

ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA DEL APARATO DIGESTIVO DE LOS RUMIANTES

Dr. J. García Tobar e Ing. Agr. Marcos Gingsins. 1969. Conferencia en Dpto. Zootecnia, Fac. Agr. y Vet. UBA.
www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Manejo del alimento](#)

INTRODUCCIÓN

En los seres unicelulares (bacterias y ciertos protozoarios) la absorción de las sustancias alimenticias se realiza a través de toda la superficie del cuerpo ya que la relación superficie/peso es muy amplia. Si se trata de alimentos fibrosos o de moléculas grandes, estas son atacadas por enzimas que segrega la célula y son posteriormente absorbidas.

La evolución solo fue posible por la especialización de las células (sistema nervioso, muscular, óseo, etc.). La absorción ya no podría realizarse a través de toda la superficie (muy reducida con relación al tamaño y cubierta por tejidos protectores que evitan la deshidratación pero al mismo tiempo impiden la absorción). Es así como cierto sector de la superficie corporal se especializó en la absorción de nutrientes. Para que los alimentos estuvieran durante mayor tiempo en contacto con la superficie absorbente, ésta tomó forma de tubo, a través del cual se deslizan los alimentos, y es así como se puede considerar al aparato digestivo como un tubo hueco que atraviesa al animal desde la boca hasta el ano.

El aparato digestivo de las distintas especies es muy semejante en sus formas. La primera parte más ensanchada sirve para la digestión (estómago) y la segunda porción en forma de tubo fino y alargado para la absorción (intestino).

Como los mamíferos carecen de enzimas capaces de atacar la celulosa los herbívoros poseen partes ensanchadas en su tracto digestivo donde las condiciones son favorables para el mantenimiento de una población bacteriana, esta si es capaz de atacar la celulosa. En el cerdo, caballo y conejo, esta porción ensanchada, está situada en el intestino grueso, última porción del mismo, con el inconveniente de que si bien la celulosa es atacada, se ve muy reducida la capacidad de absorción de los productos finales de la digestión.

En los rumiantes esta porción se halla en la primera parte del tracto digestivo, antes del estómago, permitiendo que los productos de la acción bacteriana sean completamente absorbidos por el animal. Esto, unido a la enorme capacidad de su estómago, los hace especialmente aptos para alimentarse con forrajes de baja calidad, con alto contenido de celulosa, inutilizables por otras especies. Los rumiantes no consumen alimentos que podrían ser utilizados directamente por el hombre tal como sucede con los cerdos y las aves y en consecuencia pueden ocupar un lugar importante ante una mayor demanda de alimentos

ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA

La primera porción del conducto alimenticio está formado por la boca, que contiene la lengua y los dientes. La lengua de los rumiantes es especialmente larga en su porción libre y cubierta por diferente tipos de papilas que le dan una marcada aspereza y la convierten en el principal órgano de aprehensión. Es decir que la lengua sale de la boca, rodea al pasto y lo atrae hacia adentro. La dentadura de los rumiantes carece de caninos e incisivos en el maxilar superior y éstos están reemplazados por una almohadilla carnosa. Los incisivos inferiores están implantados en forma no rígida de modo de no lastimar la almohadilla. Los incisivos sujetan entonces el pasto contra el rodete superior y el animal corta el bocado mediante un movimiento de cabeza. Este bocado es ligeramente masticado, mientras el animal sigue comiendo. Cuando ha juntado varios bocados formando un bolo de aproximadamente 100 gramos incluyendo la saliva, éste es deglutido.

SALIVA

Es importante detenerse en la secreción salival del rumiante. Este posee distintos tipos de glándulas (parótidas, molares, bucales, palatinas, sublingual, submaxilar, labial, faríngea) pero se pueden clasificar según el tipo de secreción en mucígenas y alcalígenas. La secreción mucilaginosa tiene por objeto humedecer el bolo y facilitar la masticación y la deglución mientras que la saliva alcalina, formada especialmente por carbonatos, bicarbonatos y fosfatos mantiene el pH del rumen en un rango estrecho, cercano a la neutralidad, y actúa del mismo modo que el bicarbonato que se toma habitualmente para evitar la acidez estomacal. Además la saliva contiene urea lo que permite mantener un nivel de nitrógeno más o menos constante en el rumen. La secreción salival de los rumiantes es muy abundante y variable. Se calcula que en bovinos oscila entre 90 y 190 litros por día según diversos autores y con diversas dietas. En ovinos varía entre 5 y 16 litros por día. La mayor parte de esta abundante secreción proviene de las glándulas alcalígenas.

Se puede distinguir una secreción basal de ritmo constante, independiente del control nervioso y una secreción de ritmo variable dependiente de estímulos nerviosos provenientes de la zona terminal del esófago o de parte del rumen para las glándulas alcalígenas, mientras que las mucígenas responden a estímulos producidos por alimentos en la boca. Ligeras presiones en el interior del rumen estimulan la secreción salival mientras que mayores presiones, tales como las que se desarrollan durante el empaste la inhiben, acelerando el proceso.

ESÓFAGO

El bolo deglutido pasa junto con la saliva a la faringe que es un pasaje común a las vías respiratorias y digestivas y baja al estómago por el esófago. Este es un órgano tubular que une la faringe con el estómago. Su longitud aproximada es de 0,90 a 1,05 metros y su diámetro potencial en la misma especie de 5 a 7 cms. Está formado por 3 capas de las cuales la intermedia muscular, produce ondas que facilitan el traslado del bolo.

RUMEN Y RETÍCULO

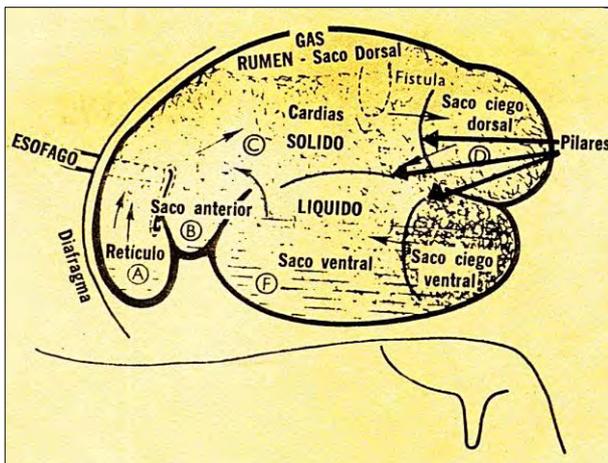
El estómago es normalmente un saco que comienza en el extremo del esófago (cardias) y termina en el duodeno (píloro). En los rumiantes este saco se halla dividido en cuatro compartimentos denominados rumen, retículo, omaso y abomaso, o comúnmente rumen, redecilla, librillo y cuajar.

El rumen es el de mayor volumen con una capacidad que puede llegar a más de 200 litros en vacunos.

El rumen es un saco formado por una membrana mucosa recubierto por un epitelio escamoso, estratificado y cornificado que representa papilas y rodeado por una capa muscular que es la que produce las contracciones. En su interior presenta pliegues o pilares que los dividen en cinco sacos (dorsal, anterior, ventral, ciego dorsal y ciego ventral),

La redecilla o retículo está separada del rumen por el pliegue rúmimo-reticular. Presenta esencialmente la misma estructura pero la mucosa de este compartimento se caracteriza por formar pliegues de 1 cm. de altura aproximadamente que dan origen a celdas poligonales en forma de panal. En la porción superior derecha se abre el cardias, que es donde se une el esófago y por donde entran los alimentos. En esa misma región se halla la gotera esofágica, consistente en un canal formado por dos pliegues que le permiten cerrarse y conducir alimentos líquidos directamente al estómago verdadero o cuajar. Este reflejo se manifiesta con fuerza en terneros lactantes pero la habilidad se pierde luego del destete y solo un porcentaje de los adultos responde a estímulos más fuertes, como soluciones de sal común o mejor aún de sales de cobre. Esta gotera desemboca en el orificio retículo omasal de un diámetro aproximado de 3 cm. y que une la redecilla con el librillo.

El bolo llega entonces al cardias, este se abre y el alimento entra al retículo. Desde acá el bolo se moverá por contracciones de las capas musculares que rodean el rumen. Las contracciones se propagan por ondas y se producen siguiendo una secuencia constante. Cada contracción se repite con un intervalo aproximado de un minuto, menor cuando el animal come y mayor cuando el animal descansa. Se produce primero una contracción incompleta del retículo y luego una segunda contracción más completa que hace pasar al alimento por sobre el pliegue rúmimo-reticular. El alimento recién ingerido, más seco que la masa y de menor densidad, se aloja en el saco dorsal o en alguno de los sacos ciegos, adonde es empujado por la contracción del saco dorsal, que es simultánea con la del retículo. Finalmente se produce una contracción del saco ventral que empuja la digesta más líquida hacia arriba, mojando el alimento más seco, llevando los microorganismos, y al mismo tiempo lavando hacia abajo las sustancias ya disueltas y las partículas más pequeñas. En la próxima contracción estas partículas serán llevadas al retículo y en la segunda contracción reticular, en que se abre el orificio retículo omasal pasaran al librillo. Ya vimos que este orificio es pequeño y además su superficie está cubierta por alimentos fibrosos que forman una red de modo que solo pueden pasar las partículas más finas.



CUADRO · I

COMPARTIMENTO	CAPACIDAD (% DEL TOTAL)			
	Bovino	Ovino	Equino	Cerdo
Estómago total	70.8	66.9	8.5	29.2
Rumen-reticulo	60.2	57.4	—	—
Librillo	5.3	2.0	—	—
Cuajar	5.3	7.5	—	—
Intestino delgado	18.5	20.4	30.2	33.5
Ciego	2.8	2.3	15.9	5.6
Colon y recto	7.9	10.4	45.4	37.7
Capac. total (litros)	356.0	44.0	211.0	27.0

MICROORGANISMOS DEL RUMEN

Los microorganismos del rumen son esencialmente bacterias y protozoarios. Las primeras son las más importantes y su concentración puede llegar a cien mil millones por centímetro cúbico. La concentración y el tipo de bacterias depende de la dieta pues si bien están presentes siempre muy variadas especies, el porcentaje en que se halla cada una de ellas es muy variable.

Se puede considerar al rumen como una enorme cuba de fermentación, con condiciones de temperatura constante (39°C, 1°C más que la temperatura del animal debido al calor desprendido por la fermentación), y anaerobiosis, es decir, exclusión del aire por los gases producidos por la fermentación. La acidez es más variable pues los productos finales de la acción bacteriana son ácidos grasos volátiles (acéticos, propiónico y butírico) los cuales son neutralizados por la saliva. Si el alimento es muy digestible, la gran producción de ácidos grasos volátiles no alcanza a ser neutralizada y el pH baja a 6 y aún 5,5 en casos extremos, mientras que con dietas de mayor contenido en celulosa la producción de ácido es más lenta y la producción de saliva mayor de modo que el pH se mantiene aproximadamente en 6,8. En el primer caso tenderán a aumentar las bacterias productoras de ácido propiónico, mientras que en el segundo predominarán las productoras de ácido acético. Estos ácidos, producto de deshecho para las bacterias, son la principal fuente de energía para el rumiante y, como veremos más adelante, son utilizados por éste con distinta eficiencia para los diferentes procesos.

Los protozoarios se hallan en mucho menor concentración que las bacterias y su función es menos definida.

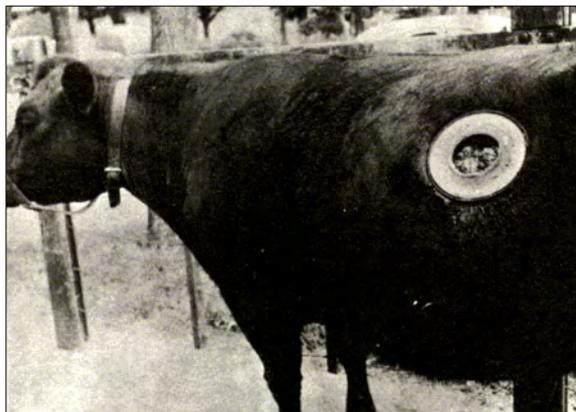
La población microbiana no sólo degrada alimentos sino que sintetiza sus propias proteínas, aún a partir de nitrógeno no proteico. Esto hace que sea poco importante la calidad de la proteína que se suministra al animal dado que no se registran en la práctica deficiencias de aminoácidos esenciales, pues estos son sintetizados por las bacterias, lo cual permite usar fuentes de nitrógeno muy económicas (tales como urea, biuret, etc.) para satisfacer los requerimientos en proteína del rumiante. También se sintetizan en el rumen todas las vitaminas del grupo B y la K, haciendo al animal independiente de su aporte por la dieta.

RUMIA

La rumia es la función característica del rumiante y consiste en la regurgitación de digesta del retículo a la boca. El estímulo para iniciar la rumia es el contacto de partículas gruesas en la pared ruminal; se produce una contracción del retículo que precede las contracciones del ciclo de mezcla y eleva el material por encima del nivel del cardias; este se abre y el alimento es absorbido por una presión negativa, similar a la del eructo. Se regurgita un bolo de aproximadamente 130 grs con cierta cantidad de líquido. La remasticación dura de 25 a 60 segundos y consiste en 30 a 80 movimientos de mandíbula. Son movimientos horizontales, típicos de los rumiantes. Al cabo de aproximadamente un minuto el bolo es reingerido y vuelve al rumen tal como un bolo recién consumido, pero ya más despedazado y más fácilmente atacable por las bacterias. Los períodos de rumio son cortos, de 20 a 50 minutos, raramente más de 90 y tienden a ser más frecuentes después de las comidas. El tiempo total dedicado a la rumia depende del tipo de dieta, siendo muy pequeño en dieta con gran contenido de grano y mayor tratándose de alimentos con mucha fibra. El tiempo normal oscila entre 7 y 11 horas por día.

En promedio: 8 horas por día = 480 minutos, a un bolo de 15 grs. de materia por minuto = 7,2 kilos de materia seca por día.

No todas las partículas del alimento son remasticadas y algunas lo son más de una vez, pero esto sirve para acelerar el proceso de digestión.



En las investigaciones de fisiología de la digestión se utiliza una vaca con fístula ruminal. La intervención no afecta la vida del animal ni su capacidad reproductiva. En esta foto se quitó la tapa de la fístula y puede observarse el contenido del rumen.

GASES DEL RUMEN

Durante la fermentación se producen en el rumen 2 gases: anhídrido carbónico y metano. Estos gases son eliminados por vía sanguínea o por medio de la eructación. Esta última ocurre por una contracción del saco dorsal

diferente de las del ciclo e intercalada entre ellas. La mayor parte del gas se desplaza hacia el retículo, el cardias se abre y el gas se escapa mientras que la digesta es retenida por el pliegue retículo ruminal.

La distensión del rumen actúa como estímulo para iniciar el proceso de eructación. En ciertos casos se produce espuma que impide al nivel de la digesta bajar suficientemente para dejar libre la entrada al esófago (cardias), los gases no pueden salir y continúan acumulándose hasta producir la muerte si no se los hace salir por medios artificiales. Esto es el empaste.

ABSORCIÓN

En el rumen, contrariamente a lo que sucede en el estómago de los monogástricos, se produce absorción de los productos de la digestión, en este caso ácidos grasos volátiles. También absorbe el amoníaco producido por el ataque bacteriano a las proteínas o por hidrólisis de la urea proveniente tanto de la dieta como de la saliva. El amoníaco absorbido es transformado por el hígado en urea, y de ésta, parte se elimina por la orina y parte vuelve al rumen por medio de la saliva, estableciendo el ciclo de nitrógeno.

DESARROLLO DEL RUMEN Y DEL RETÍCULO

En los terneros y corderos al nacimiento el rumen tiene el mismo tamaño que el cuajar. Al comenzar el consumo de forrajes el retículo y el rumen inician un rápido crecimiento estimulados por los productos de la fermentación bacteriana, los ácidos grasos volátiles. El animal adquiere las bacterias ruminales a través del agua, suelo o forraje, donde éstas se hallan en abundancia, mientras que sólo adquiere los protozoarios por contacto directo con otro animal, generalmente lamiéndolo.

LIBRILLO U OMASO

Se caracteriza por sus pliegues, las láminas del librillo (± 100) cubiertas de papilas córneas. Aquí se produce la absorción de líquidos a fin de que el material llegue más concentrado al cuajar y no se diluyan las enzimas.

CUAJAR O ABOMASO

Es semejante al estómago de los monogástricos pero con más forma de tubo. Segrega ácido clorhídrico y pepsina que ataca las proteínas. Se digieren aquí las bacterias y los protozoarios formados en el rumen. El pH oscila entre 2 y 3, acidez óptima para la acción de la pepsina.

INTESTINO

No presenta mayores diferencias con el de los herbívoros no rumiantes salvo el intestino grueso que tiene menor desarrollo ya que la mayor parte de la fermentación bacteriana se produjo en el rumen, En el intestino se terminan de digerir las proteínas, se digieren las grasas y se absorben todos los productos finales de la digestión. Esto se ve facilitado por la gran longitud del intestino.

BIBLIOGRAFÍA

- Sisson: Anatomía *de los* animales domésticos.
- Dukes: Fisiología de los animales domésticos.
- Annison & Lewis: El metabolismo en el rumen.
- Hungate: The *Rumen and its* microbes.
- Lewis: Fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes.

Volver a: [Manejo del alimento](#)