  $P = 0.0085$ ). All the chickens laparotomized against all the cecectomized was compared, being bigger survival in laparotomy ( $X_{12} = 19.9739$ ;  $P < 0.0001$ ). The later death by caecoectomy presents from the first hours until the 14 days. To the necropsy the dehydrated chickens and megaileon suggest absorption problems be cause the lack of ceca and alterations in the intestinal transit be cause the surgery.

Key words: broiler chicks, ceca, caecectomy, ketamine, survival.

## INTRODUCCIÓN

Durante los últimos 30-40 años se han estudiado los mecanismos de digestión y nutrición animal, dependientes de la simbiosis bacteriana presente en varios vertebrados (1, 2, 3, 4, 5).

El rumiante ha sido el modelo más estudiado ya que depende directamente de la digestión microbiana del alimento para completar su nutrición. A partir de este tipo de estudios, es como se ha investigado el papel que juega la biota (bacterias) gastrointestinal, para tratar de dilucidar su función e importancia en el animal (2, 3).

En el caso de las aves existen estudios que se han generado desde principios del siglo XX (1, 4), y que hasta ahora solo han mostrado algunas de las funciones importantes de las bacterias y las cavidades gastrointestinales como es el caso del buche como almacén y digestión (bacteriana) parcial de alimento y el ciego con la absorción de agua y producción bacteriana de ácidos grasos volátiles entre otras sustancias, estos datos solo muestran un panorama de cuales son las posibles contribuciones directas de las bacterias sobre el ave (1, 2, 3, 5, 6, 7).

Lo anterior constituye un tema donde los investigadores debaten respecto a la relevancia de las bacterias y los sacos ciegos en la nutrición de las aves (1, 2, 3, 4, 5, 6).

Existen ciertos lineamientos que especifican la manera en la que el pollo de engorda debe ser alimentado, describiendo el paso de los alimentos, su digestión y la absorción de nutrientes a través del tracto gastrointestinal. En este trayecto se presumen una serie de eventos bioquímicos y fisiológicos, algunos de los cuales no han sido bien comprendidos y / o totalmente esclarecidos, por ejemplo el paso por los sacos ciegos (1, 3, 5, 6, 7, 8).

Lo que se conoce sobre los ciegos de las gallinas es, que son una fuente alterna de energía (AGV's), de vitaminas, así como sitio para absorción de electrolitos, agua y nitrógeno. La participación de las células intestinales y la biota intestinal constituye un frágil ecosistema dentro del organismo del ave, originando una simbiosis no del todo conocida, los ácidos grasos de cadena corta proveen energía para las células epiteliales del intestino y juegan un papel importante en la absorción de sodio y agua. Por otro lado la absorción de amonio ayuda en la conservación de nitrógeno y agua (1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16).

La digestión de los alimentos en el pollo es de tipo endógena (autoenzimática o enzimas propias del ave) y alógena (aloenzimática o digestión microbiana), lo cual nos facilita la separación del trabajo digestivo bacteriano (6).

Las preferencias sobre la dieta, dictamina en gran parte la actividad del animal, la morfología del tracto gastrointestinal y las capacidades metabólicas de las aves (en general), estas características están íntimamente interrelacionadas con su evolución (5, 6, 11, 17, 18).

Los patrones de dieta pueden ser clasificados de acuerdo a la variedad de los diferentes esquemas existentes en las diversas especies de aves (3, 6, 11). Por lo que no debemos olvidar que las gallinas domésticas han sido manipuladas o seleccionadas a lo largo de muchos años (7), creando por medio de la dieta un granívoro.

Esto mismo sucede con la flora intestinal, pues está sujeta a la dieta que el animal ingiere, de esta forma la población o diversidad de microorganismos se adecúa, estableciendo de este modo una simbiosis con el hospedador (2, 3, 5, 6, 18).

### **Breve descripción anátomo-fisiológica del tracto digestivo del pollo de engorda.**

Como es sabido, el sistema nervioso autónomo (SNA) esta encargado del control del tracto gastrointestinal por medio de sus sistemas nerviosos simpático (SNS) y para simpático (SNPS). Las funciones opuestas de SNS y SNPS se realizan en equilibrio constante. La acetilcolina (ACh) es el neurotransmisor común en las sinapsis preganglionares en ambos sistemas. Las funciones opuestas refieren básicamente a estimulación e inhibición, como en este caso la motilidad intestinal es propiciada por efecto simpático, mientras que la inhibe el efecto parasimpático (7, 19).

<b>En tracto gastrointestinal</b>	<b>Efecto simpático:</b>	<b>Efecto parasimpático:</b>
Esfínteres	Contracción	Relajación
Motilidad y tono músculo liso	Inhibición	Estimulación

En aves (figura 1) existen ciertas diferencias o desviaciones importantes respecto a lo conocido en mamíferos (figura 2), y valiéndose de estas se menciona que los términos simpático y parasimpático podrían no ser adecuados, aunque no se sugieren alternativas (7).

Dentro de las diferencias que encontramos en SNS, esta el contar con un ganglio especializado en la regulación de las funciones digestivas con el nombre de nervio intestinal (o nervio de Remak). Este ganglio inerva de duodeno a cloaca, pero además tiene funciones de carácter simpático y parasimpático (7).

En el sistema PS, pese a que el neurotransmisor es al igual que en mamíferos (la ACh), solo existen receptores a nivel posganglionar del tipo muscarínico para el neurotransmisor ACh. El plexo pélvico (ganglio), controla las funciones del colon y la cloaca, esta última por la anatomía y función de las estructuras análogas para reproducción, micción y defecación respecto a los mamíferos, presenta diferencias en su organización y control (7).

Existen diversas hormonas secretadas a diferentes niveles del tracto gastrointestinal, que intervienen en el control de la motilidad y en la digestión de los alimentos (cuadro 1).

El tracto digestivo del pollo de engorda (figura 3), inicia por el pico que sirve para tomar y cortar el alimento, es epidérmico y queratinizado. El paladar duro (que comunica

con la cavidad nasal por medio de un orificio o coana) junto con las mejillas, y la mucosa del suelo (donde descansa la lengua), conforman la cavidad oral. En las aves no hay paladar blando, y la faringe con la cavidad oral forman una cavidad común llamada orofaringe (7, 20, 21, 22).

La faringe, contiene la base de la lengua, la cual tiene poca movilidad, pero que es suficiente para colaborar en la deglución (se mueve hacia la apertura esofágica en dirección rostro-caudal 1 a 3 veces por segundo), en esta etapa la glotis se cierra (7, 20, 21, 22).

El esófago (tubo distensible para el transporte del alimento), continúa después de la faringe, y se sitúa entre esta y la entrada de la parte glandular del estómago (proventrículo). Tras el cierre de la glotis el esófago se mueve hacia delante para recibir el alimento, el cual es conducido por peristalsis o contracciones hacia el estómago. En el recorrido del esófago (cervical) se encuentra un divertículo sacular o buche, el cual tiene la función principal de almacenar alimento (por 31 a 41 minutos) (7, 20, 21, 22).

El llenado del buche depende del llenado y contracción de la molleja, de manera que en aves ayunadas la fisura que comunica al buche se cierra para dar paso al alimento hacia el proventrículo. El vaciado del buche es posible cuando se contrae, sin que esto sea influenciado por el tipo de contenido, líquido o sólido. La peristalsis del esófago y buche es organizada por el nervio Vago, sin embargo el esófago presenta algunos movimientos espontáneos de los cuales no se tiene explicación (7).

Las contracciones del esófago y el buche son controladas por 3 tipos de nervios: neuronas estimulantes colinérgicas (acetilcolina), neuronas estimulantes no adrenérgicas no colinérgicas (NANC, péptidos desconocidos) y nervios noradrenérgicos inhibitorios. Aparentemente no son afectadas por el estímulo simpático (7).

Posterior al esófago (torácico), se encuentra el estómago, dividido en dos cámaras, una glandular o proventrículo (donde se realiza la secreción de pepsina y ácido clorhídrico, ver cuadro 2) y otra muscular o molleja (altamente queratinizada y donde se tritura el alimento), estas estructuras se encuentran delimitadas entre sí por el istmo. Los sólidos tardan en pasar por esta región entre 33 y 39 minutos (7, 20, 21, 22).

Después de que el contenido es mezclado y molido por la molleja (aproximadamente 3 contracciones por minuto), los músculos de la molleja se contraen, el istmo se cierra y el píloro, que comunica con el intestino delgado se abre, permitiendo el flujo del alimento (7).

Posterior al estómago se ubica el intestino delgado, sitio considerado de secreción enzimática (cuadro 2) y de jugos biliares, así como encargado de la absorción de nutrientes, conformado por un asa duodenal, que en su mayor parte se identifica por contener al páncreas, y siguiendo esta se encuentra el yeyuno e íleon, la separación formal de estas dos regiones se asume a partir del divertículo de Meckel (conducto de la yema y reminiscencia del saco vitelino) (7, 20, 21, 22).

Cuando el duodeno recibe el alimento se contrae, e inmediatamente el istmo se relaja, permitiendo un reflujo de alimento de la molleja al proventrículo. El píloro, por su parte, permite la entrada al duodeno de materiales solubles, quedándose las partículas mas grandes en molleja (7, 22). Este ciclo no depende de inervación extrínseca, y el istmo es el que al parecer controla al menos el 50% de este movimiento, el otro 50% corresponde al plexo mientérico (7).

Los movimientos peristálticos por las contracciones del músculo liso del intestino delgado son explicados a través del complejo mioeléctrico emigrante (CME), el cual se compone de 3 fases: quietud (1), picos espaciados de forma irregular sobrepuestos a ondulaciones suaves (2) y alta amplitud con actividad regular en picos sobrepuesta en ondulaciones suaves (3). La migración del movimiento es de 0.48 cm a 0.62 cm / minuto y el periodo total es de 77 a 122 minutos (7).

El reflujo intestinal que sucede de intestino delgado a molleja es precedido por la contracción de duodeno, el cual aumenta la presión intraluminal, cesando posteriormente el movimiento gástrico, con el consecuente aumento la presión en la luz de la molleja (cada 15 a 20 minutos en pavos) (7).

El tiempo de retención de sólidos en duodeno es de 5 a 10 minutos, en yeyuno de 71 a 84 minutos, y en íleon entre 90 y 97 minutos (7).

En el proceso de digestión del alimento se involucran diferentes secreciones o jugos digestivos que son vertidos a la luz del tracto gastrointestinal (ver cuadro 2), de los cuales el ave depende para lograr que los ingredientes del alimento se procesen y después puedan absorberse por el tubo digestivo.

Situados al final del intestino delgado (íleon) y al principio del colon – recto (por la difícil diferenciación de ambos segmentos en aves), se encuentran los sacos ciegos, que podrían definirse como un par de cámaras de fermentación bacteriana, el esfínter íleo – ceco – cólico comunica al intestino delgado con las porciones mencionadas de intestino grueso (7, 9, 20, 21, 22).

La motilidad cecal no esta bien entendida. El llenado del ciego ocurre como resultado de la convergencia del movimiento (u ondulaciones) antiperistáltico del colon – recto y los movimientos peristálticos del íleon. La morfología del esfínter ileo-ceco cólico no permite la entrada a los ciegos de partículas grandes, por lo que principalmente entra líquido (7, 9, 23), de hecho el 87 – 97% del fluido tiene origen en la orina (7). De este modo permite que exista una selección de partículas que ingresen o salgan de las cámaras cecales hacia el resto del intestino (1, 6, 7, 9, 23).

El complejo mioeléctrico en ciego no es emigrante, pero sucede de forma parecida al de intestino delgado. Basados en estudios hechos en pavos, existen dos tipos de contracciones, una de baja amplitud relacionada con el mezclado de contenido cecal, que

ocurre en una frecuencia de 2.6 veces/minuto, la otra, de alta amplitud, relacionada con la propulsión del contenido, lo hace en 1.2 veces/minuto. Los movimientos peristálticos en ciego son miogénicamente mediados, a diferencia de mamíferos donde el control es ejercido por el sistema nervioso entérico. El contenido cecal se retiene por 119 minutos y puede ser detectado cuando es expulsado de la cloaca ya que presenta diferencias por consistencia y color respecto al excremento, y la proporción de evacuaciones respecto a las rectales se encuentran entre 1:7.3 y 1:11.5 dependiendo del tipo de dieta (7).

La abertura por donde el intestino grueso comunica con la cloaca es el coprodeo. El colon – recto continuamente provee de orina (de la cloaca) al ciego. Los movimientos (lentos) detectados en este último segmento de intestino grueso son, de corta duración y de larga duración, los primeros están asociados al antiperistaltismo, a los segundos se piensa que están relacionados con el peristaltismo y vaciado de esta región. Los ciclos por minuto y la proporción que guardan las contracciones cortas respecto a las largas son 14.6:2.66. El esfínter íleo-ceco-cólico permite que exista una selección de partículas que ingresen o salgan de las cámaras cecales hacia el resto del intestino (7).

El antiperistaltismo de colon – recto solamente es interrumpido cada vez que el animal defeca, e inicia por una disminución de las contracciones cortas 10 minutos antes de la evacuación rectal, aumentando paulatinamente las contracciones de larga duración. El tiempo de retención de sólidos en este segmento es de entre 26 y 56 minutos (7).

La motilidad puede ser afectada por diferentes factores, como son los anestésicos y altas temperaturas ambientales. Las temperaturas bajas afectan la motilidad en diferentes partes del tracto gastrointestinal pero en general decrece el tiempo de tránsito del alimento (7, 19).

La cloaca es una cámara que da salida al exterior de los productos de sistema digestivo, urinario (urodeo) y el sistema reproductor (proctodeo), la abertura al exterior del animal se le llama normalmente ano, aunque el término ventosa debe ser preferentemente usado para aves (7, 20, 21, 22).

El ciego de las gallinas conforma el 8 % del tracto digestivo de un pollo de engorda de 3 kg de peso corporal, ambos sacos ciegos conforman aproximadamente el 60% del intestino grueso del ave (7). Es además una región que provee de un medio anaerobio para las bacterias, esta dividido en tres regiones: proximal, medial y distal (figura 4), donde la proximal tiene vellosidades bien desarrolladas con un gran número de microvellosidades (como en intestino delgado), células linfoides en la lámina propia y múltiples células caliciformes en el epitelio, también se hallan los agregados linfonodulares y las tonsilas cecales; las paredes cecales de la región media son delgadas y tienen pliegues bien demarcados en la membrana mucosa; en la porción distal del ciego los pliegues son menos desarrollados y las vellosidades son cortas, con pocas células caliciformes (figuras 4 y 5) (2, 5, 6, 7, 9, 20, 23).

Haciendo un resumen del movimiento gastrointestinal, en las aves como en los mamíferos, el bolo alimenticio se mueve de la cavidad oral o pico hacia el ano o cloaca, con sus respectivos movimientos gástricos (proventrículo a molleja) e intestinales (peristálticos = mezcla y digestión para el posterior vaciado). En aves se debe considerar también que el recorrido del alimento en el tubo digestivo algunas veces es interrumpido por reflujos, estos son movimientos que regresan el alimento o el contenido intestinal y suceden a diferentes niveles: 1) entre el proventrículo y la molleja; 2) el intestino delgado y la molleja; 3) el recto (o colon) y el ciego; y 4) la cloaca y el recto (e inclusive este reflujo llega hasta ciego) (2, 6, 7, 11, 12, 14, 16).

Bajo este esquema se plantean modelos experimentales por medio de los cuales se han confirmado hipótesis, y haciendo referencia específicamente a aquellos que involucran la cirugía del ciego, está el modelo de cecoectomía, que por mencionar algunos trabajos donde este se utiliza, se ha publicado que: el ciego contribuye en gran parte de la absorción de agua (24,25, 26) y ácidos grasos volátiles (9), también a mayor absorción de energía, y un coeficiente alto de digestibilidad de ciertos aminoácidos como treonina, leucina, lisina, prolina y serina, que son más excretados y menos digestibles en animales cecoectomizados (27, 28, 29, 30, 31, 32, 33).

Algunos artículos sugieren que aminoácidos no digestibles en dieta pasan a los sacos ciegos y son metabolizados por las bacterias (29), más específicamente con la semilla de algodón, los aminoácidos, histidina, arginina y lisina son bajos en digestibilidad en individuos cecoectomizados (15). De lo anterior, en gallos intactos, canulados y cecoectomizados, se difiere en forma opuesta en lo que respecta a lisina (34), pero a esto mismo se indica la probabilidad de que las bacterias en ciego produzcan lisina bajo condiciones en donde el ambiente bacteriano se ve favorecido (35), como sucede en estudios de digestibilidad de aminoácidos con dietas a base de pasta de frijol de soya (15).

En otros estudios se describe la digestión de hemicelulosa (36) y celulosa en ciego, pero con una ligera variación en la digestibilidad de fibra en animales cecoectomizados contra no operados, haciendo mención de que los sujetos experimentales eran adultos y esto probablemente contribuyó a la poca variación encontrada (24, 25).

Usando la cecoectomía en gallos y la información conocida, se plantea un modelo de predicción de diferencias en digestibilidad con harinas de hueso y cordero como ingredientes en alimento para perro (37).

Se aborda también por medio de la cecoectomía el tema de absorción de xantofilas, donde se utilizan además otras técnicas quirúrgicas en intestino (anastomosis término terminal y ligadura cecal), hallando que el intestino grueso no es sitio de absorción significativa de xantofilas en pollos (37).

A través de la cecoectomía se ha confirmado la importancia del ciego en el balance de nitrógeno por el reflujo de orina, especialmente en dietas bajas en proteína y consumo restringido de agua (12).

En resumen, la cecoectomía, constituye un modelo quirúrgico de investigación (como son, fístula, cánula y ligadura cecal, por mencionar algunos) para el entendimiento de las funciones del ciego y del resto del intestino, principalmente usado en animales mayores de 2 semanas de edad. Es una técnica quirúrgica descrita por varios autores en diferentes fechas desde 1930 <sup>(4)</sup> con modificaciones particulares, que implica la extracción de ambos o uno de los sacos ciegos del ave. Involucra un periodo de dietado previo, generalmente de hasta 24 horas, la posterior anestesia (local, disociada, general fija o inhalada), la cirugía (10 a 60 min), y el posoperatorio de 10-15 días como mínimo y hasta 3 – 6 meses de tiempo máximo encontrado en la literatura <sup>(1, 15, 26, 27, 28, 29, 30, 33, 35, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44)</sup>.

Pese a lo anterior, los experimentos quirúrgicos se han concentrado principalmente en la digestibilidad y aspectos nutricionales <sup>(1, 40)</sup> de animales que en cierta forma han completado gran parte de su desarrollo. Hasta donde se sabe, la madurez del aparato digestivo del pollo sucede dentro de los primeros 10 días morfológicamente y antes de las 3 primeras semanas de vida enzimáticamente hablando. Considerando estudios sobre la biota intestinal podría decirse que después de los 14 días inicia una mayor diferenciación y diversidad bacteriana por región en el tubo digestivo <sup>(7)</sup>. Todo esto se detalla a continuación.

La tasa de proliferación de enterocitos que tienen un incremento post-eclosión reconocido. El desarrollo del tracto digestivo del pollo, comienza en los primeros momentos después del nacimiento, a partir de este momento cuenta con un sistema gastrointestinal anatómicamente completo, pero inmaduro en cuanto a la superficie de absorción <sup>(45, 46)</sup>.

El desarrollo del intestino del pollo sucede de manera acelerada entre los días 1 y 7 de nacido, decrece hacia el día 10 y continúa así conforme aumenta la edad del animal <sup>(45, 46, 47)</sup>.

De igual forma la producción en tipo y cantidad de enzimas sucede dentro de los primeros 21 días del ave. Muy relacionado con el desarrollo intestinal, el tiempo de tránsito o de retención del alimento aumenta conforme a la edad y consumo del animal, mientras que el tiempo de paso por el intestino delgado disminuye entre 30% y 50% del día 4 al 10 de vida, con cambios posteriores menores. Otros experimentos no menos relacionados con el desarrollo intestinal, involucran estudios recientes de la unidad 16S rRNA, sobre la población bacteriana a lo largo de la vida del pollito, confirman, que los cambios o sucesiones de la microbiota intestinal ocurren en el pollo principalmente a los 3-7 días, 14-28 días y 49 días en ciego, mientras que la del íleon es de los 7-21 días, 21-28 días, este último se interpreta como más estable, el estudio refiere que la comunidad de bacterias en íleon y ciego es muy semejante al día 3 de edad, inclusive hasta el día 14, pero después y conforme la edad del pollo avanza la composición o gama bacteriana en intestino grueso (ciegos) y delgado (íleon) varía ampliamente, se menciona también bajo el mismo esquema de estudio molecular que al día 4 de edad la conformación bacteriana en buche, duodeno e

ileon es muy similar, pero que existen factores intrínsecos y de cada individuo que pueden no hacer de esto una generalidad. Todo lo anterior puede relacionarse con la madurez y fisiología intestinal y es solo una muestra de la cantidad de información generada por la necesidad de conocimiento sobre el desarrollo digestivo y el papel de la microflora en el ave doméstica (5, 7, 17, 18, 44, 46).

El panorama planteado nos ayuda a saber que la importancia del ciego en el desarrollo del animal no queda totalmente entendida, y a pesar de contar con mecanismos que hacen suponer la interacción con las demás porciones del tracto gastrointestinal, con el organismo y las bacterias, existen dudas de ¿cómo? ó ¿en qué forma? el ciego contribuye de manera directa al beneficio del ave (1, 5, 11). Esto mismo sugiere el por qué del uso de la cecoectomía en pollitos cada vez más jóvenes, pues se trata de entender por medio de la ausencia de ciego, la necesidad de este órgano en el desarrollo del ave y no solo de su papel en la digestión.

Los experimentos en pollitos de 6 días, representan mayor riesgo y no se encontraron publicaciones en la revisión de la literatura. Podemos citar lo mencionado en el texto sobre la importancia del ciego en absorción de líquidos y por ende en la homeostasis electrolítica del animal. Lejos de considerarse como un reto quirúrgico el operar pollos de 6 días de edad e implementar este tipo de técnica, se trata de contribuir con este modelo en estudios posteriores para resolver incógnitas y afirmar o descartar hipótesis, como por ejemplo la contribución del ciego en del desarrollo intestinal y del pollito. De igual forma, hasta el momento no se encontraron estudios que aporten una base sólida en lo que se refiere a anestesia, técnica quirúrgica y cuidados pre y posoperatorios para repetir en forma práctica y con éxito la cecoectomía. Podemos citar una vez más a Browell & Sadler (1969), en lo que corresponde a la existencia de un porcentaje de mortalidad de 46 % en individuos cecoectomizados (de edades múltiples), esto no se menciona en la mayoría de artículos consultados, por lo que el número total de individuos utilizados para llegar al número muestra de sujetos necesarios para el desarrollo de un experimento en particular se desconoce, y más aún, no se encontró en la literatura consultada un esquema o protocolo establecido de recomendaciones del uso de analgésicos, desinflamatorios y promotores de la motilidad intestinal por mencionar algunos, de este modo se considera que la confianza en la técnica corresponderá, en la confianza de los resultados (48), abriendo nuevamente la posibilidad de repetir pruebas sobre digestibilidad y absorción que en su momento puedan ser cuestionables.

### **Consideraciones generales para la práctica quirúrgica (cecoectomía) en aves.**

Se hizo una revisión general de los protocolos utilizados en clínica de aves de compañía, así como en los artículos de cecoectomía que llegaban a mencionar algo de esto, para saber las condiciones mínimas requeridas antes (preoperatorio - incluye el examen clínico o físico-), durante la cirugía (operatorio) y después en la recuperación del individuo (posoperatorio).

Dentro del procedimiento preoperatorio se encuentra la anamnesis, donde se requiere saber al menos la estirpe, el origen y la edad de las aves. El examen clínico previo a la cirugía se realiza tratando de adecuarnos a lo recomendado en la clínica de aves, en donde se indica que los puntos a considerar en el examen de un ave son: respuesta del ave a su medio, observación del ambiente en el que se desenvuelve el ave y el examen sistemático del ave o paciente (49, 50).

El examen físico sistemático contempla la inspección de los ojos, orificios naturales, miembros, plumas y piel, buscando anomalías físicas o inclusive parásitos. La constante física que al menos debe tomarse en cuenta, es la frecuencia respiratoria por minuto (FR/min), que en periodo de reposo y sujeción para aves de alrededor de 25g de peso contempla de 60 – 70 y de 80 – 120 FR/min, y para aves de 100g de 40 – 52 y 60 – 80 FR/min, en aves adultas de más de 1600 g 12 – 28 y de 20 – 37 FR/min (49, 50).

Como ya se menciona, la técnica de cecoectomía data desde 1930 (4), los trabajos posteriores involucran la misma técnica, con ciertas modificaciones según el investigador. Las recomendaciones de manejo durante la cirugía en aves son: mantener el ambiente de la sala caliente, en pollos cecoectomizados mayores de 6 semanas se encontró publicado temperatura del cuarto de cirugía mantenida entre 24 °C y 27 °C (15, 38), o al menos la mesa quirúrgica a temperatura corporal (base donde se recuesta el pollito) con el fin evitar la hipotermia, al parecer las aves anestesiadas son menos eficientes en la termorregulación (49, 50).

Se recomienda evitar el uso de antisépticos y desinfectantes que promuevan la hipotermia, como es el alcohol en sus diferentes presentaciones (49, 50), para lavar, embrocarse y desplumar el área de incisión (1, 33, 35, 38, 40, 49). Aunque existe polémica respecto al periodo de ayuno previo a cirugía, se encontró que puede no existir (10, 15, 49, 50), ser parcial, o prolongarse hasta por 24 horas (7, 24, 35, 38, 40, 41, 49, 51, 52). El ayuno puede ser solamente de líquidos, de sólidos (1), o ambos, se sabe que el ayuno evita el reflujo a cavidad oral, broncoaspiración, además que previene deyecciones del paciente durante la cirugía (49, 50).

En la preparación del paciente y material quirúrgico, el principio de asepsia debe estar presente de manera constante y práctica, por ejemplo, el uso de jabones y antisépticos (1, 15, 35, 38, 43), contar con guantes de cirugía estériles, cubre boca, gorro de cirugía, desinfectar el instrumental en caso de no poder ser esterilizado, campos estériles, gasas y suturas absorbibles estériles para trabajo *in situ* y cierre de cavidad celómica (33, 49, 50, 53).

El proceso de administración de la anestesia es un método racional y técnico que requiere atención extremadamente individualizada y la dosis dependerá de la especie, peso, condición corporal y edad. Insistiendo en que al menos se debe observar y registrar periódicamente FR (49, 50, 54).

Se recomienda ampliamente la anestesia inhalada por su margen de seguridad (1, 15, 33, 49, 50, 54), aunque siempre el costo que representa el poder operar bajo este esquema hace que se consideren otras alternativas.

Existen ciertos fármacos y combinaciones de estos que pueden ser utilizados para la cirugía en aves:

Ketamina/Diazepam (75 mg/kg IM/ 2.5 mg/kg IV)  
Xilacina (5-15 mg/kg IM)  
Ketamina (10-200 mg/kg parenteral)  
Pentobarbital (25-30 mg/kg IV)

La anestesia que se consigue mediante el empleo de alguno de estos fármacos se reporta de corta duración o riesgosa, implicando incluso la pérdida de la vida del individuo. La ketamina y los otros fármacos (excepto pentobarbital) se recomiendan como anestesia para procedimientos operatorios rápidos, por ejemplo, suturar heridas o debridar abscesos, y en el caso particular de la ketamina se utiliza como inductor de anestesia inhalada en aves (41, 42, 44, 49). El uso de barbitúricos no se recomienda actualmente, (44, 49), sin embargo existen artículos que citan su uso en aves adultas (12, 13, 14, 16, 26, 35, 38, 40, 51) y en pollitos de engorda de 10 días de edad (55) para la práctica de cecoectomía.

Se encontró también el empleo de anestesia local (únicamente lidocaína 2%), en la técnica de cecoectomía, en pollitos de 14 días y hasta en aves adultas, resaltándola como indicada (39, 43). Probablemente el empleo de anestesia local para realizar la cecoectomía se debe a que históricamente a las aves se les considera con un umbral muy alto al dolor, o por que los estudios respecto a como perciben el dolor las aves son escasos y poco detallados (7, 48, 49, 50).

Es necesario abordar la mecánica y lo que hasta el momento se conoce del dolor en aves para comprender la práctica de anestesia local en la cecoectomía. En el pollo de engorda existen diferentes tipos de receptores que relacionan al individuo con los estímulos del medio, dentro de los del tipo mecánico y relacionados con la sensación de dolor se encuentran: las terminales nerviosas libres (delicadas fibras no mielinizadas) en forma de redes encontradas en la epidermis (exteroreceptores) o el tejido conectivo de la dermis, membranas mucosas, serosas, en intersticio de órganos (interoreceptores), los folículos de las plumas y papilas, perciben principalmente estímulos de calor (termoreceptores), ubicación (propiocepción) y en menor escala el dolor (mecanoreceptores). Estructuras más complejas que las anteriores, conocidas como corpúsculos de Herbst, comparables a los corpúsculos de Pacini en mamíferos, son los sensores con mayor número y distribución en la piel (dermis) del ave principalmente en las áreas con pluma, y las piernas, también están distribuidos en el pico y aunque en menor número en la membrana interósea de la pierna, en relación a otras partes del cuerpo existen relativamente pocos corpúsculos en la espalda y mucho menos en el área abdominal. Los corpúsculos de Merkel, se ubican en la dermis, predominantemente en el pico y la lengua, aunque han sido descritas en menor número en la piel que cubre los dedos, y en la piel cubierta con pluma, su función esta orientada a la ubicación en el espacio, y la percepción de estímulos sensoriales (como el dolor), se describen también como receptores sensitivos y de vibración (7, 19, 21, 22, 56).

Todos los receptores anteriores, son más abundantes de la región de la cabeza, específicamente el pico, y disminuyen en cantidad en dirección caudal. El aumento de estímulos mecánicos incrementa la actividad de los mecanoreceptores, y la actividad termoreceptora se incrementa a partir de los 45 °C y 50 °C. Se conoce que las aves en general poseen en sus receptores poca o nula actividad espontánea (7), lo que podría interpretarse también como poca o nula sensibilidad espontánea.

El fenómeno fisiológico de adaptación sensorial en aves es principalmente lento, y parte de la explicación radica en que los corpúsculos (de Meissner en mamíferos) encargados de una rápida adaptación son inexistentes en aves, la lenta y rápida adaptación a los estímulos en piel es por medio de los corpúsculos de Merkel (7).

Podemos definir a la adaptación sensorial como el descenso de la sensibilidad durante la presentación sostenida de un estímulo (19). Si lo anterior se aplicase a las aves, en donde se conoce que su adaptación es principalmente lenta entonces ¿por qué se les considera con un umbral muy alto al dolor?

Los estudios acerca de la percepción del dolor en aves se han realizado en respuesta a estímulos nocivos (pinchar, arrancar plumas, calor, dolor producto de sustancias) y la respuesta consecuente de estos. El pinchar y exponer el cuerpo del animal a una superficie caliente (por conducción) han resultado en comportamiento de escape-huida. El calor ha provocado también inmovilidad, inclusive durante el estímulo de desplume (común en la práctica avícola). Estos dos tipos de respuestas se han nombrado como escape (pelear-volar) e inmovilidad (conservación-retiro). Además de los dos tipos de comportamiento mencionados se registran cambios, principalmente aumentos de presión sanguínea y frecuencia cardíaca (7, 49, 50), la frecuencia respiratoria puede también alterarse (49, 50).

Las observaciones sobre el curso que el dolor sigue en aves, se han hecho en gallinas domésticas después de la práctica de despicado, aparentemente después de éste las aves experimentan un periodo libre de dolor de aproximadamente 1 día, el cual es seguido por un periodo más largo y duradero no especificado de alerta (o defensa). Se ha dicho con esto que si bien las aves no experimentan (de manera rápida) o manifiestan el dolor como en mamíferos, el dolor que perciben éstas es inminente y de tipo crónico (7, 50), con ello existe la posibilidad de que suceda un fenómeno igualmente duradero de adaptación sensorial que permite al ave desenvolverse y conservar su vida a pesar de las condiciones que le provoquen dolor.

Podemos pensar que el número y distribución de mecanoreceptores, así como la complejidad en su interacción poco estudiada, ha permitido que muchas prácticas se lleven a cabo. La evaluación del dolor y el grado en que el ave lo percibe es un tema que hasta el momento causa polémica en el uso de las aves como animales de laboratorio.

Regresando al tema y objeto del presente estudio, se mencionó que la cirugía se realiza en un tiempo de 10 a 60 minutos. Existen diversas descripciones que orientan sobre la zona de abordaje y la posterior localización de los sacos ciegos, por ejemplo, se puede

incidir por el lado izquierdo del abdomen (de la quilla a la articulación de la cadera), con una posición decúbito lateral derecha (38, 51) o decúbito dorsal (33), hacer el abordaje al lado derecho de la línea media (14, 40), o del lado derecho del abdomen partiendo de la pelvis a 2 centímetros antes de la última costilla (15), también es posible incidir del borde caudal de la última costilla derecha al borde caudal de la última costilla izquierda (39, 43). El corte de los planos anatómicos involucrados es en una sola intención. La localización de los sacos ciegos se hace por anatomía y el color diferente (gris oscuro a verde) al resto de las asas intestinales, que algunas veces presentan (22, 39, 43, 51).

Para la hemostasis de los vasos involucrados con la irrigación sanguínea de los sacos ciegos, así como para ligarlos en la base, se encontró por lo regular el uso de diferentes suturas, como seda (1, 15, 39, 40, 43, 51), catgut crómico (33, 39, 43), ácido poliglicólico o Dexon (49), poli – glicolato – lactico o vicryl (35) e inclusive nylon (16, 26). Mismas que se pueden utilizar en el cierre de la cavidad celómica, comúnmente se utiliza una sola sutura para todos los planos anatómicos incididos (1, 39, 51).

A lo anterior se debe añadir que las suturas trenzadas, como el catgut, ofrecen una tardía recuperación en la herida con una mayor reacción del cuerpo hacia estas cuando se comparan con las de tipo monofilamento, como la polidioxanona (PDS), incluso el nylon es mejor para suturar a nivel subdérmico que con las de tipo trenzado. Se recomiendan también aquellas suturas que son degradadas mediante hidrólisis (Dexon y PDS) y no por proteólisis (Seda y Catgut) (49, 57).

La técnica de fulguración para la hemostasis es más eficiente que el uso de suturas para ligar vasos sanguíneos que puedan comprometer la irrigación de otras estructuras anatómicas (38, 39). En aves de vuelo su anatomía dificulta un procedimiento seguro y rápido de hemostasis con sutura, además de que con la técnica de fulguración o electrofulguración, se puede lograr con certeza la coagulación, un mínimo daño a la víscera y tejidos circundantes. Hoy en día se sabe que el mejor instrumento de corte y hemostasis es la radiocirugía (49).

En la mayoría de los artículos de cecoectomía solo se menciona el uso de antibióticos para el tratamiento posoperatorio (1, 15, 16, 26, 35, 39, 40, 43, 51). Se sabe que la gama de antibióticos y dosis para diversas especies de aves y el pollo doméstico esta bien establecida (49, 58), como por ejemplo la ampicilina inyectada en forma intramuscular (dosis 5mg / Kg peso vivo c/12 h (59)). Pero debe hacerse hincapié en que esto es solo una parte en el posoperatorio, pues además es necesario, el uso de analgésicos y desinflamatorios no esteroidales como el flunixin meglumine o el piroxicam (0.01mg / kg c/24h (60)), y promotores de la motilidad como la metoclopramida (0.01mg/Kg c/24h) por un periodo de 5 días en todos los individuos sometidos a cirugía gastroentérica (48, 49, 50, 61, 62).

“Para lograr resultados confiables en la investigación científica, la docencia biomédica y el control de calidad, así como utilizar el menor número de animales posible, es necesario contar con animales de laboratorio en condiciones óptimas” (63). Por tal motivo “técnicas de anestesia inadecuadas pueden afectar la investigación y producir un dolor inútil” (48, 50).

## **HIPÓTESIS**

La técnica de cecoectomía, bajo anestesia disociativa y utilizando material de sutura monofilamentoso, resulta viable para aumentar la sobrevivencia de pollitos de engorda de 6 días de edad.

## **OBJETIVOS**

Realizar la técnica de cecoectomía a través de anestesia disociativa en pollos de engorda de 6 días de edad y en tiempo no mayor a 30 minutos por individuo operado.

Evaluar la sobrevivencia posterior a la cirugía.

## **OBJETIVOS SECUNDARIOS**

Comprobar que la anestesia disociativa es adecuada para *gallus gallus domesticus*, de 6 días de edad.

Establecer las consideraciones mínimas necesarias preoperatorias y posoperatorias en pollitos de engorda de 6 días de edad.

Comparar 2 tipos de suturas absorbibles (PDS II y Dexon II) para conocer cual ofrece mayor sobrevivencia.

Medir el largo de las vellosidades intestinales de los grupos testigo, laparotomía y cecoectomía.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se incorporó al estudio un ensayo primario o piloto donde se exploraron las diferentes dosis anestésicas recomendadas, se realizó la cecoectomía y se observaron las ventajas prácticas de la ketamina (recomendada en clínica de aves) frente al pentobarbital (utilizado en cecoectomía de pollito de engorda de 10 días de edad), además se probó la eficiencia de la lidocaína 2%. De esta manera se obtuvo la dosis adecuada de anestesia disociativa a emplear para lograr el objetivo del estudio.

De esta forma se realizó el trabajo en 3 partes: 1) Identificación del tipo y dosis de anestésico a utilizar para el modelo de estudio (cecoectomía), 2) Descripción de la técnica (modificada) de cecoectomía y 3) Comparación de sujetos laparotomizados y cecoectomizados en términos de sobrevivencia, crecimiento y otras variables de interés secundario.

1) Identificación del tipo y dosis de anestésico a utilizar para el modelo de estudio (cecoectomía)

Las aves utilizadas en el presente estudio demostrativo fueron donadas por diversas granjas. Las adultas, provenían de la zona de Texcoco, Estado de México. Los pollitos de engorda provenían de Orizaba, Veracruz, la edad solicitada fue de 6 días, sin embargo las edades a la que los pollos fueron donados oscilaban entre 6 y 10 días aproximadamente.

A todas las aves se les mantuvo en batería (figura 6), dentro de las unidades de aislamiento del Departamento de Producción Animal: Aves (DPAA) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), respetando las necesidades de limpieza, espacio, temperatura, agua y alimento según la edad de los individuos (48, 50, 64, 65). Cada unidad es responsabilidad del investigador, y representa un ambiente particular y mucho más estable al contar de manera independiente con extractores de aire, equipo de iluminación, y la opción de calefacción interna, aislándola del ambiente que circunda el edificio (50, 63).

Las dosis iniciales de los anestésicos utilizados se tomaron de la literatura, posteriormente y según la respuesta de cada individuo se trabajó a dosis efecto con el objetivo de provocar anestesia quirúrgica.

En la manipulación y medicación de las aves adultas se requirió de 2 personas, en el caso de pollitos una sola persona puede ser suficiente (50, 66). Se sabe que las aves son más fácilmente manipuladas cuando se les obstruye la vista y el oído, disminuyendo así el estrés del animal, además de que con ello se evita el forcejeo, esto se hizo colocando un trapo a manera de capucha sobretodo en los animales adultos (49, 50). Los sitios de aplicación de fármacos, elegidos como acceso a la vía endovenosa (EV) en adultos fueron ambas venas braquiales o ulnares (de las alas), la vena yugular derecha (en cuello), para la inyección intramuscular (IM) se utilizó el área de la pechuga (porción caudal). La aplicación subcutánea (SC, figura 7), se realizó en el área abdominal (21, 22, 49, 50, 65, 67).

Solo se practicó la cecoectomía en aquellos individuos en los que se confirmaba la anestesia quirúrgica, esto se realizo observando lo siguiente, incoordinación, pérdida de equilibrio (figura 8), postración, oclusión palpebral, frecuencia respiratoria (FR) que se confirmaba de forma visual por la observación de la “respiración abdominal” o insuflación de sacos aéreos abdominales, la FR / minuto varía según el peso corporal <sup>(49)</sup>, y finalmente para confirmar la ausencia de dolor se pinzaban las almohadillas plantares y el abdomen del ave con una pinza de Kelly, en el caso de pollitos se utilizaron las pinzas de Kelly - baby <sup>(48, 49, 50)</sup>.

En el caso especial de la lidocaína 2%, se le puso una capucha al animal durante todo el tiempo en el que se trabajó. Antes de decidir si la lidocaína era un anestésico adecuado para realizar la cecoectomía se hicieron pruebas de sensibilidad observándose el forcejeo que ofrecía el animal después de la aplicación de lidocaína. Se pinzó (pinza de Kelly) la piel del área abdominal se picó con una aguja hipodérmica en el área abdominal (piel, subcutáneo y músculos abdominales), y se verifico si se presentaba una variación de FR. Solamente comprobando ausencia de respuesta a estos estímulos y observando FR regular, se podría hacer una incisión en el abdomen.

“El malestar puede ser insuficiente para que el animal exprese un dolor notable. Sin embargo, es importante ser capaz de evaluar el malestar, porque se necesita este conocimiento para luego poder evitarlo” <sup>(48)</sup>.

Se hicieron pruebas en 47 gallos adultos Babcock B-300, con un peso promedio de 2 kg, registrando el de menor peso 1.7 kg y el de mayor peso 3 kg, para poner a prueba el pentobarbital contra las diversas combinaciones de ketamina, debido a que a esta edad hay mayor cantidad de información y facilidad por el tamaño de los animales, para el empleo de ambos fármacos que en individuos jóvenes. Se utilizó lidocaína 2% con la finalidad de comprobar la eficacia de la anestesia local en cecoectomía utilizada por Brownell y Sadler en el año 1969, y de manera mas reciente por Pupa y colaboradores en 1998. Estas pruebas se realizaron con la intención de apoyar la decisión respecto al uso de la anestesia disociativa en pollitos.

La distribución de los animales se hizo en función de la respuesta al fármaco y buscando la mejor alternativa de anestesia disociativa.

Los fármacos empleados fueron:

**Ketamina** (Laboratorios Pisa) sola a dosis de 50 mg / kg intramuscular (IM). (2 gallos)

**Ketamina** (75 mg/kg IM) / **Diazepam** (Laboratorios Roche, 2.5 mg/kg Endovenoso -EV-). (2 gallos)

**Ketamina** (10-200 mg/kg paraentoral) **Xilacina** (Laboratorios Bayer, 5-15 mg/kg IM). (27 gallos)

**Pentobarbital** (Laboratorios Pfizer, 25-30 mg/kg EV). (14 gallos)

**Lidocaina al 2%** (Laboratorios Pisa) subcutáneo (SC). (2 gallos)

Posteriormente se hicieron pruebas en 190 pollitos de engorda de la estirpe Ross, menores a 10 días de edad, pesando entre 98 y 250g (promedio 174g), con los que finalmente se estableció el uso de la anestesia disociativa.

*Las pruebas en individuos jóvenes* se realizaron solamente con los siguientes fármacos:

**Ketamina** (75 mg/kg IM) / **Diazepam** (2.5 mg/kg IV). (44 pollos)

**Lidocaina 2%** (1-2 mg/kg IM). (2 pollos)

En **ketamina** (20 – 350 mg/kg IM) más **lidocaina 2%** (1-2 mg/kg IM) (144 pollos)

En **ketamina** más **lidocaina** se siguió el procedimiento que el autor utiliza en el la práctica quirúrgica con avestruces menores al mes de edad. Se mezclan de ambos fármacos en la misma jeringa y se infiltran en la piel del sitio de incisión (abdomen) (figura 7), cabe mencionar que en el caso de avestruces, la anestesia disociativa se presenta de manera típica, (ojos abiertos, hiperacusia, movimientos involuntarios y aparente disociación de la conciencia con el medio). Sobre la mezcla de estos fármacos y su uso en avestruces no se encontró referencia en la literatura consultada.

Las aves una vez utilizadas, se les aplicó eutanasia por método físico-mecánico mediante dislocación de la articulación atlanto – occipital (50, 65, 66, 68). Cabe señalar que las personas encargadas de la eutanasia tienen amplia experiencia en el método señalado (48, 50, 63).

El protocolo de experimentación, aceptado en el posgrado de la FMVZ – UNAM, se adecuó en lo más posible a la norma oficial mexicana, NOM-062-ZOO-1999, para el cuidado y uso de los animales de laboratorio, a pesar de que dicha norma no contiene información respecto a aves. Por lo anterior los usos y cuidados se basaron también en otras bibliografías (48, 49, 50, 64, 65, 68, 69).

## 2) Descripción de la técnica (modificada) de cecoectomía

Existen diferentes autores que describen la técnica de cecoectomía, tal como se citó en párrafos anteriores de la introducción, sin embargo hay ciertos detalles que son de importancia y los cuales no aparecen en todos los artículos consultados. Durante el desarrollo del presente trabajo y posterior experimento se tomó nota de ellos.

Por lo anterior la descripción a detalle de la cecoectomía, y los periodos involucrados del preoperatorio y posoperatorio, se consideran como uno de los resultados del presente trabajo. Respetando el orden y redacción de la tesis se describen a continuación.

#### *Procedimiento preoperatorio.*

##### **-Examen Clínico-**

Todos los pollitos trabajados fueron de la estirpe Ross, de Orizaba, Veracruz, México. La edad a la que se recibieron los pollos destinados al experimento fue de 1 día de edad (figura 6). En la primer parte del examen físico se observó el comportamiento del pollito antes y después de aislarlo para el ayuno, se descartó aquellos con problemas locomotores, que a la vista tuviesen una actitud letárgica o en depresión constante, con FR anormal o con el pico abierto que advirtiese alguna complicación de vías respiratorias, se descartó también a los de plumaje pegado, desarreglado y sucio sobretodo en la región caudal. Las deyecciones fueron observadas como un signo de parvada. El examen del ambiente fue constante y rutinario, se albergaron todo el tiempo en batería, equipada con criadora controlada por un sistema de termostato (figura 6), el equipo se encontraba dentro de las instalaciones o unidades de aislamiento del DPAA (FMVZ – UNAM).

Durante la sujeción del pollito en la palma de la mano (examen físico sistemático), se aprovechó para cerciorarse que no existiesen estertores durante el flujo respiratorio del ave, de ser encontrados el ave se descartaba. A cada uno de los pollos trabajados se tomó como constante física directa el FR por minuto (FR/min) antes de la anestesia, durante la anestesia quirúrgica y en el posoperatorio. El examen físico concluyó con el ave anestesiada, si no se encontraban problemas de adherencias o anomalías en las estructuras de la cavidad celómica se continuaba el ejercicio quirúrgico.

Se decidió el ayuno total (de agua y alimento) a los pollos sometidos a cirugía, por un periodo de 30 minutos, el cual se determinó como suficiente para que el buche se vacíe y se evite el reflujo de contenido hacia cavidad oral y evitar complicaciones respiratorias durante la anestesia y cirugía (7, 49, 52).

La aplicación SC de ketamina más lidocaína al 2% se hizo según lo que se estableció como adecuado para esta edad en los resultados obtenidos en el presente trabajo (figuras 7 y 8).

#### *Procedimiento operatorio.*

La ejecución de la cecoectomía requiere al menos de 3 personas: cirujano, ayudante y un tercero que facilite la toma de constantes y auxilie en los imprevistos de cada cirugía.

Se registro la frecuencia respiratoria (FR), de manera visual, observando la insuflación de los sacos aéreos abdominales durante 5 segundos, el resultado se multiplicó por 12 para obtener FR/minuto. La mesa de trabajo se cubrió con campos estériles y se colocó una bolsa plástica con gel previamente calentado a temperatura corporal que mantuvo al pollito termoestable. Este último fue sujetado de ambas patas (cubriendo tarsos y dedos) por medio de una tira de cinta adhesiva (figuras 7 y 10 – A).

El instrumental utilizado es de microcirugía (de uso en oftalmología), que incluye pinzas de disección sin dientes (Attson), pinzas de disección con dientes, pinzas de Kelly (baby), porta agujas (Mayo-Heagar), tijera recta y curva (49, 53). Fue desinfectado con cloruro de benzalconio y secado con gasas estériles.

Para ubicar la zona de abordaje quirúrgico en el presente experimento se hicieron ensayos en aves muertas y posteriormente en aves vivas (adultas, de 2 semanas y hasta de 6 días de edad), bajo condiciones de anestesia. Se observo y anotó que las estructuras anatómicas a reconocer para el corte de lado derecho son: estómago muscular (molleja) y borde caudal de la última costilla (segmento vertebral). El corte se sigue dibujando una línea ligeramente curva e imaginaria desde el tercio medio del borde (ventral) derecho de la molleja hacia el segundo tercio del borde caudal de la última costilla, la incisión no debe ser mayor a 2 cm, por lo que no se alcanza el borde costal, para el corte se utiliza tijera (ver figuras 9, 10 y 12).

El individuo es colocado en decúbito dorsal, previa antisepsia con gluconato de clorhexidina 4%, y desplume del área de incisión. Se procede al corte y se cubre con un campo estéril (figuras 10 y 11).

Los planos y estructuras anatómicas que se inciden son, piel, línea alba, músculos oblicuo externo e interno del abdomen, músculo transverso abdominal, recto abdominal derecho y el peritoneo parietal (figura 9) (20, 21, 22). Debemos recordar que en el caso de *gallus gallus domesticus*, los músculos abdominales están poco desarrollados, siendo estructuras muy delgadas, y que en el caso de pollitos menores de 6 días son difícilmente diferenciados al momento de la cirugía. El riesgo de perforar alguno de los sacos aéreos abdominales siempre esta presente (33, 49), debido a que entre ellos se encuentra las asas intestinales, además de que en la línea media, el recubrimiento peritoneal del saco aéreo abdominal izquierdo se une secundariamente con el mesenterio dorsal del intestino delgado (íleon), ciego izquierdo y molleja (22).

Una vez en cavidad, las estructuras que se encuentran por encima de los sacos ciegos son: duodeno descendente, páncreas, duodeno ascendente e íleon (figuras 12 y 13). Los sacos ciegos se encuentran junto y a cada lado del íleon, de hecho el mesenterio dorsal de éste último se extiende hacia los sacos ciegos formando los ligamentos ileocecales (figura 13), de los cuales, el izquierdo se une por medio de un ligamento al peritoneo de la superficie derecha del estómago muscular o al del saco aéreo abdominal izquierdo. El ciego derecho se encuentra unido por su mesenterio a las asas de yeyuno, de igual manera el íleon

a estas últimas. La porción distal de los ciegos descansa sobre la cloaca y es menos fija en posición por lo que pueden ser dirigidas craneal o caudalmente (figura 13) (20, 21, 22).

Siguiendo el proceso de extracción y disecado de los sacos ciegos (figura 11 – D), lo primero que se hace al localizarlos es (diferenciarlos) no confundirlos con otro segmento de intestino. Por el área de abordaje y con la ayuda de la descripción anatómica anterior podemos encontrar el último tercio de estos o la punta, el ciego derecho será casi siempre el primero que se visualice y se extraiga. El color diferente (grisáceo) de los sacos ciegos no es constante (7, 22) por lo que si uno confía en esta característica puede confundirse fácilmente. El proceso de extracción y el manejo delicado de las vísceras que permanecerán en cavidad celómica, exige pinzar solamente los ciegos, para ello se utiliza la pinza de disección sin dientes, estos sacos a su vez poseen cierta resistencia a romperse que entre mayor sea su contenido se verá disminuida, por lo que deben sujetarse con firmeza sin exagerar en la fuerza de aprehensión además de que la extracción se hará en función de lo que permita el mesenterio que los une al resto de las vísceras (figuras 13, 14 y 16 – A).

Los vasos que irrigan los sacos ciegos son: una o más ramas ileocecales (de la arteria pancreático duodenal) que cubren la mayor parte de su cuerpo, la arteria ileocecal principal y su vena conecta el ciego izquierdo con el íleon, liberando ramas que irrigan los dos tercios terminales del ciego e íleon adyacente, la base se irriga por ramas de las arterias mesentérica caudal y celiaca. Ramas ileales de la arteria mesentérica craneal se anastomosan con ramas de la arteria ileocecal de la celiaca cerca de los extremos de los ciegos. La arteria mesentérica craneal también libera una o más ramas ileocecales dorsales a los segmentos basales de los ciegos y al íleon. El retorno venoso del ciego es hacia la vena gastropancreaticoduodenal y la mesentérica craneal (figura 15) (20, 21, 22).

Debido a la irrigación de los sacos ciegos, es mucho más conveniente el disecarlos haciendo hemostasis en cada vaso involucrado directamente a lo largo de su cuerpo pues al tratar de suturar ramas que alimentan estos vasos podemos correr el riesgo de involucrar vasos que irrigen otros segmentos de intestino, como el íleon, originando zonas de secuestro sanguíneo e isquemia.

Para efectos de hemostasis en la zona de los sacos ciegos se decidió utilizar el método de electrocauterización (figura 16 – C) de los vasos y capilares proximales al cuerpo de los ciegos.

Cuando la punta del ciego esta expuesta fuera de la cavidad, se procede a la hemostasis de cada uno de los vasos visiblemente involucrados en la punta y tercio distal de cada ciego, esto facilitará la extracción del tercio medio y su disecado (figura 16). Otro ligamento que se encuentra relacionado con el proceso de cecoectomía a este nivel es el ligamento suspensor del duodeno que une a este último con el estómago muscular, pues éste dificulta el acceso a los sacos ciegos en la base de los mismos, y el cual es necesario desgarrar adecuadamente con las pinzas de disección sin dientes e inclusive se llega a requerir el electrocauterio.

Posteriormente se procede a disecar el tercio proximal de ambos sacos ciegos hasta su base, que es donde se hace una ligadura (absorbible 3 – 0) en cada ciego hasta la base o cuello. El corte de los sacos ciegos se hace previo pinzado con las pinzas de Kelly rectas las cuales pasan por encima de la ligadura hacia la parte distal del ciego dejando el espacio suficiente (2 milímetros aproximadamente) para proceder al corte que puede hacerse con la tijera recta o con el bisturí (figura 17). Durante el proceso de extracción y disecado de los ciegos es posible trabajar con el duodeno e ileon fuera o dentro de la cavidad.

Después de la extracción de los ciegos, y una vez que el resto de las asas intestinales están dentro de la cavidad, se sutura la incisión involucrando todos los planos con un surgete simple y material absorbible 3 – 0 (figura 18). Posteriormente se aplica un antiséptico sobre la herida.

El procedimiento desde que se administra la anestesia hasta el cierre de cavidad debe ser menor o estar próximo a los 30 minutos, para evitar redosificaciones.

Al término de la cirugía se coloca al pollito en un recipiente plástico que contenga bolsas con gel a temperatura corporal del pollo, en posición supino hasta el momento en que son pasados a la criadora (figura 19) (49).

#### *Procedimiento posoperatorio.*

Los cuidados posoperatorios involucran además de la terapia de antibiótico (ampicilina 5mg/kg IM cada 12 horas -Laboratorio Pisa-), analgésico y desinflamatorio (piroxicam 0.01 mg/kg IM cada 24 horas -Laboratorio Pfizer-) y promotor de la motilidad (metoclopramida 0.01 mg/kg IM cada 24 horas -Laboratorio Carnot-) por un periodo de 5 días. Proporcionar agua y alimento en las áreas de frío y calor por donde se desplaza el ave, al igual que una temperatura adecuada a la edad del pollo tal como se recomienda en la especie, iniciando desde los 29 – 32 °C al recibirlo y disminuyendo 2 °C a 3 °C por cada semana de edad (48, 49, 50, 64, 65, 69).

La observación diaria y el cuidado posoperatorio será durante los primeros 10 días después de la cirugía basándonos en que Brownell y Sadler en 1969, mencionan mayor índice de mortalidad hasta antes del día 11, no existiendo otra referencia encontrada al respecto.

Después de la cirugía se debe revisar el proceso de cicatrización en piel, tomándose nota de las aves con problemas (figuras 20 y 21).

3) Comparación de sujetos laparotomizados y cecoectomizados en términos de sobrevivencia, crecimiento y otras variables de interés secundario

Dentro del estudio se utilizaron 2 tipos de sutura, Dexon y PDS II, por cada técnica, laparotomía y cecoectomía con el objeto de conocer cual era la más adecuada en términos de sobrevivencia (57).

De 150 pollos que se recibieron de 1 día de edad (como se describe en el preoperatorio), se distribuyeron de aleatoriamente en 5 grupos (2 para Dexon, 2 para PDS II y un testigo) cada grupo conformado con 30 pollitos, Todos se alimentaron desde el inicio con una dieta comercial adecuada a su etapa de crecimiento, a libre acceso al igual que el agua, salvo los periodos de ayuno (30 minutos) antes de la cirugía, programada al día 6 de vida. Se mantuvieron desde su llegada en criadoras en batería hasta la 5ª semana de edad.

Los grupos se conformaron de la siguiente forma:

Grupo 1) laparotomía (L) y sutura Dexon (D) = 30 pollitos

Grupo 2) L y sutura PDS (P) = 30 pollitos

Grupo 3) cecoectomía (C) y D = 30 pollitos

Grupo 4) C y P = 30 pollitos

Grupo 5) sin intervención quirúrgica, testigo (T) = 30 pollitos

Se utilizo Dexon y PDS II tanto para ligar ciegos y el cierre de cavidad celómica.

A los grupos de laparotomía exploratoria se les practicó, exteriorización y manipulación con pinza de disección sin dientes de los sacos ciegos.

Se identificó a cada individuo operado de manera progresiva (1 al 30 según el grupo) para el seguimiento posoperatorio y hasta la 5ª semana de vida.

El grupo de laparotomía, utiliza las mismas condiciones y características para los sometidos a cecoectomía, con el propósito de descartar problemas en el posoperatorio atribuidos a la anestesia, la sutura, el ingreso a la cavidad celómica y la manipulación de las vísceras o los fármacos posoperatorios, pensando que de esta forma se tendría un mejor grupo de comparación además del grupo intacto o testigo.

El principio de asepsia se aplicó hasta donde las condiciones con que se contaba en la unidad de aislamiento lo permitieron. Se practicó el manejo delicado de tejidos. Como parte del cuidado posoperatorio se aplicó ampicilina inyectada intramuscularmente a dosis de 5mg / Kg peso vivo cada 12 horas, además de piroxicam (0.01mg / kg c/24h) y metoclopramida (0.01mg/Kg c/24h) por un periodo de 5 días en todos los individuos sometidos a cirugía. Se vigiló la herida y su cicatrización.

Las aves encontradas muertas después de cirugía eran registradas, además de que se les practicaba la necropsia (65, 66, 68), con especial atención a las asas intestinales, anotando los hallazgos macroscópicos mas frecuentes.

Se aprovecharon las aves sobrevivientes resultantes en ambas técnicas, realizando mediciones sobre algunos parámetros clínicos en el periodo de recuperación y hasta la 5ª semana de edad (ver plan de análisis).

Se practicó eutanasia por luxación de la articulación atlanto – occipital a la 5ª semana de edad (65, 66, 68), mediante la necropsia se obtuvieron muestras de intestino delgado (proximal y distal).

De este modo se tomaron aleatoriamente 3 individuos de cada grupo a los cuales se les practicó un mínimo de 10 mediciones del largo de las vellosidades intestinales y su lámina propia (objetivo 10X) por cada segmento de intestino delgado.

Se hicieron observaciones sobre cortes de intestino delgado longitudinales que permiten una mayor superficie de observación, y sobre cortes transversales que a pesar de ofrecer una menor superficie o área de observación conservan la luz y las vellosidades intestinales al estar protegidas por el resto de las capas del órgano.

#### Plan de Análisis

En los todos los grupos de la segunda parte del trabajo, se hicieron las respectivas anotaciones y evaluación de los puntos abajo señalados:

Estadística Descriptiva de:

- Peso corporal, antes y después de la cirugía, durante su crecimiento.
- Tiempo en que se logra la anestesia quirúrgica, la cirugía y el reingreso a la criadora.
- Flujo respiratorio por minuto (FR / min) en periodos de preanestesia, anestesia quirúrgica y posoperatorio.
- De las muestras de intestino delgado (proximal y distal), medir el largo de las vellosidades intestinales.
- Porcentajes de sobrevivencia en el proceso de:
  - Anestesia-retorno
  - Cecoectomía
  - Recuperación (Periodo de Posoperatorio)

Para los ensayos de estadística descriptiva y para la evaluación de ganancia de peso se utilizó la hoja de cálculo EXCEL, del programa Microsoft® 2002.

#### Inferencia Estadística.

El análisis de viabilidad se realizó por medio de estimados de supervivencia de límite de producto de Kaplan-Meier. El análisis de sobrevivencia entre grupos experimentales con la prueba del logaritmo del rango o logrank (70). Para este fin se utilizó el programa estadístico JMP© (71).

La evaluación de ganancia de peso se realizó basándose en técnicas estadísticas para mediciones en crecimiento (72), ya que la descripción hecha de esta forma permitió una mejor interpretación de los datos recopilados así como su representación gráfica.

## RESULTADOS

1) Identificación del tipo y dosis de anestésico a utilizar para el modelo de estudio (cecoectomía)

*Las pruebas en animales adultos dieron como resultado:*

La **ketamina** sola a dosis de 50 mg / kg IM, resulto en 1 muerto y otro no anestesiado.

**Ketamina** (75 mg/kg IM) /**Diazepam** (2.5 mg/kg IV). Se probó en solo 2 individuos resultando 1 muerto y otro anestesiado (15 minutos), pero se descartó sobre todo por la dificultad de conseguir el diazepam al ser un producto controlado. No se practicó cecoectomía.

**Ketamina** (10-200 mg/kg IM) **Xilacina** (5-15 mg/kg IM). Se utilizó desde la dosis mas baja hasta la mas alta conforme a la respuesta, y se encontró que individuos del mismo peso podían anestesiarse con 10 y 200 mg / kg de Ketamina combinado con 10 mg /Kg de Xilacina, esto signífico una respuesta muy variable de individuo a individuo. En total se obtuvieron 6 anestesiados repartidos según las siguientes dosis, 10, 25, 50 (dos pollos), 100 y 200 mg / Kg (anestesia ultracorta menor a 6 minutos), 10 no anestesiados con dosis desde los 10 a los 50 mg / Kg de Ketamina, 11 muertos: 5 con dosis de 50, 2 con dosis de 100, 2 con dosis de 150, 2 con dosis de 200 mg / Kg. Por lo anterior se descarto la combinación. No se practicó cecoectomía.

**Pentobarbital** (25-30 mg/kg IV). En este caso se excedió la dosis recomendada buscando el efecto anestésico, resultando en lo siguiente: con una dosis de 25 mg/Kg, 2 anestesiados y 4 muertos, a 28 mg/Kg 1 anestesiado y 1 muerto, a dosis de 100 mg/kg 2 no anestesiados, a 115 mg/kg 1 anestesiado y 3 muertos. Como es de suponerse, la administración del barbitúrico provoco que en algunos animales se irritara la zona de inyección, tanto en ala (vena radial) como en cuello (vena yugular), con lo que el riesgo de requerir más individuos aumentó además de que la zona y vasos afectados en el animal requerían al menos de una semana para recuperarse y poder intentar nuevamente el acceso a la vena. Con todo esto el pentobarbital se descartó. No se practicó cecoectomía.

**Lidocaína** (2%). De los 5 individuos destinados a trabajar este tipo de anestesia solo se trabajaron 2, debido a que la anestesia local (infiltrando hasta 5 ml), solo sucedió a nivel de piel y pared abdominal, por lo que después del corte de los planos abdominales sin dolor aparente, el ave ofreció resistencia y se registró aumento de FR al palpar vísceras pese a que se aplicó sobre asas intestinales 2 ml de lidocaína al 2%, con esto se decidió abortar esta parte del ensayo, para evitar el sufrimiento innecesario de las demás aves adultas.

### *Pruebas en individuos jóvenes.*

La dosis recomendadas de **ketamina** fueron desde 75 mg/kg IM. Se mezcló con **diazepam** (2.5 mg/kg IM), y con la dosis anterior solo se conseguía una fase de delirio (8 individuos) o anestesia superficial (2 individuos), se decidió incrementar la dosis en base a los resultados en adultos con respecto a la Ketamina, esto es 170 mg / Kg, con lo que se produjo lo siguiente: 14 anestesiados, con los que se decidió practicar la cecoectomía con un resultado de 12 muertos (atribuidos a la anestesia) 9 con paro respiratorio y 3 con paro respiratorio por redosificación de ketamina aplicada al detectar sensibilidad después de 8 minutos promedio de cirugía, y 2 animales vivos. Con esto se decidió redosificar la Ketamina a 300 mg / Kg, el diazepam permaneció en la dosis recomendada, y se obtuvo de 15 pollitos de 6 días de edad: 11 anestesiados, 2 sobrevivieron al periodo de anestesia y cirugía y 9 murieron por paro respiratorio, de los 4 restantes no anestesiados, se redosifico, alcanzando el plano anestésico cuando se acumuló una dosis aproximada de 350 mg / Kg de ketamina en cada caso. Se intentó finalmente una dosis de 350 mg / Kg de ketamina y disminuir la dosis de diazepam a la mitad de la recomendada (1.75 mg/Kg IM) buscando evitar la muerte por paro respiratorio y alcanzar un plano anestésico de al menos 12 minutos con una sola administración, esto se intentó en 5 pollos de la misma edad, solo 1 sobrevivió y 4 murieron como en las dosis anteriores. La anestesia bajo este esquema se descartó.

Las pruebas con **lidocaina** (2%) como en adultos, dieron los mismos resultados en 2 individuos (infiltrando hasta 0.5 ml SC y 0.2 ml sobre intestinos). También se abortó y descartó esta técnica en aves jóvenes.

En el caso de **ketamina** más **lidocaina** (2%), se siguió el procedimiento que el autor utiliza en el la práctica quirúrgica con avestruces menores al mes de edad, esto es: se procura una mezcla de ambos fármacos y se infiltra en subcutáneo del abdomen en el sitio de incisión. De esta forma se probó en pollos de 6 a 10 días de edad la combinación del ketamina a diferentes dosis (desde 300 hasta 20 mg / Kg) con lidocaína a dosis de 1-2mg / Kg. A los primeros 2 individuos se les aplicó una dosis de 300 y 200 mg / kg respectivamente de Ketamina, ambos presentaron anestesia quirúrgica pero murieron por paro respiratorio durante el transcurso de 10 – 15 minutos. A los siguientes 3 individuos se les aplico una dosis de 175 mg / Kg de peso, pero a pesar de que sobrevivieron a la anestesia y la cirugía, tardaron más de 2 horas en despertar, se encontraban muy débiles, murieron al siguiente día. A las siguientes 4 aves se les dosifico ketamina a 150 mg / Kg, los resultados fueron iguales que en los 3 anteriores. Se obtuvo lo mismo con 5 individuos y una dosis de 80 mg / Kg y 5 con 50 mg / Kg, logrando que sobrevivieran 4 pollos en cada dosis, incluyendo al procedimiento de cecoectomía. En las pruebas siguientes la dosis de Ketamina se redujo a 30 mg / Kg, de 14 pollos trabajados 3 murieron durante la cirugía, de estos últimos 1 murió por paro respiratorio y 2 por aparente broncoaspiración debido a reflujo de contenido líquido de buche, el resto sobrevivió a la etapa de anestesia y cirugía Se repitió el procedimiento en 31 aves más, de las cuales 4 murieron, 2 por posible broncoaspiración, 1 al redosificar ketamina durante la cirugía y 1 por hemorragia interna, las demás sobrevivieron.

Por último se decidió disminuir la dosis de ketamina hasta 20 mg / Kg con la intención de que el proceso de recuperación fuese más corto, y de aumentar al 100 % los animales vivos por anestesia, el total de aves trabajadas fue de 80 en una edad aproximada de 6 a 8 días, y en 10 casos se redosificó ketamina hasta un máximo acumulado de 30 mg / Kg sin problema de retorno de la anestesia, no hubo muertos.

Con esto, la dosis establecida para un pollo doméstico de 6 días de edad (objetivo en este estudio) fue de **20 – 30 mg / Kg de ketamina** y **1 – 2 mg / Kg de lidocaína**, lo que asegura un periodo de anestesia quirúrgica de al menos 20 minutos.

## 2) Descripción de la técnica (modificada) de cecoectomía

Se realizó la descripción de los periodos preoperatorio, operatorio y la técnica de cecoectomía, y posoperatorio en la parte de material y métodos.

3) Comparación de sujetos laparotomizados y cecoectomizados en términos de sobrevivencia, crecimiento y otras variables de interés secundario.

## **Estadística descriptiva.**

El peso promedio al que se recibió al pollito sometido al estudio de cecoectomía (estirpe Ross) de 1 día de edad fue de 47 gramos, el peso máximo registrado fue de 55 gramos y el mínimo fue de 39 gramos.

Todos los individuos operados a los 6 días de edad se pesaron como parte del procedimiento de la cirugía, los promedios de peso para los grupos (n = 30) fueron:

Grupo 1 con laparotomía (L) y sutura Dexon (D) = 85.1 g

Grupo 2 con L y sutura PDS (P) = 88.4 g

Grupo 3 con cecoectomía (C) y D = 96.7 g

Grupo 4 con C y P = 90.7 g

Grupo 5 sin intervención quirúrgica, testigo (T) = 92 g

El flujo respiratorio se registró en el experimento a los 6 días de edad cuando se operó a las aves, el promedio en preanestesia fue de 101/minuto, en anestesia de 122/minuto y en posoperatorio de 106/minuto (ver cuadro 3).

La anestesia a dosis de 20 – 30 mg / Kg de ketamina y 1 – 2 mg / Kg de lidocaína 2%, no provocó ningún muerto.

El tiempo promedio en que se alcanza el plano de anestesia quirúrgica fue de 3:06 (minutos:segundos), el máximo de 6:35 y el mínimo registrado fue de 0:02. La manera en que se decidió saber la duración aproximada de la anestesia quirúrgica, se basó en la observación de la ausencia de respuesta del pollito a los estímulos de dolor recibidos

durante la cirugía, registrando 20:12, coincidiendo con el tiempo promedio de la cecoectomía, desde el corte de la zona de abordaje hasta la sutura de la cavidad celómica. Cuando se sobrepasaba este tiempo, algunas veces era necesario aplicar por goteo y en cavidad, un poco de anestesia que sobraba en el capuchón de la aguja (hasta 6 gotas con la jeringa y aguja insulínica) es decir, menos de 0.02 ml.

Al término de la cirugía se repetía el procedimiento de recuperación de la conciencia descrito en el estudio demostrativo, antes de pasar a la criadora.

El retorno de la anestesia (conciencia del pollito), y con ello el reingreso a la criadora, se presentó en un tiempo promedio para laparotomía de 1:17 (horas y minutos), y para cecoectomía de 1:45 (ver cuadro 5).

La diferencia entre el peso promedio que se registró por grupo antes y después de la cirugía, refleja la técnica quirúrgica aplicada en cada caso. Las diferencias o gramos perdidos por pollo en el ayuno son de 1 a 2 gramos. Al final de la cirugía los de laparotomía perdían un total de 2 gramos y los de cecoectomía de 3 a 4 gramos (ver cuadro 4).

La cirugía tuvo éxito con un tiempo promedio general en minutos y segundos de 8:39 en laparotomía y 20:12 en cecoectomía (ver cuadro 5).

Se considera el proceso de anestesia – cecoectomía seguro, pronosticando inclusive el 100% de margen de seguridad.

Durante el posoperatorio se destacó cual de los grupos ofreció una mayor sobrevivencia, siendo el de laparotomía con sutura PDS II el mayor con el 96% de los 30 pollitos con que inició el grupo. El menor porcentaje lo produjo la cecoectomía con Dexon, esto es 30% de animales vivos de 30 pollitos trabajados (ver cuadro 6).

El peso en gramos registrado después de la cirugía por grupo, durante las semanas siguientes y al final del experimento se aprecian en el cuadro 7. Los promedios de peso del los individuos sobrevivientes en los grupos LD, LP y CP superan al promedio de T. En todos los grupos existieron individuos sobresalientes por su peso mínimo o máximo registrado, y destaca el peso mínimo del grupo CD, siempre por debajo de los demás grupos hasta el final del experimento.

La ganancia diaria de peso (GDP) de todos los grupos se aproxima a los 1200 gramos promedio de peso final a la 5ª semana de vida del ave pese a los tratamientos quirúrgicos aplicados, expresando de esta forma la recuperación. Se notó también que los grupos con mayor GDP a la 5ª semana de vida fueron los de laparotomía con material de sutura Dexon, el grupo de cecoectomía con sutura PDS II, y los de laparotomía con PDS II. Los grupos de laparotomía, sin importar el tipo de sutura utilizada, se comportaron con un crecimiento por arriba del grupo testigo en las últimas 2 semanas de vida de las aves. Los grupos de cecoectomía estuvieron generalmente por debajo de la línea de crecimiento

del grupo testigo, solo en el grupo en el que se utilizó Dexon lo supera 3 días antes del sacrificio (ver figura 34).

El tiempo que se observó como crítico al posoperatorio de la cecoectomía (ver figura 35), se aprecia como una evidente caída en los gramos de peso corporal respecto a los otros 3 grupos, durante un periodo de 14 días después de la cirugía.

### **Cicatrización y necropsias.**

Las heridas y el proceso de cicatrización de las mismas fueron observadas durante el posoperatorio, en la gran mayoría de las aves, se apreciaron diferentes tonalidades de morado y verde (moretones) pero secas, disminuyendo esa tonalidad con el transcurso del tiempo, sin ninguna otra complicación (20 y 21). Solo dos individuos, en CD y CP, uno de cada grupo, presentaron heridas con tonalidades verdes oscuras y además húmedas, es decir, con un aparente exudado encima del área de sutura que sugería infección en piel, se les realizó un lavado y antisepsia diaria con solución desinfectante (gluconato de clorhexidina 4%). El pollo del grupo CP mejoró la herida dentro de los primeros 6 días transcurridos después de la cecoectomía. El pollo del grupo CD, presentó además una fístula que fue notada el día 5 posoperatorio en un punto de sutura, cuando se observó que defecaba por la fístula, esta desapareció durante la cicatrización por completo hasta el día 11 de edad, posterior a este día el pollo comenzó a defecar por la cloaca. Ambos pollos vivieron hasta la 5ª semana de edad con el resto de sus compañeros, alcanzando el límite de vida para todas las aves en este experimento.

Los hallazgos comunes en las necropsias de las aves durante el posoperatorio fueron: ave en caquexia o con diferentes grados de deshidratación, uratos pegados en cloaca, presencia de alimento en cantidad variable, pero en la mayoría de los casos poco (algunas partículas) en cavidad oral, buche, proventrículo y a veces nada en ventrículo. Duodeno y yeyuno se observaron normales aparentemente, el contenido de estos era de color verde amarillento (debido al alimento), a partir del segmento de yeyuno que se une con ileon o en la mayoría de las veces los 2 tercios distales del íleon únicamente, se encontró aumento del tamaño de la luz intestinal y distensión del segmento afectado o megaíleon, 2 a 4 veces el tamaño normal, el contenido era líquido, de diferentes grados de turbidez, el grosor de la pared intestinal en la mayoría se observó adelgazado (figuras 22 y 23). Se apreciaron diferentes adherencias que involucraban la zona donde antes se hallaban los sacos ciegos (figura 23 – A). Algunas veces se observó presencia de uratos en uréteres.

Durante la eutanasia a la 5ª se mana de edad, en los grupos operados se encontraron restos de sutura en piel independientemente del tipo de sutura utilizada (figura 24), además de que se apreciaron adherencias en cavidad celómica en los dos tipos de cirugía practicada, siendo más evidentes o abundantes en los que se les practicó la cecoectomía (figuras 25, 26 y 27). El megaíleon se encontró en algunos pollos cecoectomizados (figura 25) y se pudo observar y comprobar que el corte de los sacos ciegos fue en su base (figura 26).

## Inferencia estadística.

Mediante el análisis de la sobrevivencia se obtuvo evidencia de que el tipo de cirugía realizada influye enormemente, siendo la técnica de extirpación de sacos ciegos la de mayor mortalidad, además, con las curvas de sobrevivencia se aprecia que estos grupos presentan una mortalidad que se continúa hasta el día de vida 10 en Dexon (D) y 15 en PDS II (P), lo cual no sucede en los laparatomizados donde la mortalidad se concentra prácticamente en el día 1 y 2 después de la cirugía es decir, hay una distribución de las aves muertas a lo largo de los días muerte más amplia en los cecoectomizados (figuras 28 y 29).

Se observa en los individuos donde se utiliza PDS la curva de sobrevivencia y el tiempo de sobrevida después de la cirugía mayor que en los que se utiliza Dexon (figura 30).

Sin la extracción de los sacos ciegos, es decir mediante la laparotomía (figura 31), es posible poner a un más en evidencia la sobrevivencia usando PDS II que utilizando Dexon.

Las gráficas (figura 32) que agrupan a todos los individuos por el tipo de cirugía practicada comprueban la influencia en la baja sobrevivencia por la ausencia de sacos ciegos.

Cuando se agrupan por el tipo de sutura utilizada (figura 33), el uso de sutura PDS II ofrece una sobrevivencia mayor que Dexon, tal como se observa en los párrafos anteriores.

Los análisis estadísticos de las diferentes comparaciones para comprobar la influencia del tipo de cirugía, la influencia del tipo de sutura, y en conjunto indican lo siguiente.

El empleo de material de sutura Dexon en pollitos laparatomizados y cecoectomizados indica que la sobrevivencia es mayor en los primeros ( $\chi_1^2 = 5.4951$ ;  $P = 0.0191$ ). Asimismo, se observaron resultados similares utilizando el material de sutura PDS, es decir, sobrevivieron más laparatomizados que cecoectomizados ( $\chi_1^2 = 16.086$ ;  $P < 0.0001$ ).

Cuando se compara el empleo de PDS y Dexon mediante la técnica de cecoectomía, se observa que el primero ofrece mayor sobrevivencia respecto al segundo ( $\chi_1^2 = 1.6296$ ;  $P = 0.2018$ ). Cuando esto mismo se hace por medio de la técnica de laparotomía, PDS nuevamente ofrece mayor viabilidad o sobrevivencia respecto a Dexon ( $\chi_1^2 = 6.9173$ ;  $P = 0.0085$ ).

Se comparó a todos los pollos laparatomizados contra todos los cecoectomizados sin importar la sutura empleada, observándose una vez más que en la técnica de laparotomía existe mayor sobrevivencia (viabilidad) ( $\chi_1^2 = 19.9739$ ;  $P < 0.0001$ ).

Cuando se compara los materiales de sutura utilizados sin importar la técnica quirúrgica empleada, se observa que sobreviven más los pollitos con el material de sutura PDS que los de sutura Dexon ( $\chi^2 = 6.3544$ ;  $P = 0.0117$ ).

Con los logaritmos naturales del resultado de la ganancia diaria de peso registrada por grupo a lo largo del experimento (figura 36), se muestra el ritmo de crecimiento sin importar los gramos ganados, y se puede interpretar como la velocidad de crecimiento por grupo, la cual al parecer tiene muy poca variación entre ellos.

### **Resultados de las mediciones del largo de vellosidad y lámina propia del intestino delgado proximal y distal.**

Las figuras 37 a 44 representan el largo medido en micras de la vellosidad y la lámina propia, a objetivo 10x, en los segmentos de intestino delgado proximal y distal en corte longitudinal (Long) y transversal (Trans) a la luz intestinal. El grupo testigo en corte longitudinal y transversal presentó un promedio cercano a 1250 micras de largo de vellosidad y 150 micras en la lámina propia del segmento de intestino delgado proximal, mientras que en el intestino delgado distal el promedio fue cerca de las 500 micras de largo de vellosidad y de 100 micras de la lámina propia.

En Long de intestino delgado proximal (IDP), la cecoectomía con PDS representó diferencia ante el testigo y el resto de los tratamientos, al ser más larga (figura 37). En este corte y segmento intestinal, la lámina propia (Lpidp) el grupo testigo estuvo por debajo de los tratamientos, siendo Dexon más lejano a éste que PDS (figura 38). Sin embargo en el corte transversal de IDP (figura 39), la laparotomía con PDS fue más corta en relación con el testigo y los cecoectomizados, y en Lpidp los grupos donde se utilizó Dexon mantienen la mayor distancia del promedio del grupo testigo, laparotomía con PDS fue también menor a ellos (figuras 40).

En el caso del intestino delgado distal (IDD) tanto en Long como en Trans, los promedios donde se utiliza PDS son más largos al testigo ya sea en cecoectomía (figura 41) o en laparotomía (figura 43), y estos superan también al largo del grupo cecoectomía con Dexon. En Long de Lpidd (figura 42), el grupo de laparotomía con Dexon supera al testigo y a los grupos de PDS; en Trans (figura 44) el grupo de cecoectomía PDS supera al testigo y a los laparotomizados, aunque al comparar los promedios de ambos tipos de cortes, laparotomía con Dexon (Trans) sobresale en tamaño respecto al testigo y cecoectomía PDS (Long).

Las imágenes representativas de lo observado en el estudio histológico se aprecian en la figura 45 (objetivo 4 X) en donde se contempla toda la vellosidad y su lámina propia.

## DISCUSION

En el procedimiento preoperatorio el periodo de ayuno puede no existir (10, 15, 42, 49), pero se ha realizado en diversos trabajos y con tiempos diferentes, por ejemplo 12 horas antes (38, 40, 14, 33, 26), o 24 horas previo a la cecoectomía (7, 15, 24, 27, 28, 29, 32, 33, 35, 41, 42, 43, 49, 52), y en pollitos de 10 días un periodo más corto de 6 horas (55). En el presente trabajo se pudo observar que 30 minutos antes de la cirugía en pollitos de 6 días, son suficientes para disminuir los problemas que puedan existir por reflujo a cavidad oral de contenido en buche, además de que si la pérdida de peso por ayuno a este tiempo en pollitos de 80 – 100 gramos de peso corporal fue registrado de hasta 2 gramos, la restricción por 12 o 24 horas pudiera ocasionar un estrés mayor e innecesario que inclusive llegue a afectar la recuperación del pollito y con ello las posibles mediciones tempranas en cualquier experimento. Debemos recordar que las aves suelen enmascarar la semiología en problemas que involucren deshidratación, además debemos tomar en cuenta que la reposición del déficit en fluidos corporales probablemente es más importante o delicado en aves como pacientes que en otras pequeñas especies (49, 73).

Durante la inducción de la anestesia, se apreció que la combinación de ketamina y lidocaína fue estable a la dosis utilizada, de fácil manejo, indujo de manera rápida y segura un plano quirúrgico, la recuperación del pollito no tuvo complicación alguna, además de que comparada con la anestesia inhalada que es la más recomendada para aves, fue barata.

La técnica de anestesia cumple con los objetivos esperados, haciendo evidente su seguridad frente a otros fármacos utilizados, ya que si se comparan las descripciones frente al pentobarbital con pollitos de 10 días de edad (55), es muy probable que mediante este anestésico se exija mayor cuidado y exista aún más riesgo de repetir o descartar individuos con intención de ser sometidos a la prueba. Podemos citar los resultados descritos en el presente trabajo, donde se indica la seguridad del 100% de recuperación de la anestesia disociativa.

No se aborda el tema de la interacción farmacológica ni bioquímica de la combinación de ketamina más lidocaína por considerarse un tema lo suficientemente basto como para estudiarlo de manera particular e independiente y de este modo generar las conclusiones adecuadas.

Los resultados sobre el uso de anestesia local en el presente caso fueron contrarios a lo descrito en la literatura (39, 43), por lo que se encontró inadecuada para cecoectomía en adultos y pollitos de 6 días.

Respecto a la redosificación anestésica intraperitoneal, en los pollos que lo requerían, se encontró que ya ha sido utilizada en casos de cecoectomía (39, 43), donde se indica la irrigación con solución de lidocaína. Bajo este principio se aplicó el residuo del anestésico preparado (ketamina más lidocaína 2 % en nuestro caso) sobre intestinos sin ocasionar ningún problema aparente.

La frecuencia respiratoria es una constante durante la fase de anestesia profunda que sin duda demuestra la estabilidad del individuo. Los promedios que en este caso se registraron son mayores a los que se encontraron en literatura (49), las diferencias posiblemente son debidas a que en este trabajo se utiliza una especie y edad específica, y la literatura se refiere a las aves en general, estableciendo diferencias en los flujos respiratorios solo por el peso de las mismas.

La hemostasis mediante cauterización (38, 39) antecede al uso de la electrofulguración, las ventajas apreciadas en comparación con material de sutura, son que ahorra tiempo de cirugía, material de sutura y garantiza la coagulación.

El peso corporal nos indica y ayuda a observar la recuperación del paciente en la práctica médica de aves (40, 49), por ello la importancia del registro del peso del pollito después de la cecoectomía.

Respecto a la terapia posoperatoria que se utilizó por 5 días, no se observó ningún problema atribuido al antibiótico, el desinflamatorio o al procinético intestinal. Es sabido que una terapia posquirúrgica aumenta la calidad de vida del individuo. En este caso aunque se siguieron protocolos de asepsia, el antibiótico se utilizó como profiláctico para evitar el riesgo de contaminación bacteriana (1, 15, 16, 26, 35, 39, 40, 43, 49, 51). El piroxicam fue aplicado como desinflamatorio y analgésico no esterooidal (60), con la intención de disminuir el estrés por dolor (48, 50) abdominal y mejorar la recuperación de la motilidad intestinal (74), no se encontraron alteraciones en el flujo respiratorio como refiere Ritchie y colaboradores (1994) en el caso de flunixin-meglumine, otro desinflamatorio y analgésico no esterooidal muy recomendado (41), sin embargo no hubo referencia específica de el uso de ambos fármacos en gallinas domésticas. La metoclopramida se encontró recomendada en casos éstasis gastrointestinal, acompañada de la prescripción de antibiótico, promueve la motilidad y coordinación intestinal sin incremento de secreciones gástricas, biliares o pancreáticas (49, 74, 75), aunque no se encontró dosis recomendada para esta especie, la dosis utilizada no ocasionó hiperactividad a la que ha sido asociada en otras aves (49, 61, 62, 75).

Por otra parte los hallazgos a la necropsia observados, como megaíleon (o abalonamiento como mencionan Brownell y Sadler (1969) durante las necropsias en los individuos muertos a las pocas horas poscirugía o durante las primeras 2 semanas después, pueden ser atribuidos a problemas de motilidad intestinal. El problema se ocasiona muy probablemente por la cecoectomía, ya que se encontró referencia de que la cirugía de tipo gastrointestinal afecta directa e inmediatamente el desempeño de la motilidad en el intestino (49, 61, 74, 75). Podemos suponer, que es un problema que involucra el mecanismo de reflujo intestinal, el cual probablemente se encuentre afectado, pues esta regulado por la válvula ileocecal, que es afectada por la cecoectomía, además es posible que exista mala o insuficiente absorción de líquidos como se menciona en las intervenciones quirúrgicas de tipo digestivo en humanos y otras especies (61, 74, 75, 76). Además del líquido total contenido en ciego, el 87% – 97% proviene de la orina (7), producto del reflujo intestinal, lo que ayuda a explicar en la gran cantidad de líquido encontrado en ileon durante la necropsia.

Los tiempos a los que se encontró un mayor número de muertos al posoperatorio va de 2 - 3 horas a 6 días, el máximo de día al que se encontró un pollo muerto fue al día 14, lo que en cierta forma concuerda con el resultado encontrado por Brownell & Sadler (1969), y las observaciones respecto al reflujo de orina a los sacos ciegos (12, 13). Los hallazgos anteriores coinciden en parte con las observaciones en la literatura, la cual indica de manera general, que después de una intervención quirúrgica intestinal se provoca la consecuente falta de motilidad, principalmente de íleon y después intestino grueso (49, 61, 74, 75, 76).

Los problemas a los que se refieren las intervenciones en humanos y otras especies animales por la tras-locación de bacterias de intestino grueso a delgado (75, 76) no debería ser una agravante en el presente caso, si recordamos los estudios sobre sucesión intestinal hechos por Lu y colaboradores en el 2003, en donde todavía a esta edad, la biota de ciego e íleon guardan similitud en conformación.

Los resultados respecto a la técnica de cecoectomía descrita utilizando la sutura PDS e implementada mediante anestesia disociativa (ketamina más lidocaína 2%) aseguran una sobrevivencia del 47% de los individuos, vivos hasta la 5ª semana. Dicha observación es confirmada mediante los resultados de las curvas de sobrevivencia, pues la ausencia de ciegos implica una menor viabilidad del grupo. Cuando se comparan los dos tipos de sutura absorbible, se puede comprobar que en la técnica de laparotomía, donde la cecoectomía no ejerce su efecto, la sutura PDS representa el mayor número de individuos vivos después del acto quirúrgico.

Podemos citar, una vez más que las suturas trenzadas, y en especial el catgut ofrecen una tardía recuperación en la herida con una mayor reacción del organismo, cuando se comparan con las de tipo monofilamento (57), de igual forma aquellas suturas que son degradadas mediante hidrólisis y no por proteólisis (49, 57). Aunque ambas se degradan por hidrólisis, Dexon fue sutura trenzada, mientras que PDS II fue monofilamento, lo cual puede relacionarse con los mejores resultados en PDS II.

Los tiempos utilizados de ayuno, cirugía y recuperación aseguran la calidad del presente procedimiento, por lo que podría desafiarse con otros métodos implementados para la cecoectomía.

Mediante los logaritmos naturales, el periodo crítico en cuanto a la velocidad de crecimiento se circunscribe hasta el 2º día posoperatorio. De esta forma se aprecia que el mayor impacto, en crecimiento y desarrollo lo reciben los individuos sin ciego. La clara recuperación de la deficiencia de ciegos pudiera ser hacia el día 24 y 27 posoperatorio. Estos resultados requieren de un mayor análisis que no corresponde al presente estudio.

Las mediciones de las vellosidades intestinales manifiestan, que existe diferencia más evidente en la región del intestino delgado distal, sitio que estuvo más involucrado en la manipulación y cirugía intestinal según el caso, laparotomía o cecoectomía, sobresaliendo el largo de las vellosidades del grupo con PDS II respecto al testigo. Mientras que el largo de la lámina propia respecto al testigo fue por lo regular mayor en los grupos

con cecoectomía y Dexon. Es posible que lo anterior sea promovido por el tipo de sutura utilizada, refiriéndonos a lo mencionado en párrafos anteriores sobre la estructura de la sutura.

Podrían relacionarse los resultados de sobrevivencia disminuida en los grupos LD y CD respecto a LP y CP, respectivamente, con lo histológico, aunque para ello sería necesario un análisis microscópico más detallado, como por ejemplo identificar el tipo de células presentes en la lámina propia.

Con base a todos los resultados obtenidos podemos suponer que la extirpación de los sacos ciegos en pollitos de 6 días de edad reduce su viabilidad, lo que sugiere que tales órganos tienen el grado importante para la sobrevivencia del individuo a esta edad.

Las observaciones en las necropsias, y los resultados descritos por grupo de los individuos operados ofrecen la posibilidad de implementar mediante el modelo de la cecoectomía estudios de intestino respecto a tránsito, ritmo de crecimiento o desarrollo e inflamación.

## CONCLUSIONES

Se consiguió a través de la Ketamina (20 – 30 mg / Kg) mas lidocaína (al 2% 1 – 2 mg / Kg) la anestesia disociativa sin alterar funciones vitales, logrando la anestesia quirúrgica requerida.

La técnica de cecoectomía bajo anestesia disociativa demostró ser segura y eficiente, y podemos decir que mediante este método, implicando el manejo preoperatorio y posoperatorio descrito, se puede asegurar el proceso de cecoectomía y la creación de grupos representativos para el fin que el investigador prefiera.

Las gráficas de sobrevivencia evidencian que el efecto de la cecoectomía disminuye el índice de viabilidad durante el periodo de posoperatorio de 15 días, lo cual se aprecia aún más al comparar cecoectomizados con laparotomizados.

La sutura PDS II, ofrece mayor índice de sobrevivencia en el grupo de laparotomizados y cecoectomizados, además de que es la que aparentemente afecta menos el tamaño de la vellosidad y su lámina propia. Con esto sería la más recomendada en cecoectomía de pollito de engorda de 6 días de edad.

Las figuras de ganancia diaria de peso se pueden utilizar para del seguimiento del proceso de recuperación de los individuos cecoectomizados, observándose una recaída después de la cirugía al día 6 y hasta el día 13, lo cual se compensa, y al final de la 5ª semana, terminan con diferencias ligeras entre todos los grupos y tratamientos.

En la velocidad de crecimiento, el ritmo comienza a recuperarse después del día 2 de cirugía, manteniéndose pese a los tratamientos, esto puede deberse a la genética del individuo pues ha sido seleccionado con ese fin.

Los problemas a nivel intestinal observados en las necropsias de los pollitos al posoperatorio se pueden atribuir a la cecoectomía que ocasiona trastornos al tránsito intestinal y el proceso de reflujo intestinal, de los cuales el pollito depende para la correcta absorción de líquidos, electrolitos y nutrientes.

Resumiendo, podemos concluir que la técnica de cecoectomía empleada en el presente estudio, utilizando el material de sutura PDS II, así como el manejo y tratamiento preoperatorio y posoperatorio descrito, de los pollitos a los 6 días de edad es de al menos el 47% de sobrevivencia, y que de este modo se ofrecen las condiciones mínimas necesarias para la recuperación de las aves sobrevivientes. En contraste, la sobrevivencia del 97% de los individuos laparotomizados con PDS II, pone más en evidencia la importancia de los sacos ciegos a esta edad.

## CUADROS

Cuadro 1. Hormonas gastrointestinales en el pollo de engorda (Randall et al 1998, Whittow 2000).

HORMONA	ORIGEN	ESTÍMULO (para secreción hormonal)	ACCIÓN
Gastrina	Proventrículo	Nervio vago y proteínas en el estómago	Estimula secreción de ácido gástrico y pepsina
Coloecistoquinina	Duodeno, yeyuno	Ácidos grasos y aminoácidos	Estimula la contracción de la vesícula biliar y secreción gástrica y pancreática; inhibe el vaciado gástrico; potencializa la inducción-secretina estimulando la secreción de electrolitos
Secretina	Duodeno, yeyuno	Alimento y ácido fuerte (HCl) en estómago e intestino delgado	Estimula la secreción pancreática de bicarbonato, estimula secreción ácida y de pepsina de estómago
Péptido vasoactivo intestinal	Duodeno, yeyuno	HCl en duodeno	Es (más que la secretina) un potente estimulador de la secreción pancreática de electrolitos; inhibe la contracción del músculo liso, aumento del flujo sanguíneo, inhibe secreción gástrica
Polipéptido pancreático	Páncreas, proventrículo, duodeno	Aminoácidos, HCl en estómago	Estimula secreción de ácido gástrico y pepsina
Péptido liberador-gastrina (bombesina)	Proventrículo	Distensión del proventrículo	Estimula la secreción enzimática pancreática; estimula la contracción del buche.
Somatostatina	Páncreas, molleja, proventrículo, duodeno, íleon	Ácido en el estómago	Inhibe la secreción de otras hormonas gastrointestinales y ácido gástrico

Cuadro 2. Jugos digestivos y algunos de los componentes de participación digestiva en pollo de engorda (Ávila 1990, Randall et al 1998, Whittow 2000)

JUGO DIGESTIVO	ENZIMA O CONTENIDO	SUBSTRATO	PRODUCTO
Saliva	Amilasa	Almidón	Maltosa y dextrina
Jugo gástrico	Agua HCl, Pepsina	Proteínas	Proteínas, proteosas y peptonas
Bilis	Sales (glicolato, taurocolato) y ácidos (quenodeoxicolitaurina, colitaurina) biliares	Grasas y lípidos	Lípidos emulsificados
Jugo Pancreático	Tripsina Quimotripsina Carboxipeptidasa Amilasa  Lipasa	Proteínas Proteínas Péptidos grandes Almidón  Lípidos, triglicéridos	Péptidos grandes Péptidos grandes Péptidos pequeños Glucosa, maltosa, dextrinas Monoglicéridos, ácidos grasos, glicerol
Jugo Intestinal	Maltasa Isomaltasa (oligo 1-6 glucosidasa) Sucarasa Enteroquinasa Lipasa  Peptidasas	Maltosa Dextrinas  Sacarosa Tripsinógeno Monoglicéridos  Di- y tripéptidos	Glucosa Maltosa, glucosa  Glucosa, fructosa Tripsina Glicerol, ácidos grasos Aminoácidos

Cuadro 3. Frecuencia respiratoria por minuto (FR/min), de 120 pollitos de 6 días de edad bajo anestesia disociativa, Ketamina + Lidocaína 2%

Tiempo	$\bar{X} \pm DE$	IC para $\bar{X}$ , 95%	Máximo	Mínimo
Preanestesia:	101 ± 1.52	(97, 104)	144	60
Anestesia:	122 ± 2.44	(116, 128)	204	84
Posoperatorio:	106 ± 2.33	(100, 112)	180	60

$\bar{X}$  = Media aritmética; DE = Desviación Estándar; IC = Intervalo de Confianza

Cuadro 4. Peso corporal en gramos de pollitos de 6 días de edad

Grupo (Tratamiento)	Principio de ayuno		Termino de ayuno		Después de la cirugía		Gramos perdidos por ayuno y cirugía, por pollo	
	$\bar{X} \pm DE$	IC para $\bar{X}$ , 95%	$\bar{X} \pm DE$	IC para $\bar{X}$ , 95%	$\bar{X} \pm DE$	IC para $\bar{X}$ , 95%	$\bar{X} \pm DE$	IC para $\bar{X}$ , 95%
LD (n = 30)	85 ± 5.9	(81.8, 88.3)	84 ± 5.9	(80.7, 87.3)	83 ± 6.3	(79.9, 86.9)	2 ± 1.7	(0.7, 2.6)
LP (n = 30)	88 ± 8.22	(84.1, 92.6)	86 ± 7.94	(81.9, 90.0)	86 ± 7.67	(82.4, 90.3)	2 ± 2.4	(0.7, 3.2)
CD (n = 30)	97 ± 8.31	(93.6, 99.6)	95 ± 8.34	(91.9, 97.9)	93 ± 8.46	(90.1, 96.4)	4 ± 1.48	(2.9, 4.0)
CP (n = 30)	91 ± 7.54	(87.9, 93.5)	89 ± 7.41	(86.3, 91.8)	88 ± 7.4	(85.4, 90.9)	3 ± 0.94	(2.4, 3.1)

L = Laparotomía, C = Cecoectomía, D = Sutura Dexon, P = Sutura PDS

Cuadro 5. Tiempo ocupado en cirugía en minutos y segundos por grupo operado.

Grupo (Tratamiento)	Tiempo total (desde la inyección de anestesia hasta el cierre de cavidad)		Tiempo real de cirugía (de la incisión en piel al cierre de cavidad abdominal)		Tiempo (minutos) de recuperación de la conciencia.		
	Máximo	$\bar{X} \pm DE$	IC para $\bar{X}$ , 95%	Mínimo	Máximo	$\bar{X} \pm DE$	IC para $\bar{X}$ , 95%
<b>Laparotomía (Promedios)</b>							
1)LD (n = 30)	22:27	14:03 ± 2:35	(13:07 , 14:59)	10:44	13:19	08:39 ± 2:06	(7:54 , 9:24)
2)LP (n = 30)	17:01	15:13 ± 3:02	(13:33 , 16:54)	11:02	10:51	09:33 ± 2:34	(8:09 , 10:57)
<b>Cecoectomía (Promedios)</b>							
3)CD (n = 30)	34:02	26:32 ± 5:46	(24:31 , 27:26)	17:37	26:07	20:12 ± 2:47	(19:48 , 21:15)
4)CP (n = 30)	30:38	27:18 ± 7:31	(23:28 , 28:53)	20:56	25:23	20:48 ± 2:21	(20:37 , 22:21)
		25:47 ± 3:16	(24:35 , 26:59)			19:36 ± 2:53	(18:31 , 20:39)
						105 ± 22	(99 , 110)
						100 ± 22	(91 , 107)
						110 ± 22	(102 , 118)

L = Laparotomía, C = Cecoectomía, D = Sutura Dexon, P = Sutura PDS

Cuadro 6. Porcentaje de sobrevivencia de los grupos operados, y número de días en que tardan en morir después de la cirugía.

Grupo	Porcentaje del total del grupo				Número de días después de la cirugía en que mueren.		
	n =	% Vivos	IC, $\pi$ , 95 %	% Muertos	Moda	Máximo	Mínimo
LD	30	67	(42.5 , 77.5)	33	0*	1	0
LP	30	94	(85.51 , 100)	6	1	1	1
CD	30	30	(13.6 , 46.4)	70	1	8	1
CP	30	47	(29.1 , 64.9)	53	6	14	0

L = Laparotomía, C = Cecectomía, D = Sutura Dexon, P = Sutura PDS

\* Cero, corresponde a la muerte horas después de la cirugía.

Cuadro 7. Peso en gramos en base a los sobrevivientes de cada grupo hasta la 5ª semana de edad

Tiempo	Grupo (tratamiento)	Numero de pollos (n)	Máximo	$\bar{X} \pm DE$	IC para $\bar{X}$ , 95%	Mínimo
semana 1 (después de la cirugía)	LD	10	96	85.9 ± 5.0	(82.29, 89.50)	77
	LP	16	100	89.1 ± 7.9	(84.83, 93.29)	71
	CD	9	109	101.8 ± 7.2	(96.21, 107.34)	80
	CP	14	109	93.5 ± 8.8	(88.42, 98.57)	78
	T	30	109	90.6 ± 9.5	(87.14, 93.99)	71
semana 2	LD	10	282	256.0 ± 15.7	(244.77, 267.22)	243
	LP	16	289	247.3 ± 30.2	(231.20, 263.42)	192
	CD	9	266	169.7 ± 50.6	(130.78, 208.54)	103
	CP	14	249	196.6 ± 44.2	(171.12, 222.17)	129
	T	30	313	250.0 ± 42.5	(234.98, 265.65)	132
semana 3	LD	10	625	590.1 ± 30.9	(568.03, 612.17)	540
	LP	16	721	571.2 ± 68.1	(534.91, 607.45)	484
	CD	9	657	433.4 ± 124.6	(337.64, 529.24)	196
	CP	14	609	471.3 ± 119.4	(402.35, 540.22)	222
	T	30	714	576.1 ± 99.8	(540.15, 612.09)	268
semana 4	LD	10	1228	1048.8 ± 91.6	(983.29, 1114.31)	890
	LP	16	1190	1019.6 ± 111.9	(959.95, 1079.17)	796
	CD	9	1068	765.4 ± 204.7	(608.13, 922.75)	314
	CP	14	1006	816.1 ± 160.1	(723.71, 908.58)	540
	T	30	1100	901.5 ± 123.9	(855.22, 947.48)	550
semana 5	LD	10	1578	1299.8 ± 135.3	(1202.995, 1396.605)	1078
	LP	16	1416	1245.9 ± 125.1	(1179.29, 1312.584)	988
	CD	9	1290	1140.4 ± 323.2	(892.043, 1388.846)	350
	CP	14	1565	1298.0 ± 205.8	(1179.19, 1416.81)	958
	T	30	1474	1220.0 ± 161.0	(1159.93, 1280.14)	664

**FIGURAS**

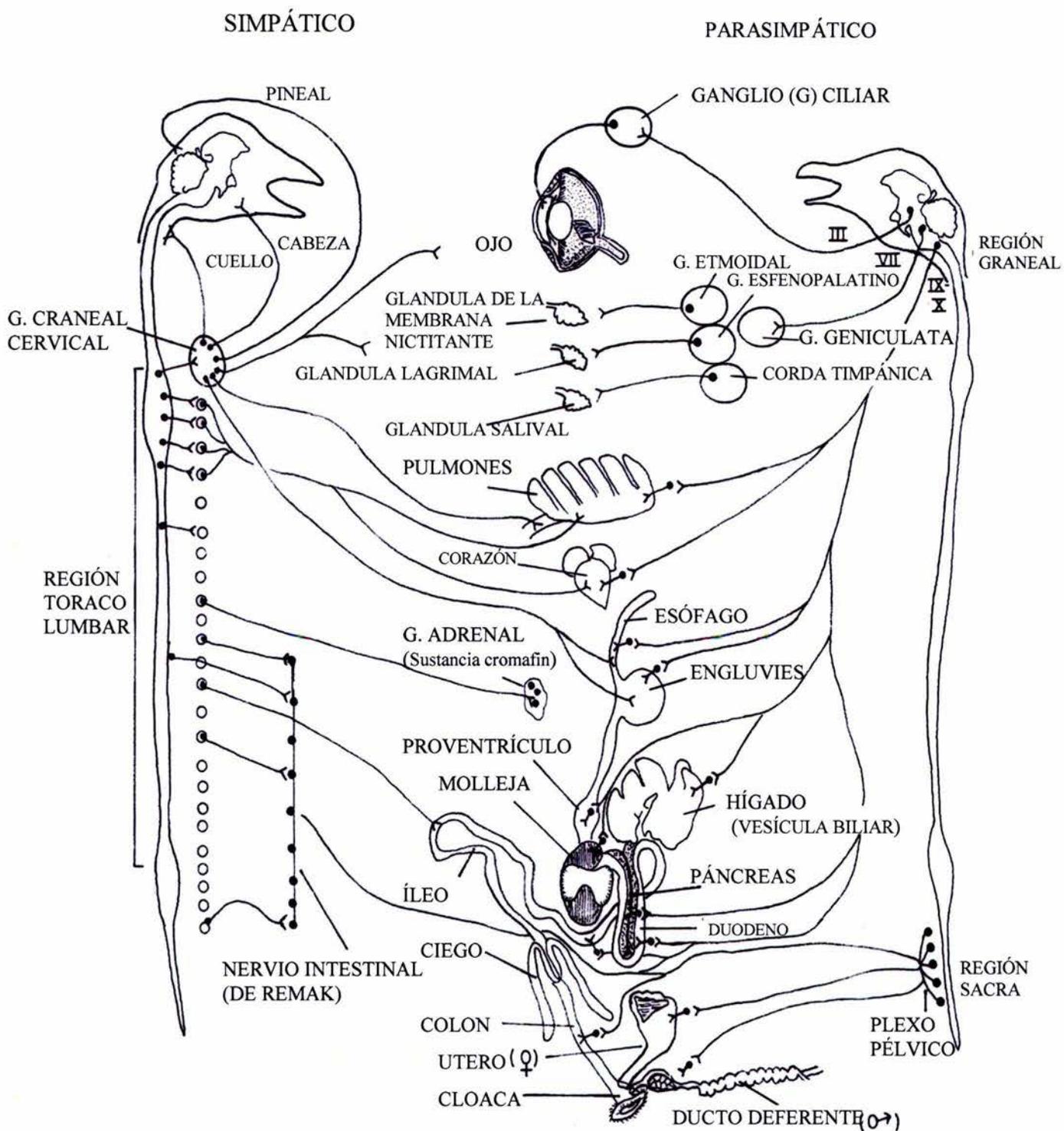


Figura 1. Sistema nervioso autónomo de ave. ( traducido de Whittow 2000)

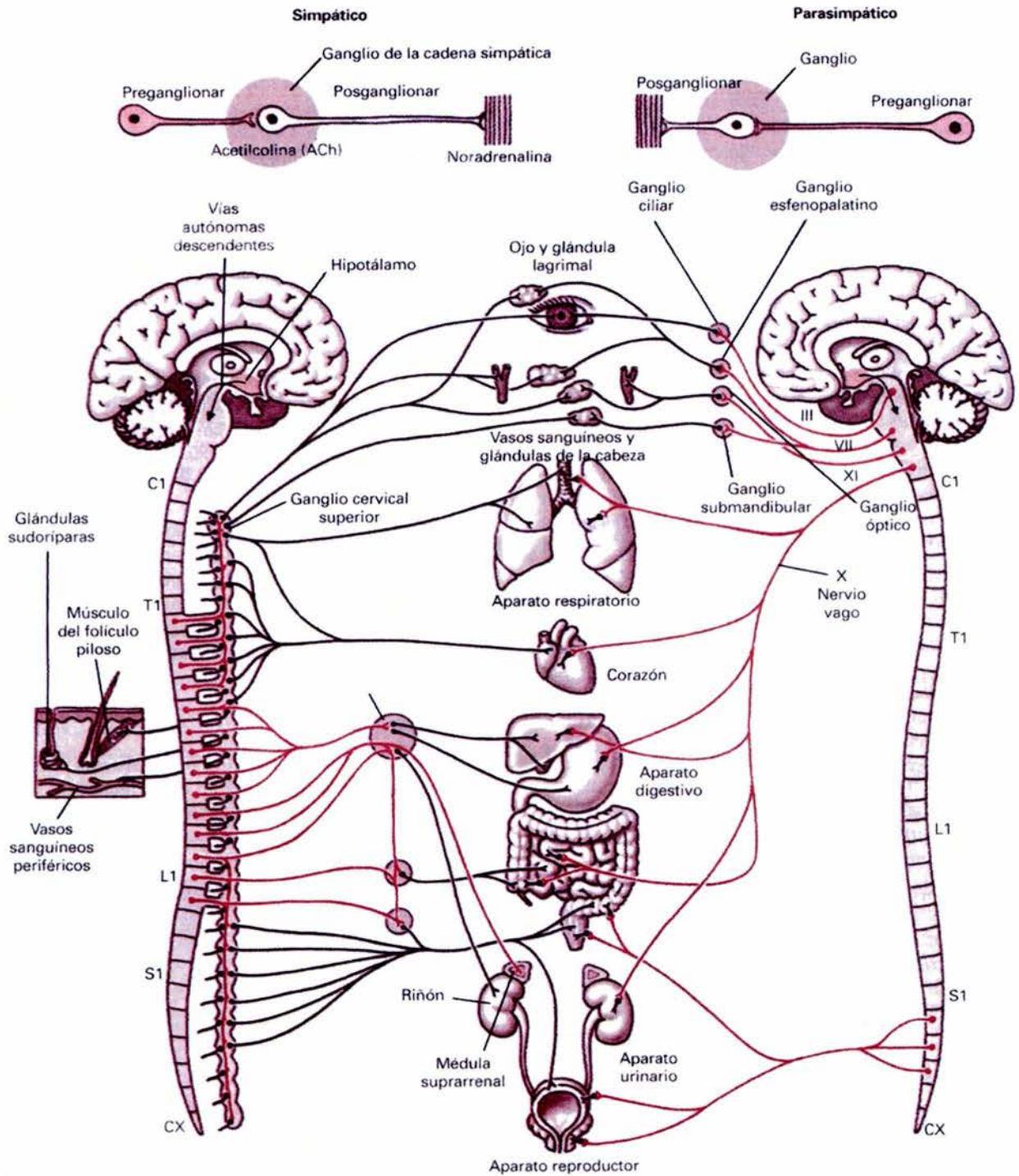
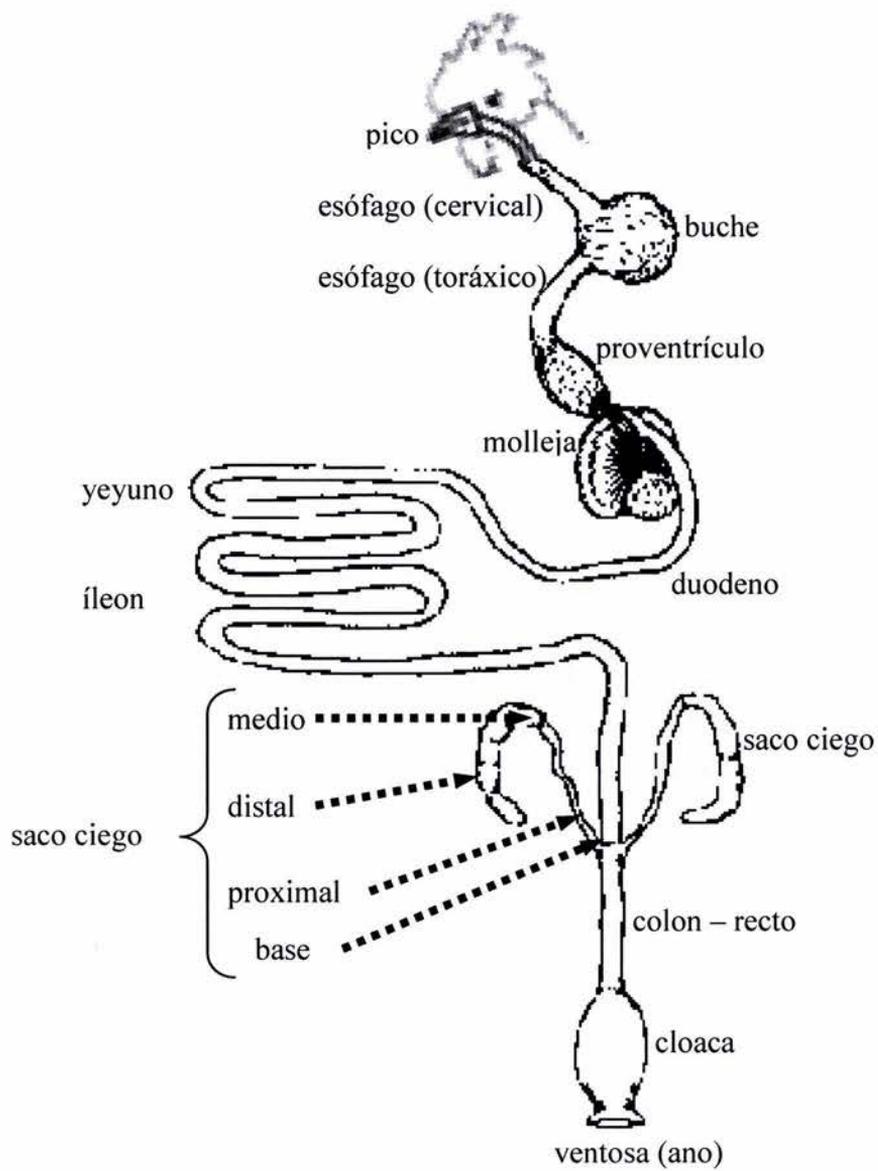


Figura 2. Sistema nervioso autónomo de mamífero. (Randall et al 1988)



**Figura 3.** Tracto digestivo pollo de engorda

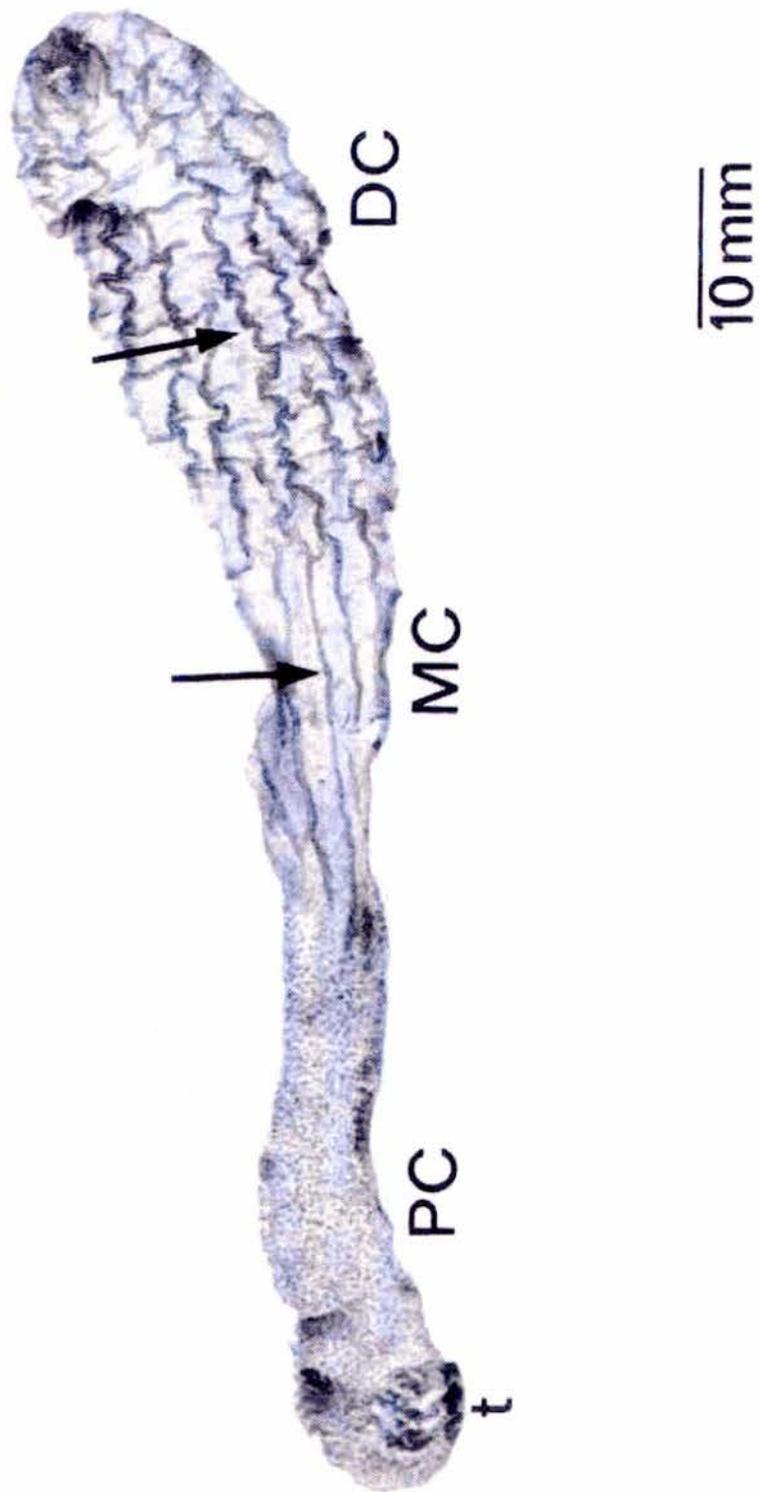


Figura 4 Saco ciego abierto a lo largo. (t) tonsilas, (PC) ciego proximal, (MC) ciego medial, (DC) ciego distal. Flechas indican los pliegues (plicae) de la mucosa. (Ferrer et al 1991).

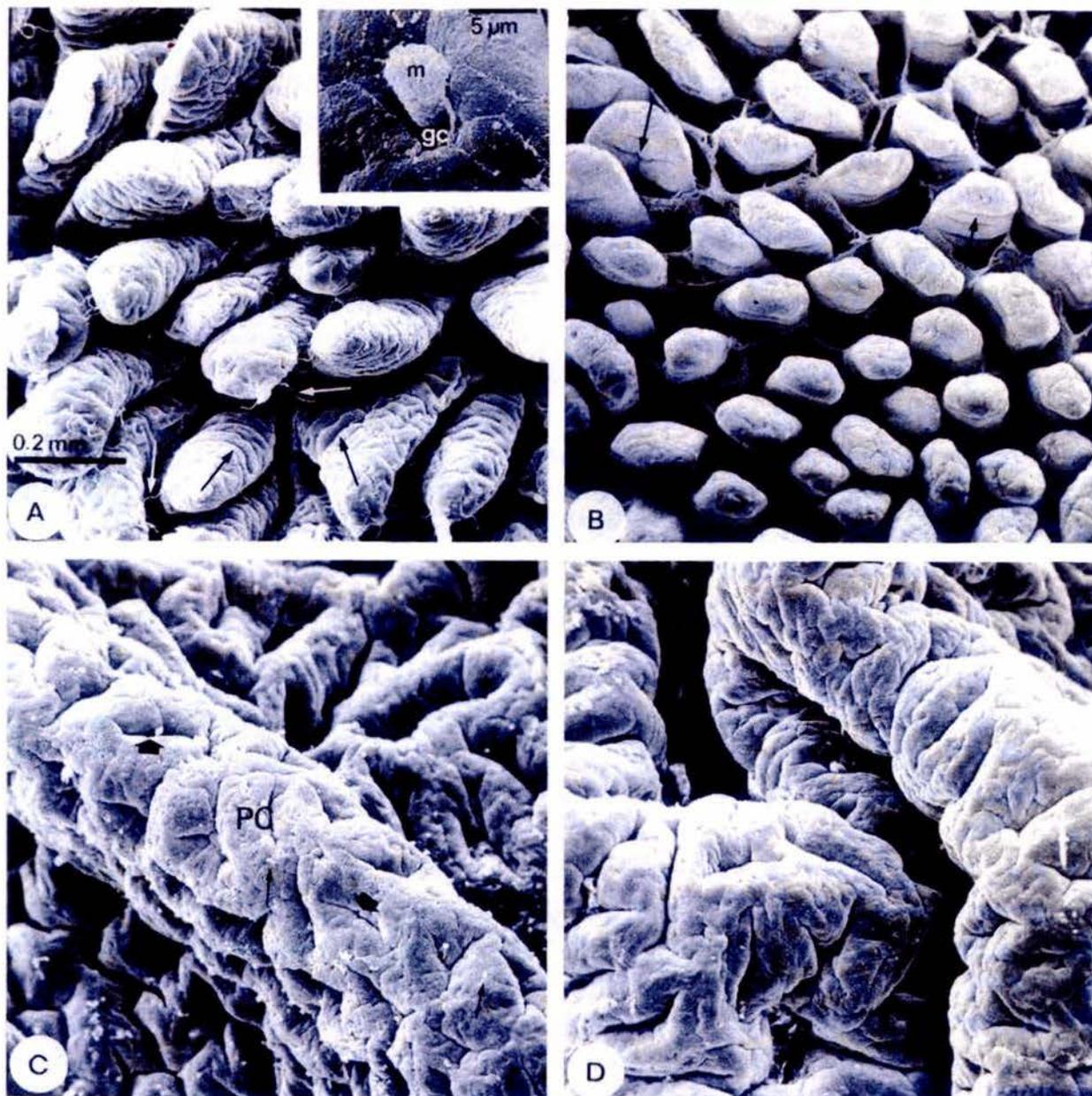


Figura 5. Fotografía con microscopio electrónico. A, ciego proximal. Flecha negra señala surcos en la vellosidad intestinal, las flechas blancas señalan bacterias adheridas, el recuadro maximiza una célula globosa (gc) secretando moco (m). B, yeyuno. Los surcos en las vellosidades también son señalados con flechas negras. C, ciego medial (PC, señala la *plica circularis*). Las flechas anchas muestran las aberturas de las criptas de Lieberkühn, las flechas delgadas señalan las células globosas. D, ciego distal. (Ferrer et al 1991).



Figura 6  
Pollitos de 1 día de edad en criadora tipo batería.



Figura 7. Aplicación subcutánea de anestesia disociativa en pollito de 6 días de edad.

- Gel a temperatura corporal del pollito
- ✓ Mesa quirúrgica



Figura 8. Periodo de inducción de la anestesia, pérdida de equilibrio.

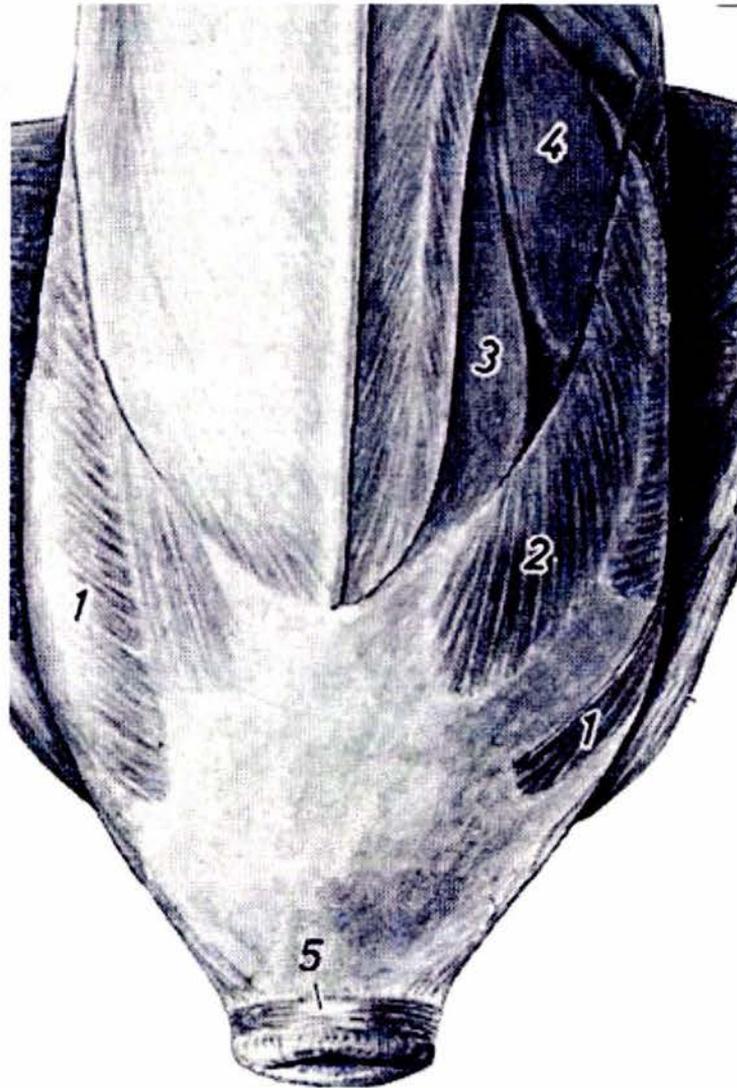


Figura 9

Músculos abdominales del pollo de engorda (Nickel et al 1977).

- 1 – Músculo (M) oblicuo abdominal externo; 2 – M oblicuo abdominal interno;  
3 – M recto abdominal; 4 – M transverso abdominal; 5 – M esfinter anal.



Figura 10. Corte (A) y área de abordaje (B).

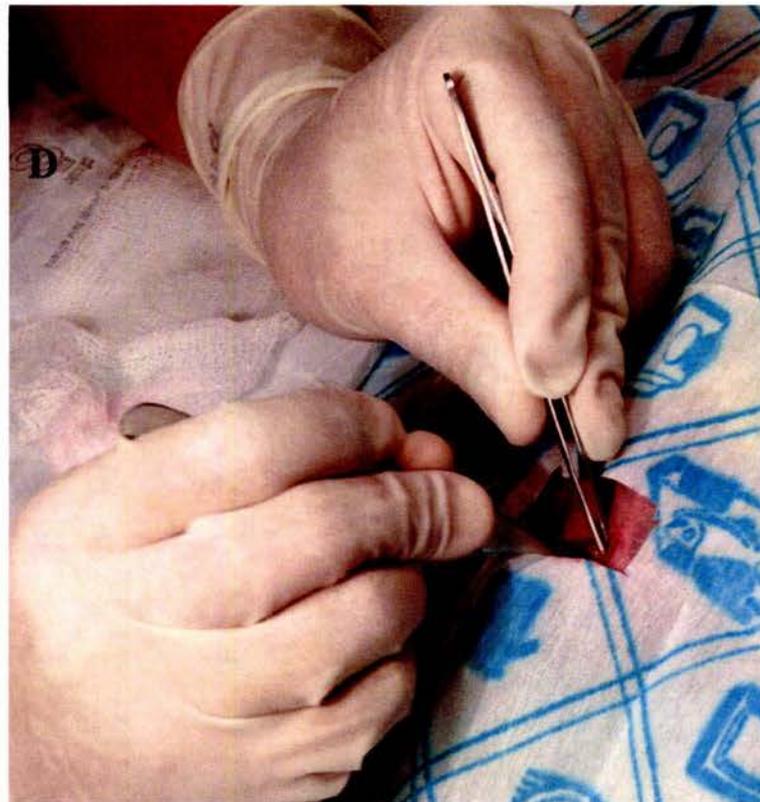
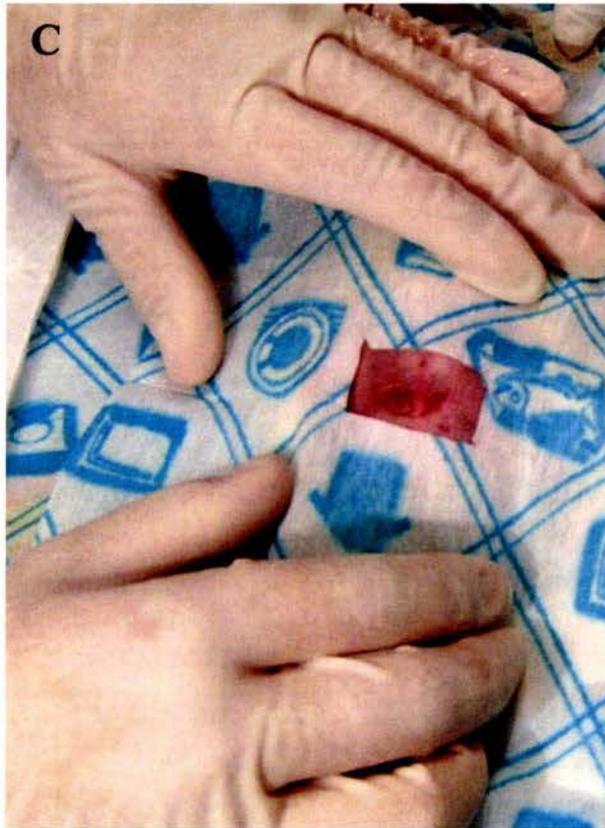


Figura 11. Colocación de campo (C) y búsqueda de sacos ciegos (D).

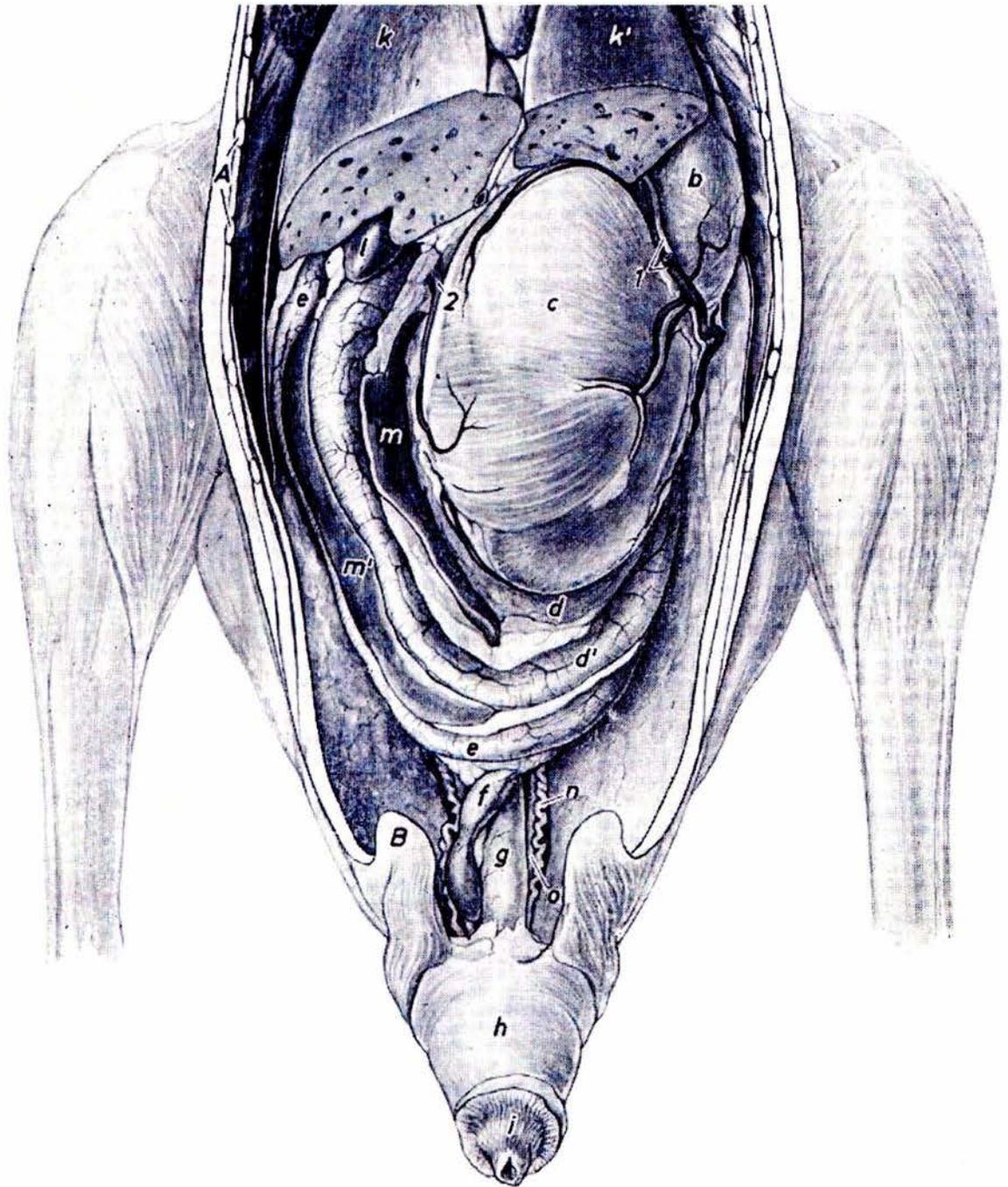


Figura 12

Topografía de la cavidad abdominal. Vista ventral (Nickel et al 1977).

1 – Ramo intermedio de la arteria (a) gástrica superior y sus venas acompañantes; 2 Ramo gástrico derecho de a gástrica inferior y sus venas acompañantes.

A – Costillas (seccionadas); B – Pubis; b – Proventriculo; c – molleja; d – duodeno descendente; d' – duodeno ascendente; e – yeyuno; f – parte distal de un saco ciego; g – colon; h – cloaca; i – ano (ventosa); k – hígado (lóbulo) derecho; k' – hígado (lóbulo) izquierdo; l – vesícula biliar; m – lóbulo dorsal del páncreas; m' – lóbulo ventral del páncreas; n – ducto deferente; o – uréter.

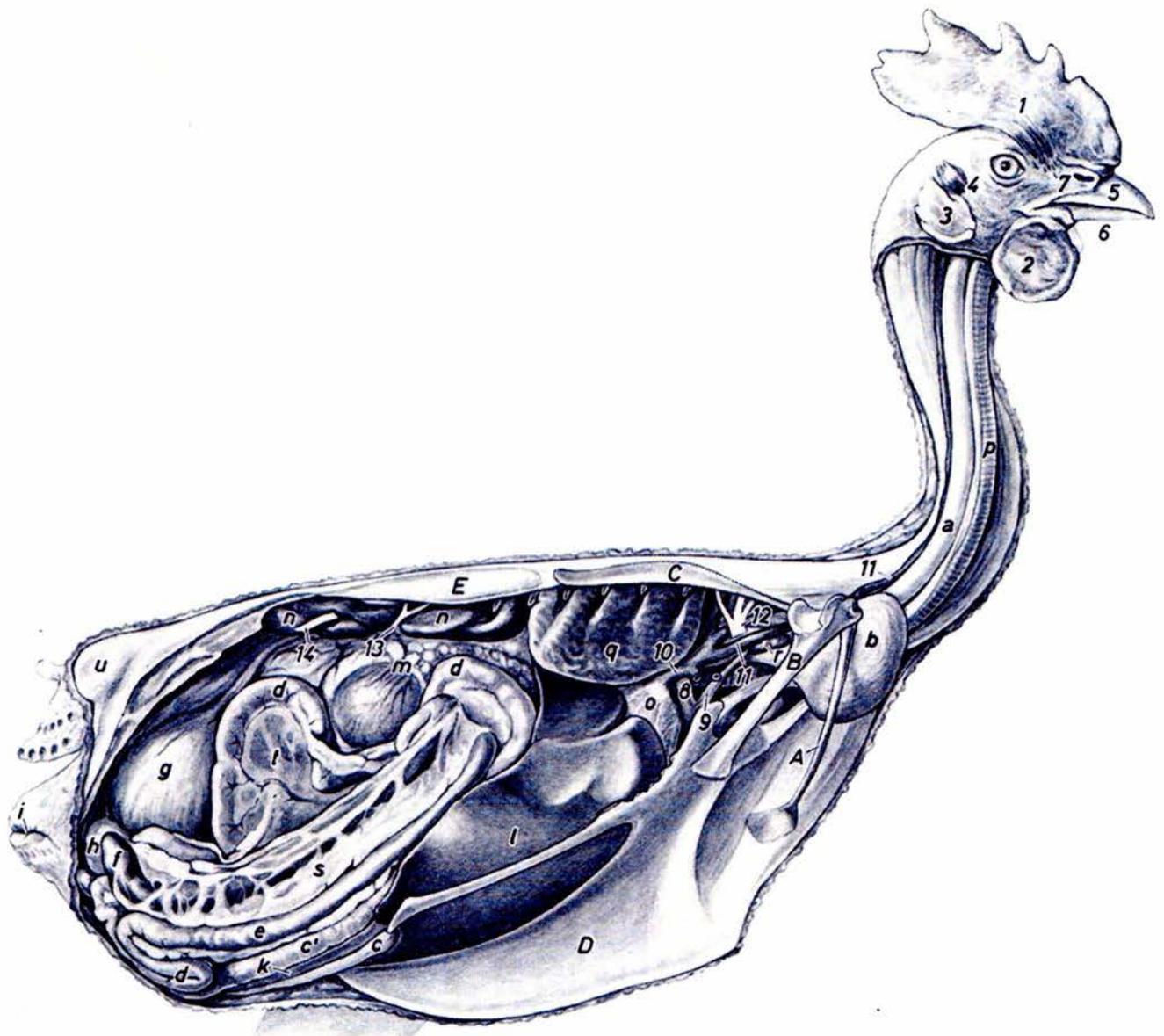


Figura 13

Topografía del cuello y la cavidad abdominal de la gallina. Vista derecha (Nickel et al 1977).

- A – clavícula; B – coracoides; C – escápula; D – externon (quilla); E – ilion  
 1 – cresta; 2 – barbilla; 3 – lóbulo auricular; 4 – meato auditivo externo; 5 – pico (superior);  
 6 – pico (inferior); 7 – narina; 8 – aorta; 9 – arteria (a) braquicefálica derecha; 10 – vena (v) cava craneal derecha; 11 – v yugular; 12 – plexo braquial; 13 – plexo lumbar; 14 – plexo sacro  
 a – esófago; b – buche; c – descendente dueodeno; c' – ascendente duodeno; d – yeyuno; e – íleon;  
 f – ciego; g – útero; h – cloaca; i – ano (ventosa); k – páncreas; l – lóbulo derecho del hígado;  
 m – ovario; n – riñón; o – corazón; p – tráquea; q – pulmón; r – glándula tiroides; s – ligamento ileocecal; t – mesenterio (del yeyuno); u – glándula uropígea (pegóstilo)

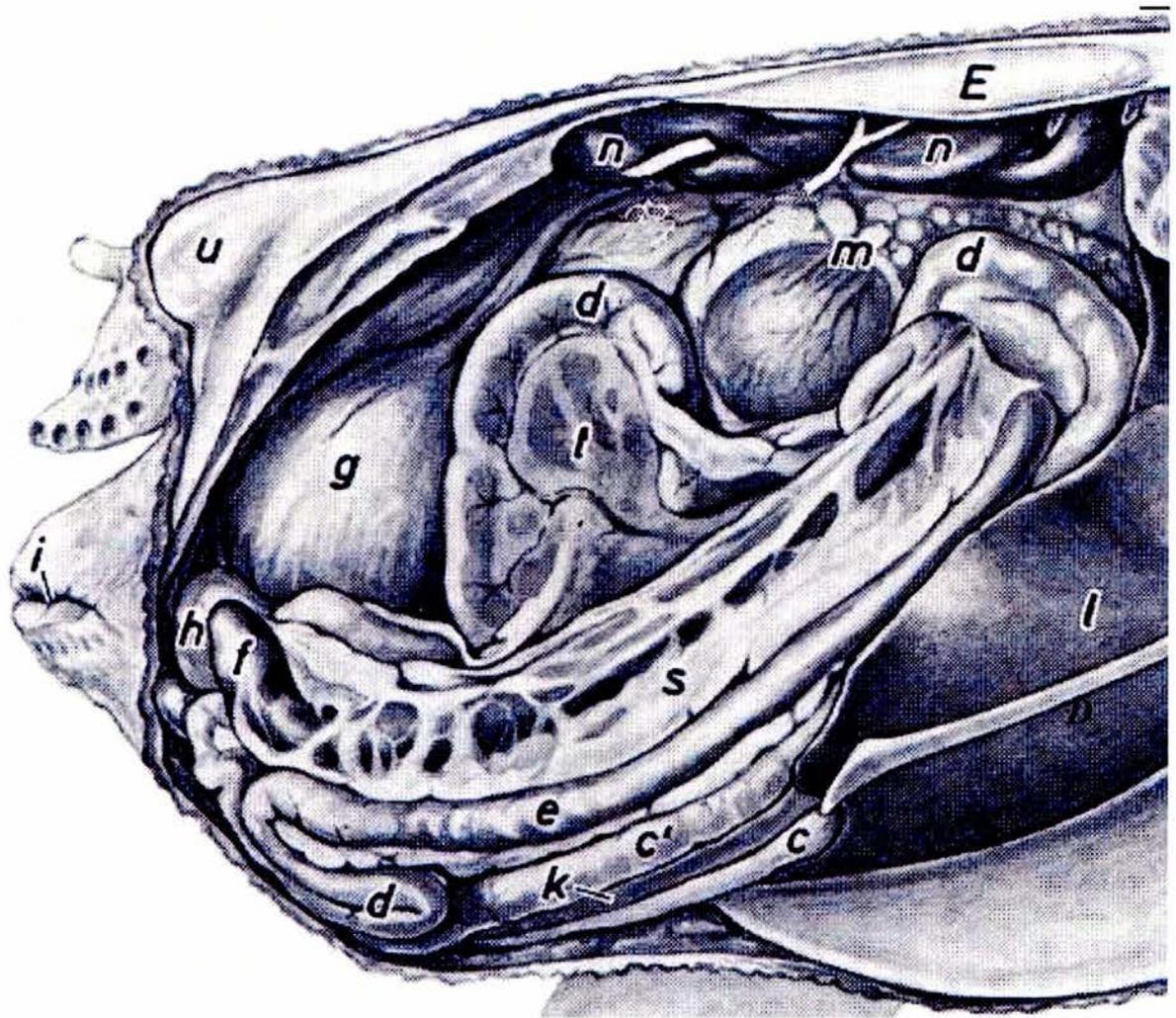


Figura 14

Topografía de la cavidad abdominal de la gallina (ampliación).

Vista derecha (Nickel et al 1977).

D – externon (quilla); E – ilion

c – descendente dueodeno; c' – ascendente duodeno; d – yeyuno; e – íleon; f – ciego; g – útero;  
 h – cloaca; i – ano (ventosa); k – páncreas; l – lóbulo derecho del hígado; m – ovario; n – riñón;  
 s – ligamento ileocecal; t – mesenterio (del yeyuno); u – glándula uropígea (pegóstilo)

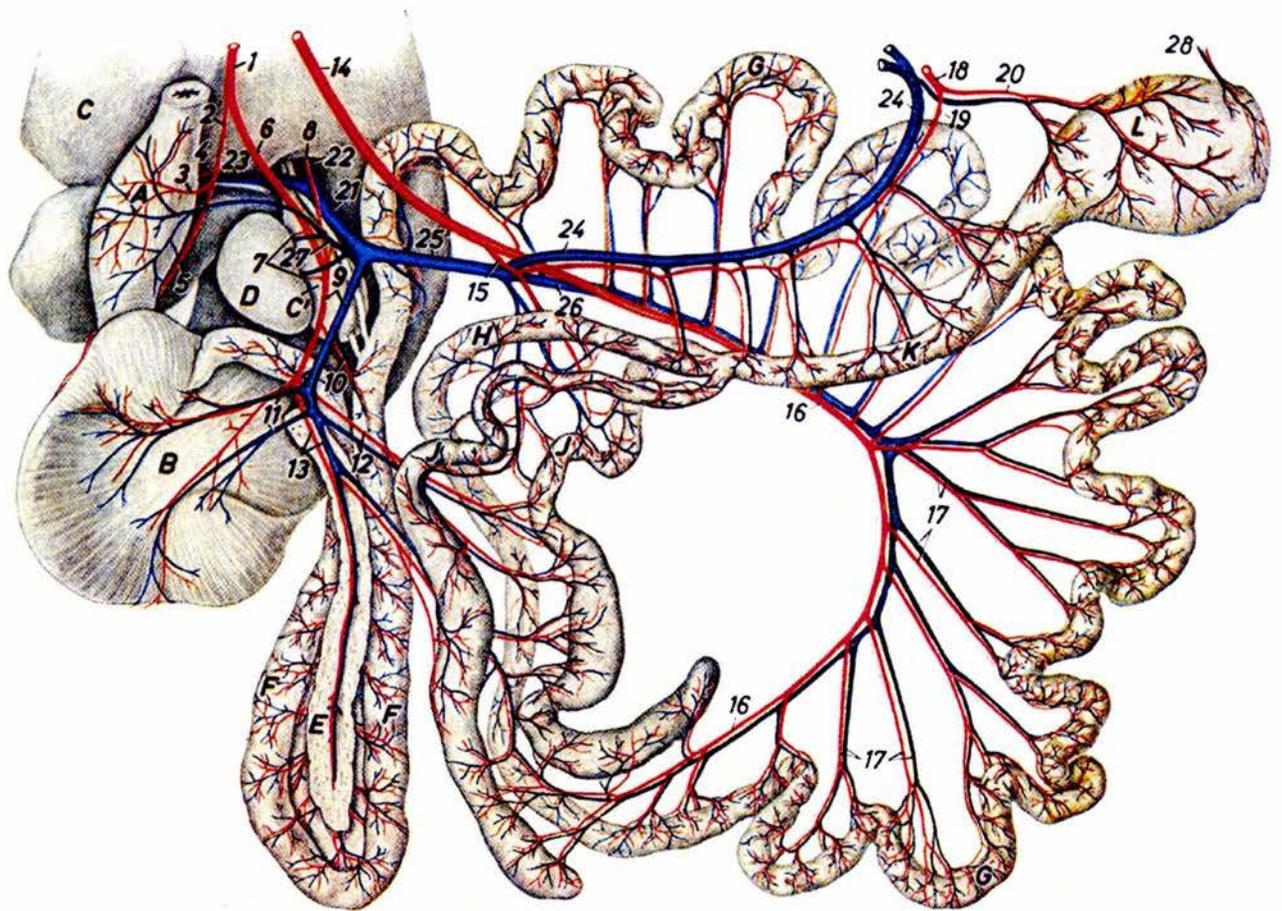


Figura 15

Vasos sanguíneos del tracto gastrointestinal de estómago a cloaca (Nickel et al 1977).

A – proventrículo; B – molleja; C – hígado; C' – vesícula biliar; D – bazo; E – páncreas;

F – duodeno; G – yeyuno; H – íleon; J – ciego; K – cólon; L – cloaca

1 – arteria (a) celiaca; 2 – a gástrica superior con 3 – ramo dorsal; 4 – ramo hepático y 5 – ramo intermedio; 6 – a gástrica inferior con 7 – a arteriola esplénicas y 8 – ramo hepático derecho; 9 – a y vena (v) gastropancreaticoduodenal; 10 – ramo duodenal; 11 – ramo gástrico derecho; 12 – ramo ileocecal; 13 – a y v pancreaticoduodenal; 14 – a mesentérica craneal; 15 – a ileocecal; 16 – tronco yeyunal; 17 – ramo yeyunal; 18 – a mesentérica caudal con sus ramos 19 – craneal y 20 – caudal; 21 – v porta; 22 – v porta tronco derecho; 23 – v porta tronco izquierdo; 24 – v coxigeamesentérica; 25 – v mesentérica común; 26 – v mesentérica inferior; 27 – v proventricular; 28 – ramo intestinal de la a y v pudenda interna

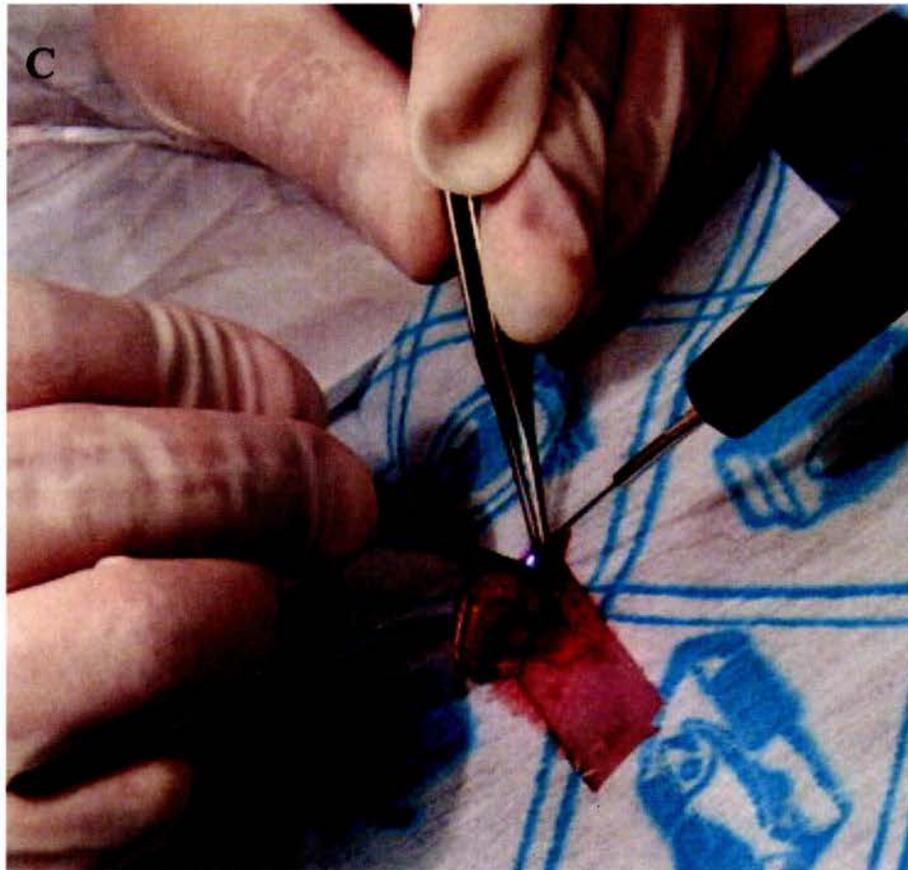
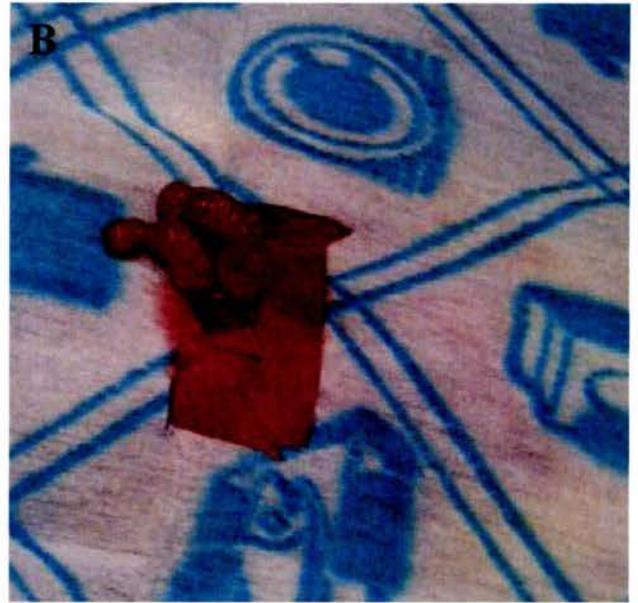


Figura 16. A – Extracción de sacos ciegos; B – sacos ciegos expuestos; C – electrocauterización de los vasos sanguíneos de los sacos ciegos.

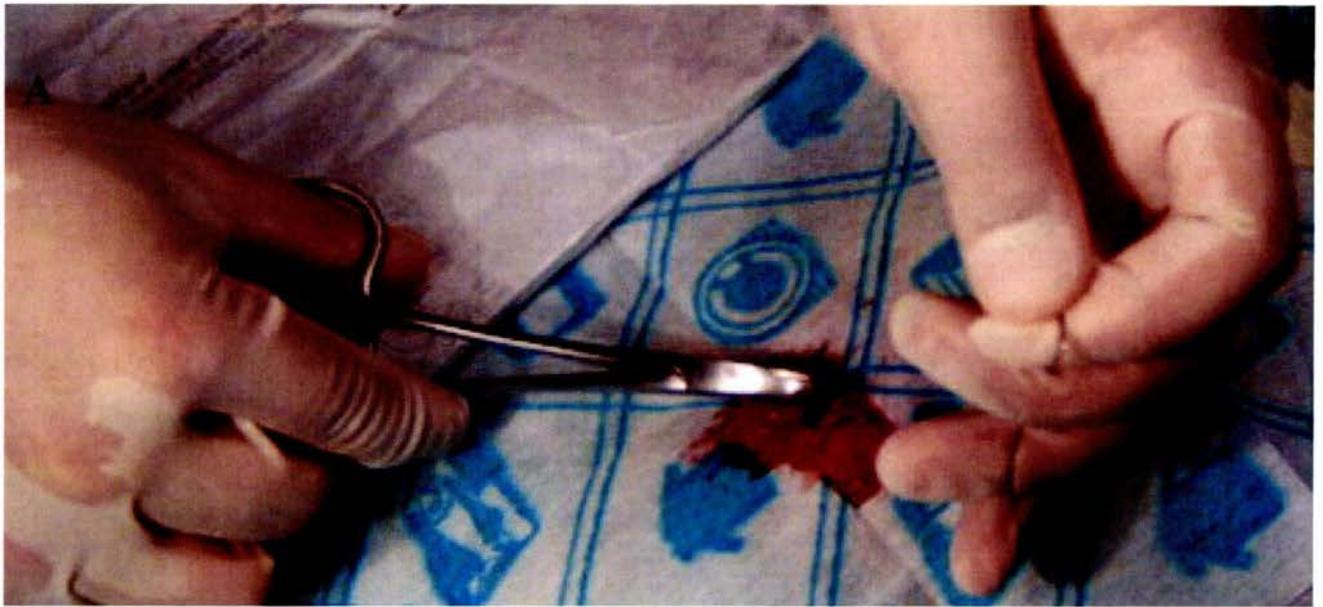


Figura 17. A – Ligadura de la base (cuello) de los sacos ciegos; B – sacos ciegos ligados; C – corte y extracción de los sacos ciegos; D – sacos ciegos extraídos.

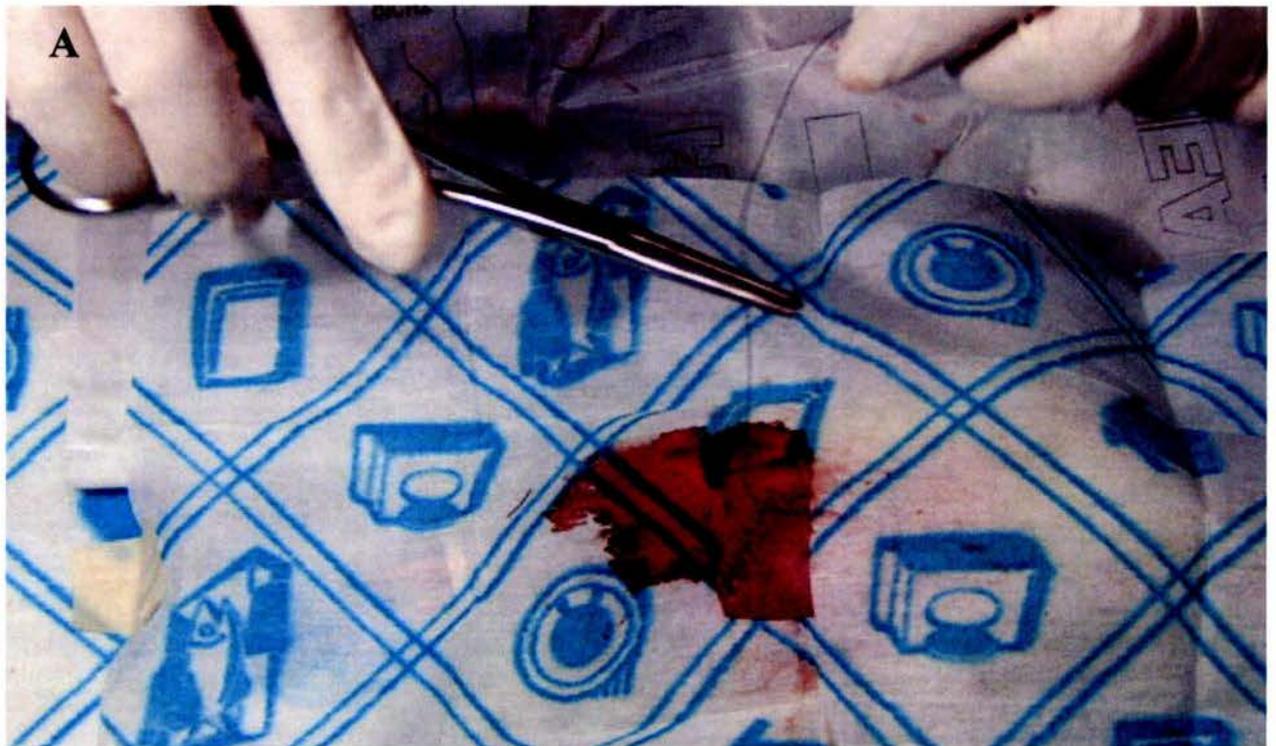


Figura 18. A – Surgete simple de piel y cavidad abdominal; B – pollito suturado



Figura 19. A – Recuperación de la anestesia; B – reingreso a criadora.

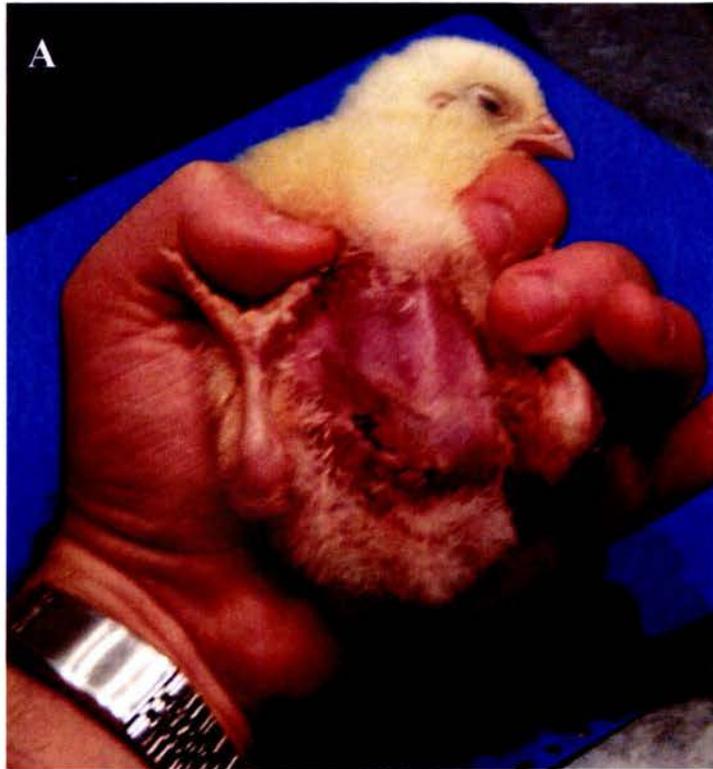


Figura 20. Cicatrización. A – pollo de 7 días; B – pollo de 14 días.



Figura 21. Cicatrización. A – pollo de 28 días; B – pollo de 35 días.

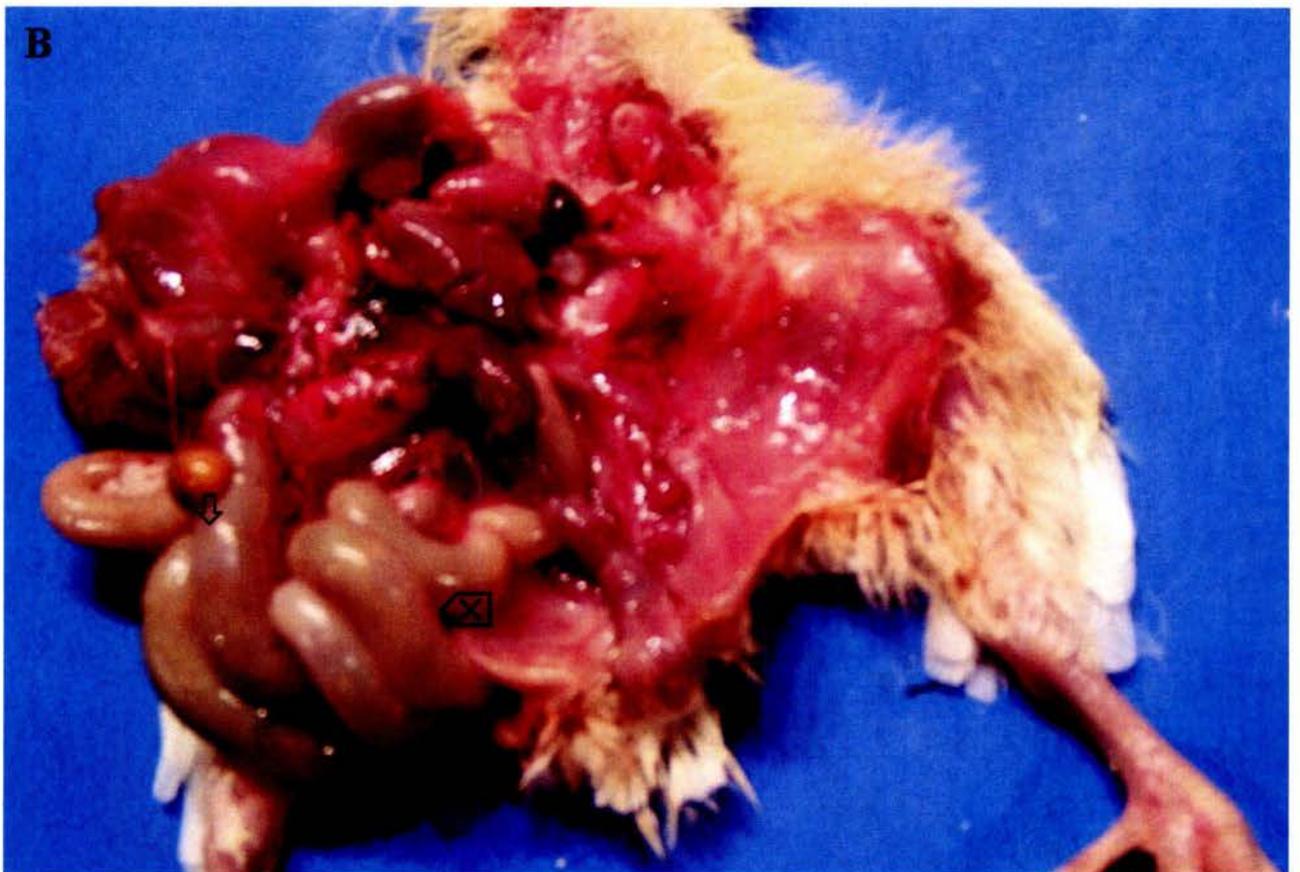


Figura 22. (A) Pollito muerto de 7 días de edad, 1 día después de la cirugía y (B) la necropsia.

↓ Saco vitelino; ⊠ Megaíleon

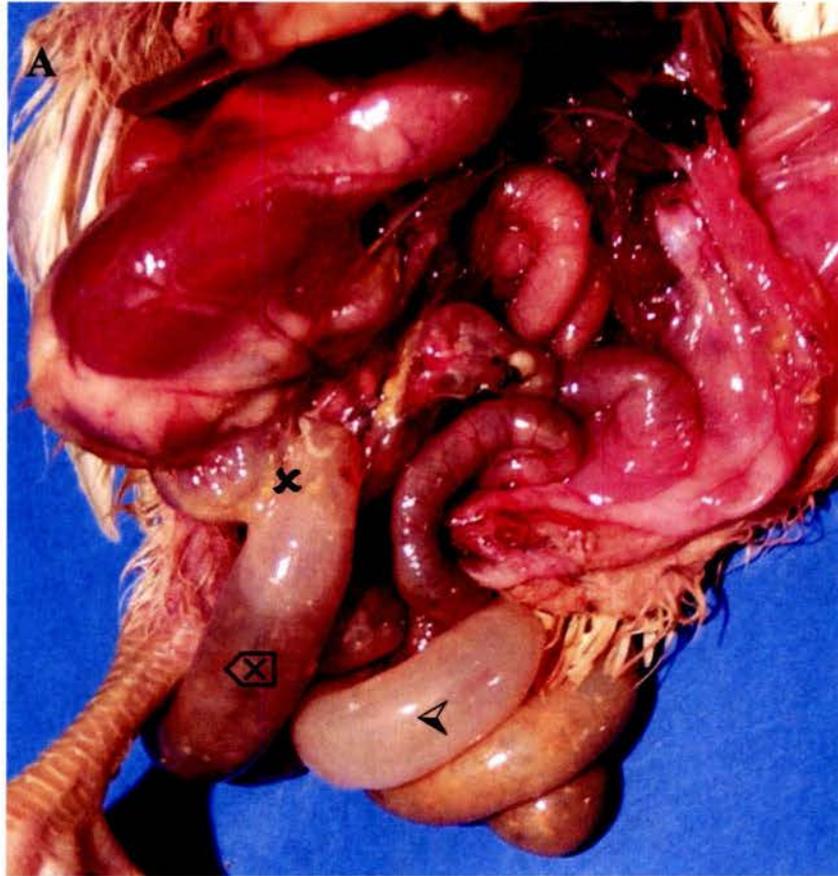


Figura 23. (A) Necropsia de un pollito de 9 días de edad, 3 días después de cecoectomía y (B) asas intestinales: ✕ Área con adherencias entre el sitio de cecoectomía y molleja; ☒ Megaíleon; ◄ Megayeyuno; ↓ Saco vitelino; ✓ Muñón del saco ciego.



Figura 24. Cicatriz en un pollo cecoectomizado de 35 días de edad.

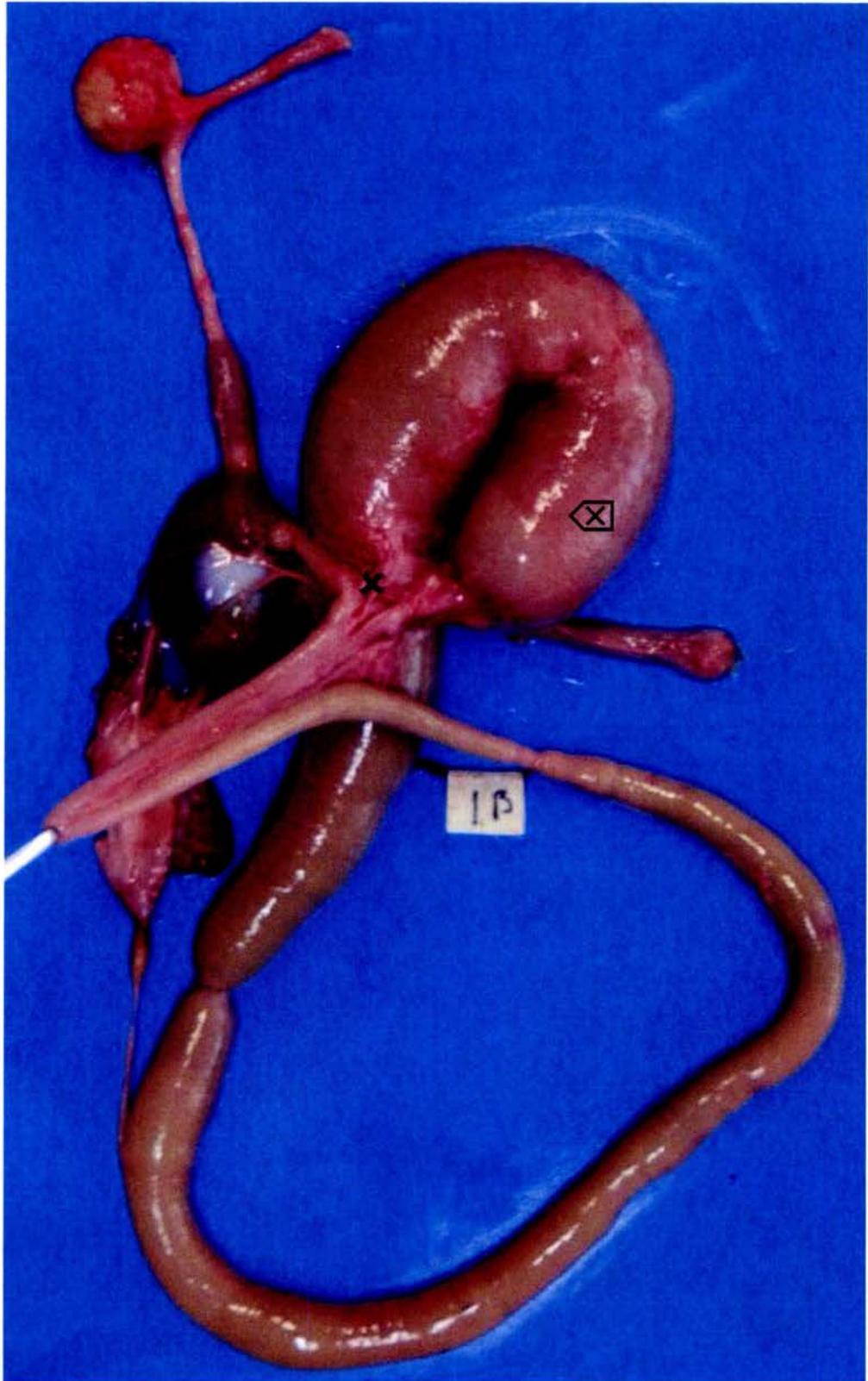


Figura 25. Megaíleon hallado durante la necropsia de un pollo cecoectomizado de 35 días de edad. ✕ Área de adherencias entre duodeno, íleon y unión ileocólica; ◊ Megaíleon.

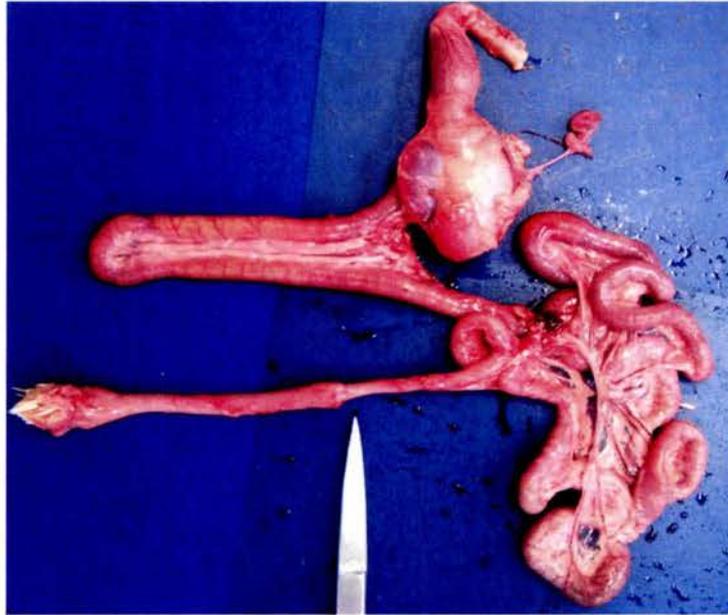


Figura 26. Asas intestinales de un pollo cecoectomizado de 35 días de edad. La punta de la tijera señala la unión entre íleon y colon después de haber retirado las adherencias.

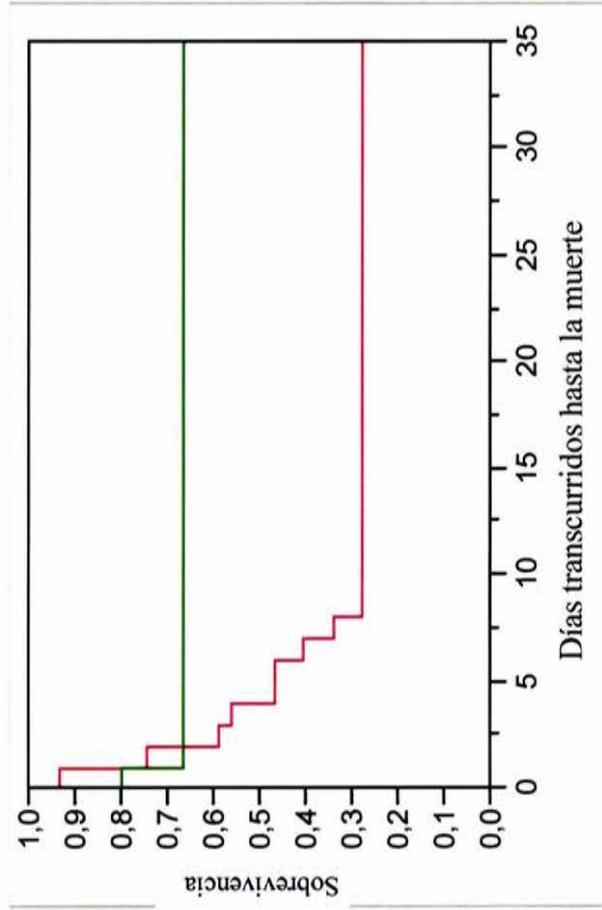


Figura 27. Asas intestinales de un pollo laparatomizado de 35 días de edad. ✕ Área de adherencias entre apex de sacos ciegos, íleon e íleon; ✎ Área de adherencias entre base de sacos ciegos e íleon.

## INFERENCIA ESTADÍSTICA

(L = Laparotomía, C = Cecoectomía, D = Sutura Dexon, P = Sutura PDS)

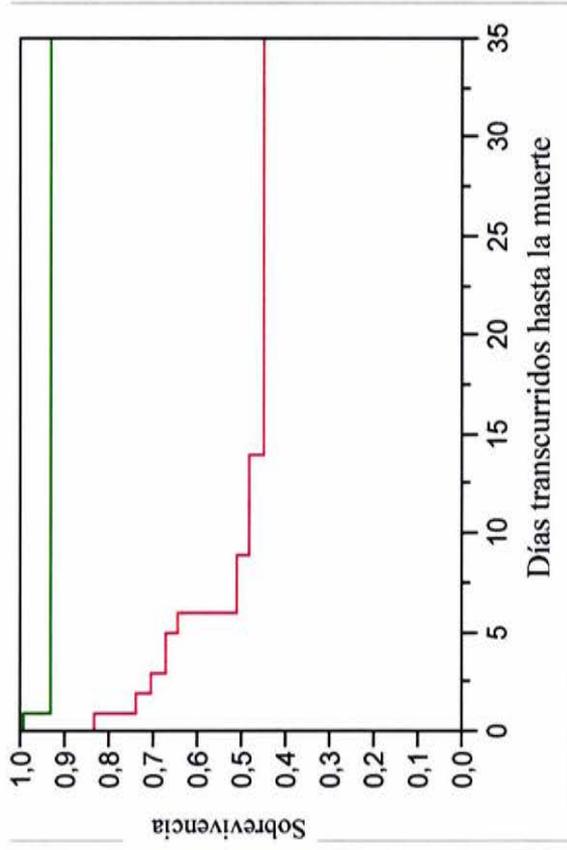
De izquierda a derecha: Figuras 28 y 29.  
Comparación de suturas por tipo de cirugía.



Agrupados por tipo de cirugía (Utilizando D)

Prueba entre grupos.

Prueba	$\chi^2$	gl	Prob > $\chi^2$
Log-Rank	5,4951	1	0,0191
Wilcoxon	2,0634	1	0,1509



Agrupados por tipo de cirugía (Utilizando P)

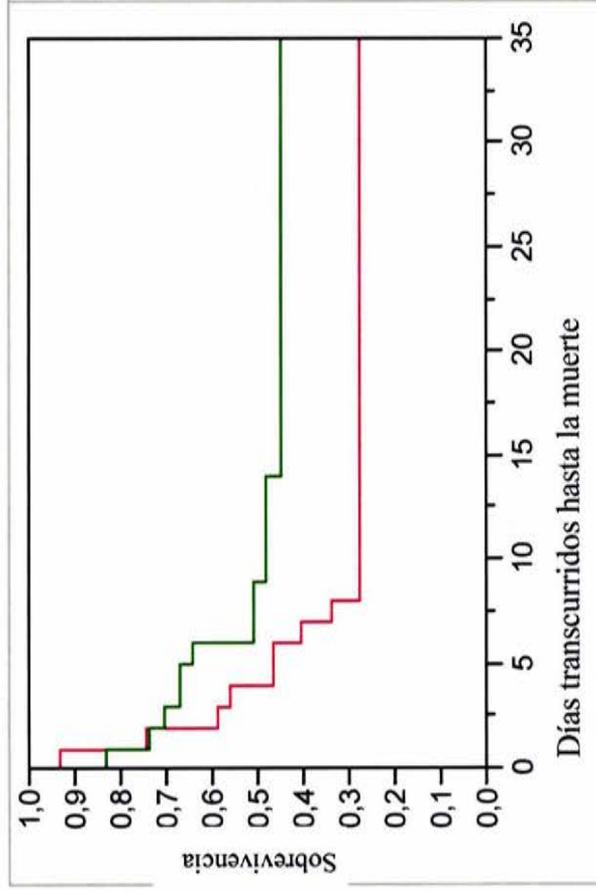
Prueba entre grupos.

Prueba	$\chi^2$	gl	Prob > $\chi^2$
Log-Rank	16,0860	1	<.0001
Wilcoxon	15,1613	1	<.0001

## INFERENCIA ESTADÍSTICA

(L = Laparotomía, C = Cecoectomía, D = Sutura Dexon, P = Sutura PDS)

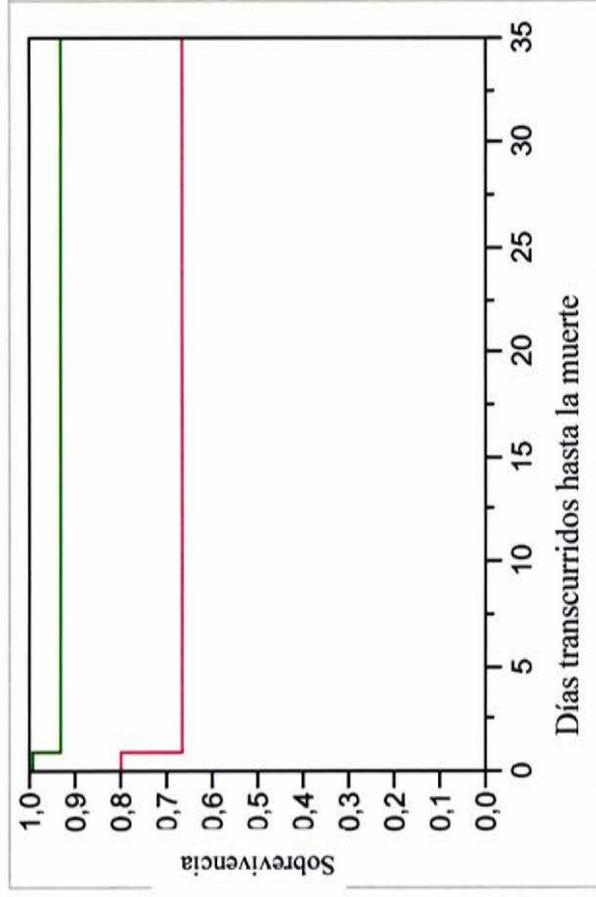
**De izquierda a derecha: Figuras 30 y 31.  
Comparación de suturas por grupo (cecoectomía o laparotomía).**



Agrupados por tipo de sutura (Utilizando C)

Prueba entre grupos.

Prueba	$\chi^2$	gl	Prob > $\chi^2$
Log-Rank	1,6296	1	0,2018
Wilcoxon	0,9257	1	0,3360



Agrupados por tipo de sutura (Utilizando L)

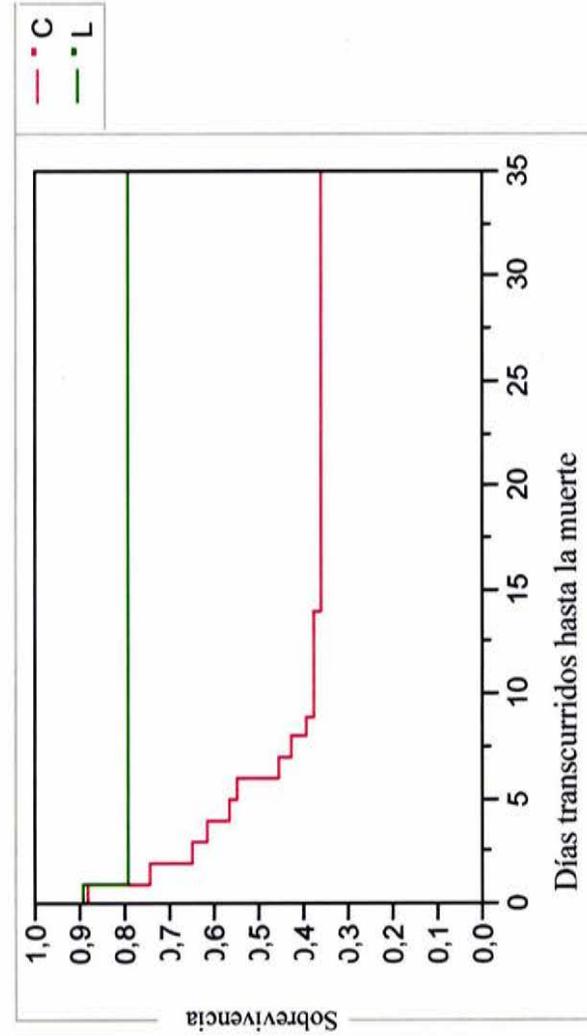
Prueba entre grupos.

Prueba	$\chi^2$	gl	Prob > $\chi^2$
Log-Rank	6,9173	1	0,0085
Wilcoxon	7,1717	1	0,0074

## INFERENCIA ESTADÍSTICA

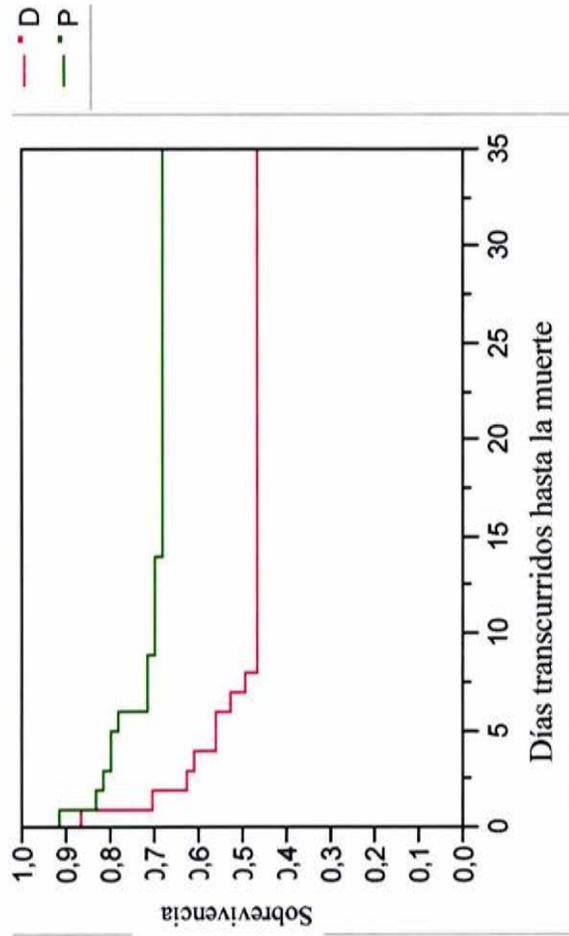
(L = Laparotomía, C = Cecoectomía, D = Sutura Dexon, P = Sutura PDS)

De izquierda a derecha: Figuras 32 y 33.  
Comparación de los tipos de cirugía y de los tipos de sutura.



Agrupados por tipo cirugía

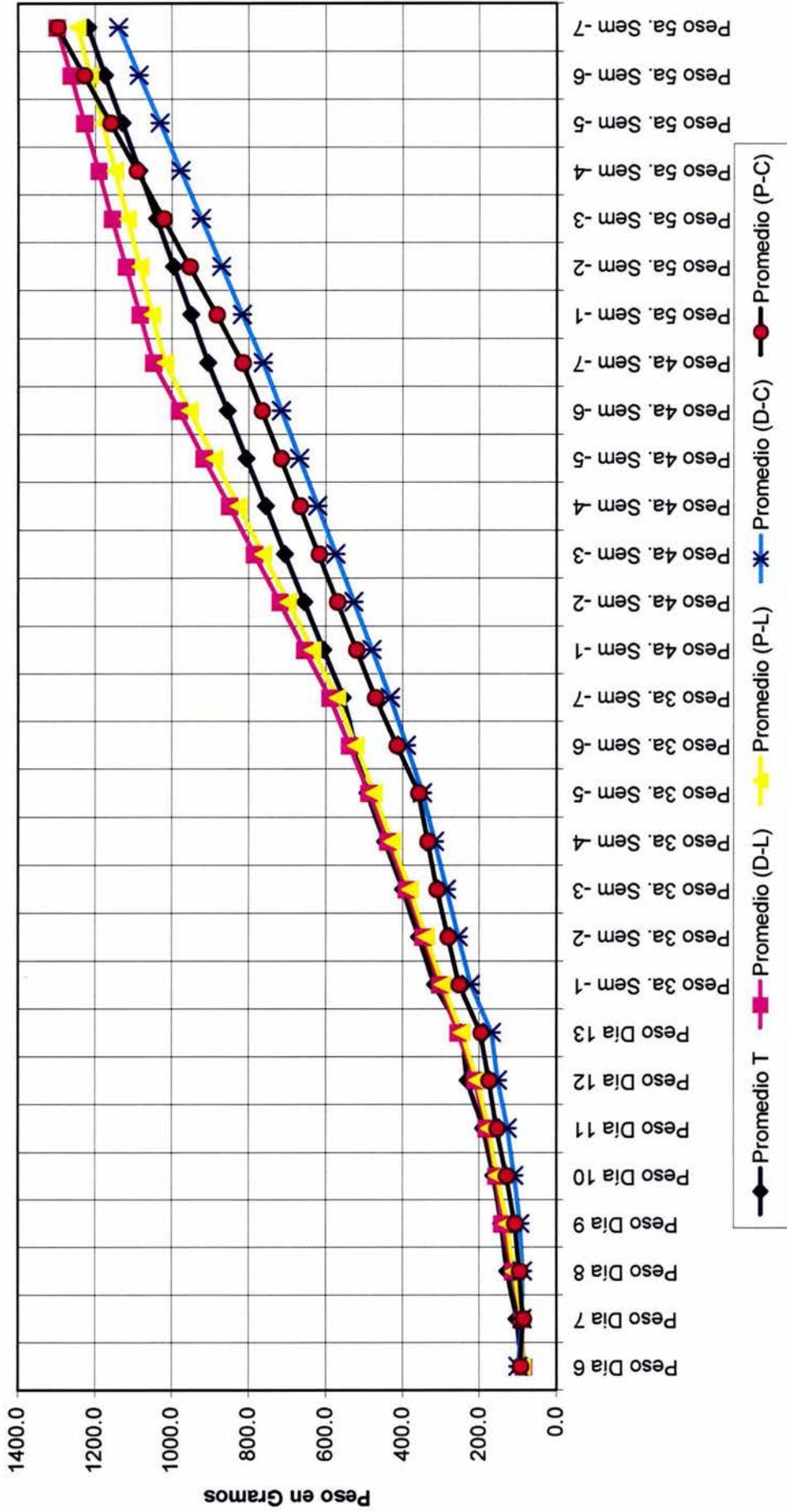
Prueba entre grupos.			
Prueba	$\chi^2$	gl	Prob > $\chi^2$
Log-Rank	19,9739	1	<.0001
Wilcoxon	14,4642	1	0,0001



Agrupados por tipo de sutura

Prueba entre grupos.			
Prueba	$\chi^2$	gl	Prob > $\chi^2$
Log-Rank	6,3544	1	0,0117
Wilcoxon	6,1300	1	0,0133

Figura 34. Ganancia diaria de peso (comportamiento por grupo)



L = Laparotomia, C = Cecoclectomia, D = Sutura Dexon, P = Sutura PDS

**Figura 35**  
**Ganancia diaria de peso (periodo crítico de 15 días posoperatorio)**

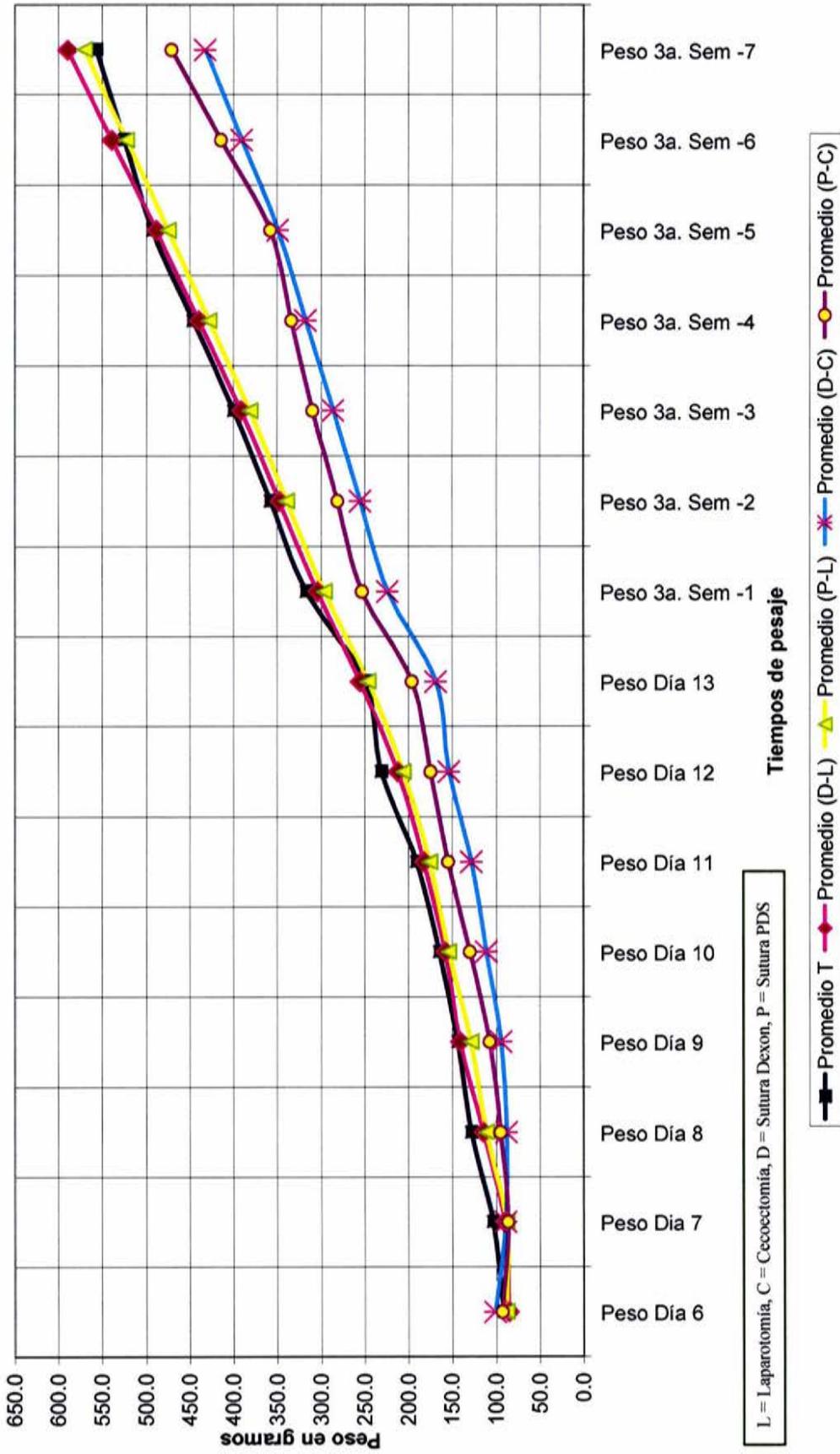
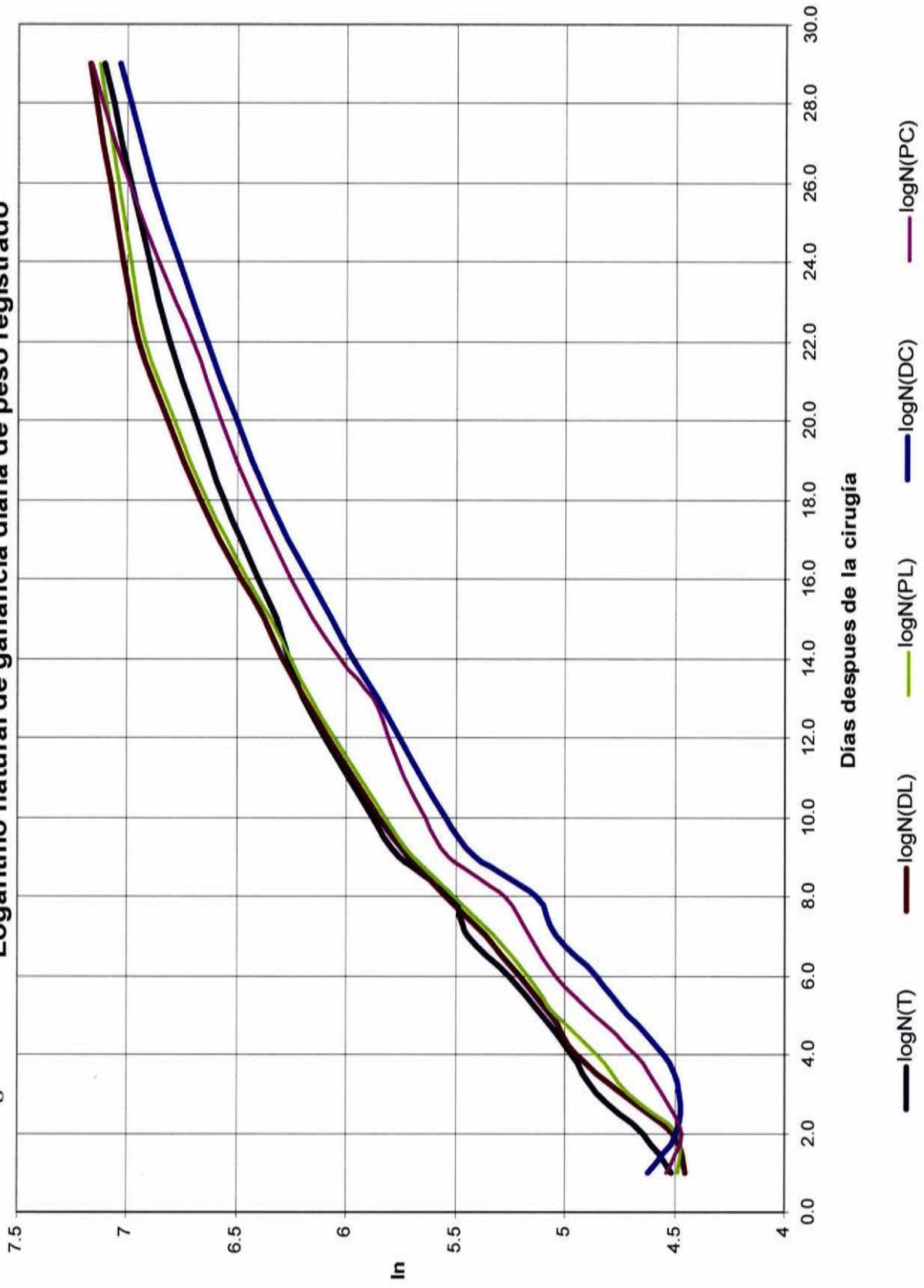


Figura 36 Logaritmo natural de ganancia diaria de peso registrado

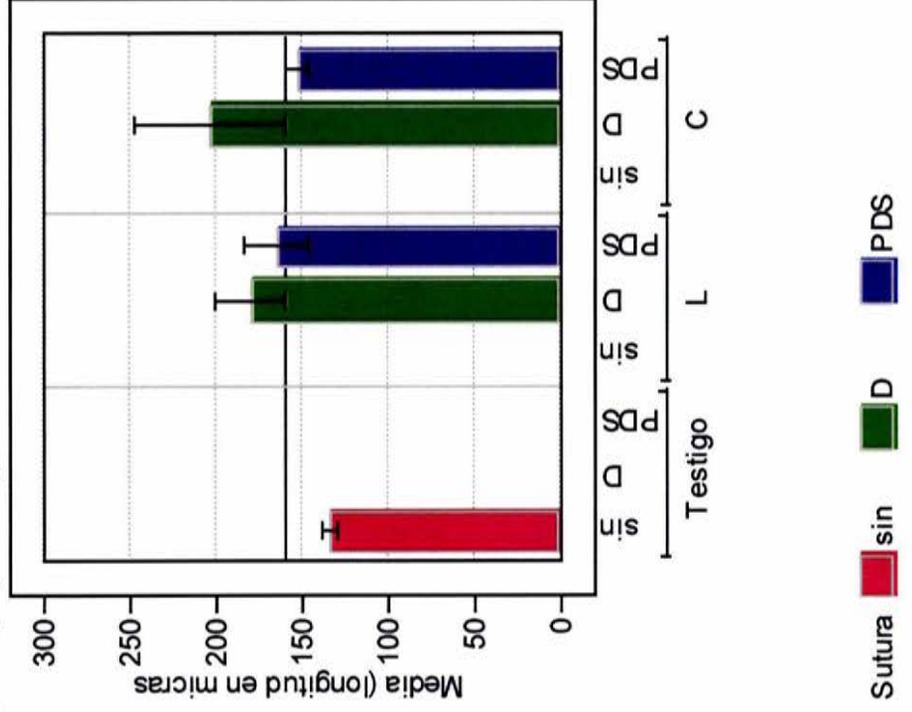
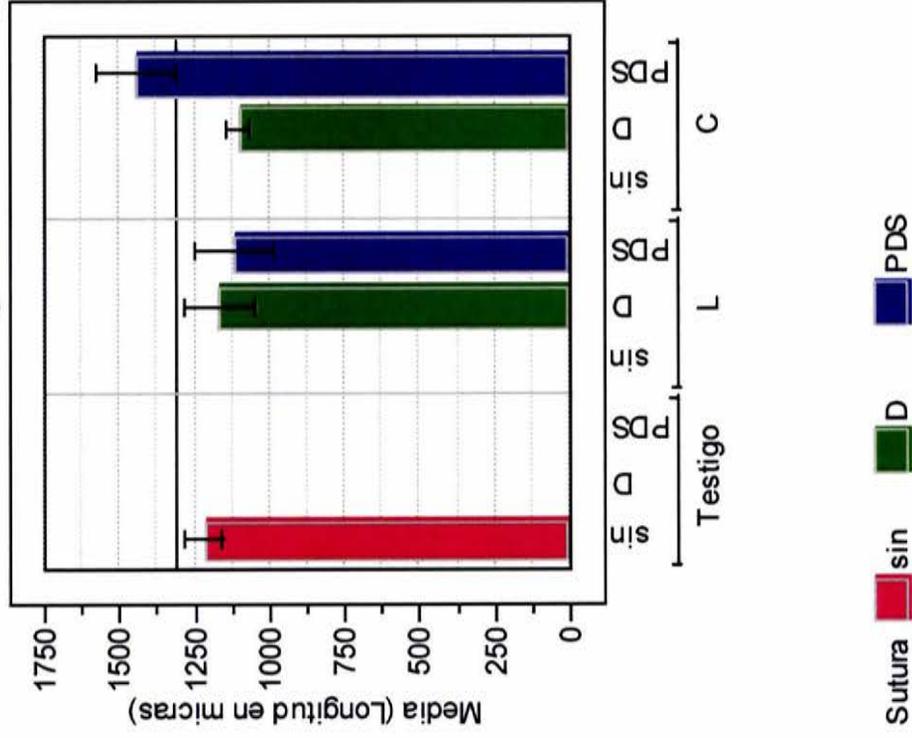


**RESULTADOS DE LAS MEDICIONES DEL LARGO DE VELLOSIDAD Y LAMINA PROPIA DEL INTESTINO DELGADO PROXIMAL Y DISTAL.**

(Posición: Long = corte y vista longitudinal de la luz intestinal; Posición: Trans = corte y vista transversal de la luz intestinal).

(Intestino delgado Proximal -IDP-; Lámina propia del intestino delgado proximal -Lpidp -; intestino delgado distal IDD; Lámina propia del intestino delgado distal -Lpidd-)

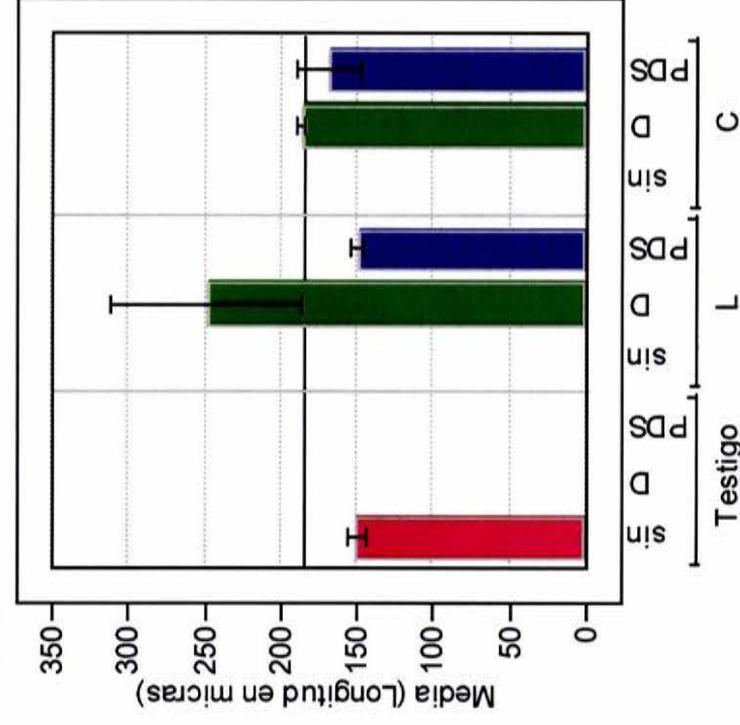
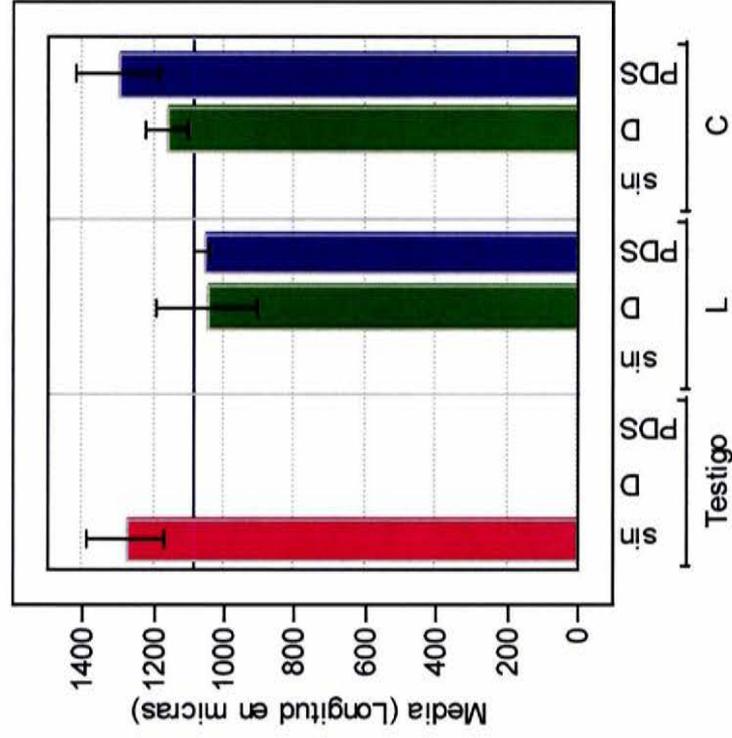
**De izquierda a derecha: Figuras 37 IDP – Long y 38 Lpidp – Long**



**RESULTADOS DE LAS MEDICIONES DEL LARGO DE VELLOSIDAD Y LAMINA PROPIA DEL INTESTINO DELGADO PROXIMAL Y DISTAL.**

(Posición: Long = corte y vista longitudinal de la luz intestinal; Posición: Trans = corte y vista transversal de la luz intestinal).  
(Intestino delgado Proximal -IDP-; Lámina propia del intestino delgado proximal -Lpidp -; intestino delgado distal IDD; Lámina propia del intestino delgado distal -Lpidd-)

**De izquierda a derecha: Figuras 39 IDP – Trans y 40 Lpidp – Trans**



Sutura ■ sin ■ D ■ PDS

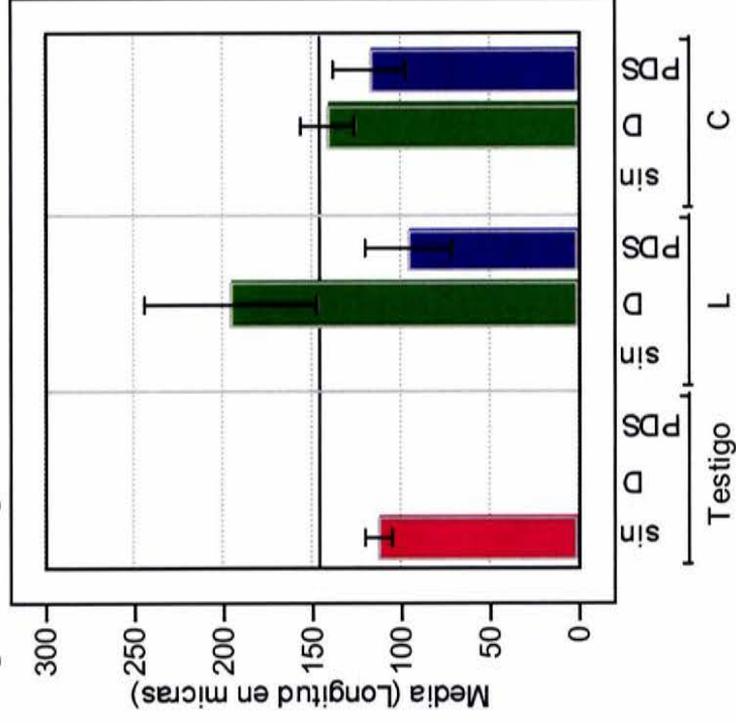
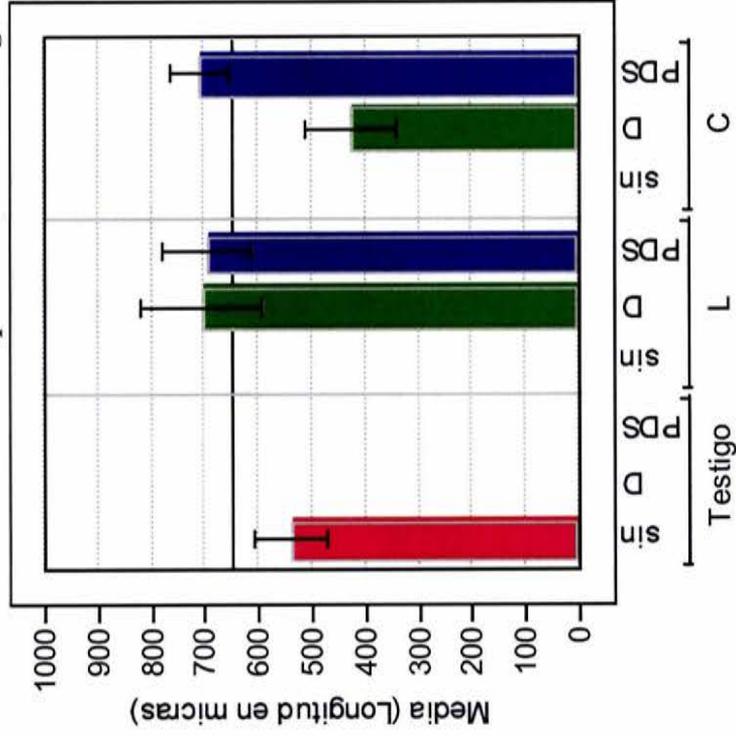
Sutura ■ sin ■ D ■ PDS

**RESULTADOS DE LAS MEDICIONES DEL LARGO DE VELLOSIDAD Y LAMINA PROPIA DEL INTESTINO DELGADO PROXIMAL Y DISTAL.**

(Posición: Long = corte y vista longitudinal de la luz intestinal; Posición: Trans = corte y vista transversal de la luz intestinal).

(Intestino delgado Proximal -IDP-; Lámina propia del intestino delgado proximal -Lpidp -; intestino delgado distal IDD; Lámina propia del intestino delgado distal -Lpidd-)

**De izquierda a derecha: Figuras 41 IDD – Long y 42 Lpidd – Long**



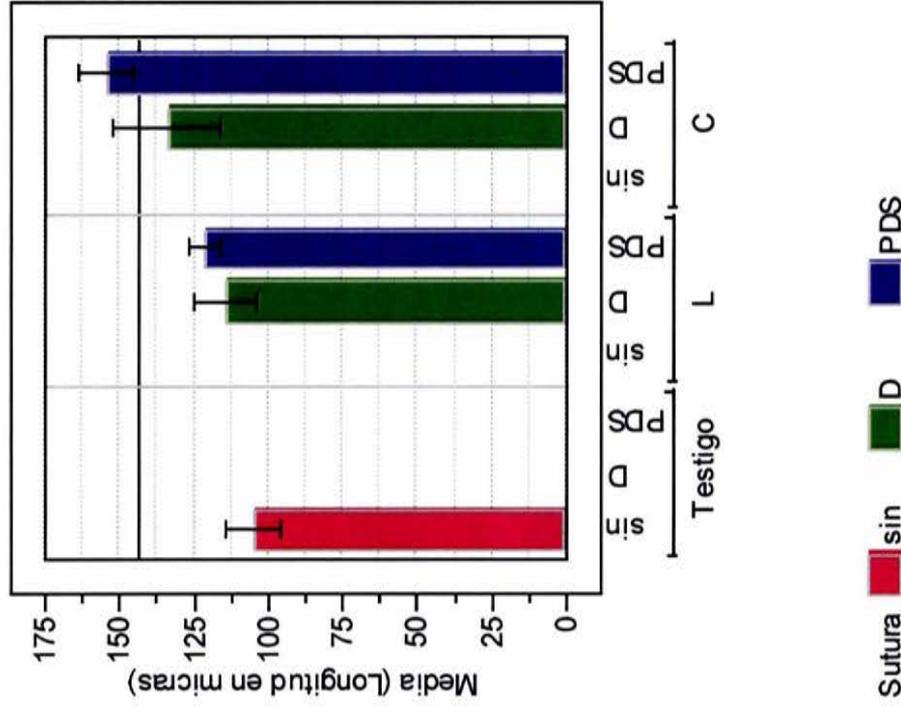
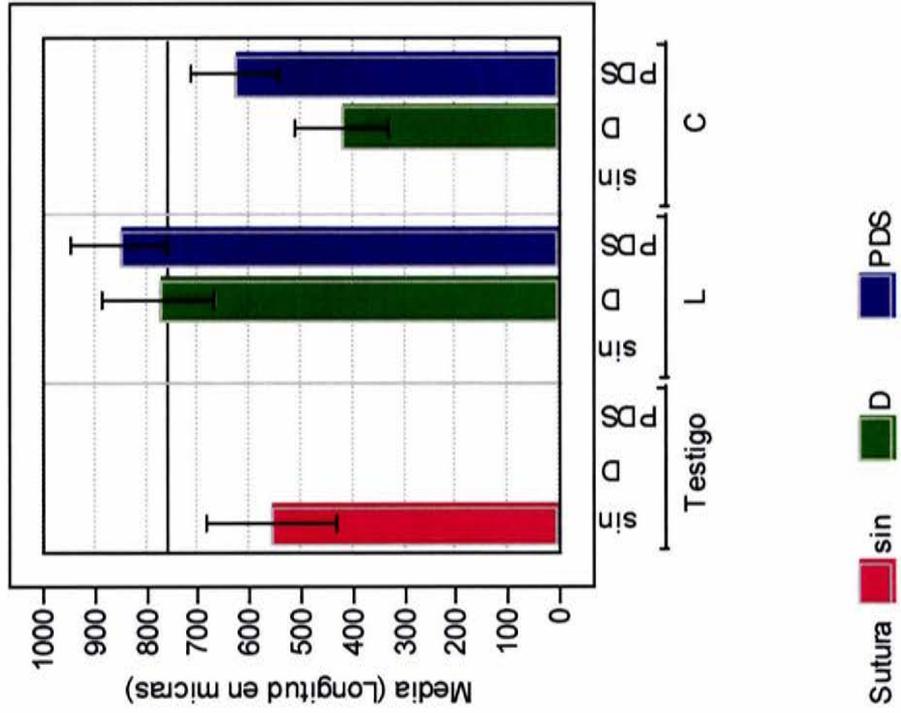
Sutura ■ sin ■ D ■ PDS

Sutura ■ sin ■ D ■ PDS

**RESULTADOS DE LAS MEDICIONES DEL LARGO DE VELLOSIDAD Y LAMINA PROPIA DEL INTESTINO DELGADO PROXIMAL Y DISTAL.**

(Posición: Long = corte y vista longitudinal de la luz intestinal; Posición: Trans = corte y vista transversal de la luz intestinal).  
(Intestino delgado Proximal -IDP-; Lámina propia del intestino delgado proximal -Lpidp -; intestino delgado distal IDD; Lámina propia del intestino delgado distal -Lpidd-)

**De izquierda a derecha: Figuras 43 IDD – Trans y 44 Lpidd – Trans**



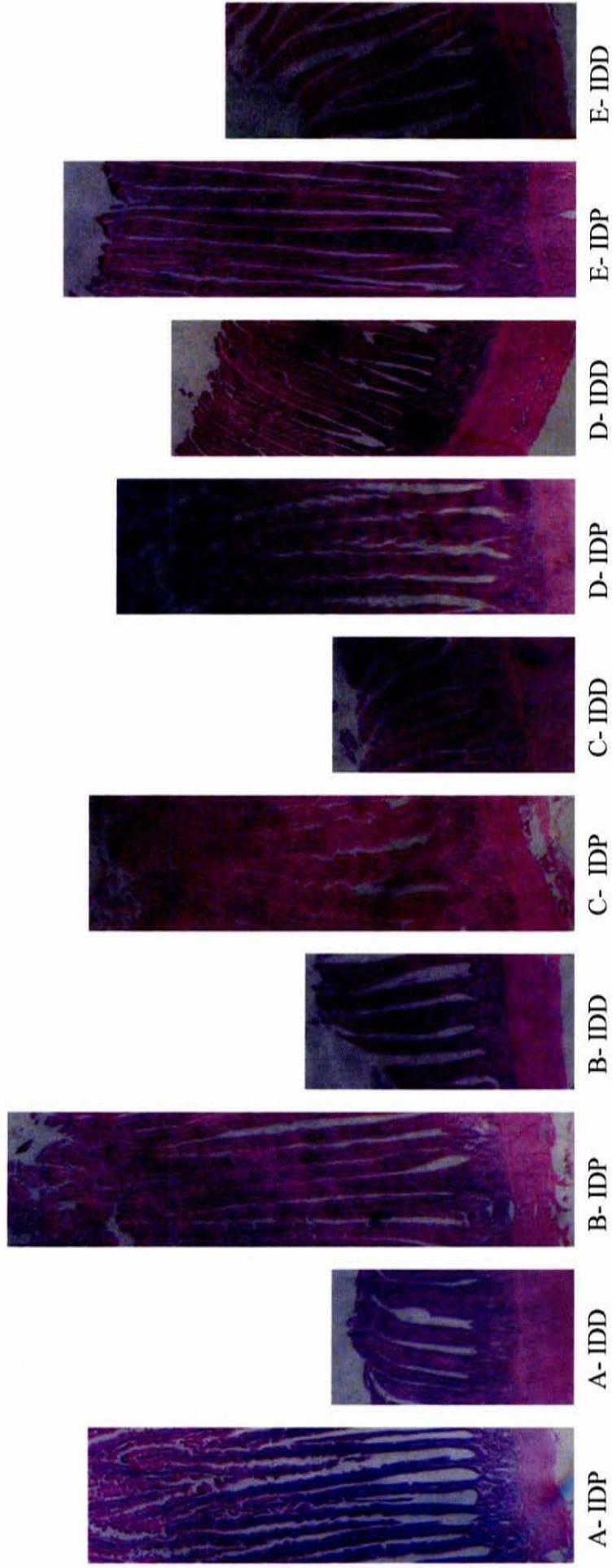


Figura 45. Corte histológico de intestino delgado proximal (IDP) y distal (IDD), tinción de hematoxilina – eosina, 4 X;  
 A – Testigo, B – Cecoectomía con sutura PDS, C – Cecoectomía con sutura Dexon, D – Laparotomía con sutura PDS,  
 E – Laparotomía con sutura Dexon.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Clarke PL, Crompton DWT, Arnold S and Walters DE. Cecal growth in the domestic fowl following surgical manipulation. *Br Poult Sci* 1980; 21: 377-384.
2. Fuller MF, et al. *In Vitro Digestion For Pigs And Poultry*. UK: Edited by the author, 1991.
3. Stevens CE. and Hume ID. Contributions of microbes in vertebrate gastrointestinal tract to production and conservation of nutrients *Physiological Reviews* Vol. 78, No. 2, April 1998.
4. Xiang Y et al: 16rRNA-Based Análisis of Microbiota from the Cecum of Broiler Chickens. *Appl Env Mricrob* 2002; 68, 1: 124-137.
5. Józefiak D, Rutkowski A, Martin SA. Carbohydrate fermentation in the avian ceca: a review. *Animal Feed Science and Technology* 2004; 113: 1-15
6. Klasing KC. *Comparative Avian Nutrition*. NY, USA: CAB Internacional, 1998.
7. Whittow CG: *Sturkie's avian physiology*, 5<sup>th</sup> edition. USA, Carolina: Academic Press, 2000.
8. Ávila GE. *Alimentación de las aves*. 2ª edición. México, D. F: Trillas, 1990
9. Clarke PL. The structure of the ileo-caeco-colic junction of the domestic fowl (*Gallus Gallus l*). *Br Poult Sci* 1978; 19: 595 – 600.
10. Carré B and Gomez J. Digestibility of water – soluble pectin and organic acid losses in intact or cecectomized adult cockerels. *Poult Sci* 1994; 73: 1881 – 1886.
11. Thomas DH. The ecophysiological role of the avian lower gastrointestinal tract. *Comp Biochem Physiol* 1997; 118, 2: 247-255.
12. Karasawa Y and Maeda M. Effect of colostomy on the utilization of dietary nitrogen in the fowl fed don a low protein diet. *Br Poult Sci* 1992; 33: 815 – 820.
13. Karasawa Y and Maeda M. Effect of colostomy on the occurrence of dietary [<sup>15</sup>N]urea in intestinal contents, blood, urine and tissues in chickens fed a low protein diet plus urea. *Br Poult Sci* 1995; 36: 87 – 95.
14. Karasawa Y, Son JH and Koh K. Ligation of ceca improves nitrogen utilization and decreases urinary uric acid excretion in chickens fed on a low protein diet plus urea. *Br Poult Sci* 1997; 38: 439-441.
15. Angkanaporn K, Ravindran V and Bryden WL. Influence of caeectomy and dietary protein concentration on apparent excreta amino acid digestibility in adult cockerels. *Br Poult Sci* 1997; 38: 270 – 276.
16. Son JH and Karasawa Y. Effects of caecal ligation and colostomy on water intake and excretion in chickens. *Br Poult Sci* 2001; 42: 130-133.
17. van der Wielen PWJJ, Keuzenkamp DA, Lipman LJA, van Knapen F and Biesterveld S. Spatial and temporal variation of the intestinal bacterial community in commercially raised broiler chickens during growth. *Microb Ecol* 2002; 44: 286-293.
18. Lu J, Idris U, Harmon B, Hofacre C, Maurer JJ and Lee MD. Diversity and Succession of the Intestinal Bacterial Community of the Maturing Broiler Chicken. *Applied and Environmental Microbiology* 2003; 69, 11: 6816-6824.
19. Randall D, Burggren W y French K. Eckert, *Fisiología animal*. 2ª ed. Madrid, España: McGraw – Hill/Interamericana, 1998.

20. Bradley OC. The structure of the fowl. 4th ed. Great Britain: Oliver and Boyd Ltd, 1960.
21. Nickel R, Schummer A, Seiferle E. Anatomy of the domestic birds. NY, USA: Verlag Paul Parey, 1977.
22. Getty R: Sisson y Grossman, anatomía de los animales domésticos 5ª edición, tomo II. España, Barcelona: Salvat, 1982.
23. Ferrer R, et al. Morphological study of the caecal epithelium of the chicken (*Gallus gallus domesticus* L.). Br Poult Sci 1991; 32: 679-691
24. Thornburn CC and Willcox JS. The ceca of the domestic fowl and digestion of the crude fibre complex, I. Br Poult Sci 1965; 6, 1: 23-31.
25. Thornburn CC and Willcox JS. The ceca of the domestic fowl and digestion of the crude fibre complex, II. Br Poult Sci 1965; 6, 1: 33-43.
26. Son JH and Karasawa Y. Effect of removal of caecal contents on nitrogen utilization and nitrogen excretion in caecally ligated chickens fed on a low protein diet supplemented with urea. Br Poult Sci 2000; 41: 69-71.
27. Kessler JW, Knguyen TH and Thomas OP. The amino acid excretion values in intact and cecectomized negative Comb roosters used for determining metabolic plus endogenous urinary losses. Poult Sci 1981; 60: 1576 – 1577.
28. Parsons CM. Influence of caecectomy and source of dietary fibre or starch on excretion of endogenous amino acids by laying hens. Br Jour Nutr 1984; 51: 541-548.
29. Parsons CM. Determination of digestible and available amino acids in meat meal using conventional and caecectomized cockerels or chick growth assays. Br J Nutr 1986; 56: 227-240.
30. Johns DC, Low CK, Sedcole JR and James KAC. Determination of amino acid digestibility using caecectomized and intact adult cockerels. Br Poult Sci 1986; 27: 451 – 461.
31. Green S, Bertrand SL, Duron MJC and Maillard R. Digestibilities of amino acids in maize, wheat and barley meals, determined with intact and caecectomized cockerels. Br Poult Sci 1987; 28: 631 – 641.
32. Chung TK and Baker DH. Apparent true amino acid digestibility of a crystalline amino acid mixture and of casein: Comparison of values obtained with ileal-cannulated pigs and cecectomized cockerels. J Anim Sci 1992; 70: 3781 – 3790.
33. Ragland D, Thomas CR, Elkin RG, Shafer DJ and Adeola O. The influence of cecectomy on metabolizable energy and amino acid digestibility of select feedstuffs for white pekin ducks. Poult Sci 1999; 78: 707-713.
34. Crissey SD and Thomas OP. Comparison of the sensitivities of growth and digestibility studies using intact, cecectomized, and cannulated roosters. Poult Sci 1987; 66: 866 – 874.
35. Green S, Bertrand SL, Duron MJC and Maillard R. Digestibilities of amino acids in soy bean, sunflower and groundnut meals, determined with intact and caecectomized cockerels. Br Poult Sci 1987; 28: 643 – 652.
36. Aoyagi S and Baker DH. Effect of high copper dosing on hemicellulose digestibility in cecectomized cockerels. Poult Sci 1995; 74: 208 – 211.

37. Johnson ML, Parsons CM, Fahey Jr GC, Merchen NR and Aldrich CG. Effects of species raw material source, ash content, and processing temperature on amino acid digestibility of animal by – product meals by cecectomized roosters and ilealy cannulated dogs. *J Anim Sci* 1998; 76: 1112 – 1122.
38. Littlefield LH et al. Locating the site of absorption of xanthophylls in the chicken by surgical technique. *Poult Sci* 1972; 51: 1721-1725.
39. Brownell JR and Sadler WW. An evaluation of selected anesthetics and surgical techniques for chickens. *Avian Dis* 1969; 13, 1: 7-16.
40. Poppema TF and Duke GE. The effectiveness of ligating or detaching ceca as an alternative to cecectomy. *Poult Sci* 1992; 71: 1384-1390.
41. Wheler C. Avian anesthetics, analgesics, and tranquilizers. *Seminars in avian and exotic pet medicine* 1993; 2, 1: 7 – 12.
42. Biehl RR and Baker DH. 1 – alfa hidroxicholecalciferol does not increase the specific activity of intestinal phytase but does improve phosphorus utilization in both cecectomized and sham – operated chicks fed cholecalciferol – adequate diets. *J Nutr* 1997; 127, 10: 2054 – 2059.
43. Pupa JMR et al. Caecectomy in cockerels under local anesthesia and abdominal incision. *Arq Bras Med Vet Zootec* 1998; 50, 5: 531-535.
44. Paul-Murphy J and Fialkowski J. Injectable anesthesia and analgesia of birds. International Veterinary Information Service ([www.ivis.org](http://www.ivis.org)), USA. 2001.
45. Uni Z, Noy Y and Sklan D. Development of the small intestine in heavy and light strain chicks before and after hatching. *Br Poult Sci* 1995; 36: 63-71
46. Uni Z et al. Small intestine development in the young chick: crypt formation and enterocyte proliferation and migration. *Br Poult Sci* 2000; 41: 544-551.
47. Noy Y, and Sklan D. Posthatch development in poultry. *J Appl Poult Sci Res* 1997 ; 6: 344-354.
48. Asociación Canadiense de Ciencias de Animales de Laboratorio (ACCAL). Capitulo IV - Instalaciones y ambiente para CPA, Capitulo X - Control del dolor animal en la investigación, CCPA, Manual Vol. 1 (2<sup>a</sup>d) 1998. [http://www.ccac.ca/english/gui\\_pol/guides/spanish/v1\\_93/chap/CHIV.HTM](http://www.ccac.ca/english/gui_pol/guides/spanish/v1_93/chap/CHIV.HTM)  
[http://www.ccac.ca/french/gui\\_pol/guides/spanish/v1\\_93/chap/CHX.HTM](http://www.ccac.ca/french/gui_pol/guides/spanish/v1_93/chap/CHX.HTM)
49. Ritchie BW, Harrison GJ and Harrison LR. *Avian medicine: Principles and application*. Florida, USA: Wingers Publishing, 1994.
50. *Laboratory Animals. Laboratory birds: refinements in husbandry and procedures*. *Laboratory Animals* 2001; 35 (Suppl. 1).
51. Kadirvel R, Rayudu GVN and Vohra P. Excretion of metabolites of tannic acid by chicken with and without ceca. *Poult Sci* 1969; 48, 4: 1511-1513.
52. Buhr RJ, Dickens JA and Wilson JL: Filling and Emptying of the Alimentary Tract of Meal-Fed Broiler Breeder Hens *Poult Sci* 82:2000–2004, 2003.
53. Fossum TW. *Cirugía en pequeños animales*. Buenos Aires, Argentina: Intermédica, 1999.
54. Roberson DW, Alosi JA, Messana EP, Nedder AP, Cotanche DA. Endotracheal isoﬂurane anesthesia for chick auditory surgery. *Hearing Research* 2000; 141: 165-168.

55. Son JH, Karasawa Y and Nahm KH. Effect of caecectomy on growth, moisture in excreta, gastrointestinal passage time and uric acid excretion in growing chicks. *Br Poult Sci* 2000; 41: 72-74.
56. Jurd RD. *Instant notes in animal biology*. NY, USA: BIOS Scientific Publishers Limited, 1997.
57. Greenwald D, Shumway S, Albear P and Gottlieb L. Mechanical comparison of 10 suture materials before and after in vivo incubation. *J Surg Res* 1994; 56: 372 – 377.
58. Bauck L and Hoefler HL. Avian Antimicrobial therapy. *Seminars in avian and exotic pet medicine* 1993; 2, 1: 17 – 22.
59. Ster RE, González GAM. *Refervet: Aves 2001-2002, guía básica de referencia de especialidades veterinarias*. México: PLM, 2001.
60. Huchzermeyer TW. *Patología de avestruces y otras ratites*. España: Mundi-Prensa, 1999.
61. Tonini M. Recent advances in the pharmacology of gastrointestinal prokinetics. *Pharmacological Research* 1996; 33: No. 4/5.
62. Hansen MB. Minireview: Neurohumoral Control of Gastrointestinal Motility *Physiol. Res.* 52: 1-30, 2003.
63. NORMA Oficial Mexicana, NOM-062-ZOO-1999, Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio.
64. Quintana LJA. *Avitecnia: manejo de las aves domésticas más comunes*. 3ª ed. México, D. F: Trillas, 1999.
65. Calnek BW. *Enfermedades de las aves*. 2ª ed. México: Manual Moderno, 2000.
66. Perusquía JMT y Paasch ML. *Necropsias en aves*. México, D. F: Trillas, 1985.
67. McLelland J. *Atlas en color de anatomía de las aves*. España, Madrid: McGraw-Hill – Interamericana, 1992.
68. Aluja AS y Constantino FC. *Técnicas de necropsia en animales domésticos*. 2ª ed. México, D. F: Manual Moderno, 2002.
69. Ross Breeders. *Ross Broiler Management Manual*. UK, Scotland, 1999.
70. Dawson-Saunders B and Trapp RG: *Bioestadística médica*, 2ª edición. México, D. F: El Manual Moderno, 1997.
71. Product: JMP. Release: 5.1.1: A BUSINESS UNIT OF SAS Copyright © 1989 - 2004 SAS Institute Inc. All rights reserved.
72. Paterson DD. *Statistical technique in agricultural research. A simple exposition of practice and procedure in biometry*. USA, New York: McGraw-Hill, 1939.
73. Huff DG. Avian fluid therapy and nutritional therapeutics. *Seminars in avian and exotic pet medicine* 1993; 2, 1: 13 – 16.
74. Josephs MD, Cheng G, Ksontini R, Moldawer LL and Hocking MP. Products of Cyclooxygenase-2 Catalysis Regulate Postoperative Bowel Motility. *Journal of Surgical Research* 1999; 86: 50–54.
75. Kadowaki M, Nagakura Y, Tokita K, Hanaoka K, Tomoi M. Adenosine A1 receptor blockade reverses experimental postoperative ileus in rat colon. *European Journal of Pharmacology* 458 (2003) 197– 200.
76. Kadowaki M, Tokita K, Nagakura Y, Takeda M, Hanaoka K, Tomoi M. Adenosine A1 receptor blockade reverses dysmotility induced by ischemia–reperfusion in rat colon . *European Journal of Pharmacology* 2000; 409: 319–323.