ANATOMIA y FISIOLOGÍA DE LOS SISTEMAS DIGESTIVOS

1) INTRODUCCION

El estudio de ciclo de la energía sobre la tierra, muestra como en realidad se puede sostener que **toda la carne es pasto transformado**. La vida sobre la tierra depende de la fotosíntesis. Con ella las plantas elaboran la energía para su sustento, y en definitiva se produce el origen de los alimentos para los animales. Los herbívoros se alimentarán de ellas, los carnívoros de estos y los omnívoros de ambos.

Los animales obtienen la energía que necesitan para realizar sus funciones y crecimiento, así como los componentes necesarios para constituir su organismo, de la ingestión de sustancias llamadas **alimentos**, que como se mencionó provienen directa u originalmente de los vegetales, Este proceso de ingestión de alimentos es el que se denomina **alimentación**.

La mayoría de los componentes orgánicos del alimento están en forma de grandes moléculas insolubles, que deben ser convertidas en otras más simples para que puedan atravesar las mucosas del sistema digestivo y así pasar al torrente sanguíneo o a la linfa. Antes de avanzar es conveniente aclarar ciertos conceptos:

- **Digestión**: es el proceso mediante el cuál se realiza la conversión de las sustancias complejas en otras más simples que pueden ser absorbidas.

- **Absorción**: es el paso de los nutrimentos a través de la mucosa digestiva.

- **Digestibilidad:** es la proporción de un alimento ingerido que no es excretado con las heces y que se supone absorbido

El mecanismo de la digestión y la absorción

Para que se puedan realizar los procesos mencionados intervienen diversos factores que se pueden agrupar de la siguiente manera:

- **Mecánicos**: masticación y contracciones musculares del tracto digestivo
- **Químicos**: ácidos y enzimas segregadas con los jugos digestivos. Puede haber también cierta acción de enzimas y sustancias que llevan los vegetales ingeridos.
- **Microbianos**: a cargo de bacterias y protozoos simbióticos, que transforman sustancias no digeribles en nutrimentos utilizables por los animales.

El proceso de la digestión y de la absorción se realiza en el sistema digestivo de los animales. Para poder realizar una adecuada descripción de los mecanismos, funciones y reacciones químicas y microbiológicas que se producen y conforman el proceso digestivo, es fundamental en primer lugar, realizar una breve descripción de la anatomía del sistema mencionado.

2) ANATOMIA DE LOS SISTEMAS DIGESTIVOS

Se puede considerar que al tracto digestivo como un tubo que se extiende desde la boca al ano, cuya misión consiste en la **ingestión, división, digestión y absorción** del alimento y **eliminación** de material sólido de desecho.

En general, los sistemas digestivos están formados por los siguientes órganos y glándulas:

Boca
Faringe
Esófago
Estómago
Intestino delgado
Intestino grueso
Ano

Órganos y glándulas anexos:

Glándulas salivales: Parótidas, submaxilares y sublinguales
Región pancreática: páncreas y conducto pancreático
Región hepática: hígado, vesícula biliar y conducto biliar

Las especies animales, a través del mecanismo evolutivo, se han ido adaptando a diversas fuentes de alimentos. De esta manera, se han conformado grandes diferencias anatómicas y fisiológicas de los órganos digestivos de las diversas especies animales. Estas diferencias revisten gran importancia porque afectan a la índole de los procesos digestivos y por ende, al tipo de alimento que se pueden utilizar.

Sobre la base de la anatomía del sistema digestivo a los animales se los agrupa en:

a) Monogástricos
b) Poligástricos
- Rumiantes
- Aves

2.1) Anatomía del sistema digestivo monogástrico

2.1.1) Sistema digestivo monogástrico con colon o ciego no funcional.

.Boca o Cavidad oral

Se puede esquematizar como un paralelepípedo. En la cara anterior en general hay **dientes** o algún elemento que les permite triturar y desgarrar los alimentos. Los carnívoros poseen incisivos bien desarrollados para poder realizar bien esta función. Por delante de los dientes están los **labios** y existe una pequeña cavidad virtual entre los labios y los dientes denominada vestíbulo de la boca.

En la región posterior se encuentra una membrana elástica denominada **paladar blando o velo del paladar.**

Lateralmente se encuentran las **mejillas**.

Dorsalmente esta el **techo del paladar o paladar duro**

En la base se encuentra la **lengua** que sirve para transportar el alimento a diversos sitios de la boca para su trituración o para iniciar el proceso de deglución transportando el bolo

alimenticio hacia la faringe. Es portadora de **papilas gustativas** que proveen un control neurológico para selección e ingreso de alimentos

En esta región también están las **glándulas salivales**, que constituyen una red de estructuras accesorias para la digestión. Hay tres pares de glándulas situadas según se muestra en la figura:

Parótidas
Submaxilares
Sublinguales



Sisson-Getty,1986

.Región faríngea y esofágica

La **faringe** es una estructura que controla el pasaje de aire y de los alimentos a los respectivos órganos de aprovechamiento.

Es una estructura tubular común al aparato respiratorio y al digestivo, donde se reúnen las aberturas de la **boca, esófago, fosas nasales (2 coanas), trompas de Eustaquio (Comunican con el oído medio) y laringe** (**Itsmo de las fauces**). Existen unos cartílagos llamados aritenoides, que hacen que durante la deglución se cierre la abertura laríngea. Por otro lado, la **epiglotis** se pliega sobre esta, impidiendo que los alimentos entren al tracto respiratorio.

El **esófago** es un tubo musculoso, que va desde la faringe hasta el cardias del estómago, esta inervado, de tal manera que impulsa el bolo alimenticio hacia el estómago, movimiento denominado peristaltismo. El antiperistaltismo en estos animales es una función disfuncional (eructo y vómito). Este verdadero tubo pasa entre los pulmones en sector llamado **mediastino** y atraviesa el diafragma en un punto llamado **hiato esofágico.**

Región gástrica

Esta constituida por el **estómago**, que en los animales no rumiantes esta formado por una cavidad en forma arriñonada, según se observa en la figu

Posee dos esfínteres: **cardias** y **píloro** que regulan respectivamente entrada y salida de los alimentos. El cuerpo del estómago posee dos regiones, una proximal denominada **antrus** que es **aglandular** (Sirve para acomodar el alimento), y otra distal, **glandular** (Glándulas fúndicas y pilóricas), llamada **fundus**. Algunos estómagos no poseen esta división es totalmente glandular. En esta área la superficie interna de las paredes del estómago esta aumentada por repliegues del epitelio y contiene una gran variedad de células o papilas secretoras, que en conjunto segregan el **jugo gástrico**.

Región intestinal y cecocólica

Intestino delgado

Cuando el alimento sale del estómago se introduce al intestino delgado. Este órgano es un largo tubo que se subdivide en tres partes: **duodeno, yeyuno e íleon**. El primer tramo, o sea el duodeno es un sector que empieza en el esfinter pilórico. Aquí se recibe las secreciones pancreáticas y biliares mediante el los conductos de los mismos nombres.

Le sigue el yeyuno, sector de gran actividad en la absorción, y posteriormente el íleon hasta la unión de este con el intestino delgado en la unión **ileocecal**. Estos últimos dos constituyen la región mesentérica. El yeyuno es la región que se comercializa como "chinchulín".

En la superficie luminal del intestino delgado, existen una extensa red de pliegues digitales o vellosidades (**Villi**). El ser humano posee unos 20 a 40 pliegues por milímetro cuadrado, midiendo cada una de ellas entre 0,5 a 1 mm de longitud. Cada vellosidad contiene un vaso linfático llamado **quilífero** y una serie de vasos capilares. La superficie de la vellosidad presenta una gran cantidad de microvellosidades que proveen una superficie adicional de absorción.

Intestino grueso

La válvula ileocecal controla el paso del alimento desde el intestino delgado al grueso e impide que el alimento retroceda hacia el primero. El intestino grueso esta formado por **colon, ciego, recto y ano**.

El colon (Se divide en colon mayor y menor) es, a similitud del intestino delgado una estructura tubular , pero de mayor diámetro y sin las vellosidades que este posee. Existe una capa muscular circular que constituye el tubo básico del colon y que facilita sus movimientos. Además de esta se reconocen tres franjas de músculo longitudinal que forman las llamadas **tenias cólicas**. Estas originan una serie de sacos a todo lo largo del colon, llamados **haustraciones**.

En su extremo proximal, el colon posee un saco que se denomina **ciego**, y que contiene una flora microbiana que colabora en al digestión. En el caso de los no rumiantes sin ciego funcional este saco es de pequeñas dimensiones y prácticamente no ejerce función alguna.

Región pancreática

Esta formada por el páncreas y el conducto pancreático, que desemboca en el duodeno. El páncreas es una órgano con forma racimada y se sitúa en cercano a la primer porción del duodeno. El conducto pancreático desemboca en un sector denominado **ampolla de Váter**, al igual que el conducto biliar.

.**Región hepática**

Comprende hígado, vesícula biliar y conducto biliar. El hígado es un órgano indispensable en la digestión que cumple una gran serie de funciones, entre otras la producción de bilis que se almacena en la vesícula biliar, y que esta descarga por su respectivo conducto en el duodeno. Es un órgano de color pardo rojizo, cuya inspección ocular ayuda en el diagnóstico de muchas enfermedades.

2.1.2) Sistema digestivo monogástrico con colon o ciego funcional

Las diferencias en relación a la descripción anterior radican evidentemente en la región intestinal, y en las proporciones volumétricas de los distintos órganos.

El animal típico representante con ciego funcional es el **conejo**. En estos casos el ciego es una gran bolsa de fermentación que contiene los microorganismos encargados de realizar la digestión microbiana. Este ciego (Ver figura) se conecta con el intestino grueso (Colon) en su porción distal. En el caso de los animales con colon funcional, (El clásico representante es el **caballo**) el ciego posee reducidas proporciones y en cambio hay un gran ensanchamiento de la porción distal del colon, siendo esta la región donde se aloja los microorganismos formando la cuba de fermentación. Otro elemento diferencial en el caballo es que en la boca el velo del paladar esta muy desarrollado cerrando la abertura laríngea (epiglotis) e impidiendo que este animal respire por la boca o que pueda vomitar.

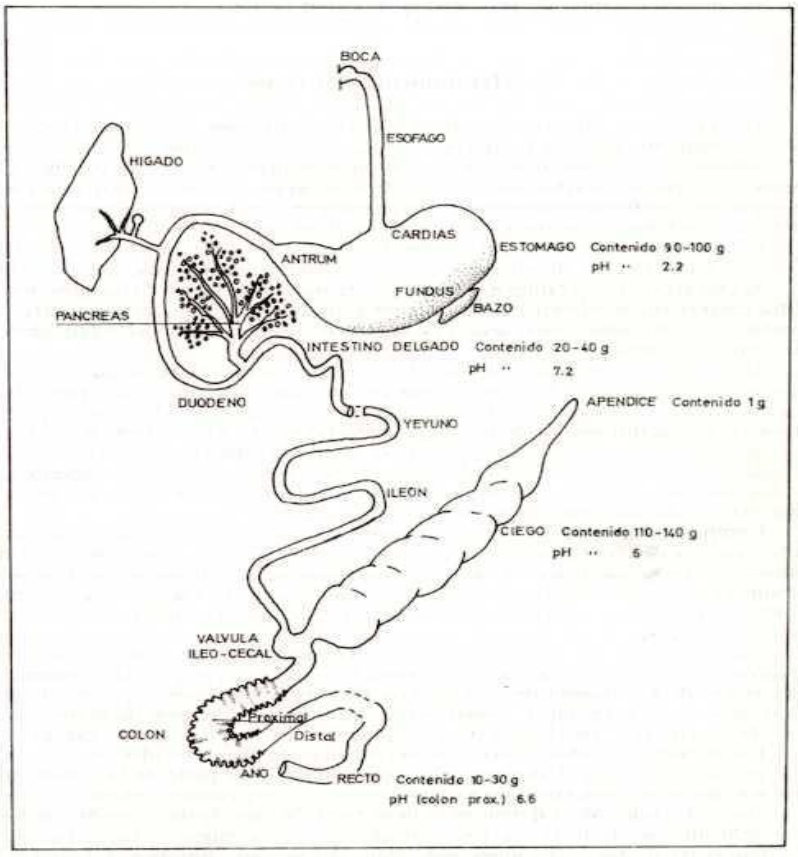


Gráfico 1. *Aparato digestivo del conejo.* (Adaptado de Lebas, 1975).

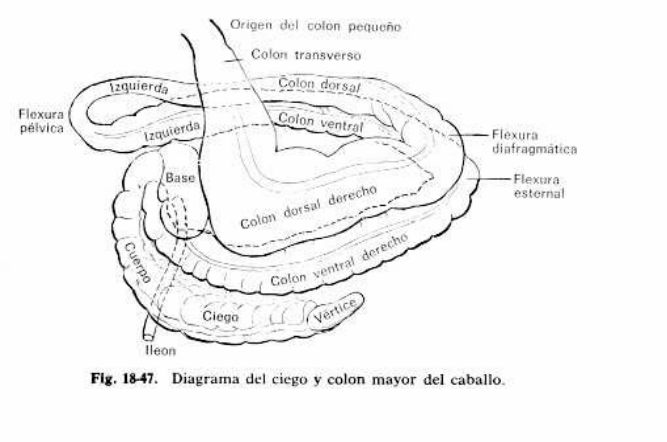


Fig. 18-47. Diagrama del ciego y colon mayor del caballo.

2.2) Sistema digestivo poligástrico.

Los animales que poseen este sistema digestivo son en su totalidad herbívoros. A continuación se describen las diferencias anatómicas con el de los no rumiantes.

Región oral

Los rumiantes al ser herbívoros no necesitan tantos dientes para desgarrar los alimentos. Carecen de caninos y solo tienen incisivos en los maxilares inferiores (**Rodete dentario**). La lengua es un órgano elongado y cubierto de ásperas papilas, que le facilitan la captación del pasto y otros forrajes.

Región gástrica

Se dice que los rumiantes poseen cuatro estómagos, aunque en realidad los primeros tres son dilataciones del esófago y el 4°es en verdadero estómago. Estos son:

.Redecilla o retículo
.Rumen o panza
.Librillo u omaso
.Cuajar o abomaso

El **esófago** desemboca en un área convexa denominada **atrium ventriculi**, constituida por el rumen y la redecilla. El rumen es un compartimento muy grande revestido por una gran cantidad de papilas que acrecientan la superficie para revolver y absorber el material digerido. Es una cuba de fermentación donde se realiza la simbiosis con un elevado número de bacterias y protozoarios que realizan la digestión microbiana.

El **retículo o redecilla**, es un compartimento de dimensiones muy inferiores al anterior, y sus paredes internas se asemejan a un panal de abejas. Su función principal es la de retener cuerpos extraños que pueda haber ingerido el animal.

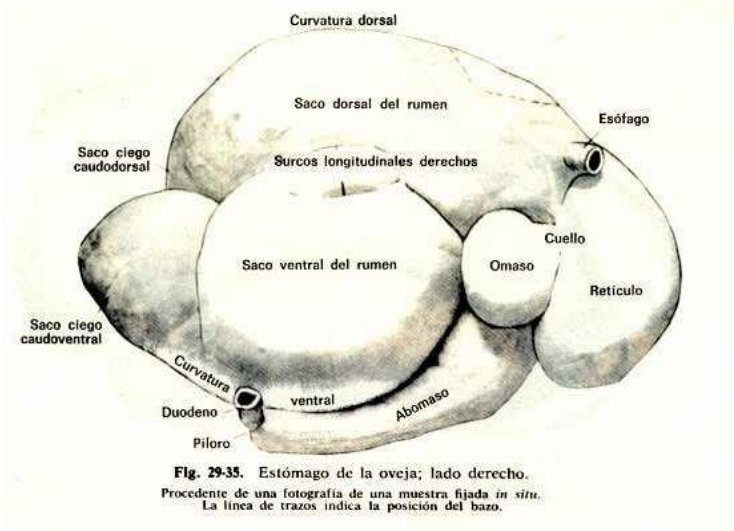


Fig. 29-35. Estómago de la oveja; lado derecho.
Procedente de una fotografía de una muestra fijada *in situ*.
La línea de trazos indica la posición del bazo.

El **libro u omaso** es otro de los estómagos, y se caracteriza por poseer muchas láminas (Hojas de tejido), que contribuyen a disgregar la ingesta aunque todavía no está bien dilucidada su función.

El **cuajar o abomaso** es el verdadero estómago, y tanto su estructura como funciones son muy similares a la del estómago de los no rumiantes.

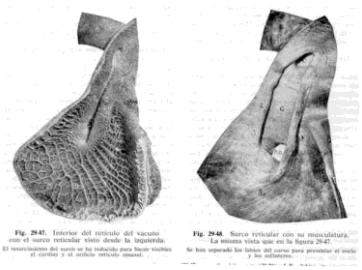




Fig. 29-46. Interior del abomaso del vacuno.
F, cuerpo del abomaso con pliegues abomasales; *P*, parte pilórica; *D*, duodeno; *1*, píloro; *2*, *torus pyloricus*.

2.3) Sistema digestivo de las aves

Región oral

Las aves no poseen dientes, sino un **pico** con el cuál toman los alimentos que son deglutidos prácticamente sin molienda.

Región faríngea y esofágica

En la unión del segmento cervical con el torácico (Columna vertebral), las aves tienen una evaginación diferenciada del esófago denominada **buche**. Este órgano le sirve al animal para acumular alimento a medida que el ave ingiere. se produce además en el tiempo de almacenamiento acción de la amilasa salival.

Región gástrica

Poseen dos órganos : **proventrículo y molleja**. El primero también llamado estómago succenturiado es un órgano pequeño, por el cuál el alimento pasa con rapidez, y cuyo principal función es la de secretar jugo gástrico. La molleja en cambio es un órgano muy desarrollado, es un estómago muscular con forma arriñonada. En su interior se pueden encontrar piedras y elementos duros que han ingerido las aves y, sumado este contenido a la fuerte acción de compresión realizada por este órgano, actúa como órgano de masticación y de digestión.

Región intestinal

En las aves se observa como elemento diferencial que tienen **dos ciegos** de escasa magnitud, que realizan una escasa acción microbiana y de absorción de nutrimentos. El intestino grueso (colon) es muy corto y similar al delgado y prácticamente no desempeña ninguna función.

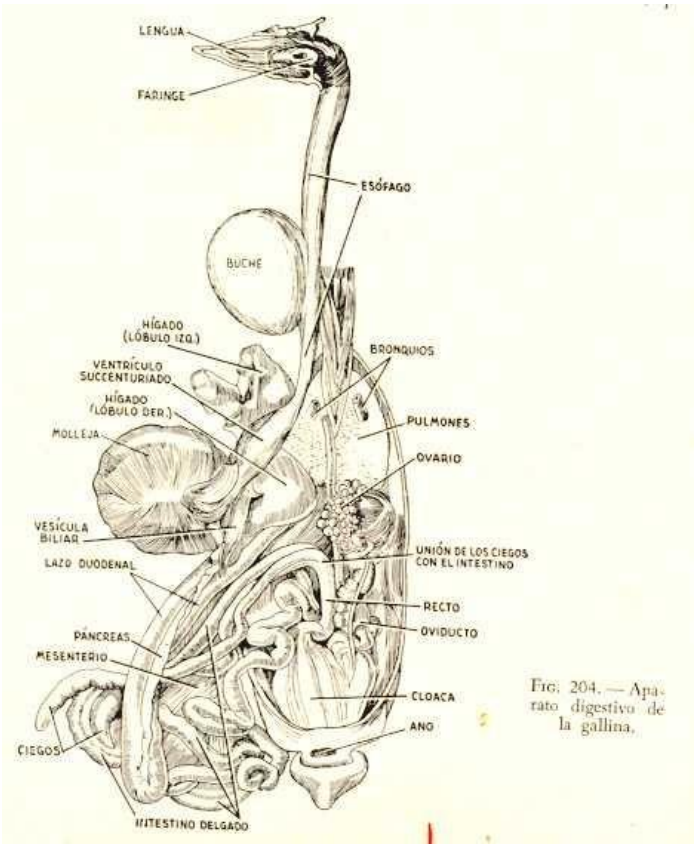


FIG. 204. — Aparato digestivo de la gallina.

3) FISIOLOGIA DE LA DIGESTION

3.1) Digestión en monogástricos

3.1.1) Sin ciego y colon funcional

Se utilizará como animal de referencia al cerdo.

Digestión en la boca

La digestión que se produce en este órgano es fundamentalmente de **naturaleza mecánica**, y se debe a la trituración producida por la masticación. Esta acción tiene dos finalidades principales: dividir el alimento aumentando así su superficie de contacto y mezclar los alimentos con la saliva. La **saliva** es segregada por las glándulas parótidas, submaxilares y sublinguales, y esta constituida en un 99% por agua, siendo el 1% restante **mucina, sales inorgánicas, el complejo lisozima y el enzima alfa-amilasa (ptialina)**. La saliva desempeña muchos papeles en la digestión. Entre ellos:

Lubricación: para la formación del bolo y deglución
Actividad enzimática
Capacidad buffer
Sabor: solubiliza sustancias químicas de los alimentos
Protección para las membranas de la boca (Humedad)

A algunos animales como el caballo, gato, perro, etc. les falta la ptialina, en cambio en otros entre ellos el hombre o el cerdo, hay una fuerte acción amilásica. La **alfa-amilasa** actúa sobre el almidón, glucógeno y polisacáridos y oligosacáridos derivados de ellos, hidrolizando los enlaces a 1-4, resultando de ello la disgregación de los compuestos mencionados en otros más simples que son polisacáridos de 3 unidades de D-glucosa en adelante.

El **enzima lisozima** disgrega discáridos de polisacáridos constituyentes de la pared celular de muchas **bacterias**, produciendo la muerte y disociación de las mismas.

Para las digestiones mencionadas es fundamental el **PH**. Por ejemplo en el cerdo el **PH bucal es de 7,3**, que no es óptimo para la acción de la alfa-amilasa. El PH estomacal destruye las enzimas mencionadas por lo tanto su única acción se produce en la boca y durante el trayecto hacia el estómago.

Digestión en el estómago.

Cuando el alimento ingresa en el estómago, este, mediante una gran serie de **papilas** ubicadas en los repliegues de su epitelio interno, comienza a secretar gran cantidad de jugo gástrico. Está formado principalmente por agua con **sales inorgánica, mucus, ácido clorhídrico, el "factor intrínseco"** (Necesario para la absorción de la vit. B12) y el precursor enzimático **pepsinógeno**. La concentración ácida del jugo gástrico varía con al dieta, pero en promedio es aproximadamente **0,1 N**, lo que hace que el PH estomacal descienda a **2**, lográndose así una verdadera digestión ácida. El clorhídrico activa el pepsinógeno, convirtiéndose entonces en la enzima proteolítica **pepsina**. Esta, ataca preferentemente los enlaces peptídicos adyacentes a aminoácidos aromáticos, como fenilalanina, triptofano o tirosina pero también tiene una acción muy significativa sobre los enlaces que afectan a los ácidos aspártico y glutámico. La pepsina además tiene una fuerte acción coagulante sobre la leche a similitud de la enzima **Renina**, que producen los terneros.

Los productos de la digestión de las proteínas en el estómago son principalmente polipéptidos de longitud variable y algunos aminoácidos.

Digestión en el intestino delgado

En la primer parte del intestino delgado (Duodeno), se vierten cuatro secreciones: el **jugo duodenal, la bilis, el jugo pancreático y el jugo entérico**. Las **glándulas duodenales (De Brunner**), producen una **secreción alcalina** que penetra al duodeno a través de conductos situados entre los villi. Esta secreción actúa como protectora del ácido clorhídrico que penetra desde el estómago. Actúa también como lubrificante.

La **bilis** es segregada por el hígado y pasa al duodeno a través del conducto biliar. Contiene las **sales sódicas y potásicas de los ácidos biliares, los pigmentos biliares, biliverdina y bilirrubina, colesterol y mucina.** En casi todos los animales (El caballo es una excepción), la bilis se acumula en la vesícula biliar hasta su utilización. Las sales biliares actúan **activando la lipasa pancreática y emulsionando las grasas**.

El **jugo pancreático** es segregado por el páncreas, que vierte su contenido mediante el conducto pancreático. Este es rico en proenzimas y enzimas, tales como **tripsinógeno, quimotripsinógeno, a-amilasa, lipasa, lecitinasa**, etc. A diferencia de la pepsina, el PH óptimo para estas enzimas es de 7 a 9. La **tripsina** actúa sobre los enlaces peptídicos en que intervienen la lisina y la arginina, dividiendo aún más los polipéptidos. La **a-amilasa** cumple la misma función que en la saliva, pero ahora el tiempo de acción es muy superior. La escisión de las grasas esta a cargo de la **lipasa pancreática** transformando los triglicéridos al estado de monoglicéridos. La grasa de la dieta abandona el estómago en forma de grandes glóbulos difíciles de hidrolizar, pero las sales biliares producen la emulsificación.

La cuarta secreción, el **jugo entérico**, se produce en las criptas de Lieberkuhn, depresiones tubulares entre los villi. Posee en su constitución **enzimas sacarolíticas**. Sacarasa que convierte sacarosa en glucosa y fructosa, lactasa, que produce una molécula de glucosa y otra de galactosa, maltasa que forma dos moléculas de glucosa, etc.

En yeyuno e íleon se realiza la absorción.

Digestión en el intestino grueso

La digestión en este órgano se lleva a cabo por enzimas segregadas en el intestino delgado que han pasado con el alimento, o como el resultado de la acción microbiana, ya que las glándulas de este tramo intestinal son principalmente mucosas y no segregan enzima alguna. Las dietas normales contienen siempre una porción que no es atacable por las enzimas segregadas en el tracto digestivo. El cerdo prácticamente no puede digerir celulosa y hemicelulosa. La lignina no es atacable en absoluto. Esta demostrado que este animal puede digerir en parte la celulosa y esto es debido a que existe cierta acción microbiana en el intestino grueso.

La acción microbiana en los animales no rumiantes sin ciego o colon funcional es inexistente o muy limitada.

La principal función del intestino grueso en estos casos es la de absorción de agua y electrolitos.

Digestión en el lechón

Durante los días que siguen al nacimiento, en el cerdo al igual que en la mayoría de los animales, el intestino es **permeable a las proteínas nativas.** Esto es escencial para el paso de las **y-globulinas** (anticuerpos) transportados por la leche materna (Calostro). La capacidad para absorber estas proteínas decrece rápidamente y es nula a las 24 horas después del parto, hecho que demuestra la vital importancia de que el recién nacido ingiera el calostro en las primeras horas de vida.

Hasta las tres semanas de edad, la actividad de la **pepsina** es muy baja. La actividad de la **a-amilasa** aumenta durante los primeros 10 días. **Maltasa y sacarasa** casi no actúan, en cambio es elevada la actividad de la **lactasa**, que tiene gran importancia en el recién nacido y que va decreciendo con la edad.

3.1.2) Con ciego o colon funcional

Ejemplos de animales con estas características son el **caballo** (Colon funcional) y el **conejo** (Ciego funcional). Se caracterizan por poseer una cuba de fermentación (Simbiosis con microorganismos), situada en los órganos mencionados. Estos animales logran digerir en parte la celulosa y la hemicelulosa de los alimentos. Por la acción de las bacterias sobre las proteínas se producen aminoácidos, algunos alcoholes, ácidos grasos y sulfhídrico. La acción sobre los azúcares produce ácidos grasos volátiles.

Desde el punto de vista fisiológico, esta conformación anatómica podría hacer que la digestión fuese tan eficiente como en los rumiantes, hecho que no ocurre. La diferencia radica en que el contenido ruminal se vuelca en el intestino delgado, donde continúa la digestión y donde se realiza la mayor parte de la absorción. En cambio en los animales mencionados el resultado de la digestión microbiana se vierte en el intestino grueso donde la digestión y absorción es muy limitada. Se absorben ácidos grasos volátiles sobre todo en el ciego, obteniéndose así energía de la fibra de los alimentos, pero el aprovechamiento de la lisis de los microorganismos (Resultan aminoácidos esenciales y vitaminas) es limitada. En el caballo por ejemplo es necesario aportar las vit, del grupo B y la K, elementos que los rumiante pueden sintetizar.

El conejo y las ratas compensan este problema practicando la **coprofagia**. Estos animales ingieren en determinado momento parte de sus heces (Cecótrofas, provenientes de la contracción del ciego). De esta manera el alimento que ya ha tenido una digestión microbiana vuelve a ser digerido en el estómago e intestino, y se da una nueva oportunidad de absorción de muchas sustancias esenciales que el intestino grueso esta incapacitado de aprovechar.

3.2) Digestión en poligástricos (Rumiantes)

Digestión en la boca

El proceso y las acciones químicas en general son las mismas que en le caso de los no rumiantes.

Los bovinos realizan la **prensión** del alimento voluminoso con la lengua, realizando un movimiento envolvente con esta y aprovechando las papilas córneas muy desarrolladas de la lengua, que le dan adherencia permitiendo entonces este sistema de toma de alimento. Ovinos y caprinos en cambio poseen mayor **potencia de corte** con los dientes incisivos (Entre incisivos superiores y rodete dentario inferior), y utilizan este sistema de prensión ([1]).

Los rumiantes producen una gran cantidad de saliva, en promedio unos **56 litros** diarios, con limites de 16 litros en ayuno y 100 l/día con el adecuado estímulo. En los rumiantes, la saliva además de las funciones mencionadas para los no rumiantes (excepto acción enzimática ya que carecen de ptialina ([2]), esto es lubricación, saborización y protección para las membranas de la boca (Humedad) realiza otros importantes aportes.

En los rumiantes, la saliva tiene un papel muy importante como reguladora del PH por su poder **buffer**. Teóricamente los ácidos producidos durante la fermentación del rumen pueden hacer descender el PH a 2,5 - 3, pero en condiciones normales se mantiene entre 5,5 y 6,5. La saliva también cumple en el rumen la función de **antiespumante**.

---

[1] El sistema de corte de las pasturas de las ovejas y de las cabras, les permite pastorear mas "a fondo", razón por la cuál se utiliza a las ovejas para "repasar" campos pastoreados por vacas.

[2] Si se produciera a-amilasa (ptialina) como en los humanos, se producirían fermentaciones indeseables en el rumen

La **masticación** los bovinos la realizan con un costado de las tablas dentarias, a nivel de molares y premolares, y realizan un movimiento lateral con cierta rotación ([3]). Este fenómeno le permite mascar, moler bien los alimentos. Así, con la ayuda de la saliva se va formando el **bolo alimenticio** y se procede a la **deglución** ([4]) del mismo.

Digestión en los estómagos

Los **movimientos peristálticos** del esófago llevan el bolo alimenticio hacia la entrada de la redecilla y del rumen. La redecilla retiene cuerpos extraños, y el resto del material va hacia esa gran cuba de fermentación que es el rumen. Al entrar el alimento queda flotando, inmediatamente hay contracciones de adelante hacia atrás, se va remojando el alimento hasta que se sumerge y llega al fondo. En el sector inferior del rumen las contracciones peristálticas hacen que se desplace el contenido hacia la región anterior. De esta manera todo el contenido ruminal esta en permanente movimiento.

Se cree que el estímulo táctil de la pared anterior superior, hace que se produzca la **rumiación**. Los alimentos fibrosos que tienden más a flotar proporcionan entonces mayores estímulos. Los no voluminosos como los granos que tienden a hundirse quizá ni siquiera llegan a producir el estímulo y por lo tanto se pueden producir trastornos digestivos.

Parte del líquido y los materiales finos tienden a ir hacia el bonete o redecilla, que impulsa al líquido hacia el cardias. Luego se produce una inspiración del animal que genera una succión en el esófago que, junto a contracciones antiperistálticas en este, hacen ascender hacia la boca el llamado **bolo merísico**. Este acto se denomina **regurgitación** merícica

El material en la boca es mitad agua, mitad solido, e inmediatamente se produce la deglución del líquido quedando el resto para su remasticación o rumia. Luego de aproximadamente un minuto el material vuelve a ser ingerido (Deglución merícica). El animal rumia de acuerdo a las veces que come, siendo normalmente algo mayor el tiempo de rumia que el de ingesta de los alimentos (8 y 6 horas diarias respectivamente). La parte química de la escisión del alimento esta a cargo de las enzimas que actúan en el rumen y en la redecilla, y que son producidas por los microorganismos simbióticos, ya que las primeras tres secciones del estómago no poseen glándulas.

La gran actividad de los microorganismos del rumen, hace que solo el **30 % del alimento ingerido continúe su camino por el tracto digestivo. El otro 70 %** es convertido en productos solubles o gaseosos que son absorbidos en por el mismo rumen o gases eliminados por eructación.

Digestión de los carbohidratos en el rumen

La pared celular de los vegetales esta formada fundamentalmente por **celulosa, hemicelulosa y lignina**. La fermentación microbiana permitirá la digestión de todos los azúcares del contenido celular, de gran parte de la celulosa y algo de hemicelulosa, siendo la lignina prácticamente indigestible. Algunas digestibilidades (No está dentro de la temática de

[3] En los bovinos la articulación témporo mandibular (glenoidea), donde se encuentran el hueso mandibular (Mal llamado maxilar inferior), con la apófisis cigomática del temporal, posee una especie de canal que le permite cierta flexibilidad (No sucede esto en el equino donde no es posible el desplazamiento lateral).

[4] La deglución o ingesta del bolo alimenticio se realiza de la siguiente manera: se hace un desplazamiento de la lengua hacia el paladar duro, se produce la contracción del músculo milohideo (Aprieta el bolo contra el paladar duro) y del músculo glosofaríngeo, que desplaza la lengua hacia atrás. De esta manera el bolo se desplaza hacia el paladar blando (Palatino), y es empujado por este último músculo que además cierra la comunicación con al nariz. Simultáneamente se produce el cierre de la laringe por el desplazamiento de la epiglotis (Todo este mecanismo es igual en no rumiantes).

este apunte) normales son las siguientes: almidón: 100%, celulosa 60-80%, hemicelulosa 20-40%.

Además del aporte de energía que supone para el animal la digestión de parte de la pared celular, este proceso asegura la **salida de las células vegetales de otros nutrientes que de otra forma no estarían disponibles**.

Digestión de las proteínas en el rumen

Los microorganismos del rumen hidrolizan las proteínas hasta el estado de péptidos o aminoácidos, pero algunos de estos aminoácidos sufren desaminación y son convertidos en **ácidos orgánicos, amoníaco y CO2**. Los ácidos grasos volátiles de cadena ramificada que se encuentran en el rumen provienen de los aminoácidos. El amoníaco puede ser absorbido a través del rumen y llegar con la sangre al hígado, donde es convertido en úrea (Ver gráfico). Una pequeña cantidad de esta llega a la saliva y por lo tanto regresa al rumen pero la mayor parte es excretada con la orina. Queda claro entonces que la desaminación de los aminoácidos en el rumen representa una pérdida seria para las proteínas de la dieta.

Estas actividades destructoras son en parte compensadas por las actividades sintéticas, en la que a partir de aminoácidos o de otra fuente de nitrógeno más sencilla como el amoníaco de la desaminación o del nitrógeno no proteico, los **microorganismos construyen sus propias proteínas**. Luego, con la muerte de estos y su arrastre a través del intestino delgado son absorbidos. Esto es importante cuantitativamente, pero más aún cualitativamente ya que las bacterias elaboran todos los aminoácidos esenciales para la vida de los rumiantes, y los complejos vitamínicos ([5]).

Digestión en la ternera

En el animal lactante, las dos primeras divisiones del estómago (Rumen y redecilla) están muy poco desarrolladas, y la leche que llega al estómago pasa directamente a través de un repliegue tubular del tejido, el **surco esofágico**, al tercer y cuarto compartimiento, el librillo y el cuajar. Durante esta primera etapa de la vida, las características de la digestión que realizan los poligástricos en realidad se asemeja más a la de un cerdo que a la de un rumiante, y la alimentación se debe realizar con esta premisa. Las características de la digestión son como las descritas para el lechón, y posteriormente el cerdo.

En el momento que la ternera o el cordero empiezan a comer alimento sólido, rumen y redecilla comienzan a aumentar su volumen hasta que en el animal adulto abarcan el 85 % de la capacidad total del estómago. Se considera que a las **seis semanas** los terneros ya poseen la flora ruminal normal, y a los **tres meses** de vida ya han desarrollado suficientemente su rumen y están en condiciones de dejar de amamantar.

[5] Para la síntesis de vitamina B12 es necesario el suministro de cantidades adecuadas de cobalto, que muchas veces debe ser suplementado.

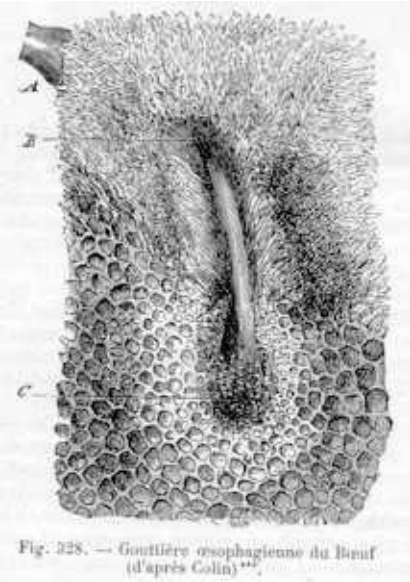


Fig. 328. — Gouttière œsophagienne du Bœuf (d'après Colin).

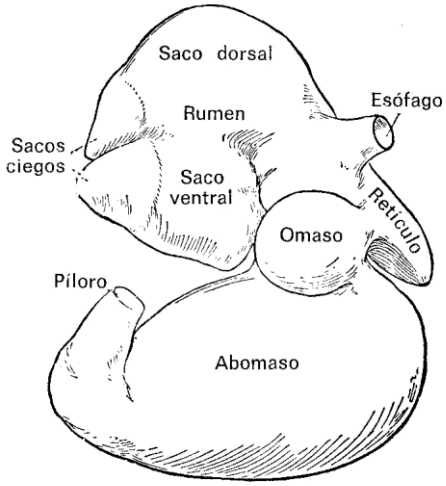


Fig. 29-29. Estómago inflado de una ternera recién nacida; lado derecho.

3.3) Digestión en aves

En las aves se realiza una primer digestión en el buche donde actúa la a-amilasa y existe cierta acción microbiana que genera AGV. El estómago muscular o molleja que contiene un 10 % de su contenido en gravilla realiza una excelente acción trituradora y de contacto con los jugos digestivos. Las enzimas producidas por las aves son prácticamente las mismas que las de los no rumiantes, aunque **no se ha comprobado la presencia de lactasa**.

La principal zona de absorción es el intestino delgado y el intestino grueso casi no cumple función alguna. **Las aves no digieren la celulosa y logran desdoblar una pequeño porcentaje de la hemicelulosa ingerida**.

BIBLIOGRAFIA

CRAMPTON, E.W.; HARRIS, L.E. 1974. Nutrición Animal Aplicada. Editorial Acribia. Zaragoza (España). 756 pag.

DE BLAS, Carlos. 1984. Alimentación del Conejo. Ediciones Mundi Prensa. Madrid 215 pag.

ENSMINGER, M.E.; OLENTINE,C.G..1983. Alimentos y Nutrición. Editorial El Ateneo Bs. As. 682 pag.

McDONALD, P et al. 1979. Nutrición animal. Editorial Acribia. Zaragoza (España). 462 pag.

TORRES, C. et al. 1973. Efecto sobre la digestibilidad de la suplementación energética a heno de gramíneas. Producción Animal, Vol.5:28 - 33.Asociación Argentina de Producción Animal. Bs, As.

.