



**FISIOLOGIA DIGESTIVA DEL CONEJO:
ESTUDIO RECAPITULATIVO.**

**TRABAJO FINAL ESCRITO DEL IV SEMINARIO
DE TITULACION EN EL AREA DE:
C U N I C U L T U R A**

PRESENTADO ANTE LA DIVISION DE ESTUDIOS
PROFESIONALES DE LA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA
Y ZOOTECNIA
DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

PARA LA OBTENCION DEL TITULO DE
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

POR

YOLANDA MARTINEZ MARTINEZ

ASESOR: MVZ. DIPLOM. MIGUEL ANGEL MARTINEZ CASTILLO



MEXICO, D. F., ABRIL DE 1993.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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 está 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.

C O N T E N I D O

	PAGINA
RESUMEN	1
INTRODUCCION.....	3
OBJETIVOS.....	6
CARACTERISTICAS ANATOMICAS DEL APARATO DIGESTIVO DEL CONEJO.....	7
CARACTERISTICAS FISIOLÓGICAS DEL APARATO DIGESTIVO DEL CONEJO	10
CONCLUSIONES.....	27
LITERATURA CITADA	29
FIGURAS	31
CUADROS	37

RESUMEN

MARTINEZ MARTINEZ YOLANDA. " Fisiología Digestiva del Conejo " :
IV Seminario de Titulación en el área de Cunicultura. (bajo la supervisión de: MVZ Diplom. Miguel Angel Martínez Castillo).

Para la realización de este trabajo se consultaron un total de 19 referencias bibliográficas, todas ellas relacionadas específicamente con la Fisiología Digestiva del Conejo o con algunos aspectos anatómicos relevantes.

A pesar de que el Conejo es un animal clasificado como herbívoro, no rumiante, con fermentación cecal, es casi único en muchos aspectos digestivos. El Conejo, sin practicar la rumia, experimenta, aunque en orden y forma diferente, todos los procesos digestivos característicos de los ruminantes, con lo cual su grado de eficiencia para el aprovechamiento de alimentos forrajeros es equivalente. El rumiante fermenta el alimento fibroso en el rumen; el conejo en el ciego; el rumiante posee una microflora ruminal capaz de sintetizar vitaminas, ácidos grasos volátiles y proteínas; el conejo posee una flora equivalente a nivel del ciego; el rumiante regurgita y remastica el alimento fibroso para facilitar el trabajo de las enzimas digestivas; el conejo practica la cecotrofia para aprovechar los productos de la fermentación cecal; el retículo estomacal del rumiante funciona a manera de válvula que selecciona y separa el material ingerido por tamaño y densidad; el conejo realiza esta función mediante el colon proximal; etc. El presente trabajo hace un énfasis en estos aspectos suscitados en el conejo.

Durante la revisión bibliográfica realizada también se identificaron algunas características relevantes que diferencian al conejo de otros

mamíferos: el conejo secreta biliverdina, practica la cecotrofia, posee un par accesorio de dientes incisivos, etc.

El presente trabajo representa un modesto esfuerzo encaminado a recopilar la información más relevante con respecto a la Fisiología Digestiva del Conejo.

INTRODUCCION

Probablemente el factor más importante que influye en los requerimientos nutricionales del animal y los tipos de materiales que pueden ser empleados para su alimentación es la naturaleza de su tracto digestivo.

Los animales pueden ser clasificados en base a sus hábitos alimenticios o a la fisiología de su tracto digestivo. Tomando en cuenta su comportamiento alimentario se pueden dividir en: Carnívoros (perros, gatos), Herbívoros que incluyen a los rumiantes (vaca, borrega, cabra) y No Rumiantes (conejos, caballos, cobayos) y los Omnívoros (hombre, cerdo).

Con respecto a la fisiología de su aparato digestivo, se pueden clasificar a los herbívoros como aquellos que experimentan la fermentación pregástrica (rumiante: vaca, borrega, cabra y no rumiantes: hamster, canguro) (17), y aquellos que experimentan la fermentación intestinal (fermentación cecal: conejo; fermentación colónica: caballo). A pesar de estas clasificaciones, el conejo (herbívoro no rumiante, con fermentación cecal) posee características poco comunes (2,3,17).

Como ya se mencionó anteriormente en el conejo el sitio específico de la fermentación es el ciego, aunque el colon proximal también juega un papel importante en la degradación y absorción de nutrientes.

La cecotrofia llevada a cabo por los conejos representa una de las principales características, importantes en la digestión y absorción de los nutrientes necesarios para estos animales (2,16).

La cecotrofia también va a permitir la mejor utilización de la materia seca y de las proteínas. Además favorece la digestibilidad de

la fibra.

Cabe mencionar que otra diferencia en comparación con los otros animales es la riqueza de la microflora presente principalmente en el ciego, la cual va a favorecer la fermentación.

El proceso digestivo del conejo es complicado a causa de las siguientes características específicas y fundamentales:

- 1.- Es un animal estrictamente herbívoro en su estado silvestre.
- 2.- Su proceso digestivo se basa en la cecotrofia, con expulsión de excrementos con muy poca humedad.
- 3.- Gran desarrollo del estómago, bisacular y sin posibilidad de realizar la regurgitación o el vómito.
- 4.- Ciego voluminoso con una fisiología compleja.
- 5.- Unido a éste, su vida en un hábitat territorial amplia con estructuración social en comunidades pequeñas en madrigueras subterráneas.
- 6.- Por otro lado está la intensificación zootécnica a que se ha sometido.
- 7.- Se alimenta con dietas de alta energía y concentradas, muy distintas a sus características de herbívoro.
- 8.- Se mantiene en comunidades en donde se desarrolla una alta concentración microbiana (14).

Como hechos diferenciados frente a otras especies podemos señalar:

- Problemática digestiva centrada en el ciego (generalmente localizada en el colon en otras especies).
- Estrecha relación entre la alimentación y los procesos digestivos.
- Estrecha relación entre la sensibilidad al estrés y los procesos digestivos, en parte, por el pH del estómago.
- Importancia del contenido en ácidos grasos volátiles del ciego en

el correcto mantenimiento del pH cecal.

- La eliminación de heces en casos de diarrea es poco eficaz, pues si bien se acumula agua en el recto, ésta se reabsorbe rápidamente.
- Con ello la concentración de electrolitos en el intestino se incrementa considerablemente, reteniéndose gérmenes y toxinas.
- Los desequilibrios en los aportes del pienso: fibra bruta, proteína bruta y almidón son muy peligrosos con una tendencia intensa hacia la producción de procesos digestivos (14,18).

Todas estas características y aspectos digestivos del conejo en conjunto constituyen la motivación suficiente para adentrarse en su fisiología y tratar de dilucidar algunos aspectos desconocidos o pobremente comprendidos.

OBJETIVOS

- 1.- De acuerdo a la clasificación del conejo, como un animal herbívoro no rumiante, es importante conocer los procesos fisiológicos que se llevan a cabo durante la digestión, así como la función de cada uno de los órganos implicados.
- 2.- Destacar algunos aspectos importantes, de acuerdo a las diferencias con las otras especies de animales herbívoros, entre las que se pueden mencionar las siguientes:
 - a) La actividad del ciego como cámara de fermentación y su intervención en las diferentes actividades de vital importancia en la nutrición de los conejos.
 - b) Determinar la importancia de el funcionamiento de el colon en la separación de las partículas sólidas y líquidas.
- 3.- Influencia del tipo de alimentación; características y componentes y cómo pueden influir en el adecuado funcionamiento del tracto digestivo.
- 4.- Comprensión del proceso digestivo denominada cecotrofia.

CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS DEL APARATO DIGESTIVO DEL CONEJO.

El conejo es un animal monogástrico herbívoro. Perteneció al orden Lagomorpha, aunque presenta el comportamiento de un roedor ya que tiene el hábito de roer para desgastar sus incisivos que tienen un crecimiento constante.

El aparato digestivo tiene por misión la transformación de los alimentos física y químicamente, a fin de convertirlos en principios asimilables al organismo (2,3,19).

Su digestión se lleva a cabo en dos fases, siendo la primera un proceso similar al desarrollado en cualquier monogástrico, como en el cerdo e incluso en el hombre. Sin embargo posee un órgano que actúa como cámara de fermentación. Mediante la segunda fase se realiza otra digestión de la ingesta original para aprovechar los nutrientes generados por la fermentación, conociéndose este tipo especial de digestión como cecotrofia (2,3,17).

Anatómicamente el aparato digestivo del conejo, es descrito de la siguiente manera (2,17).

Boca: Tiene una doble misión que cumplir, cada una de las cuales pertenece a diferente aparato: al respiratorio y al digestivo.

La boca es la abertura por la que se introduce el aire exterior y es, a su vez, el primer órgano triturador de alimento. Su fórmula dentaria es: I 2/1, C 0/0, PM 3/2, M 2-3/3 (2,19).

Haciendo un total de 26 a 28 piezas dentales. Los incisivos son estructuras de crecimiento permanente; en la parte superior se encuentran dos frontales y en la cara posterior de estos crece otro par accesorio que se observa internamente en

el hocico de el animal; estos dientes son la base taxónomica para clasificar por separado a roedores y lagomorfos (19).

No posee caninos, siendo esta una característica general para los animales herbívoros. El espacio libre entre incisivos y premolares se conoce como diastema (2).

Los premolares carecen de raíz, pero presentan crestas bien formadas para favorecer la trituración de el alimento.

Otros aspectos resaltables de la boca es el paladar largo y estrecho, recorrido por crestas. La lengua es de forma triangular con papilas filiformes. Consta de tres pares de glándulas salivales: submaxilares, parótidas e infraorbitales.

Esófago: los conejos son los únicos, de entre los animales reportados, que poseen una pared esofágica con tres capas de músculo liso; la parte caudal esofágica también posee musculatura estriada misma que se prolonga hasta la porción cardíaca estomacal.

Estómago: es un órgano de pared delgada lo que le da un escaso poder de contracción. El pH estomacal en adultos es de 1 a 3 y su capacidad es de 90 a 100 gramos aproximadamente. Su baja contractibilidad impide al conejo realizar el reflejo del vómito, característica que comparte con la rata y el caballo (3,17,19).

Intestino Delgado: formado por tres regiones: duodeno, yeyuno e ileon.

La mucosa del intestino delgado está replegada, y la superficie de tales pliegues se hace aún más sinuosa por razón de la presencia de proyecciones en forma de dedo, denominadas vellocidades.

En la región del ileon se observa un aumento en la vascularización relacionándose con la función de absorción de nutrientes.

Al terminar el ileon y empezar el ciego se encuentra internamente una válvula llamada ileocecal, cuya función es regular el paso de la ingesta.

Páncreas: es difuso, observándose como un "acúmulo de grasa" a nivel de la primera asa duodenal; vierte sus secreciones al duodeno (jugo pancreático).

Hígado: está formado por cuatro lóbulos; lóbulo derecho, lóbulo izquierdo, lóbulo cuadrado y " lóbulo caudado; la vesícula biliar es bastante prominente y está adosada en la pared dorsal del hígado.

Intestino grueso: está formado por el ciego, el colon y el recto; el ciego es una región de gran desarrollo que actúa como cámara de fermentación; en él habitan microorganismos que degradan los componentes fibrosos del alimento y sintetizan nutrientes importantes para el conejo. El ciego posee un pliegue en forma de espiral; su pared es delgada. Posee una prolongación llamada Apéndice Cecal. En la salida del ciego e inicio de el colon se encuentra la válvula cecocólica (2,17, 19).

El colon proximal es una región con estrangulaciones en forma de anillos incompletos la cual posee gran poder de contracción.

El colon distal es de aspecto liso, se continúa con el recto y finaliza en el ano (2,10,19). Figura I.y 2

CARACTERISTICAS FISIOLÓGICAS DEL APARATO DIGESTIVO DEL CONEJO.

El proceso de la digestión en el conejo ha sido estudiado por varios autores, quienes coinciden en que ésta se lleva a cabo en dos fases bien delimitadas, considerándose el desarrollo de ambas de vital importancia para el animal.

La primera fase consiste en una degradación química y enzimática similar a la de cualquier monogástrico. La segunda fase de la digestión es conocida como cecotrofia.

La iniciación del proceso digestivo, comienza con la prehensión de el alimento que se realiza mediante los labios e incisivos; la masticación es consciuza pues realiza aproximadamente 120 movimientos masticatorios por minuto. El resultado es que el material ingerido es transformado en partículas pequeñas, es deglutido y conducido hasta el estómago (2,3).

El estómago es un órgano de pared delgada; en el conejo adulto tiene un pH muy bajo (1 a 3) comparado con el de otros animales, esto impide que sobrevivan bacterias y otros microorganismos. Por esta razón el estómago del conejo es considerado un medio "estéril". Sin embargo el pH del estómago del gazapo es alto (varía de 5 a 6.5) solo después del destete hay un descenso dirigido hacia un pH de 1 a 3 (Cuadro I), de tal manera hasta las 6 a 7 semanas la acidez gástrica no es suficiente para la prevención de infecciones bacterianas y por esta misma razón es que los conejos destetados son altamente susceptibles a diarreas (3,5).

Las secreciones del estómago incluyen enzimas digestivas y ácido clorhídrico; la pepsina en realidad es secretada en forma inactiva denominada pepsinógeno (los productos de la digestión de pepsinas son primordialmente fragmentos pequeños de péptidos compuestos de

varios aminoácidos); también se secreta moco y renina, está última en baja concentración y cabe mencionar que es diferente a la renina de los demás animales (3,10,17).

El estómago de los conejos sanos nunca está vacío, siempre aparece lleno hasta la mitad o más. Este sirve como un órgano de almacén ya que aquí el alimento permanece de 4 a 6 horas. Se considera que el contenido de fibra es importante en la dieta como responsable de una adecuada digestión para los conejos, pero de un modo distinto a los ruminantes. Las dietas bajas en fibra muestran una gran incidencia de trastornos digestivos, manifestándose con diarrea, asociada a una elevada mortalidad (14).

Los niveles bajos de fibra actúan incrementando los tiempos de retención del alimento en el aparato digestivo y aumentan el contenido cecal (9,14).

Cuando el alimento llega al intestino delgado, es atacado por las enzimas ahí presentes continuándose así la degradación enzimática. El intestino delgado es el mejor sitio de digestión y absorción. Está dividido en tres áreas funcionales: duodeno, yeyuno e ileon (10,17).

El duodeno es la porción anterior, la cual se comunica con el estómago a través del esfínter pilórico. El duodeno es el área primaria de neutralización del material ácido proveniente del estómago (pues en él desemboca el jugo pancreático).

La bilis se origina en los hepatocitos y es secretada al intestino delgado a través del conducto biliar, el cual desemboca en el duodeno, cerca del esfínter pilórico, aproximadamente a unos 30 a 40 centímetros del conducto pancreático. La bilis está constituida por pigmentos biliares y ácidos biliares (o sales biliares). Los ácidos

biliares son sintetizados en el hígado a partir de colesterol. La principal sal biliar secretada es el ácido queonoideoxicólico, el cual es secretado y reducido a ácido deoxicólico por las bacterias intestinales.

La función de la bilis es favorecer la emulsificación de las grasas mediante un descenso de la tensión superficial por lo que los glóbulos grandes de lípidos se hacen más pequeños; de esta manera se facilita posteriormente el trabajo de las lipasas. Las lipasas actúan sobre la superficie de las gotas pequeñas formando ácidos grasos libres y mezclas de monoglicéridos y diglicéridos, y cantidades significativas de glicerol. Los ácidos grasos y monoglicéridos libres, tienen segmentos polares y no polares, como las sales biliares, ayudan a la emulsificación de las gotas de lípidos (5, 10).

Por lo tanto, la bilis participa en la absorción de las grasas puesto que facilita el trabajo de las lipasas. Cabe señalar también que las vitaminas se difunden rápidamente a través de las paredes del intestino a la sangre. Las vitaminas liposolubles A, D, E y K se disuelven en las micelas y su absorción disminuye notablemente en ausencia de bilis (10).

La mayoría de los mamíferos secretan el pigmento biliar conocido como bilirrubina y casi todas las especies no mamíferas (pájaros, anfibios, peces, etc.) secretan biliverdina; el conejo, siendo un mamífero, secreta principalmente biliverdina (63 % del total) debido a la baja actividad de su enzima hepática biliverdina reductasa (60 veces menos activa que la de la rata), la cual es la encargada de transformar la biliverdina en bilirrubina (3).

Páncreas.

El páncreas se localiza entre una de las curvaturas del duodeno, es de apariencia difusa en el conejo y se dificulta su diferenciación con el tejido de soporte. El páncreas es la fuente principal de enzimas digestivas que facilitan la digestión de carbohidratos, proteínas y grasas, además de proporcionar secreciones alcalinas de tipo bicarbonato, necesarias para neutralizar la ingesta ácida que proviene del estómago; debido a este cambio brusco de pH se considera que el ambiente duodenal es también "estéril" (3).

Las enzimas producidas en el páncreas en su porción exocrina son: amilasa pancreática, lipasa pancreática, tripsina, quimiotripsina y carboxipeptidasa; cada una actúa sobre sustratos específicos (2,3, 10,16).

Intestino Delgado.

La pared del intestino delgado tiene una apariencia aterciopelada; ésta es debida a la presencia de proyecciones pequeñas de membranas mucosas llamadas villi, las cuales incrementan el área de superficie de revestimiento intestinal y tienen un papel importante en el mezclado con el jugo intestinal y en la absorción de productos digestivos.

Cada villi consiste de una capa de columnas simples de epitelio y de tejido conectivo. El centro del villi está ocupado por una pared capilar que se ramifica partiendo de una arteriola, y drenando hacia una vénula. Las fibras nerviosas y las células del músculo liso se hallan también presentes.

Los villi tienen una composición de células epiteliales en cuya superficie se ubican las prolongaciones celulares digitiformes llamadas microvillis. Las células epiteliales o enterocitos son formados

constantemente, éstos se encuentran en la base del villi en la región llamada Cripta de Lieberkuhn.

Los microvilli son rodeados por una capa de material difuso llamado Glicocalix. El glicocalix, los microvilli y las células funcionales de los enterocitos, constituyen el " Borde de cepillo ", que es el sitio básico de digestión y absorción.

Los enterocitos son reemplazados continuamente como resultado de la intensa actividad mitótica de las células que se encuentran en la base de las vellocidades. Las nuevas células migran de la base a la cima de las vellocidades para sustituir a las células más antiguas que se desintegran y se depositan en el lumen del intestino. Figura 3

La sangre y los capilares linfáticos funcionan llevando aparte sustancias absorbidas por los villia, mientras que las fibras nerviosas actúan estimulando o inhibiendo estas actividades.

El flujo sanguíneo intestinal crece durante los periodos de actividad digestiva como resultado de la autoregulación local producida por el aumento de la actividad metabólica de las células intestinales, por los reflejos que desencadena la distensión mecánica del lumen ocupado (3,10).

Las células epiteliales del extremo de la vellocidad tiene un número mucho mayor de microvellocidades por célula, que las células de la base de la vellocidad. Estas microvellocidades contienen enzimas importantes para la digestión (10).

Las glándulas localizadas en la mucosa del intestino delgado secretan en el lumen, moco y soluciones alcalinas (3,10).

La secreción intestinal se eleva después de una comida, y la estimulación mecánica de la pared intestinal intensifica aún más.

Tales secreciones contienen entre otras sustancias bicarbonato, el cual puede ayudar a proteger la superficie del intestino contra los efectos lesivos del ácido proveniente del estómago.

El alimento que proviene del estómago es empujado hacia adentro del intestino por segmentación; este tipo de motilidad permite la mezcla del contenido intestinal. A través del peristáltismo el contenido es movido hacia todo lo largo de el intestino.

El control de la motilidad intestinal está dado por ciertas hormonas gastrointestinales como: la Colicistocinina, Somatostatina, VIP (polipéptidos intestinales) y Sustancia P (3).

El ileon desemboca al intestino grueso a través de la unión ileoceccólica y termina en forma de bulbo, porción denominada Sacculus Rotundus mismo que posee tejido linfático razón por la cual algunos autores lo consideran el tejido análogo de la Bolsa de Fabricio en las aves (3).

Hasta aquí concluye la primera fase de la digestión. Los residuos no absorbidos, están constituidos básicamente por material fibroso y partículas de gran tamaño que no logran ser degradadas en las regiones anteriores, continuando así su paso y es aquí donde la válvula ileocecal permite que entren al ciego para ser sometido su contenido a la actividad microbiana y favorecer la fermentación y síntesis de nutrientes.

Ciego.

El ciego del conejo es muy grande. Se menciona que representa el 50 % del volumen total del aparato digestivo (9). Otros autores mencionan que es 10 veces el volumen del estómago (3).

El ciego posee un pliegue en forma de espiral en toda su longitud. La parte terminal del ciego, es en forma de saco, se denomina

Apéndice Cecal. Es un órgano que secreta fluidos alcalinos ricos en iones bicarbonato con lo cual funciona como " amortiguador ", ya que durante la fermentación cecal se producen grandes cantidades de ácidos grasos volátiles; el apéndice es también un órgano linfóide el cual se menciona puede tener alguna relación con la resistencia a enfermedades; así mismo, influye en la fermentación bacteriana pues su extirpación reduce significativamente la concentración de vitamina B_{12} en el contenido cecal (3,19).

El pH cecal está determinado principalmente por el metabolismo de los ácidos grasos volátiles, según su grado de producción y absorción. Un nivel metabólico inferior del óptimo conduce a un incremento del pH que favorece cambios en la microflora en favor de *Bacteroides coli* y *Clostridium* (13, 14).

El material que procede del intestino delgado pasa a través de la válvula ileocecal y penetra en su mayor parte al ciego; alguna porción puede pasar al colon proximal, por lo que éste es objeto de fuertes contracciones antiperistálticas y secreción de agua que obliga al fluido a regresar al ciego por la válvula cecocólica; así el material se mezcla homogéneamente con el contenido cecal, que permanece en el órgano por un lapso aproximado de 5 a 8 horas, durante las cuales el alimento es sometido a la fermentación bacteriana. Figura 4 (3,17).

A través de los movimientos peristálticos del colon se realiza la separación de las grandes y pequeñas partículas de la ingesta; las partículas grandes y fibrosas son menos densas y se acumulan en el lumen, las pequeñas más densas, tienden a acumularse en las saculaciones internas colónicas y posteriormente por antiperistáltismo

regresan al ciego, donde experimentan la fermentación; la fibra es eliminada rápidamente (3,7).

Si el nivel de la fibra en la dieta es correcto, la proporción de ácidos grasos volátiles se mantiene constante; esta relación tiene efecto directo sobre el peristáltismo, observándose que al aportar un nivel de fibra inferior en la dieta, ocurre un desbalance en la producción, aumentando el nivel de ácido butírico y disminuyendo el ácido acético, ocasionando ésto mayor tiempo de retención de el alimento en el tracto gastrointestinal (5,6,9,12,14).

El tamaño de las partículas de fibra también afecta la motilidad intestinal. Una molienda fina ocasiona un mayor tiempo de retención en el aparato digestivo y aumento del contenido cecal. Se sugiere que el diámetro mínimo de el " tamiz " no debe ser inferior a 2 mm. La proteína es otro factor importante, ya que tanto un déficit como un exceso de proteína pueden derivar en problemas patológicos. Una dieta con bajo aporte de proteína, va a incrementar el peso del contenido digestivo.

Cuando el aporte de proteína es excesivo, puede favorecer la acción de las bacterias proteolíticas del ciego capaces de elaborar amoníaco por lo que habrá un aumento del pH y la posible alteración de la flora microbiana. También se incrementa el riesgo de diarrea o de intoxicación amoniacal o uréica (4,11,14).

Por otro lado, si la concentración de energía digestible aumenta, el consumo de alimento por los conejos se reduce, de tal forma que los animales ingieran cada día la cantidad de energía digestible que les espere, pero ya no cubren sus requerimientos de proteína. Este mecanismo de regulación funciona prácticamente a partir del

destete, una vez pasados los 2 a 5 días de adaptación de los gazapos a su nuevo ambiente, y se mantiene durante todo el período de engorda.

Sin embargo, si el contenido de energía es bajo, el conejo aumenta exageradamente su ingestión de alimento y esto predispone a diarreas (5,9,14).

Cuando un alimento contiene demasiada celulosa, la ingestión del mismo es elevada, presentando los conejos un tubo digestivo lleno al máximo de su capacidad, pero como el tránsito digestivo es acelerado no son capaces de nutrirse adecuadamente (5,14). Cuadro 2

En lo que respecta al almidón, al momento del destete, o sea a las 4 a 5 semanas, el desarrollo del equipo enzimático de su intestino delgado del gazapo no se ha completado todavía. Debido a esta inmadurez enzimática de los gazapos destetados, el suministro de un alimento rico en almidón inmediatamente después del destete, es peligroso, sobre todo si el alimento proporcionado en maternidad contenía poco almidón (5,14).

Un nivel alto de almidón parece estar relacionado con una alteración en la fermentación cecal, lo cual favorece a la flora colibacilar permitiéndole un mayor desarrollo; por ello un gazapo no debe recibir una alimentación que contenga más del 14 a 15 % de almidón como fuente de energía, sin experimentar ningún trastorno (6,11,13). Debe enfatizarse también que el conejo excreta dos tipos de heces, siguiendo un ritmo circadiano: heces blandas o "nocturnas" y heces duras o de "día", las cuales son diferentes en tamaño y en composición química. Las heces blandas tienen bajo contenido de fibra, alto contenido en agua, proteínas, sustancias solubles, electrolitos, nitrógeno y vitaminas del complejo B (3,7,8). Se ha asumido

que las heces blandas resultan de una menor eficiencia de absorción de agua, o a un más rápido paso de la ingesta a través del intestino delgado (5).

Las heces duras son principalmente producidas por una separación de líquidos y sólidos durante el paso de la ingesta a través del colon proximal, y por una transferencia retrograda de el líquido de la ingesta antes que por una absorción incrementada de agua (7). Cuadro 3

La motilidad de el colon proximal es incrementada durante la formación de heces duras y decrece durante la producción de heces blandas (7).

Colon.

Se menciona que el colon puede ser dividido en tres segmentos funcionalmente distintos:

1.- Colon proximal, que está a su vez compuesto de tres segmentos:

las triples saculaciones del colon, que cuenta con tres hileras de sacos (*haustra*) y tres líneas simples (*tenias*). Las saculaciones simples, con una sola hilera de sacos (*haustra*) y una línea simple (*tenia*) y el *Erasus Coli*, caracterizado por una capa de músculo grueso longitudinal prominente de la mucosa. Este último aparentemente actúa como un marcapasos en el control de las contracciones para la excreción de los dos tipos de heces (3,17). Figura 5

Se menciona que en colon proximal del conejo hay tres tipos de contracciones que pueden ser diferenciadas:

- a) Contracciones de alta frecuencia repetitivas, que representan la actividad de las saculaciones del colon.
- b) Frecuencias bajas; que representan la actividad segmental.

c) Contracciones progresivas monofásicas que representan la actividad peritáltica (7).

- 2.- Colon intermedio, con una motilidad predominantemente peristáltica.
- 3.- Colon distal, desprovisto de saculaciones (7), similar al segmento intermedio, excepto que tan solo es evacuado por estimulación del nervio parasimpático sacro (15).

De las actividades colon-cecales, el reflujo sugiere una función primaria de antiperistáltismo colónico, siendo ésta la retención selectiva de agua y microorganismos esenciales para la fermentación en el ciego.

El flujo y reflujo cecocólico ayuda en la digestión microbial del material retenido en el ciego y colon proximal, así como la retención selectiva de fluidos en el ciego; ambos ayudan a preservar los microorganismos y protegen al ciego de una posible impactación (7).

Este mecanismo de separación de líquidos y sólidos de la ingesta en el ciego ofrecen una explicación alternativa de las heces duras y blandas (15).

Durante la formación de las heces duras el contenido cecal es llevado hacia las triples saculaciones del colon por movimientos peristálticos que viajan por el apéndice cecal hacia el colon. El pliegue del intersaco es movido lentamente hacia el ciego, produciendo un movimiento giratorio de el saco; el contenido de este es transferido de manera retrógrada hacia el ciego.

En la formación de las heces duras la actividad motora del colon se realiza con tres tipos de contracciones identificadas:

- 1.- Contracciones repetitivas de alta frecuencia.

2.- Contracciones de frecuencias bajas.

3.- Contracciones progresivas monofásicas.

Las contracciones repetitivas representaron la actividad del saco ya que el aumento de frecuencias, es causada por contracciones segmentales, las cuales persisten por largos períodos de tiempo y posteriormente " migran " lentamente. Las contracciones progresivas monofásicas ocurren raramente y representan sacudidas peristálticas.

Las masas fecales son divididas en " pellets " pequeños en el Eumana Coli y en la parte más proximal del colon distal a través de un incremento en su motilidad (7).

En la formación de las heces blandas, la actividad del saco es más débil y las contracciones segmentales menos intensas. De este modo el contenido colónico es separado en masas largas, en lugar de pellets pequeños y llevados lentamente hacia el Eumana Coli, por movimientos de contracciones segmentales.

Durante la producción de heces blandas la motilidad de el colon distal va aumentando, y la de el colon proximal va decreciendo (7).

En el colon proximal las contracciones repetitivas de alta frecuencia se distribuyen , en la amplitud de la línea base, con fluctuaciones bajas (7).

Los conejos parecen tener un mecanismo muy desarrollado que retiene la ingesta en el colon proximal y el ciego por períodos prolongados de tiempo requeridos para la digestión microbiana de celulosa y síntesis de vitamina B, así como retención selectiva del fluido de porción de la ingesta con la población microbiana por largos períodos (15).

Las heces procedentes del primer ciclo de la digestión rara vez son expulsadas al exterior, sino que son ingeridas nuevamente por

el animal tomándolas directamente del ano; proceso conocido como Cecotrofia o Coprofagia. Así una vez que las heces blandas llegan al ano, son absorbidas por la boca siendo deglutidas sin masticar y pasando directamente al estómago.

La cecotrofia es un mecanismo natural que le permite al conejo mejorar la composición de la dieta recibida (2,17).

Los cecotrofos consumidos por el conejo permanecen en el estómago unas 6 a 8 horas, tiempo durante el cual cada cecotrofo actúa como un pequeño fermento individual, pues continúa la actividad microbiana, gracias al moco proporcionado por el colon distal que lo protege de la acción del ácido clorhídrico estomacal, sin embargo, la película es degradada poco a poco y al terminar se libera todo el contenido con lo que se somete a una segunda fase de degradación con los mismos componentes gástricos e intestinales y al llegar a la porción del ileon se absorben los nutrientes; a través de la válvula ileocecal pasan al colon proximal, es decir ya no entra el contenido intestinal al ciego, sino que al ser la segunda digestión ya se ha aprovechado todo y lo que queda pasa ahora a constituir las heces duras o cagarrutas. En el colon ya no se produce moco, solo se comprime y absorbe agua, dando la consistencia clásica de bolitas individuales y duras que el animal deja caer al piso (2,3,17). Figura 6

Es importante recalcar que los dos tipos de heces producidas son diferentes tanto en aspecto como en composición. Cuadro 3

A través de la cecotrofia el conejo ingiere proteínas bacterianas caecales y varios componentes del metabolismo microbiano (8).

Las ventajas que obtienen los conejos de la cecotrofia son las siguientes (1,17):

- 1.- La cecotrofia permite una mejor utilización de la materia seca y de las proteínas.
- 2.- Aporta del 5 al 18 % de la materia seca ingerida durante el día.
- 3.- Favorece la digestibilidad de la fibra.
- 4.- Aporta del 10 al 30 % de energía metabolizable requerida.
- 5.- Aporta del 15 al 30 % de nitrógeno requerido.
- 6.- Permite al conejo cubrir sus requerimientos de vitamina K y de la mayoría del complejo B.
- 7.- Cubre los requerimientos de varios minerales por la recuperación de éstos.

Debe recordarse que a la cecotrofia en algún tiempo se le denominó " pseudorunia ".

Por otra parte, la cecotrofia es un fenómeno característico de la alimentación de los adultos, ya que no existe en los gazapos recién nacidos; comienza a desarrollarse a partir de las tres semanas de edad, cuando el gazapo inicia el consumo de alimento sólido (1,17). Cabe señalar que los conejos de laboratorio practican la cecotrofia también, con excepción de los originados y mantenidos en un ambiente estéril (conejos axénicos) (19).

La flora intestinal del conejo está constituida normalmente por especies no patógenas de microorganismos, principalmente gram negativos del género Bacteroides, junto con algunas especies de bacterias esporuladas y un cierto número de protozoarios.

Esta población se encuentra principalmente en el ciego, donde fermenta parte del residuo fibroso de alimento no digerido en el intestino delgado. Su p^H poco variable y el suministro regular de nutrientes, permiten que esta flora sea relativamente densa del orden de 10^{10} /g y estable. Cuadro 4.

Sin embargo en determinadas situaciones puede producirse una alteración en la composición de esta flora aumentando el número de microorganismos responsables: siendo los más importantes Staphylococcus, Escherichia coli, Clostridium y Rotavirus, por sus efectos patológicos (5,9).

Algunos de estos agentes infecciosos actúan en forma sinérgica. Se ha observado que los animales afectados por coccidias resultan ser más sensibles a las infecciones de tipo bacteriano (5,4,5,9). Muchos de estos microorganismos patógenos se adhieren a la mucosa intestinal provocando la descamación de las células epiteliales y atrofia de las vellosidades intestinales. Como consecuencia de ello se reduce la capacidad para la digestión y absorción de los nutrientes, produciéndose al final una diarrea acuosa causada por la pérdida de agua y electrolitos.

Se menciona que los piensos desequilibrados en algunos de sus componentes constituyen un importante factor de riesgo, al ser una de las causas que pueden alterar la composición de la flora intestinal favoreciendo el desarrollo de microorganismos moderadamente patógenos (5).

Antes del destete, la leche materna posee un efecto protector, debido a su contenido en inmunoglobulinas y en ácidos grasos con propiedades bactericidas (7,9,14).

Los conejos tienen una total dependencia de la leche materna hasta poco más allá de los 10 días; empiezan a ingerir alimento sólido aproximadamente al día 15 de vida; el consumo franco de alimento sólido comienza al día 20.

El destete a los 28 días supone un cambio demasiado brusco en la

alimentación del gazapo, ya que a esta edad consume un 50 % de granulado y un 50 % de leche, no estando su flora digestiva totalmente adaptada a una alimentación enteramente sólida. A los 33 días, la alimentación láctea supone todavía el 20 % mientras que a los 35 días ésta ya es del todo sólida y la flora se ha ido adaptando paulatinamente al cambio (9).

Un conejo alimentado " ad libitum ", realiza numerosas comidas durante un ciclo de 24 horas. Si dispone permanentemente de comida y agua, llega a hacer unas 25 a 30 comidas en 24 horas. Este número de comidas es algo más elevado en el momento del destete de 30 a 35 y disminuye enseguida para alcanzar valores próximos a las 20 a 25 comidas. Sin embargo algunos animales llegan a realizar más de 50 comidas en 24 horas (11,12).

La cantidad consumida por comida es estable, incrementándose con la edad. Hacia las 6 a 8 semanas, la ingesta puede representar unos 3.5 gramos por comida mientras que a las 10 semanas el consumo es de 7 gramos. Las comidas se concentran por la tarde y la noche unas 2 a 3 comidas por hora, mientras que son menos frecuentes a primeras horas de la mañana: una comida cada 2 a 3 horas, ya que durante este período es cuando los conejos realizan la cecotrofia. Durante un período de 24 horas, un gazapo destetado pasa unas 2 a 4 horas en total por día comiendo su alimento granulado (12).

Un alimento con una molienda muy fina, permite reducir la ingestión, mejorar la eficiencia de la digestión sin reducir los resultados de crecimiento, ya que hay un enlentecimiento significativo del tránsito digestivo y por lo tanto, de un aumento de tiempo de contacto entre las enzimas digestivas y de las bacterias en el sustrato, sin embargo, una molienda muy fina (1 mm) produce una alte-

ración en la coordinación de la motricidad, ileo-cecal. Cualquier enlentecimiento de la velocidad de tránsito digestivo debe ser considerado como factor de riesgo para la aparición de problemas digestivos (12).

Por el contrario una molienda con tamaño grueso, aumenta el riesgo de paresia cecal debido a que la fracción celulósica es menos digestible (12).

La fisiología digestiva del conejo seguramente todavía posee muchos aspectos aún desconocidos o poco comprendidos, sin embargo, en los últimos años se ha estudiado afanosamente dado el potencial zootécnico-económico que representa esta especie animal. El presente trabajo representa un modesto esfuerzo encaminado a recopilar la información más reciente y accesible referida a este tema.

CONCLUSIONES.

El tracto digestivo del conejo tiene una importante función en la transformación del alimento, para poder ser aprovechados de una manera óptima los nutrientes contenidos en estos.

Debido a que el conejo es considerado un animal herbívoro, pero que sin embargo en explotaciones intensivas su alimento principal es a base de concentrado puede en ocasiones presentar problemas digestivos, ésto debido a que regularmente no se cuenta con un alimento comercial que vaya de acuerdo con los requerimientos de cada etapa de desarrollo de los animales.

Cabe mencionar que de los órganos más importantes del tracto digestivo, se puede mencionar al ciego, cuya función como cámara de fermentación, ayuda a que haya una mejor degradación enzimática, llevada a cabo por la flora microbiana ahí presente, ésto va a favorecer el óptimo aprovechamiento de los nutrientes contenidos en la ingesta.

El colon proximal también destaca ya que en este lugar es donde se lleva a cabo la separación de líquidos y sólidos de la ingesta.

La cecotrofia es otro de los factores importantes dentro del funcionamiento digestivo del conejo, ya que por medio de ésta el animal puede aprovechar de manera más adecuada los componentes incluidos en su alimentación y así poder cubrir sus requerimientos nutricionales.

Es importante conocer el funcionamiento del tracto digestivo de los conejos para así poder llevar a cabo un manejo más adecuado de éstos, evitando situaciones que puedan alterar o provocar problemas patológicos, que afecten la rentabilidad de la empresa por retraso en el crecimiento o mortalidad.

Por todas las características del aparato digestivo del conejo, se puede asegurar, con un elevado grado de certeza que, el conejo es un animal casi tan eficiente como el rumiante para aprovechar alimentos de tipo forrajero y por lo tanto, constituye una alternativa accesible para la producción de proteína de buena calidad tanto a nivel intensivo como de traspatio.

LITERATURA CITADA.

- 1.- Calvi, M.: Alimentación y Necesidades Nutritivas. Cunicultura, 84: 71-72 (1990).
- 2.- Castellanos, E.A.F.: Conejos, Manuales para la Educación Agropecuaria., Ed. Trillas. México, D.F., 1982,
- 3.- Choeke, P.: Rabbit Feeding and Nutrition. Academic Press: 15-35. 1987.
- 4.- De Bias, J.C.: Alimentación al Destete y Patología Digestiva., 84: 306-320 (1990).
- 5.- De Bias, J.C.: Alimentación de los Gazapos. Cunicultura., 89: 35-45 (1991).
- 6.- De Bias, J.C., Santomá, G., Carabaño, R. and Fraga, M.J.: Fiber and Starch Levels in Fattening Rabbit Diets. J. Anim. Sci., 63: 1980-1904 (1986).
- 7.- Ehrlein, H.J., Reich, H. and Schwinger, M.: Colonic Motility and Transit of Digesta Durina Hard and Soft Faeces in Rabbits. J. Physiol., 338: 75-86 (1983).
- 8.- Emaldi, O., Crociani, F. and Mateuzzi, D.: A Note on the Total Viable Counts and Selective Enumeration of Anaerobic Bacteria in the Cecal Content, Soft and Hard Faeces of Rabbit., J. Appl. Bacteriol., 46: 169-172 (1979).
- 9.- Gurri, L. A.: Mesa Redonda sobre Patología Digestiva. Cunicultura., 95: 161-166 (1992).
- 10.- Hole, W. J. Jr.: Human Anatomy and Physiology. Wm. C. Brown-Publishers. 1984.
- 11.- Lebas, F.: Alimentación Práctica de los Conejos de Engorde (II). Cunicultura., 96: 161-166 (1992).

- 12.- Lebas, F.: Alimentación Práctica en el Engorde. Cunicultura., 96: 86-91 (1992).
- 13.- Lebas, F.: Alimentación y Funcionamiento digestivo. Cunicultura., 92: 224-228 (1991).
- 14.- Pere, C. B.: La Alimentación y la patología Digestiva del Conejo. Cunicultura., 98: 205-217 (1992).
- 15.- Pickard, D. W. and Stevens, C. E.: Digesta Flow Through the Rabbit Large Intestine., Am. J. Physiol., 22: 1161-1166 (1972).
- 16.- Slade, L.M. and Hintz, H. F.: Comparison of Digestion in Horses, Ponies, Rabbits and Guinea Pigs., J. Anim. Sci., 28: 842-843 (1979).
- 17.- Stevens, C. E.: Comparative Physiology of the Vertebrate Digestive System. Cambridge University Press. 1990.
- 18.- Udem, P. and Van Soest, P. J.: Comparative Digestion of Timothy (Phleum pratense) Fibre by ruminants, equines and rabbits. Brit. J. Nutr., 47: 267-273 (1982).
- 19.- Weisbroth, H. S., Flatt, E. R., Krauss, L. A.: The Biology of the Laboratory. Academic Press. 1974.

FIGURA I. DESCRIPCION ANATOMICA DEL APARATO DIGESTIVO DEL CONEJO. (2)

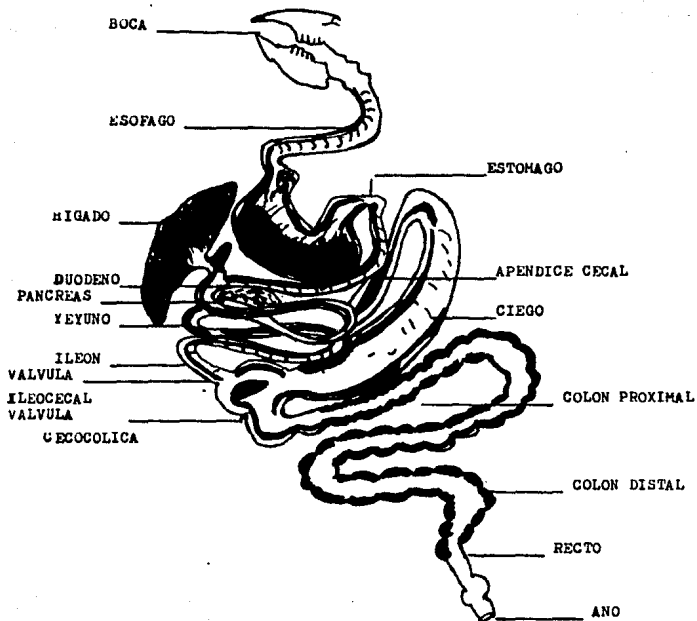


FIGURA 2. PARTES ANATOMICAS DEL TRACTO DIGESTIVO DEL CONEJO
(3)

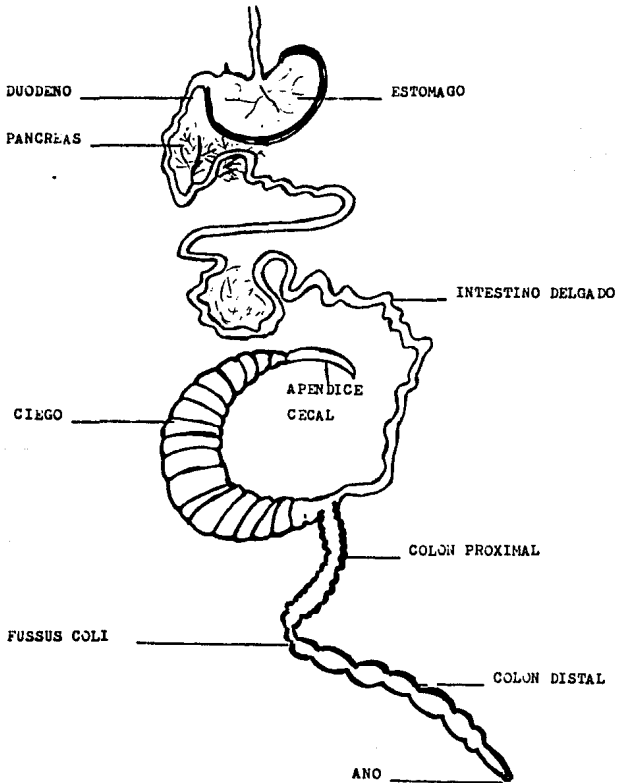


FIGURA 3. VILLI INTESTINAL (3)
ZONA DE EXTRUCCION

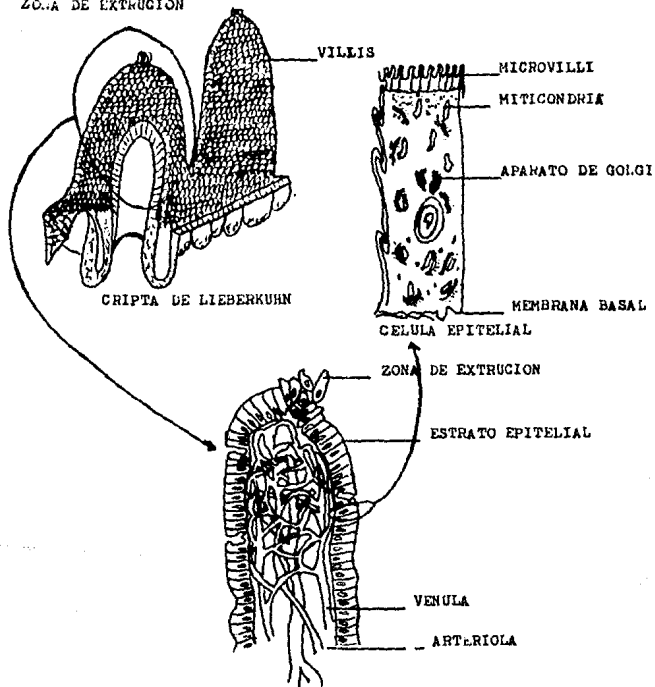


FIGURA 4. MECANISMOS PARA LA EXCRECIÓN SELECTIVA DE FIBRA Y RETENCIÓN DE PARTICULAS PEQUEÑAS Y SOLUBLES PARA LA FERMENTACIÓN EN EL CIEGO (3)

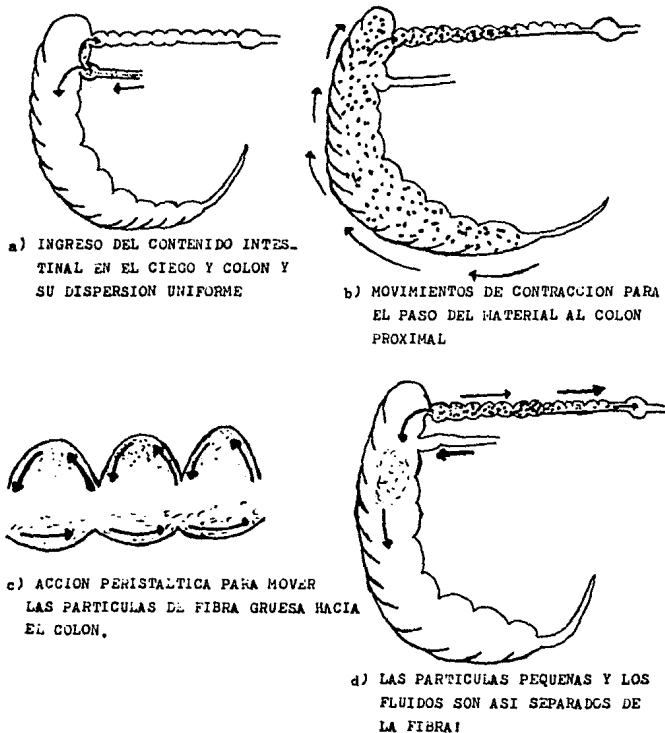


FIGURA 5. SEGMIENTOS QUE COMPONEN EN COLON PROXIMAL (7)

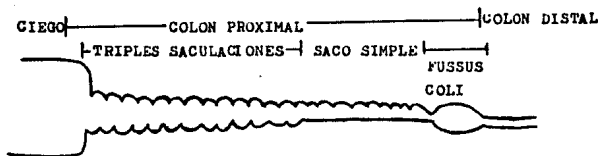
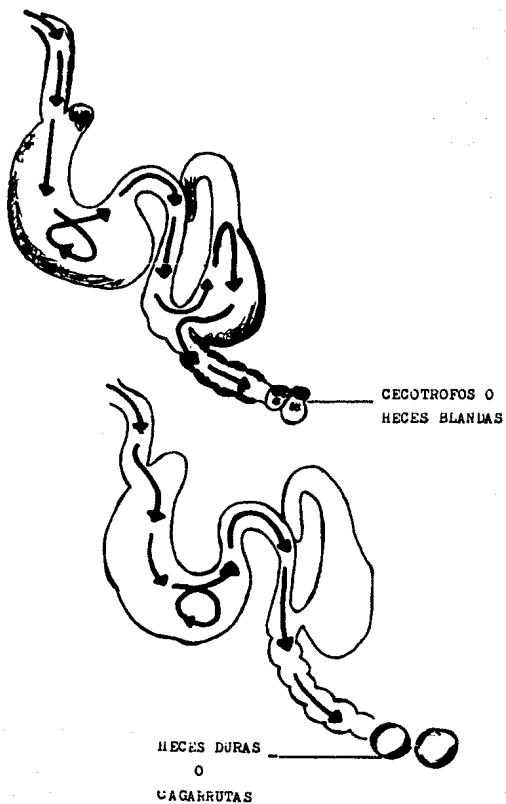


FIGURA 6. DESCRIPCION FISIOLÓGICA DE LAS 2 FASES DE LA DIGESTION DEL CONEJO (2)



CUADRO I

EVOLUCION DEL PH GASTRICO CON LA EDAD (4)	
EDAD (años)	pH
1 - 7	5.0
7 - 14	5.0 - 6.5
14 - 21	4.0 - 6.5
21 - 28	4.0 - 6.5
28 - 35	3.0 - 5.0
35 - 42	2.0 - 5.0
42 - 49	1.0 - 3.0

CUADRO 2

COMPORTAMIENTO DIGESTIVO DEL CONEJO SEGUN LOS NIVELES DE FIBRA Y PROTEINA EN LA DIETA (14)		
PROTEINA BRUTA	FIBRA BRUTA	COMPORTAMIENTO DIGESTIVO
Menos del 16 %	Menos del 12 %	Peligro de diarreas
Menos del 16 %	12 - 15 %	Normalidad digestiva crecimiento bajo
Del 16 - 18 %	12 - 15 %	Normalidad digestiva crecimiento normal
Mas del 18 %	12 - 15 %	Peligro de diarrea
Mas del 18 %	Menos del 12 %	Diarrea habitual

CUADRO 3

COMPOSICION DE LAS HECES DEL CONEJO		
(3)		
COMPONENTE	HECES BLANDAS	HECES DURAS
Materia seca (%)	30 - 40	60 - 62
Proteína cruda (%)	25 - 35	13 - 18
Cenizas (%)	13 - 15	3 - 4
Fibra bruta (%)	15 - 17	25 - 30
Extracto estereo (%)	3 - 4	2 - 3
Extracto libre de nitrógeno (%)	30 - 35	35 - 38

CUADRO 4

FLORA CFCA. DEL CONEJO EN EL DESTETE Y EN DOS FASES DEL ENGORDE (EXPRESADO EN LOG. 10 UFC/g) (14)			
GERMENES	PRST DESTETE	INICIAO DA ENGORDE	FINAL DE ENGORDE
<u>Escherichia coli</u>	3.1	2.1	2.2
<u>Staph. aureus</u>	1.7	2.4	2.6
<u>Streptococcus spp</u>	5.7	2.4	2.5
Levaduras	5.1	1.7	1.7
Lactobacilos	4.3	6.8	6.8
<u>Bacteroides</u>	8.4	10.5	8.7
<u>Bifidobacterium</u>	8.1	9.2	7.2
Anaerobios totales	9.3	10.8	7.1
Aerobios totales	9.1	10.5	10.5
pH	6.5	6.7	6.1