

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHIHUAHUA

FACULTAD DE ZOOTECNIA

División de postgrado e investigación

Sistema digestivo en rumiantes:
Anatomofisiología

MVZ Iván A. García Galicia
Nutrición Animal

SISTEMA DIGESTIVO DE LOS RUMIANTES

Debido a su sistema digestivo, los rumiantes representan el grupo más especializado y desarrollado, ya que tiene la capacidad de digerir fibras y otros glúcidos en forma más completa que los no rumiantes. Además presentan ciertas características morfológicas y fisiológico digestivas que los diferencian de los demás animales como los porcinos o equinos. Las principales características se observan en la porción anterior del tubo digestivo, ya que los órganos responsables del proceso de degradación de los alimentos a partir del abomaso son similares a los de las demás especies monogástricas. El presente trabajo describe principalmente las funciones de los órganos que se localizan antes del duodeno en los rumiantes, enfocándose específicamente en los bovinos y ovinos.

Boca

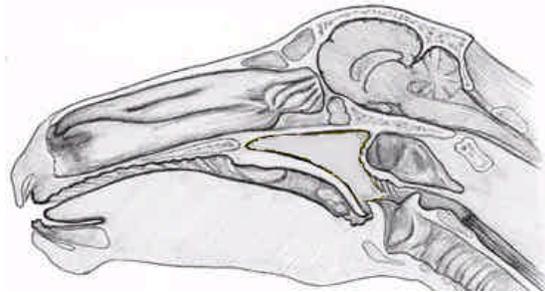
La boca de los rumiantes no presenta dientes incisivos superiores ni caninos, presenta una almohadilla dental superior, la cual junto con los incisivos inferiores, los labios y la lengua presan los alimentos. Presentan dientes molares formados y espaciados para que el rumiante solamente pueda masticar con un solo lado de la mandíbula al mismo tiempo, estos movimientos laterales de la mandíbula facilitan la masticación de fibras vegetales duras.

La producción de saliva se lleva a cabo por tres glándulas salivales, las cuales son: Glándula parótida

 Glándula mandibular

 Glándula sublingual

La saliva sirve como fuente de nitrógeno (urea y mucoproteínas), fósforo y sodio, los cuales utilizan los microorganismos del rumen. La producción de la saliva en los rumiantes puede llegar a 150 lts /día en bovinos adultos y 10 o más en ovinos. La producción es constante, pero tiende a aumentar mientras se lleva a cabo el consumo o durante el reposo. La saliva del rumiante posee un amortiguador, el cual es utilizado para mantener apropiado el pH del rumen. Además de las funciones mencionadas, la saliva sirve también para humedecer la boca y el bolo alimenticio, facilitando así la masticación y la deglución. La saliva del rumiante a diferencia de otras especies no contiene amilasa.



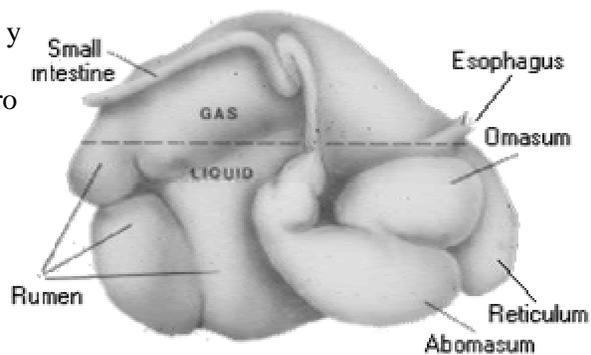
Esófago

El esófago del bovino adulto es de aproximadamente 5 centímetros de ancho y 90 a 105 centímetros de longitud, su pared es de tejido muscular estriado. La función de este tubo muscular es la de conectar los sacos ruminales con la cavidad bucal. Se presenta una peculiaridad denominada *canal esofágico* o reticular, el cual se inicia en la porción inferior del esófago y cuando se cierra, forma un tubo que va del esófago al omaso. La función de esta estructura es permitir que la leche ingerida en la edad temprana de los animales no pase al retículo o rumen, y de esta forma evite la fermentación bacteriana.

Estómago

El estómago en los rumiantes es muy grande y ocupa casi las tres cuartas partes de la cavidad abdominal. Está compuesto y consta de cuatro compartimientos:

- Réticulo o bonete
- Rumen o panza
- Omaso o librillo
- Abomaso o cuajar



Las tres primeras secciones son a menudo consideradas como proventrículos, pues están revestidas por una membrana mucosa desprovistas de glándulas. El Abomaso posee una membrana mucosa glandular por eso comúnmente se llama “estómago verdadero”.

Retículo

La función del retículo es movilizar el alimento digerido hacia el rumen o hacia el omaso en la regurgitación del bolo alimenticio después de la rumia.

Presenta forma piriforme. Es el más frontal y pequeño de los ventrículos, a la altura de la sexta y séptima costilla, su mayor parte se halla a la izquierda del plano medio. Se encuentra contra el diafragma y el hígado en su parte frontal, en la dorsal se encuentra limitado por la pared del rumen.

La membrana epitelial se eleva formando pliegues de una altura de 1 cm, estos incluyen espacios o de cuatro, cinco o seis lados; esto da origen al nombre vulgar de “panal de miel”. Las celdas están subdivididas por pliegues más pequeños y los fondos están incrustados de papilas corneas agudas.

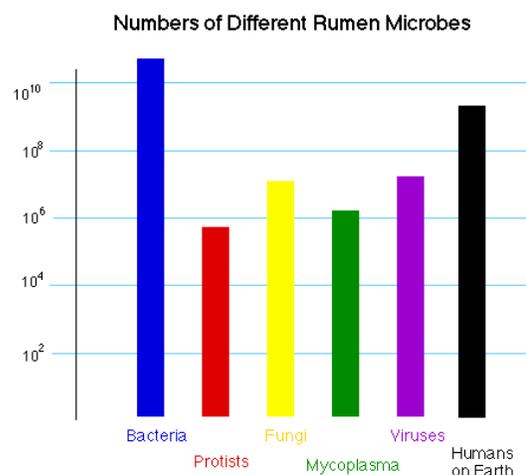


Rumen

El rumen presenta una capacidad total en un bovino adulto de 100 a 250 lts. Ocupa la mayor parte del lado izquierdo de la cavidad abdominal y se encuentra en contacto directo con el ijar izquierdo, limitado dorsalmente por el techo abdominal y ventralmente con el suelo abdominal.

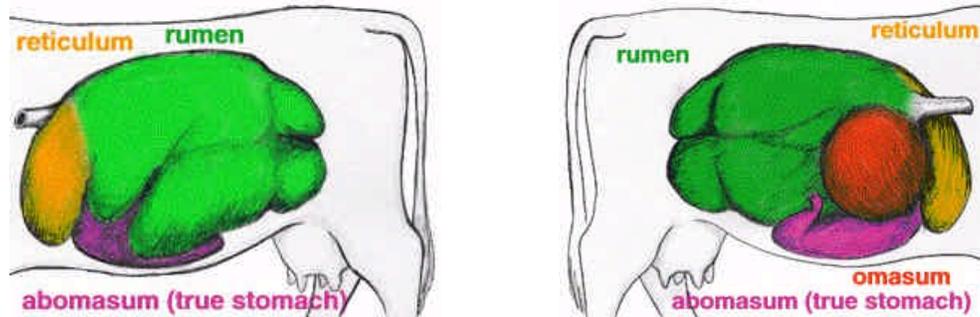
El rumen actúa como una cámara de fermentación microbiana y además es el lugar principal de asimilación de ácidos grasos de cadenas cortas. El rumen presenta una elevada cantidad de diferentes especies, las cuales pueden alcanzar cantidades que van de 25 a 50 mil millones / ml, además se han identificado 35 especies diferentes de protozoarios ciliados, los valores promedio que se pueden encontrar son de 20 a 50 mil / ml.

Esta cámara se puede describir como presentando dos caras, dos curvas y dos extremidades. La primera de ellas es la *cara parietal* o izquierda, la cual está en



Data courtesy of Mel Yokoyama, Michigan State University

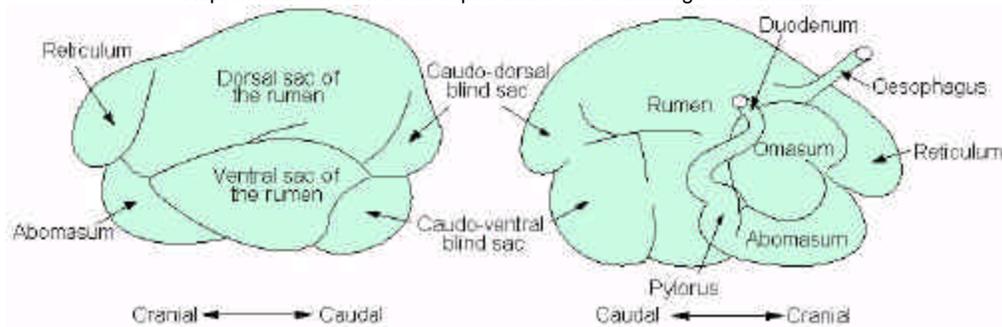
relación con el diafragma, la pared izquierda del abdomen y el bazo. *La cara visceral* o derecha, se relaciona principalmente con el omaso y abomaso, intestino, hígado, páncreas, riñón, aorta posterior y vena cava.



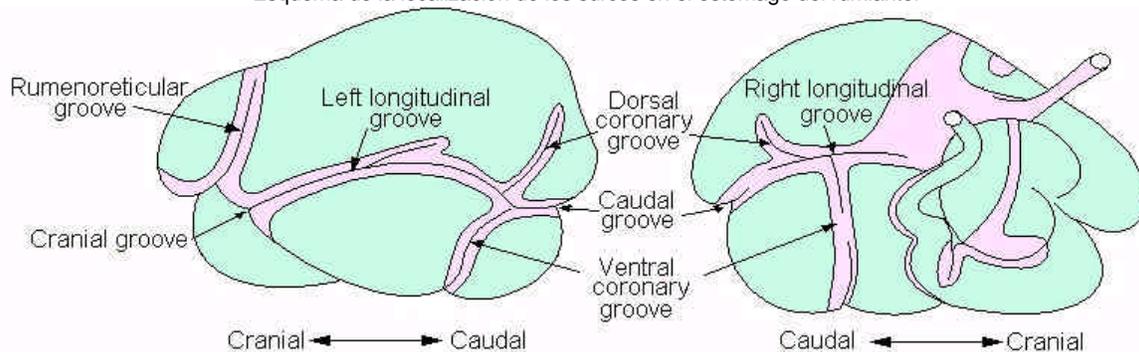
La

curvatura dorsal, es convexa y se encuentra limitada por los pilares izquierdos del músculo diafragma y los músculos sublumbares, a los cuales se encuentra unida por medios del peritoneo y tejido conectivo. La *curvatura ventral*, se encuentra situada sobre el suelo del abdomen. Los *surcos longitudinales* izquierdo y derecho, dividen externamente al rumen en dos sacos: dorsal y ventral. La extremidad reticular o anterior, se encuentra dividida ventralmente por un *surco anterior transversal* en dos sacos. El saco dorsal, se encuentra separado del bonete por el surco ruminoreticular, el cual es muy marcado en la cara izquierda, pero en la derecha no existe, observándose juntos al rumen y retículo como una cúpula (*atrio ventricular*) en donde se une el esófago. La *extremidad pelviana*, se relaciona con el intestino y la vejiga, y se encuentra dividida en dos sacos ciegos por el *surco posterior transverso*, el cual pone en conexión a los surcos longitudinales. Los sacos ciegos están separados del rumen por los surcos *coronarios dorsal y ventral*.

Representación de los sacos presentes en el estómago del rumiante.



Esquema de la localización de los surcos en el estómago del rumiante.



Internamente el rumen, se encuentra dividido en sacos: *dorsal* y *ventral*, por los *pilares*; estos son pliegues de la pared, reforzados por fibras musculares, que corresponden a los surcos en la cara externa del rumen. Los pilares encontrados son: *pilar anterior* y *posterior*, que son los principales, pilares *derecho* e *izquierdo*, *pilares coronarios dorsal* y *ventral*, y el *pliegue ruminoreticular*.

La superficie interna del rumen es de tipo epitelial, presenta un color pardo, excepto en los bordes de los pilares, se encuentra incrustada de grandes papilas que llegan a medir hasta 1 cm de longitud, sin embargo, los bordes de los pilares y una parte del saco dorsal están desprovistas de papilas, la disposición papilar se encuentra más desarrollada en los sacos ciegos. La mayoría de las papilas son foliadas y cónicas, algunas son filiformes y estrechas.

Corte histológico de las papilas ruminales de un borrego



Los movimientos de esta cámara al igual que del retículo, facilitan la mezcla de la ingesta y haciendo que el líquido ruminal la humedezca continuamente manteniéndola en contacto con la flora ruminal. También facilitan el eructo, la regurgitación y el paso del alimento hacia el omaso. El movimiento del mezclado se inicia con una contracción del retículo, seguida de una de los sacos anterior y dorsal del rumen, la ingesta se dirige posterior y ventralmente; instantes más tardes se produce el eructo, para lo cual los sacos posterior ventral y dorsal se contraen, forzando a la ingesta hacia arriba y adelante. Los gases son dirigidos también hacia el esófago con esta contracción, en ese momento el orificio esofágico se dilata y los gases son expulsados a la atmósfera, previa inhalación pulmonar.

La rumia es un reflejo que consta de cuatro acciones diferentes: regurgitación, reinsalivación, remasticación y redeglución. La rumia se inicia por el contacto del alimento grueso con los receptores nerviosos de la pared ruminal. Durante la fase de regurgitación, el cardias se inunda de ingesta como resultado de una contracción del retículo; al mismo tiempo, se presenta un esfuerzo de la glotis cerrada, creando una presión negativa en el torax. En el momento preciso el cardias se abre y un bolo de digesta es pasado el esófago, de donde es transportado hacia la boca por contracciones peristálticas del esófago. Una vez en la boca, el fluido en exceso es expulsado del bolo y se redeglute, la remasticación comienza y terminando esta el bolo es redeglutido y se reinicia el proceso.

El contenido ruminal se clasifica en tres estratos:

Superior: El cual contiene partículas gruesas y alimento del día.

Medio: Con partículas de densidad y tamaños intermedios.

Inferior: Conteniendo líquidos, partículas finas y la ingesta del día anterior

El contenido del estrato inferior, es el que pasa al omaso para la subsecuente digestión.

Omaso

No se conoce en forma clara cual es la función del omaso, aunque al parecer es la de ayudar en la función de reducir el tamaño de las partículas del alimento digerido, además de que interviene en el control del paso del bolo alimenticio hacia el tubo digestivo inferior y extraer los líquidos retenidos en la ingesta. Sus láminas y papilas, pueden funcionar como una comunicación directa entre el retículo y el abomaso para los líquidos y alimentos finamente triturados.

El omaso es una estructura de forma elipsoidal, situado enteramente a la derecha del plano medio, a nivel de las 7^a – 11^a costillas. Se relaciona sobre todo con el diafragma y el hígado, además del rumen, retículo y abomaso.

La parte interna del omaso, se encuentra ocupada por aproximadamente 100 pliegues longitudinales llamados *láminas del librillo*, las cuales emergen de la curvatura mayor y los lados. Las láminas mayores (12 aprox.) tienen un borde convexo de inserción y un borde ventral libre cóncavo. El alimento es comprimido en placas delgadas en los pequeños espacios existentes entre láminas, para ser triturado finalmente por las numerosas papilas córneas redondeadas que se encuentran en las superficies de los pliegues.



Abomaso

La función del abomaso es similar al estómago de los no – rumiantes, con la secreción de ácido clorhídrico y pepsina, mismas que inician el proceso de degradación de las proteínas tanto de sobrepaso como microbianas. A diferencia del estómago de monogástricos, los pliegues abomasales previenen la estratificación de la ingesta, lo que aunado a la naturaleza semilíquida de la misma, la exponen al proceso hidrolítico en un menor tiempo.

El abomaso es un saco largo que se halla en su mayor parte sobre el suelo del abdomen. *El fondo* de este, se halla en la región xifoidea en relación con el retículo. El *cuerpo*, se extiende ventralmente entre el rumen y el omaso; la porción pilórica, se inclina dorsalmente uniéndose al duodeno mediante el píloro.

La cavidad del abomaso se encuentra revestida en su área inicial (región glandular) por una membrana mucosa glandular blanda, que forma una docena o más de *pliegues espirales*. La segunda área (región pilórica) es más estrecha y su aspecto es parecido a la de la región correspondiente en el estómago del caballo.

Intestino delgado

Es un tubo que conecta el estómago con el ciego, se encuentra suspendido de la parte dorsal de la cavidad abdominal mediante un pliegue de peritoneo llamado *gran mesenterio*, a la derecha del plano mediano. Tiene una longitud equivalente a 20 veces aproximadamente la longitud del cuerpo del animal y un diámetro de 5 a 6 cm aprox.. Consta de tres partes: Duodeno, yeyuno e íleon. En el intestino delgado se lleva a cabo la mayor parte de la absorción de nutrimentos, además es el órgano en donde se lleva a cabo la digestión principalmente proteica.

El intestino delgado se encuentra constituido de cuatro capas: serosa, muscular, submucosa y mucosa. Presenta tres tipos principales de glándulas, los cuales son: Glándulas intestinales, glándulas duodenales y placas de Peyer. Los dos primeros tipos de glándulas están encargadas de la

producción de enzimas y hormonas necesarias para convertir productos parcialmente digeridos en los órganos anteriores, el tercer tipo de glándulas son agregados de tipo linfoides.

El duodeno es la parte fija del intestino y la más cercana al abomaso, en él se encuentran insertados los conductos pancreático y biliar para la liberación de enzimas como tripsina y quimotripsina. El duodeno tiene una longitud aproximada de un metro de longitud formando una curva en forma de "S".

El yeyuno es aproximadamente el 90% de la longitud total del intestino delgado, no presenta una demarcación bien definida ni con el duodeno ni con el íleon. El yeyuno e íleon forman la parte mesentérica de los intestinos y se encuentran generalmente en posición dorsal izquierda de la cavidad abdominal.

Intestino grueso

El intestino grueso del rumiante no presenta cintas ni saculaciones. En su mayor parte se encuentra situado en la porción derecha dorsal de la cavidad abdominal. Principalmente funciona como órgano de absorción de agua y concentración de contenido intestinal. Se encuentra formado por ciego, colon y recto.

El ciego presenta una longitud media de 75 cm, y un diámetro de 12 cm. El colon tiene una longitud promedio de 10 mts, su diámetro es al principio igual que el del ciego, pero disminuye después 5 cm aprox. En su mayor parte se encuentra dispuesto en dobles asas elípticas unidas entre sí por tejido areolar.

El recto está cubierto con peritoneo hasta a nivel de la primera vértebra coccígea, la porción retroperitoneal se halla circundada por cierta cantidad de grasa. El recto es esencialmente un órgano de almacenamiento donde los productos fecales son retenidos hasta que la cantidad acumulada estimula el control nervioso de la defecación.

El ano es la terminación posterior del tracto digestivo y consta de dos músculos esfinterianos y un músculo retractor.

Hígado

El hígado es la glándula más grande del cuerpo y lleva a cabo un gran número de funciones, como almacenamiento y formación del glucógeno y urea, desaturación de ácidos grasos, detoxificación, fraccionamiento del ácido úrico y secreción de bilis. El hígado del bovino, se localiza casi completamente a la derecha del plano medio. Su peso varía entre 5 a 7 Kg en bovinos grandes, en carneros pesa en promedio 700 grs. En bovinos consta de un cuerpo que forma la mayor parte del órgano y dos pequeños lóbulos (caudado y papilar) que están localizados posteriormente. El lóbulo papilar está comúnmente presente sólo en bovinos y consta de una masa en forma de lengua que se sobrepone al tejido portal. Presenta una vesícula biliar, la cual vacía dentro del duodeno por un ducto simple. En los ovinos, el hígado se encuentra lateralmente en dos lóbulos principales (dorsal y ventral) mediante una fisura umbilical transversa, y posee un pequeño lóbulo caudado posteromedial. Es relativamente más corto y comprimido que en bovinos. Posee vesícula biliar y se une al ducto pancreático antes de entrar al duodeno como un ducto biliar común.

La importancia principal de este órgano en la fisiología de la digestión, es la producción de bilis. La bilis es un producto de la destrucción de eritrocitos y del metabolismo muscular. Es de consistencia viscosa, verde, de pH alcalino y está constituida de biliverdina y bilirrubina, sales biliares y grasas. En el intestino la bilis funciona alcalinizando el contenido intestinal disolviendo colesterol y emulsificando las grasas. La secreción de bilis se encuentra regulada por la colecistoquinina, secretada por la pared del intestino delgado.

Páncreas

El páncreas es de forma irregular cuadrilátera y se localiza casi por completo a la derecha del plano medial. Su cara dorsal se relaciona con el hígado, riñón derecho y diafragma. Se fija al hígado por medio de la cisura portal. La cara ventral está en relación con la curvatura dorsal del rumen y el intestino.

La principal función del páncreas en la digestión de los rumiantes, es el aporte de jugo pancreático y enzimas que son vaciadas al duodeno, para la consecuente digestión de nutrimentos. Entre las enzimas que produce el páncreas se encuentran: Tripsina, quimotripsina, lipasa pancreática, carboxipeptidasa, ribonucleasa, desoxirribonucleasa y amilasa pancreática en menor grado. La secreción del páncreas está regulada por dos hormonas: pancreozimina y secretina, las cuales se producen en la pared del intestino delgado.

Literatura consultada

Church, D.C., and Pond, W.G. 1987. Fundamentos de nutrición y alimentación. 1ª ed. Limusa. México.

Sisson, S. 1981. anatomía de los animales domésticos. 3ª ed. Salvat Editores S.A. Barcelona.

Shimada, A.S. 1984. Fundamentos de nutrición animal comparativa. 1ª ed. Consultores en Producción animal, S.C. México.

Jesse, F.B. 1983. Fisiología y anatomía animal. 1ª ed. El Manual Moderno. México.

Blezinger, S. 2001. Rumen development and function in beef cattle. Cattle today 2001. Disponible en http://cattletoday.com/archive/2000/April/Cattle_Today85.shtml . Acceso Septiembre 13, 2001.

Haenlein, F.W., and Caccese, R. 1992. Digestion. National Agricultural Library. Disponible en www.inform.umd.edu/EdRes/Topic/AgrEnv/ndd/goat/DIGESTION.htm . Acceso Septiembre 13, 2001.

MSU. 2000. Michigan State University. The rumen cow. Disponible en <http://commtechlab.msu.edu/sites/dlc-me/zoo/zacmain.html> . Acceso Septiembre 13, 2001.

Gordon, K. 2000. Animal nutrition. Animal & Poultry Science University of Guelph. Disponible en www.aps.uoguelph.ca/~gking/nutrition.htm . Acceso Septiembre 13, 2001.