

SISTEMA DIGESTIVO

Parte I

Bases Biológicas de la Producción Animal

Aparato Digestivo de las especies de interés zootécnico

Implicancias:

- Evitar situaciones con compromiso de la salud clínica y subclínica.
- Efectos sobre la cantidad de producto.
- Efectos sobre la calidad de producto.

Acciones

- Toma de alimentos: prehensión
- Degradación física: trituración - molienda
maceración
- Hábitat de microorganismos simbióticos
- Degradación química y bioquímica de los alimentos: jugos digestivos
enzimas microbianas
- Eliminación de desechos: endógenos
alimenticios
- Movimientos: deglución
mezcla
avance-peristaltismo

DEFINICION

- **DIGESTION** -> preparación de los alimentos para su absorción y metabolismo. Reducción de nutrientes a nivel molecular.
- **Accion mecánicas:**
 - Masticación
 - Contracciones estomacales
 - Peristalsis
- **Acción química:**
 - HCl estómago
 - Bilis
- **Acción enzimática:**
 - Microorganismos
 - Enzimas propias del animal

Sistemas Digestivos

- **Monográstricos:**
 - Boca (estructuras y glandulas)
 - Esofago
 - Estomago*
 - Intestino delgado
 - Intestino grueso
 - Páncreas
 - Hígado
- **Poligástricos:**
 - Igual, pero presentan pre-estomagos

Clasificación según secuencia de la digestión de los alimentos

Monocavitarios:

- Acción enzimática (estomago, intestino delgado)
- Acción microbiana (intestino grueso)

Policavitarios:

- Acción microbiana (pre-estomagos)
- Acción enzimática (estomago verdadero o abomaso)

Tipos de Fermentación

Fermentadores pre-gástricos

- Rumiantes (vaca, oveja, cabra)
- Otros no rumiantes (hamster, canguro, hipopotamo)

Fermentadores intestinales caudales

- Fermentación cecal: roedores
- Fermentación colon (saculado): caballo, cerdo, hombre
- Fermentación colon (no saculado): perro, gato

Digestión en Rumiantes

- Grupo mas desarrollado y especializado
- Capaz de digerir fibras y otros hidratos de carbono en forma completa

Descripción Digestivo Rumiantes

BOCA

- Prehensión -> labios, dientes, lengua, mandíbula
- Rumiantes: incisivo superior ausente (rodete dentario)
- Degradación física -> masticación
-> maceración
- Lubricación -> bolo alimenticio
- Sensorial -> gusto
- Avance -> deglución

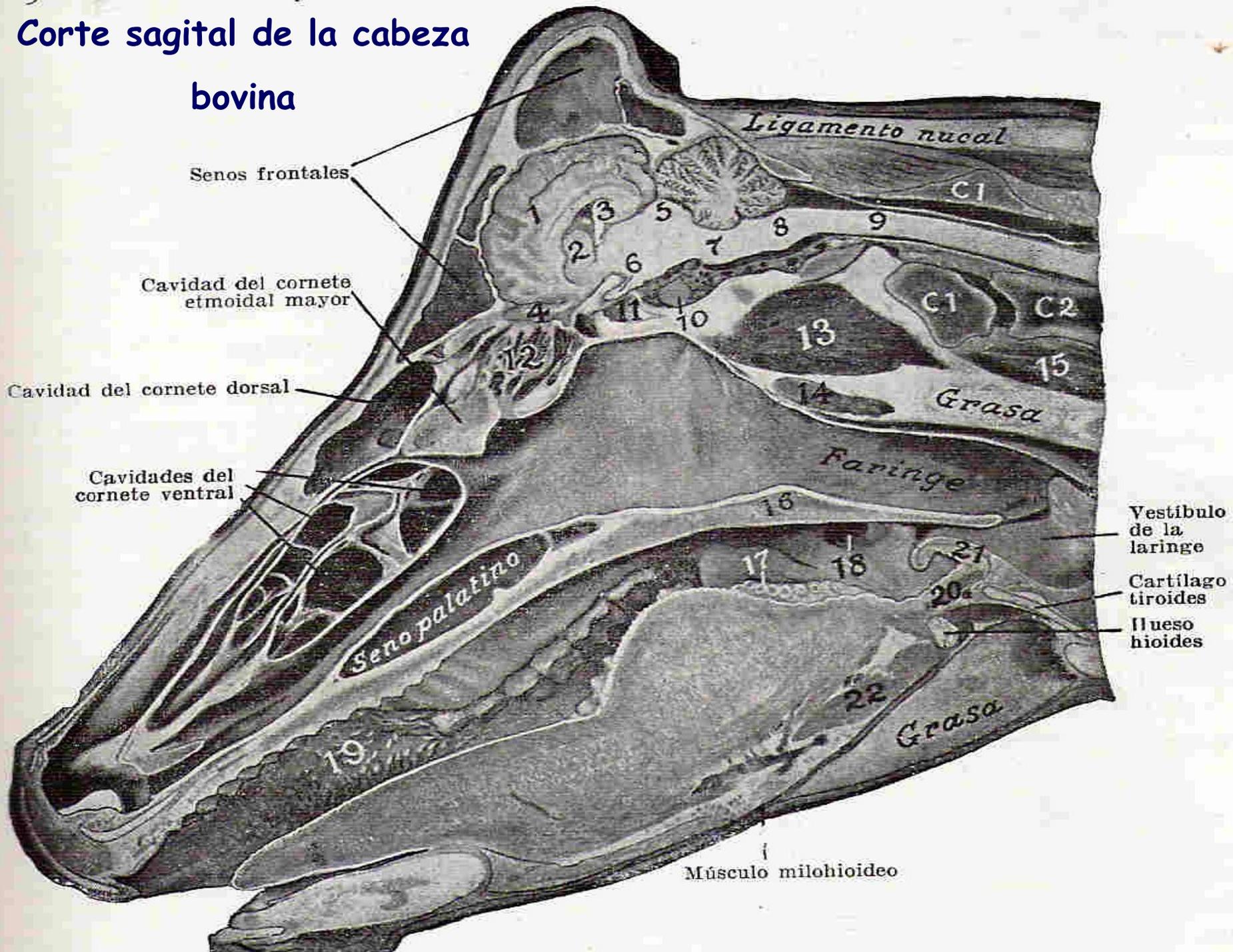
BOCA

Funciones:

- Prehensión → labios, dientes, lengua, mandíbula
- Degradación física → masticación
→ maceración
- Degradación bioquímica → ptialina (sólo en porcinos)
- Lubricación → bolo alimenticio
- Sensorial → gusto
- Avance → deglución

Corte sagital de la cabeza

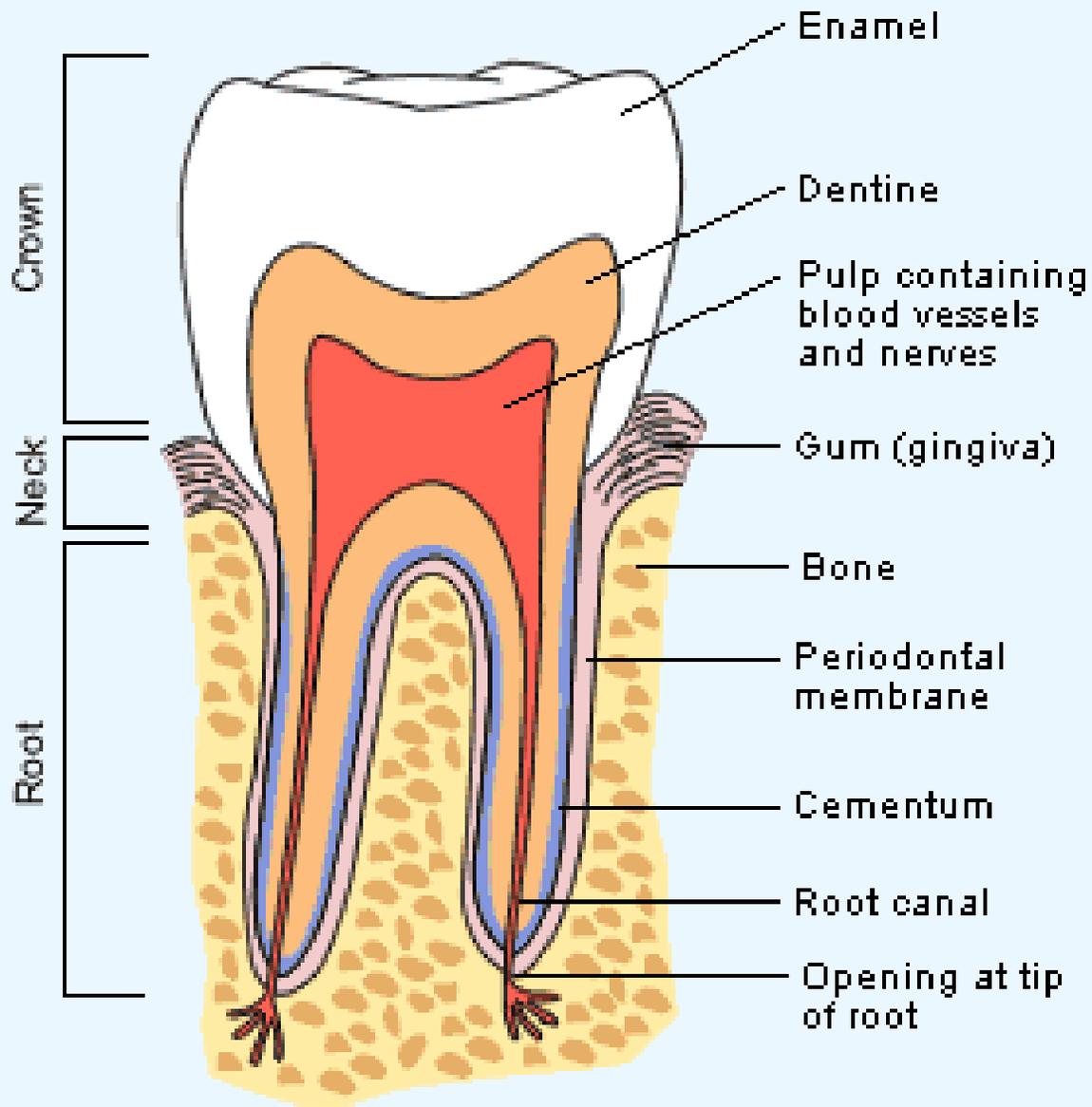
bovina



DIENTES

- **Función:**
 - cortar, degradar (incisivos mamíferos) o triturar (premolares y molares herbívoros)
- **Composición:**
 - Dentina -> tapiza cavidad y pulpa
 - Esmalte -> recubre corona

NORMAL TOOTH



DIENTES

- Dientes deciduos
- Permanentes
- Dientes:
 - Incisivos (I): se numeran desde el centro hacia lateral
 - Caninos (C): ausente en yeguas, castrados y rumiantes
 - Premolares (P): también llamados bicúspides
 - Molares (M): numerados

DIENTES

● Clasificación :

- Por momento de aparición: temporarios o deciduales y permanentes.
- Por función: incisivos, caninos, premolares, molares.
- Por crecimiento y constitución: braquidontes, hipsodontes.

FORMULA DENTARIA BOVINOS

- Deciduos $2 \left[\text{DI} \frac{0}{4} \quad \text{DC} \frac{0}{0} \quad \text{DP} \frac{3}{3} \right]$

- Permanentes $2 \left[\text{I} \frac{0}{4} \quad \text{C} \frac{0}{0} \quad \text{P} \frac{3}{3} \quad \text{M} \frac{3}{3} \right]$

FORMULA DENTARIA EQUINOS

- Deciduos $2 \left[\text{DI} \frac{3}{3} \quad \text{DC} \frac{0}{0} \quad \text{DP} \frac{3}{3} \right]$

- Permanentes $2 \left[\text{I} \frac{3}{3} \quad \text{C} \frac{1}{1} \quad \text{P} \frac{3-4}{3} \quad \text{M} \frac{3}{3} \right]$

Mandible (lower jaw)

Upper Molars

Root of Tooth

Maxilla (upper jaw)

Upper Canines

Upper Incisors

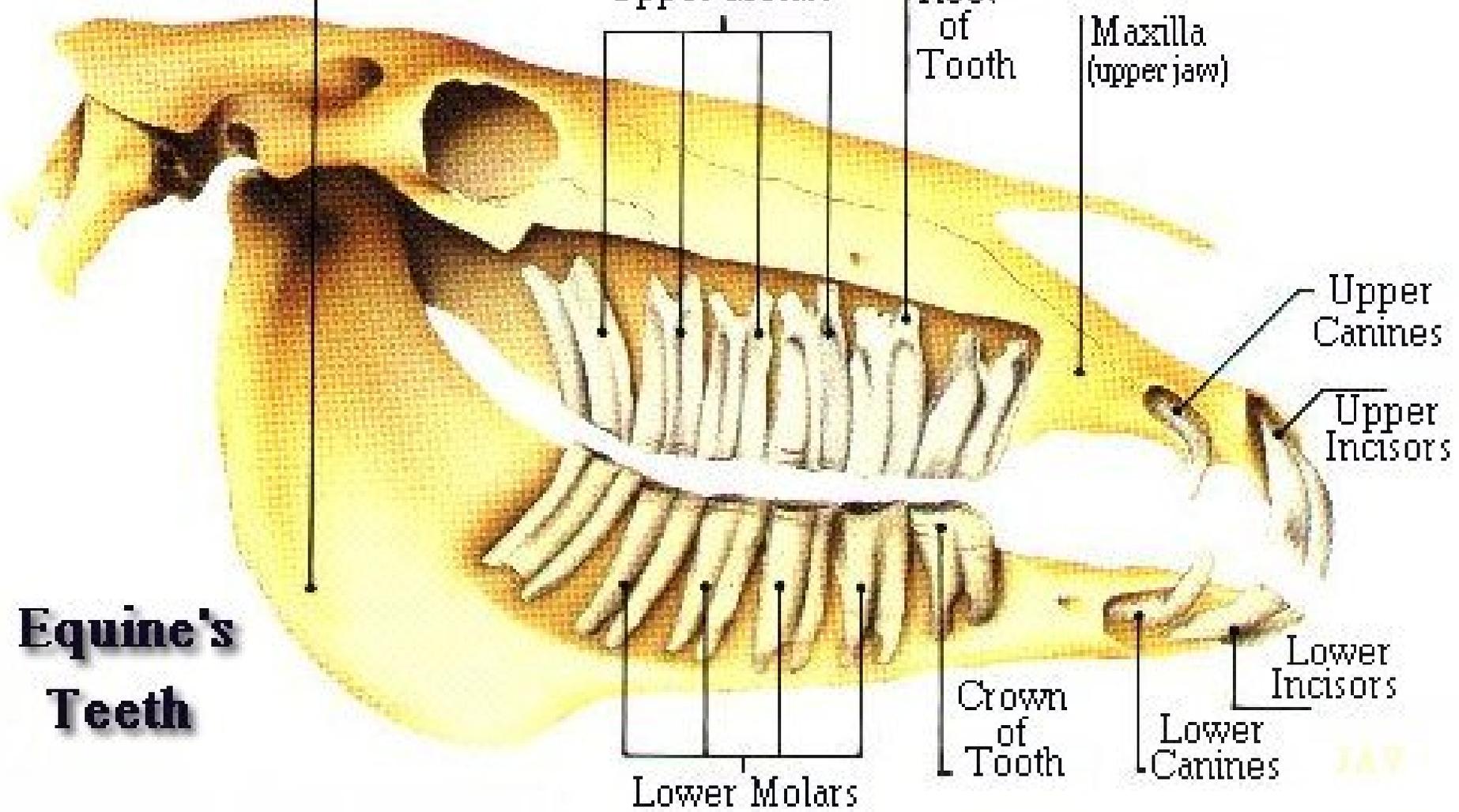
Equine's Teeth

Lower Molars

Crown of Tooth

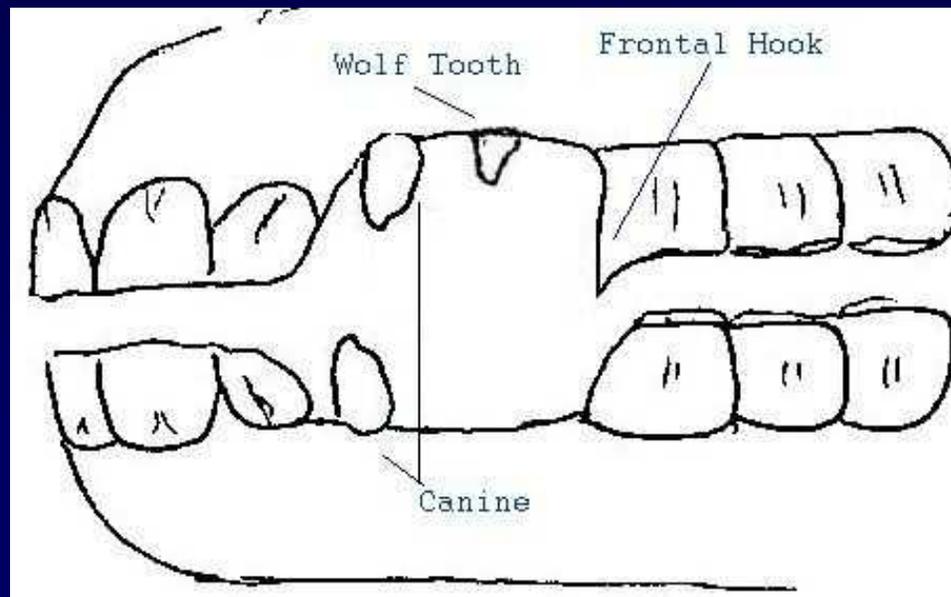
Lower Canines

Lower Incisors



DESGASTE DIENTES EQUINOS

- Mandíbula -> movimientos rostral y caudal
- Desgaste desparejo de los molares
- Formación de puntas o "ganchos" en el primer molar
- Dolor, anorexia, alimento ineficientemente procesado



SIGNOS DE PROBLEMAS DENTARIOS EN EQUINOS

- Pérdida de estado corporal
- Salivación excesiva durante la masticación
- Masticación forzada
- Caída de alimento
- Heces con alimento escasamente procesado
- Resistencia a aceptar la embocadura
- Resistencia al contacto con la embocadura
- Sacudida de cabeza
- Resistencia al bozal o cabezada

TRATAMIENTO Y PREVENCIÓN

- Remoción de dientes lobunos
- Limado de molares (floating)



Limado de Dientes en Equino





PROPERLY FLOATED MOLARS



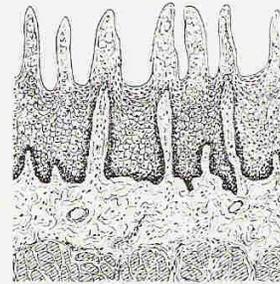
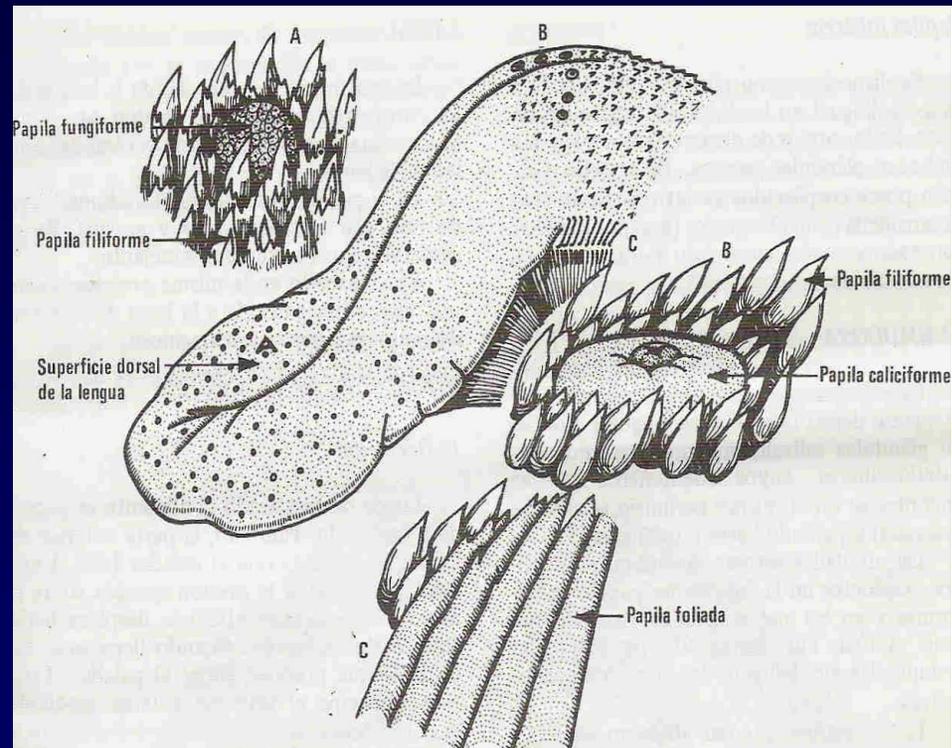
LENGUA



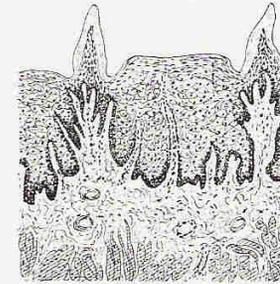
- Organo muscular
- Organo prénsil
- Epitelio escamoso estratificado
- Papilas
 - Filiformes: cabello (caballo, cortas y blandas)
 - Fungiformes: terminaciones gustativas
 - Foliadas: gustativo/serosa (caballo, perro, cerdo)
 - Circunvaladas: gustativo



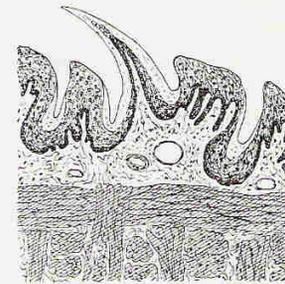
PAPILAS GUSTATIVAS



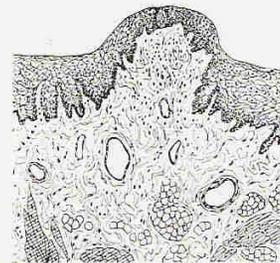
Papila filiforme, caballo



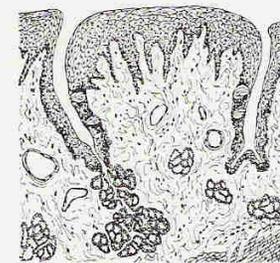
Papila filiforme, bóvido



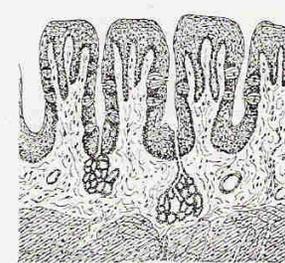
Papila filiforme, gato



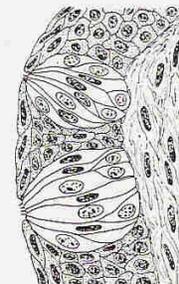
Papila fungiforme



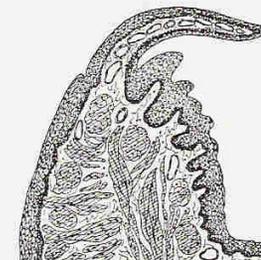
Papila caliciforme



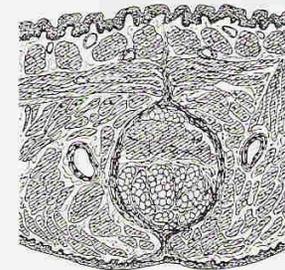
Papila foliada



Corpúsculo gustativo



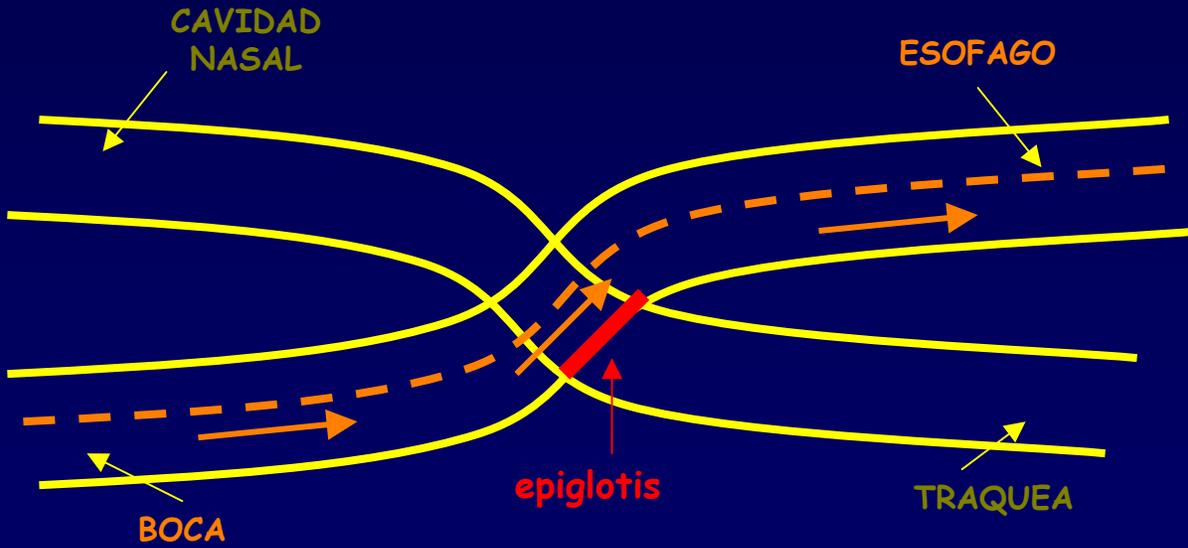
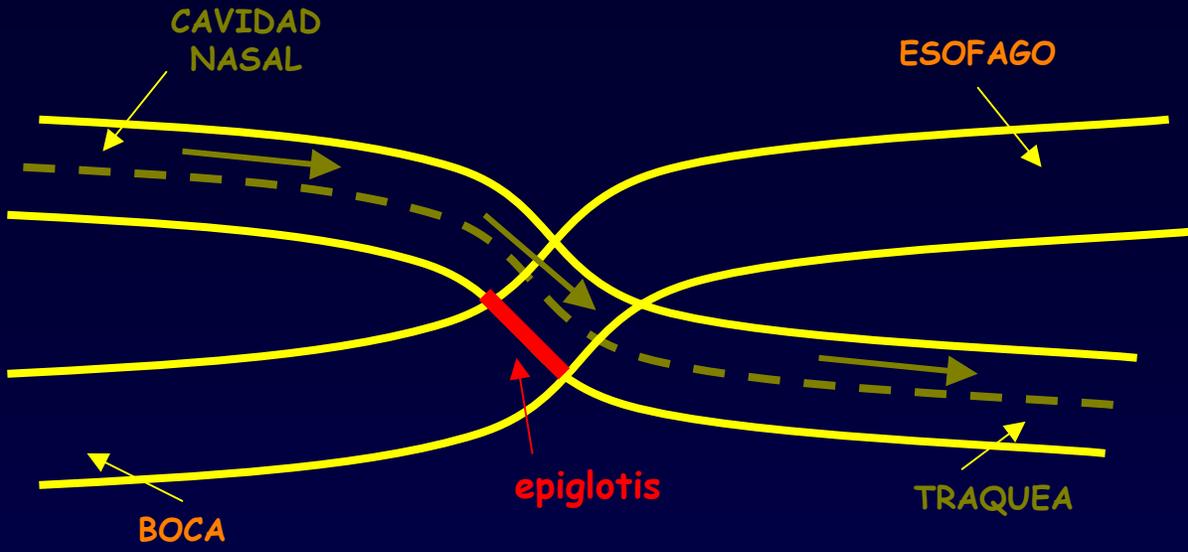
Papila del borde de la lengua



Lyssa

FARINGE

- Conducto común: alimento + aire
- Comunicaciones:
 - nariz
 - oído -> trompas de Eustaquio
 - alimento -> válvula (epiglotis) -> impide paso al tubo respiratorio (tráquea).



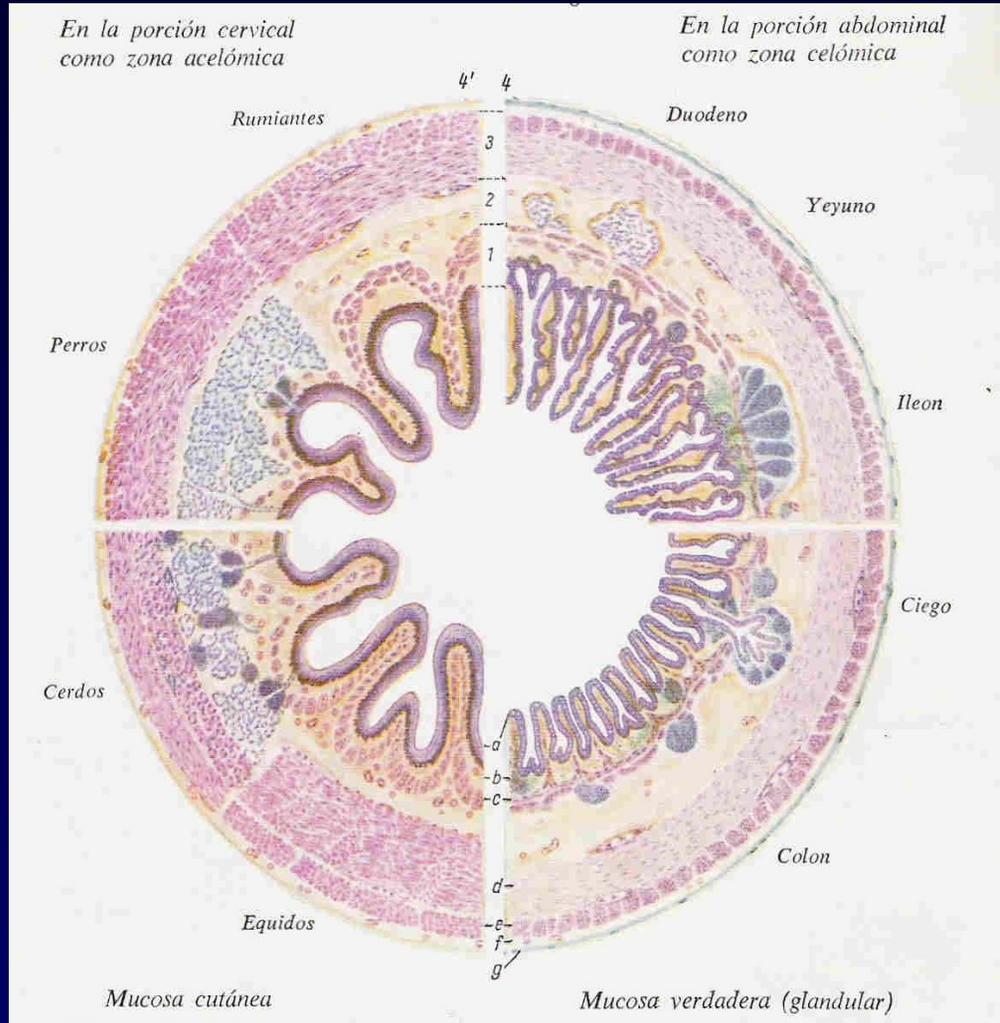
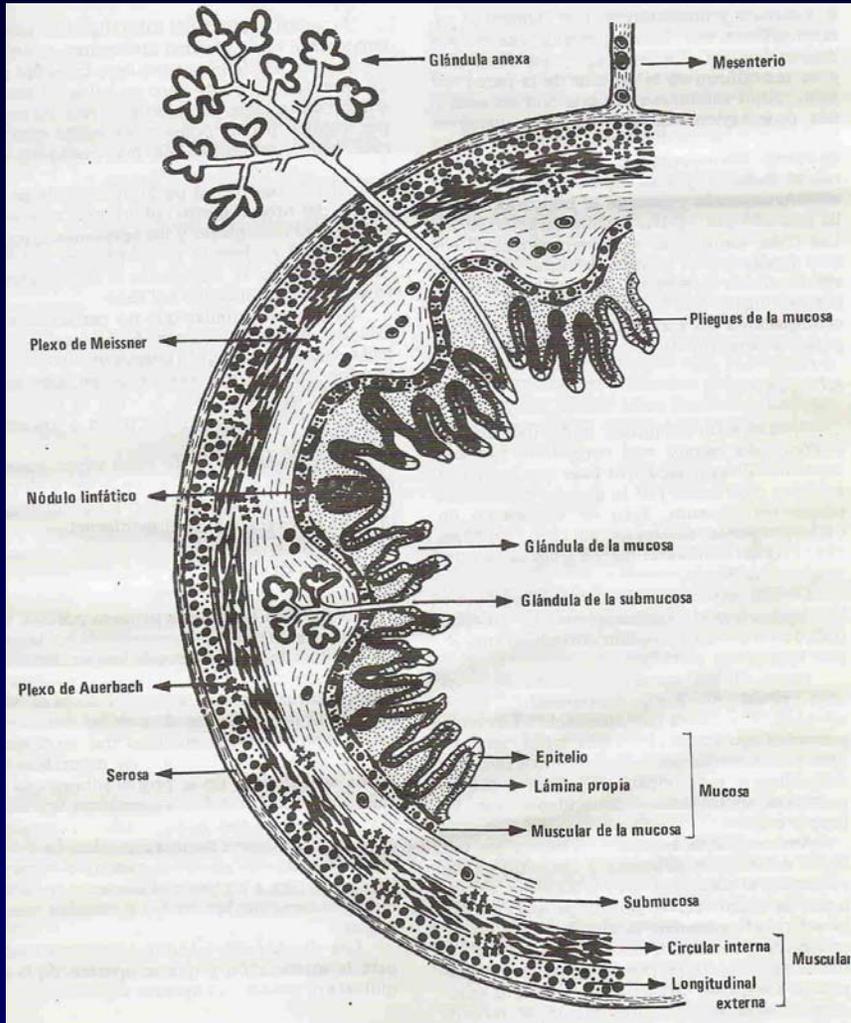
ESOFAGO

- Comunicación directa desde la faringe
- Finaliza en el **CARDIAS**,
inmediatamente detrás del diafragma

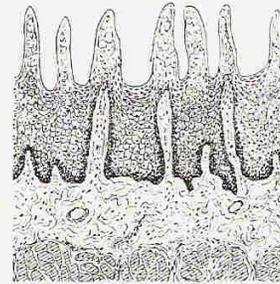
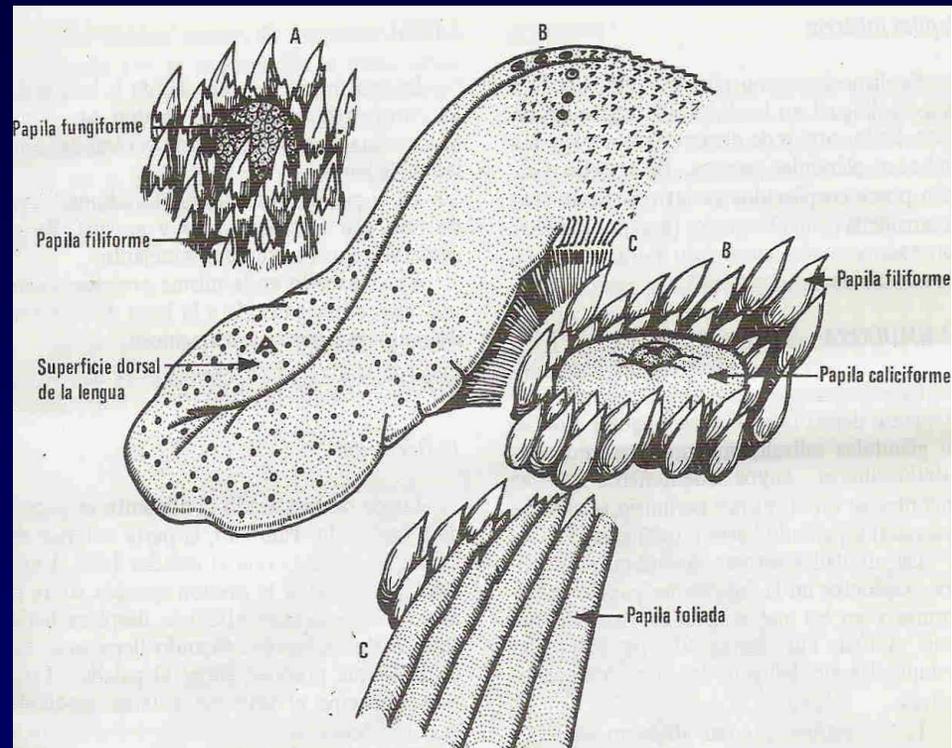
MOVIMIENTOS

- Prehensión
- Masticación
- Deglución

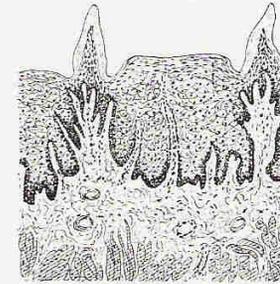
Organización histológica general del tubo digestivo.



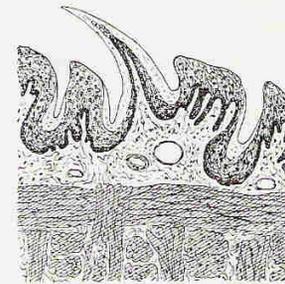
Papilas gustativas



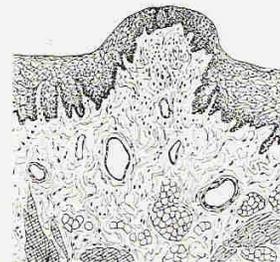
Papila filiforme, caballo



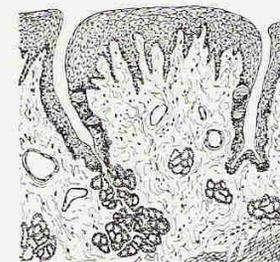
Papila filiforme, bóvido



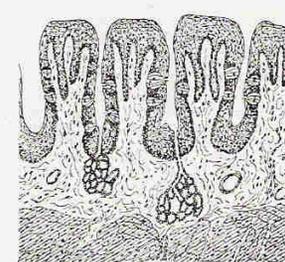
Papila filiforme, gato



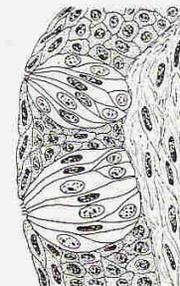
Papila fungiforme



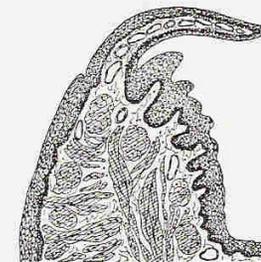
Papila caliciforme



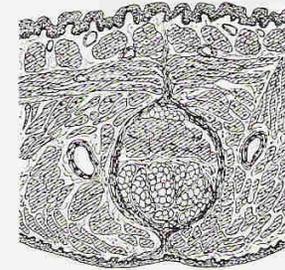
Papila foliada



Corpúsculo gustativo



Papila del borde de la lengua



Lyssa

Faringe

- **Función:** órgano de tránsito digestivo y respiratorio.
- **Comunicaciones:** coanas (2), laringe, cavidad bucal, esófago, trompas de Eustaquio (2).
- **Características histológicas:**
 - Epitelio respiratorio.
 - Epitelio digestivo.

Esófago

● Función:

- Conducción del bolo alimenticio.
- Imbibición y maceración de los alimentos.

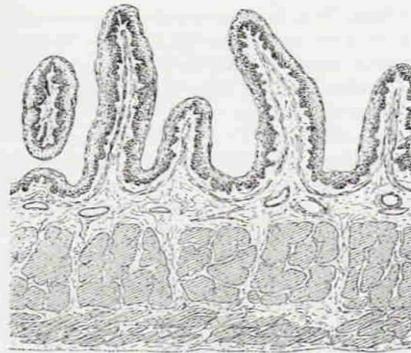
● Porciones:

- Cervical
- Torácica → Buche (aves)
- Abdominal → Hiato esofágico (mamíferos)

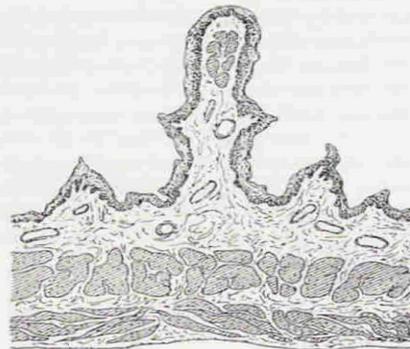
● Características histológicas:

- Epitelio estratificado (queratinizado)
- Glándulas mucosas (aves)

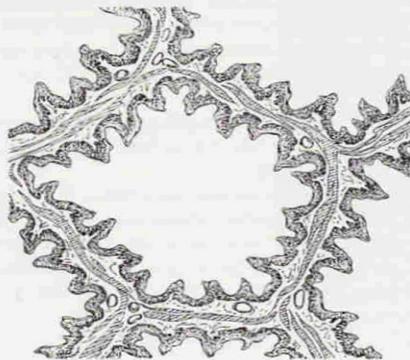
Histología de los pre-estómagos de los rumiantes



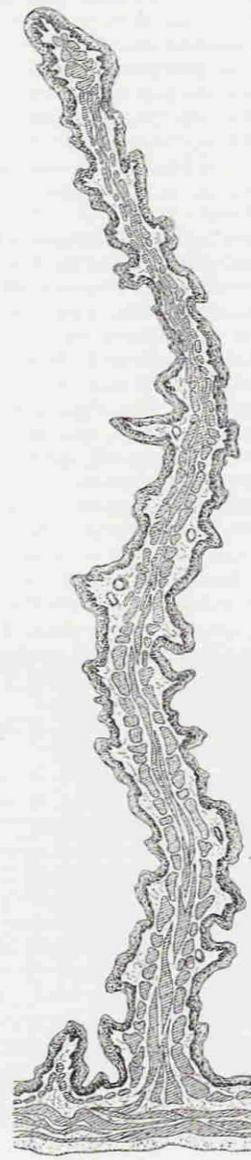
Panza



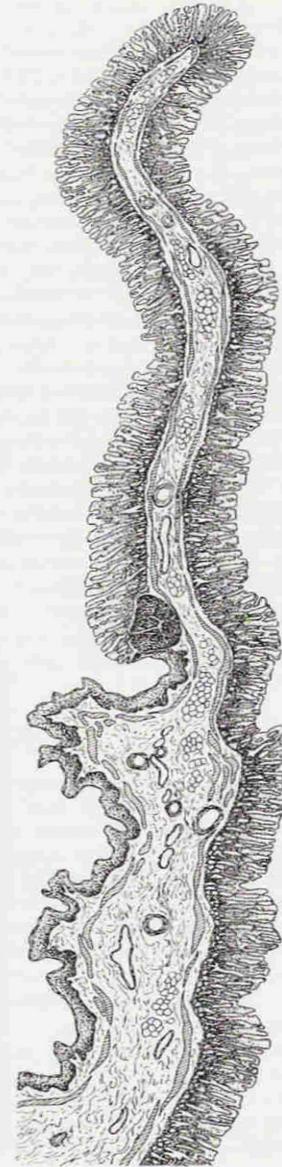
Bonete (corte transversal)



Bonete (corte frontal)



Hoja del librillo



Velo del cuajar

Descripción Digestivo Rumiantes

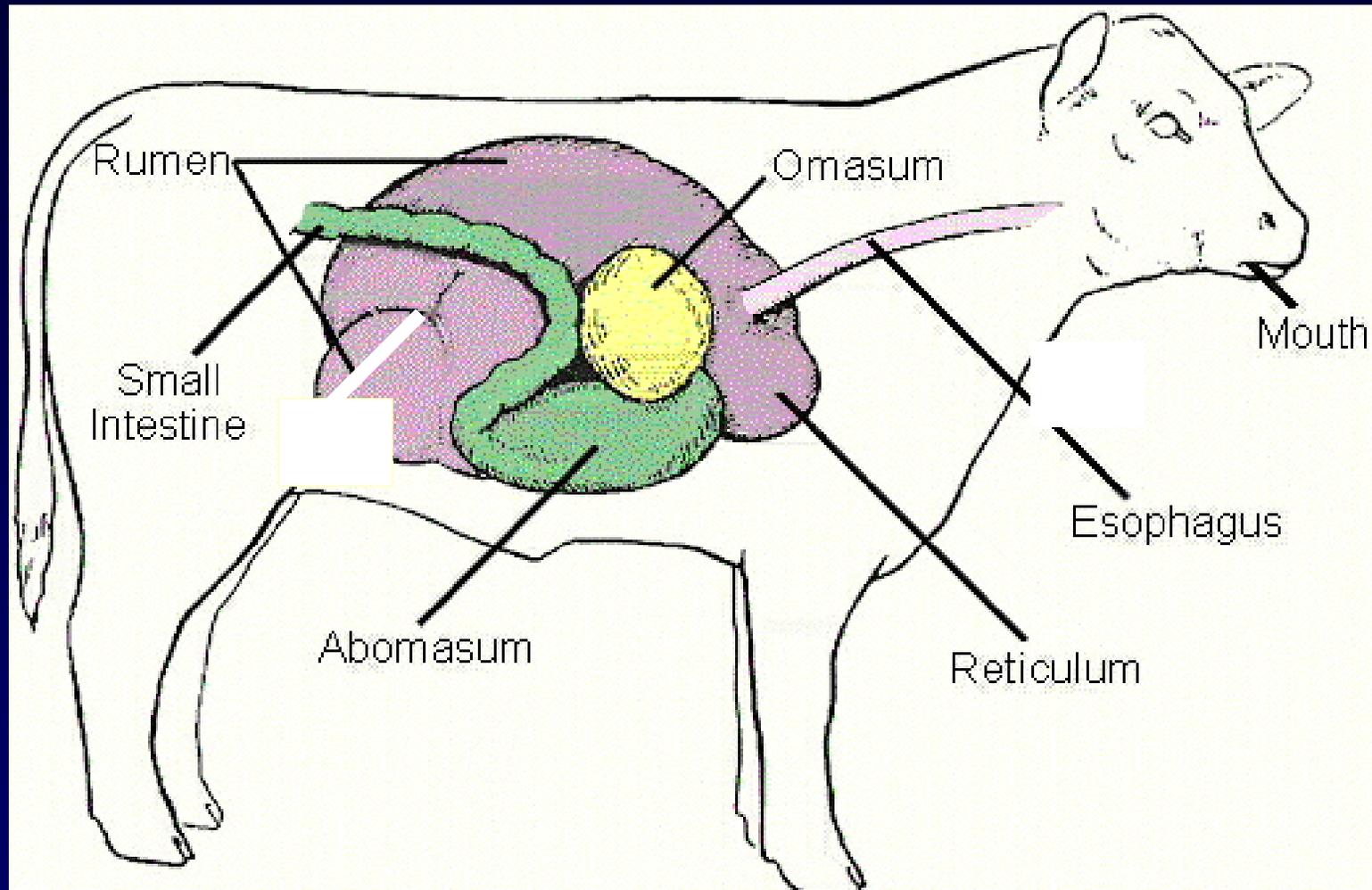
- **PRE-ESTOMAGOS**

- Retículo
- Rumen
- Omaso (librillo)

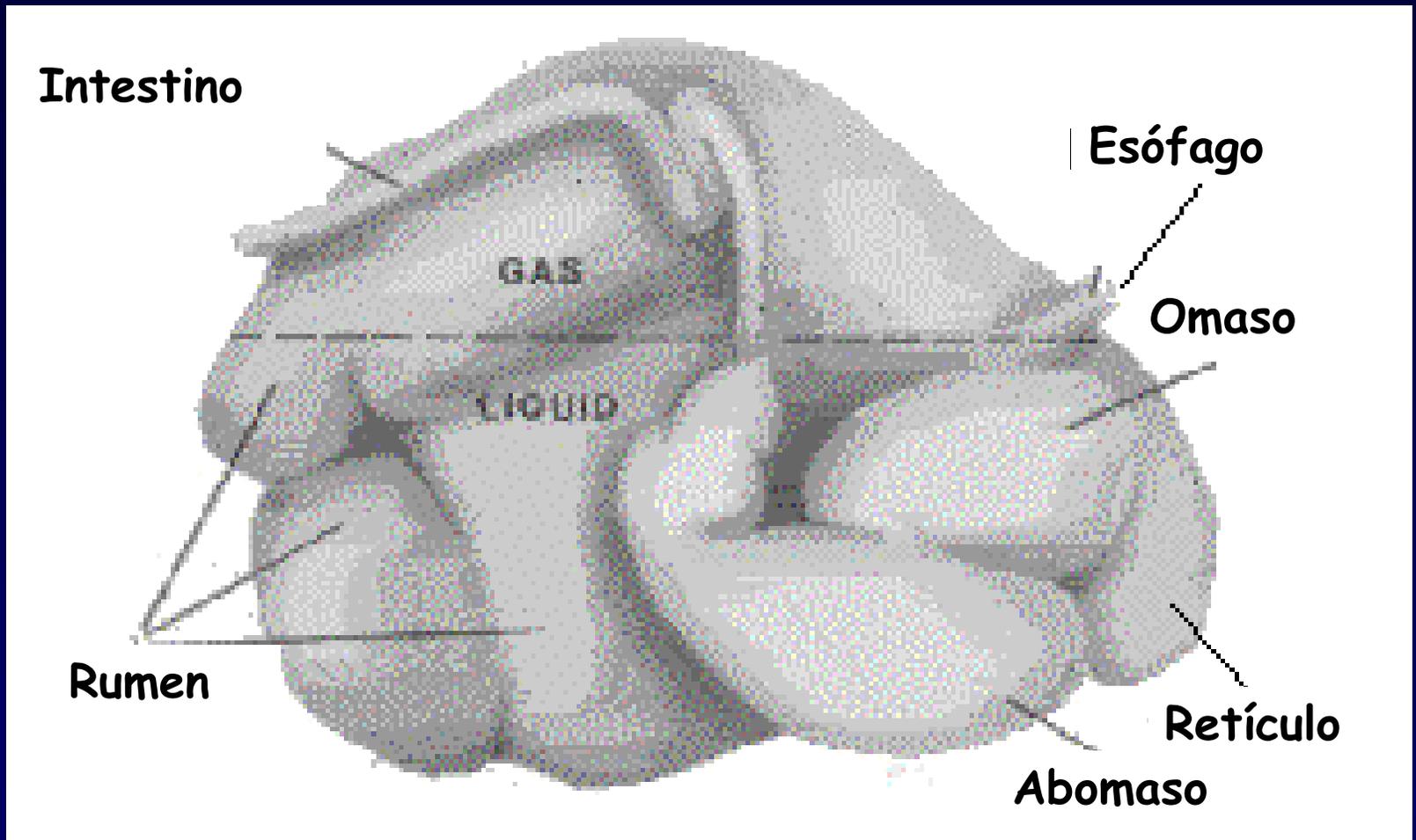
- **ESTOMAGO VERDADERO O GLANDULAR**

- Abomaso (cuajar)

Localización de los pre-estómagos y abomaso



Anatomía de los pre-estómagos y el abomaso

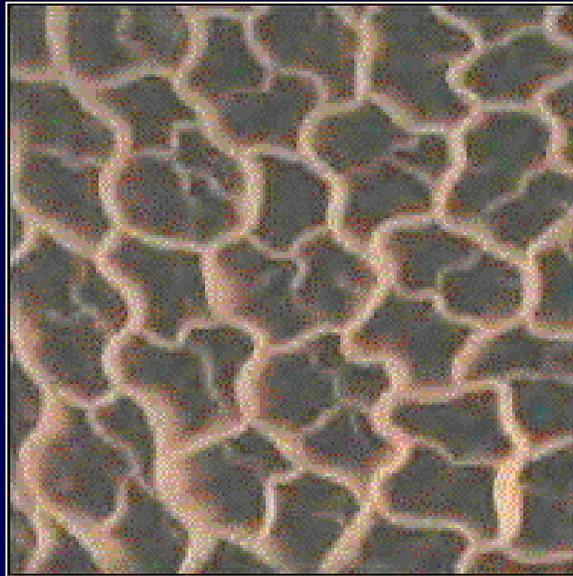


- Estos órganos ocupan aproximadamente 3/4 del espacio en cavidad abdominal
- En cavidad abdominal, ocupan el lado **IZQUIERDO** por completo, y también se extienden sobre el lado derecho, aunque sin ocuparlo totalmente
- El retículo descansa directamente sobre el diafragma

Mucosa de los pre-estomagos



Rumen



Retículo



Omaso

- Rumen, retículo y omaso: cubierto de epitelio estratificado escamoso, histológicamente similar al epitelio del esófago.

Retículo

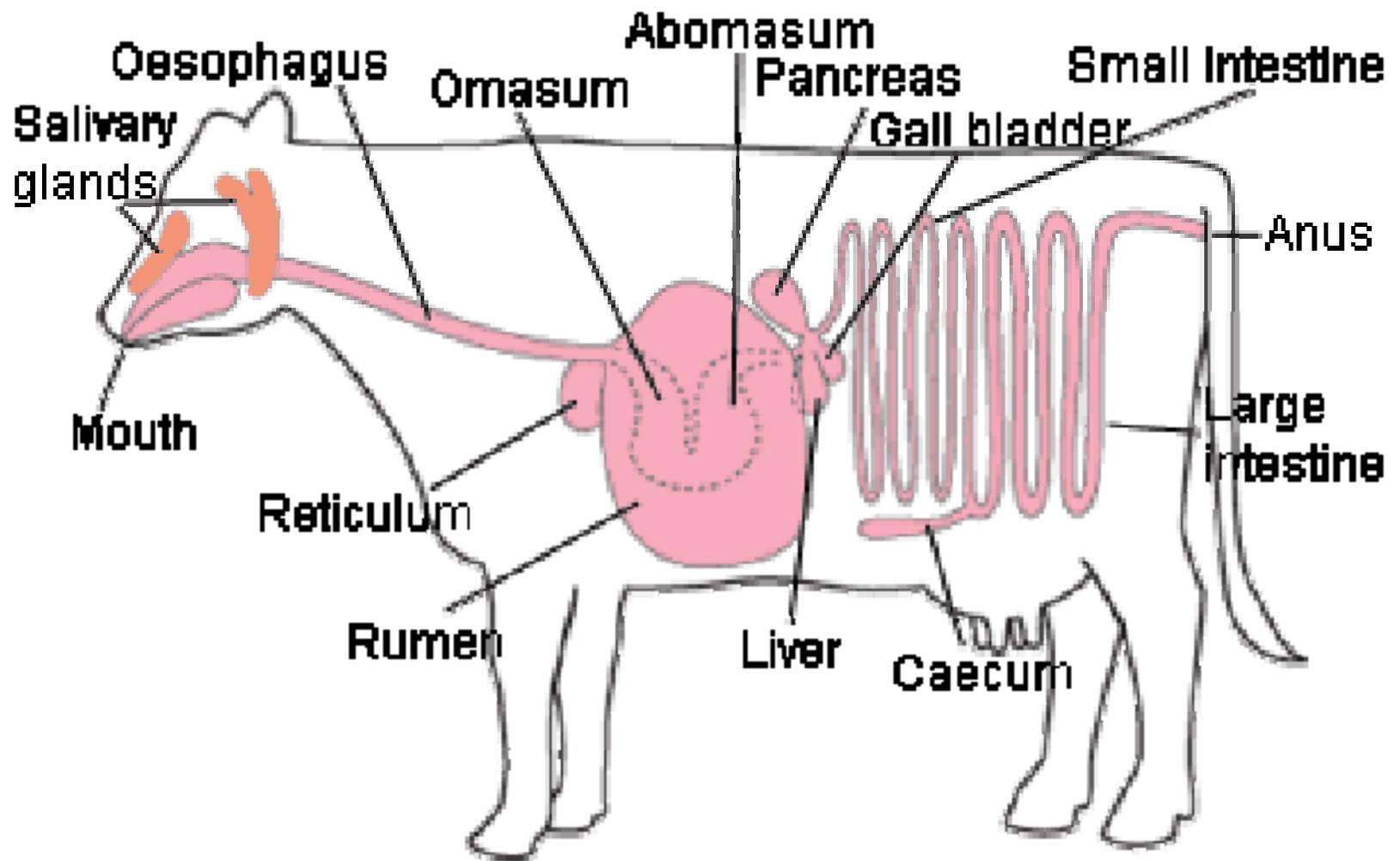


- El epitelio reticular se halla dispuesto en pliegues de células poligonales que le da apariencia de “panal de abejas”.
- **FUNCION:** movilizar alimento hacia el rumen

Rumen



- El interior del rumen está compuesto de numerosas papilas variables en tamaño y forma.
- **FUNCION:** fermentación microbiana anaeróbica, producción de ácidos grasos volátiles (AGV)



Omaso



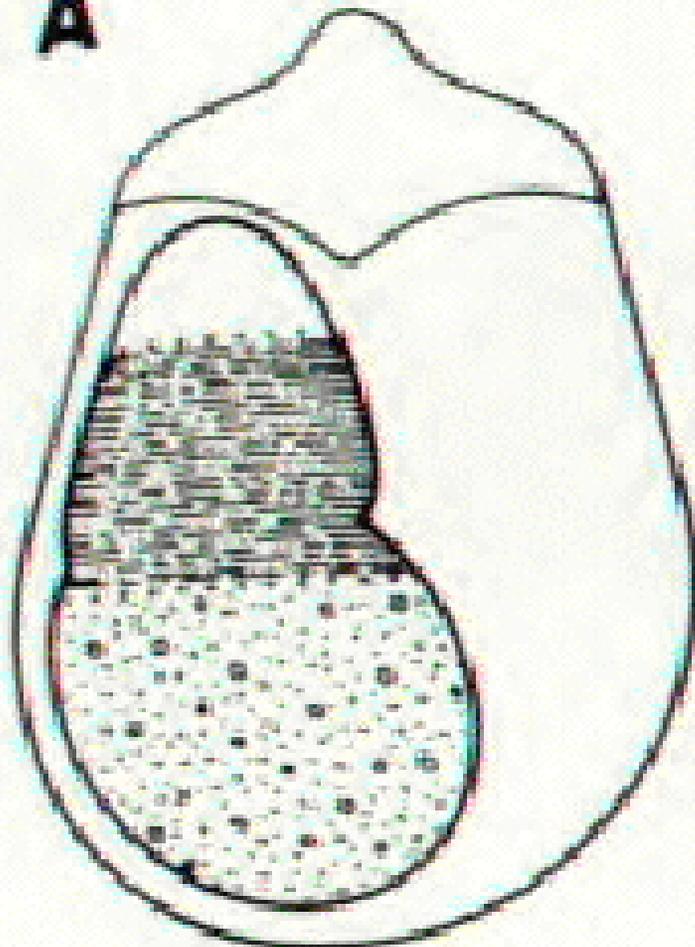
- El interior del omaso presenta pliegues longitudinales que recuerdan a las páginas de un libro (librillo).
- **FUNCION:** reducción del tamaño de partículas, paso del bolo digestivo hacia el abomaso

Rumen

- El rumen es el mayor de los pre-estomagos
- Presenta sacos musculares:
 - Dorsal
 - Ventral
 - Caudodorsal
 - Caudovernal.

Estratificación de ingesta en el rumen

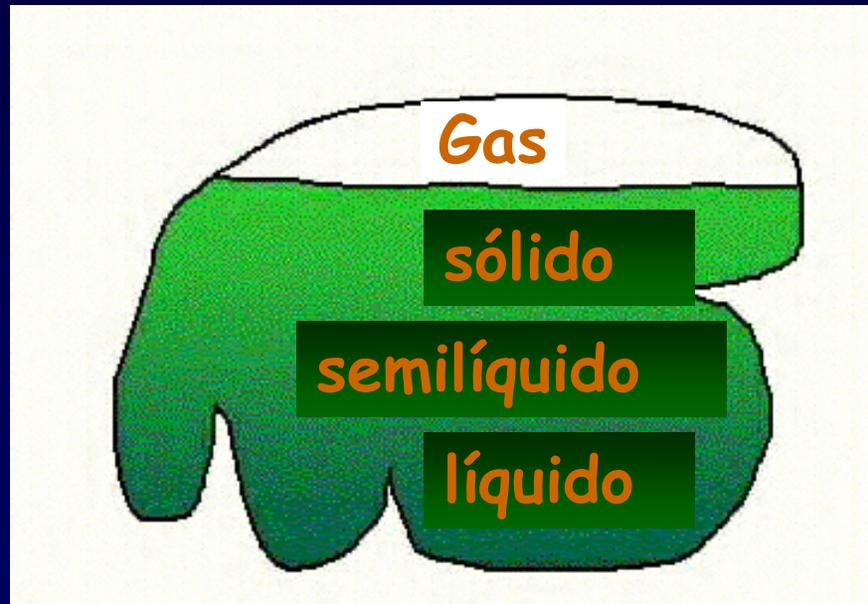
A



Funciones Principales del Rumen

- **FERMENTACION MICROBIANA ANAEROBICA**
- Microorganismos permiten digestión de materiales “no digeribles” (celulosa, lignina)
- Separar material en fermentación de productos fermentados y residuos no fermentables
- Mantener fermentación sin afectar al animal

Estratificación de los contenidos rético-rumen



MOVIMIENTOS

Pre-estómagos:

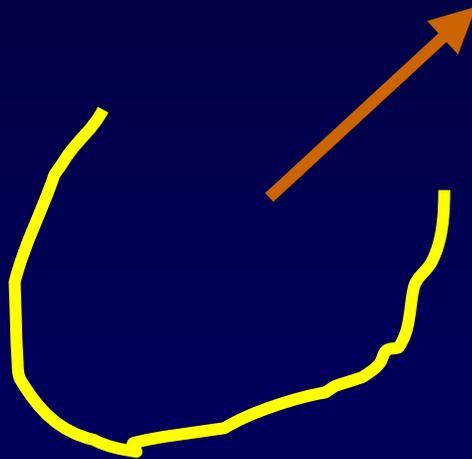
- Gotera esofágica
- Mezcla y avance (ciclo rumino-reticular simple)
- Omaso
- Eructación (ciclo rumino-reticular compuesto)
- Rumia

Contracción primaria del rumen o de mezcla

Eventos

- Primera contracción limpia la parte dorsal
- Segunda contracción
 - Orificio retículo omasal es abierto
 - El contenido es impulsado al omaso

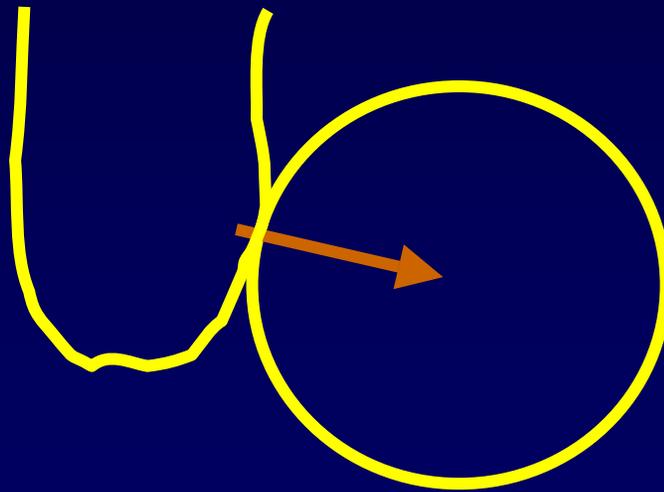
La contracción inicial del retículo barre la zona dorsal de partículas groseras



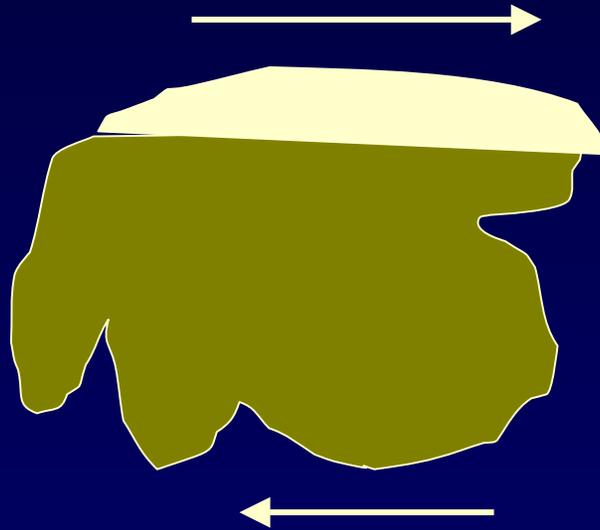
Vista lateral del retículo

La segunda contracción reticular empuja el líquido de la ingesta al omaso

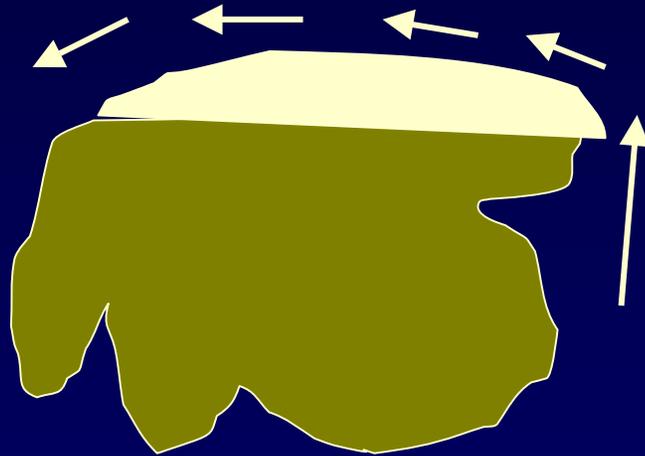
Sección frontal del retículo y omaso



Contracción primaria



Contracciones secundarias o eructativas



Rumia y Eructo

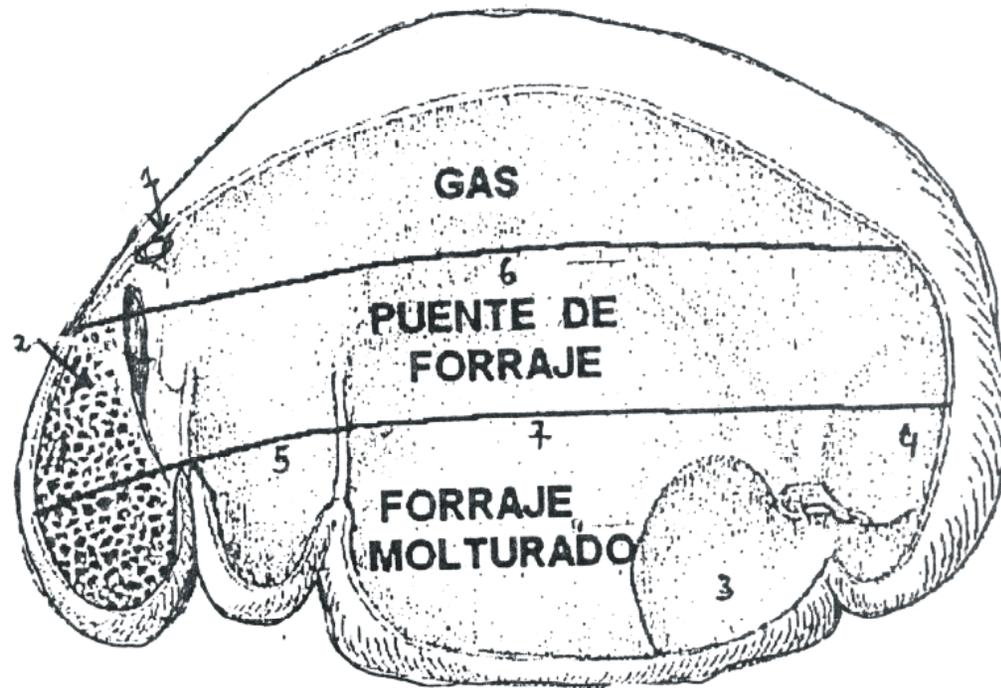
RUMIA:

- Forma controlada de vómito
- Permite remasticación pausada y nueva deglución de sólidos
- Hasta 8 horas del día, según características de la dieta

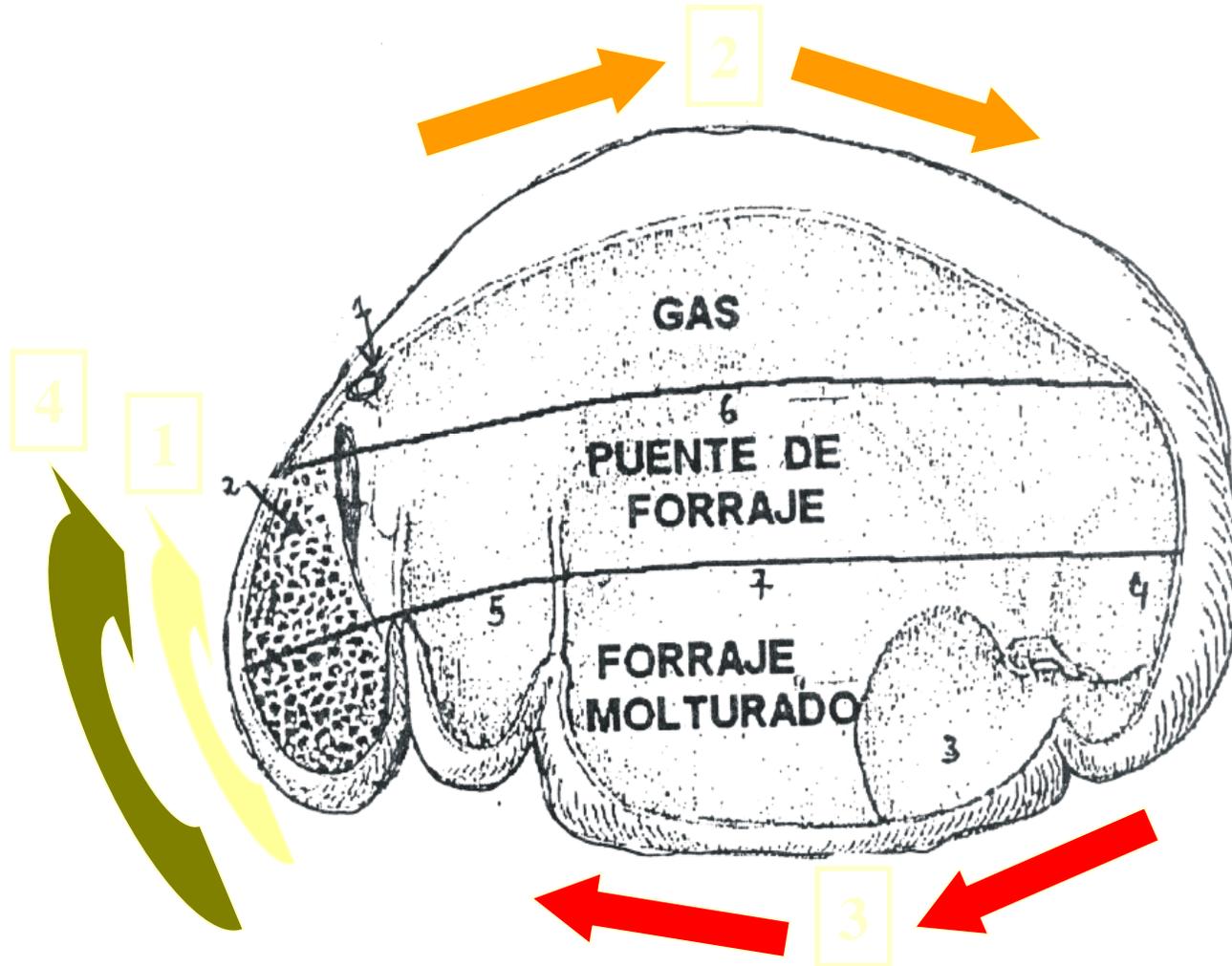
ERCUTO:

- Eliminación de gases de la fermentación microbiana (metano)
- Timpanismo o empaste: espuma en el rumen impide el mecanismo de eructo -> sobredistención del rumen -> muerte

Estratificación del contenido ruminal



Ciclo rumino-reticular simple

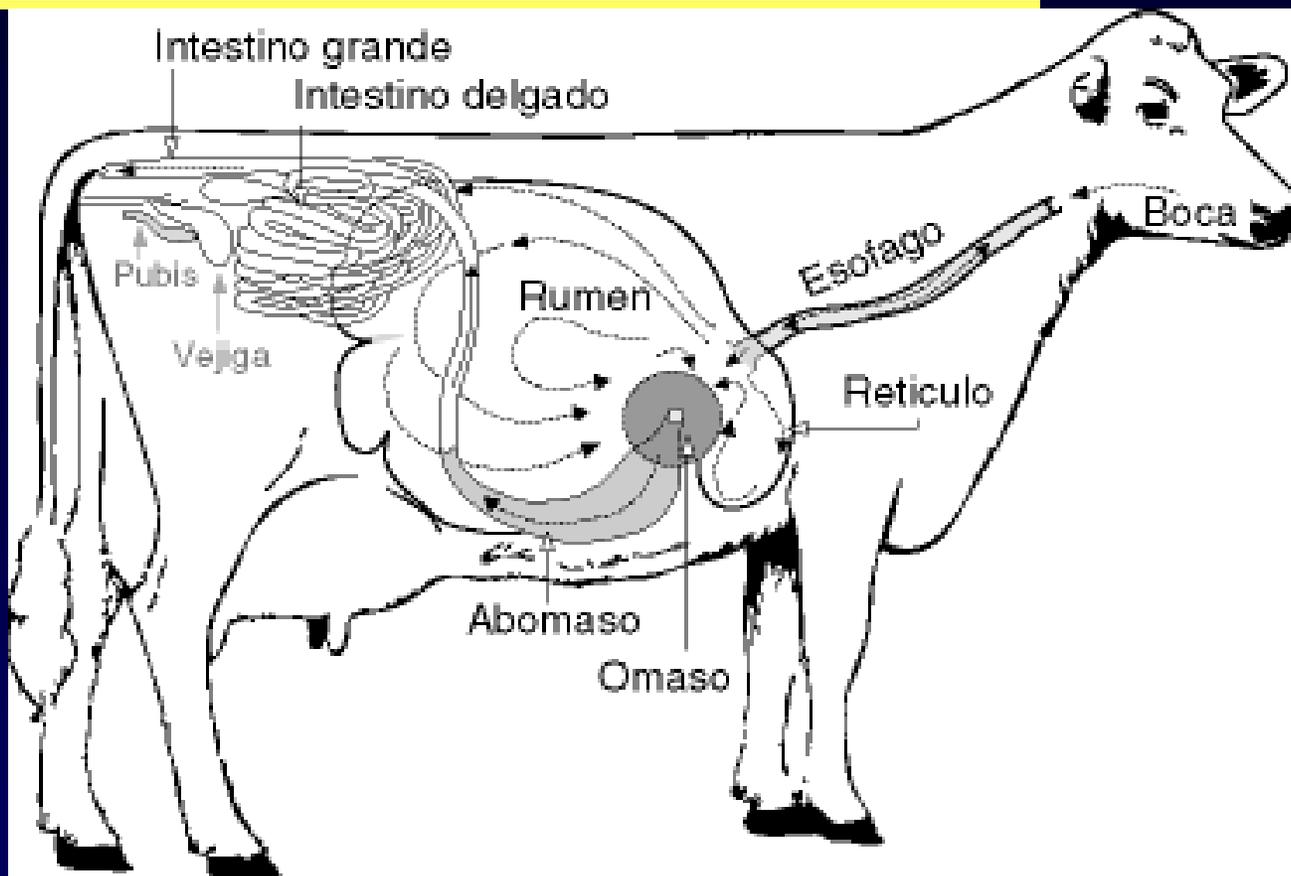


Ciclo rumino-reticular simple

- 1 Contracción parcial del retículo.
- 2 Contracción del saco dorsal del rumen en sentido cráneo - caudal.
- 3 Contracción del saco ventral del rumen en sentido caudo - craneal.
- 4 Contracción total del retículo (apertura del ERO).

Estímulo: receptores nerviosos táctiles en cercanías del cardias y el ERO.

Movimientos del Omaso

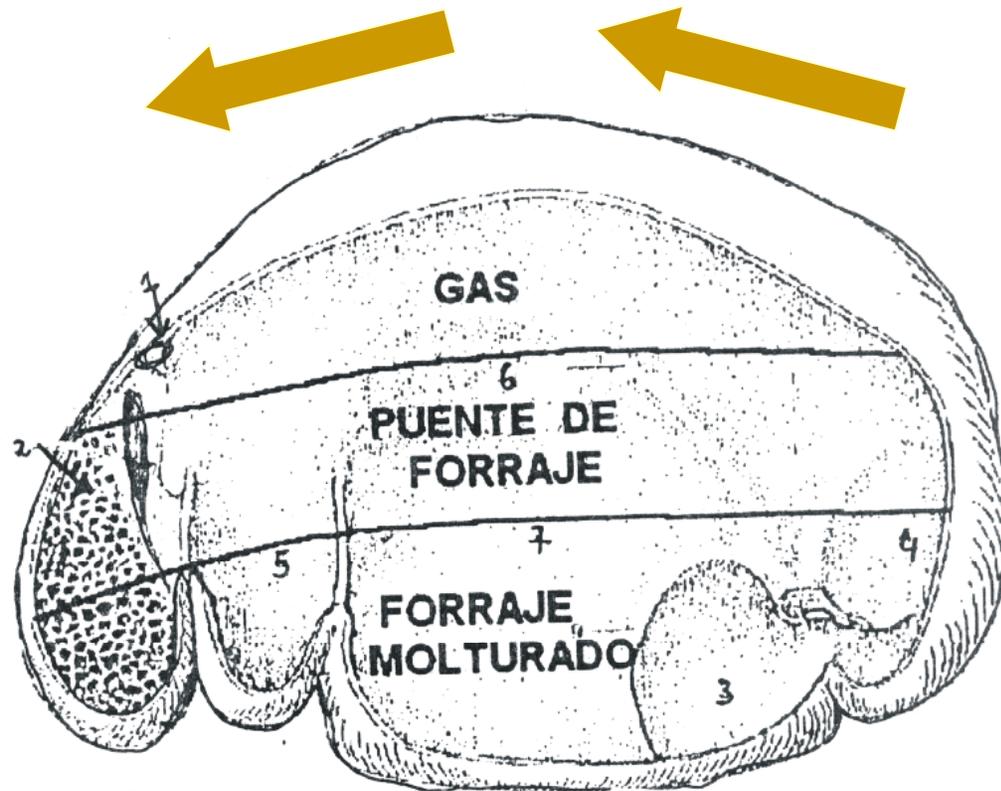


- 1) Recepción del forraje molturado
- 2) Avance del forraje molturado hacia el abomaso

Movimientos del Omaso

- 1) Recepción del forraje molturado: El cuerpo del librillo se dilata para recibir el forraje molturado impulsado por la contracción total del retículo con ERO abierto producida en el CRRs.
- 2) Avance del forraje molturado hacia el abomaso: el cuerpo del librillo se contrae con ERO cerrado, impulsando el forraje molturado hacia el abomaso a través del orificio omaso-abomasal.

Ciclo rumino-reticular compuesto



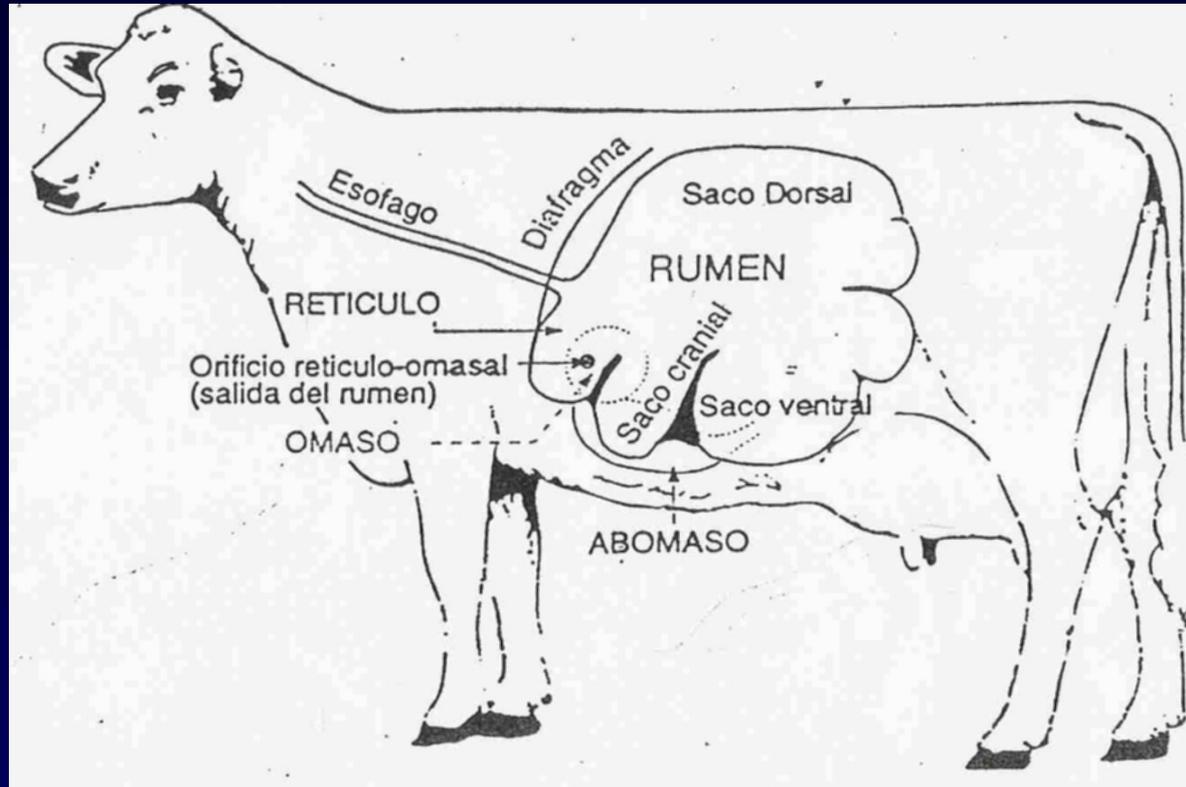
Ciclo rumino-reticular compuesto

Eructo:

Contracción del saco dorsal del rumen en sentido caudo - craneal.

Estímulo: receptores nerviosos de presión gaseosa en cercanías del cardias.

Rumia



- 1) Regurgitación
- 2) Remasticación
- 3) Reinsalivación
- 4) Redeglución

Fases de la Rumia

1) Regurgitación:

- a) Inspiración con glotis cerrada
- b) Contracción de los pilares del rumen con apertura de cardias
- c) Ondas antiperistálticas del esófago

2) Remasticación:

Mayor número de golpes masticatorios por bocado

3) Reinsalivación:

Mayor volumen de saliva por mayor masticación

4) Redeglución

Estímulo: receptores nerviosos táctiles en las cercanías del cardias.

Regulación del pH Ruminal

- Saliva 100-180 l/día y pH 8,1-8,3

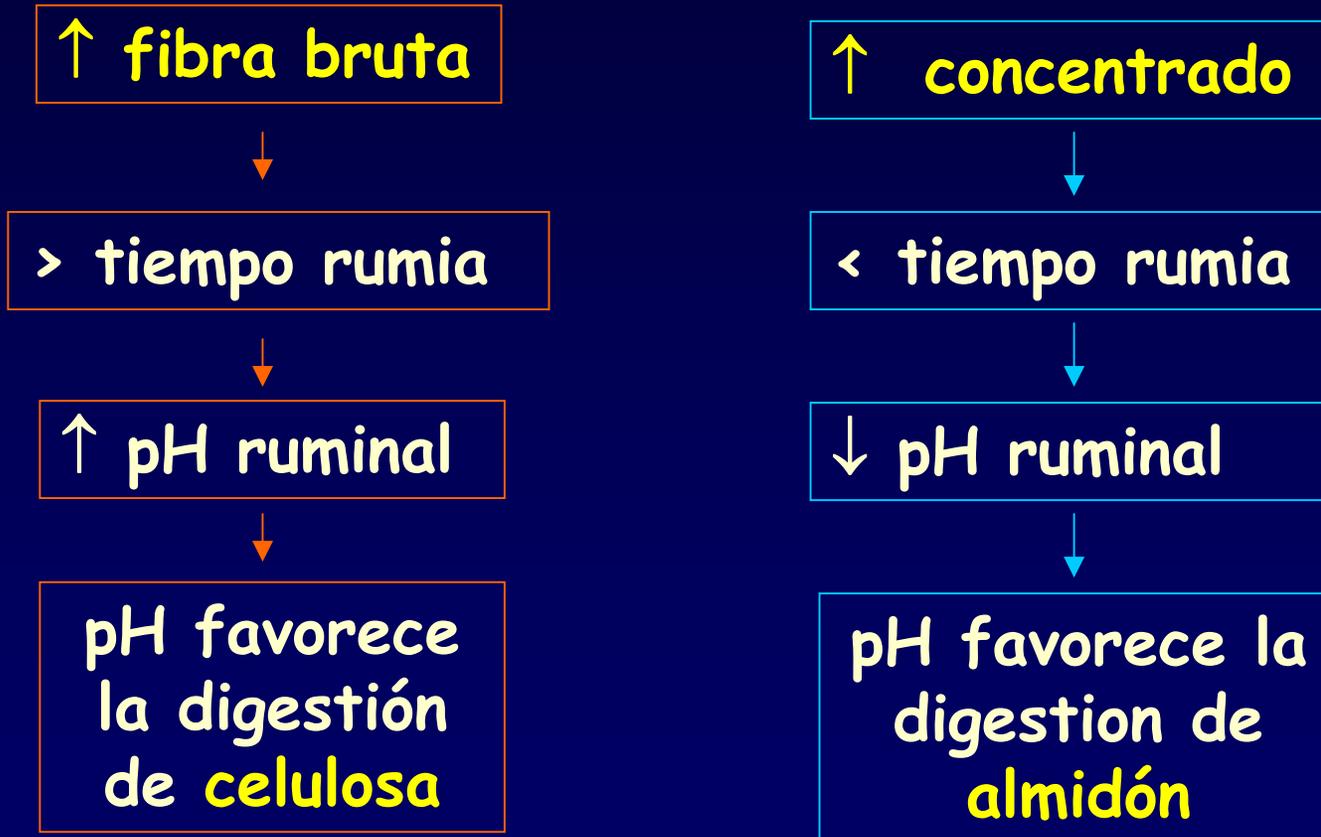
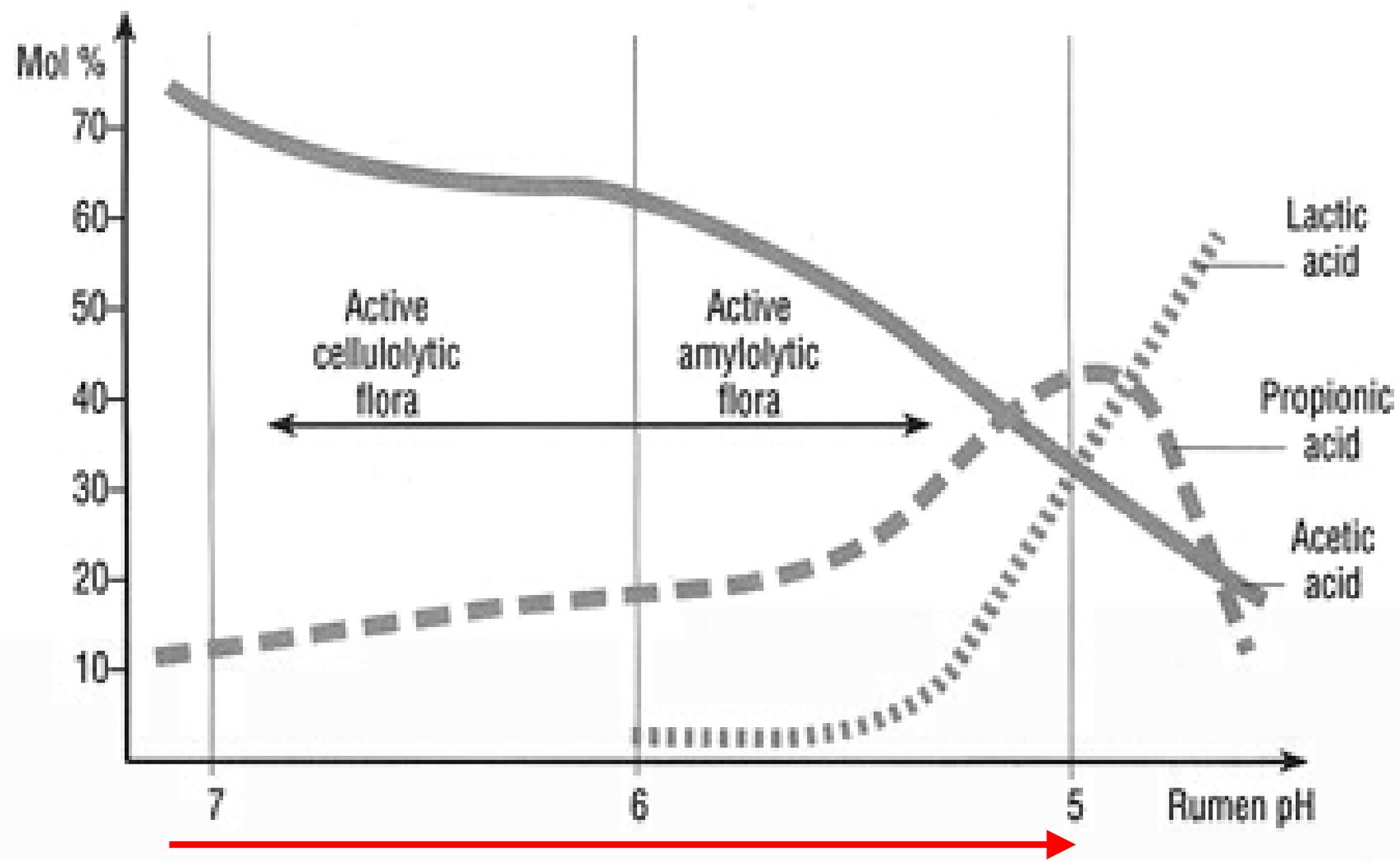


Figure 2. Ruminal fermentation as a consequence of adaptation due to pH regulation.



Kaufman, W., H. Hagemester, and G. Durksen. Adaptation to changes in dietary composition level and frequency of feeding. In: Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants, ed. Y. Ruckebusch and P. Thivend. Westport, Ct.: AVI Publishing, 1980, p. 587.

DIETA, pH y METABOLISMO RUMINAL

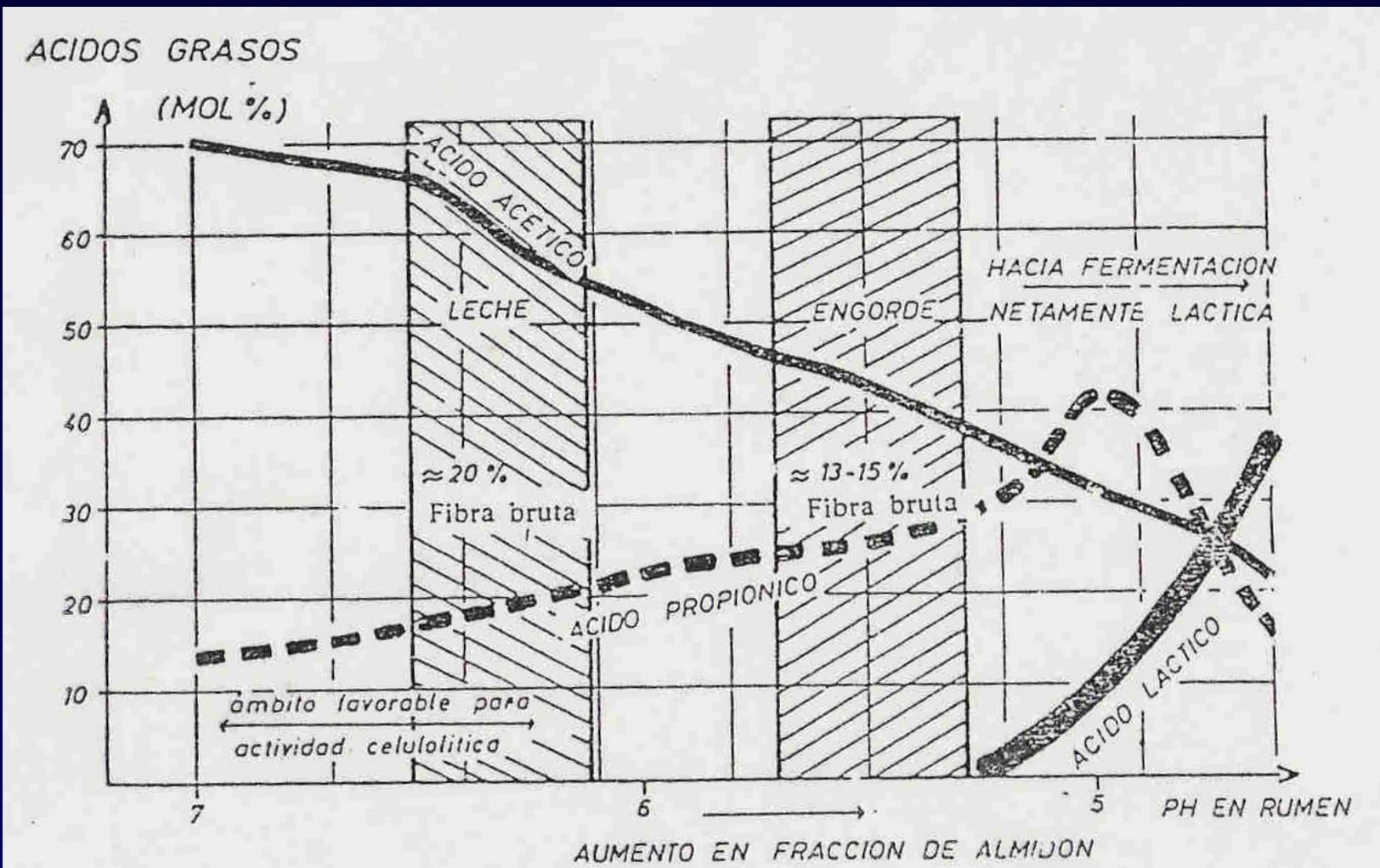


Figura 10. Influencia de la ración sobre el medio ruminal.

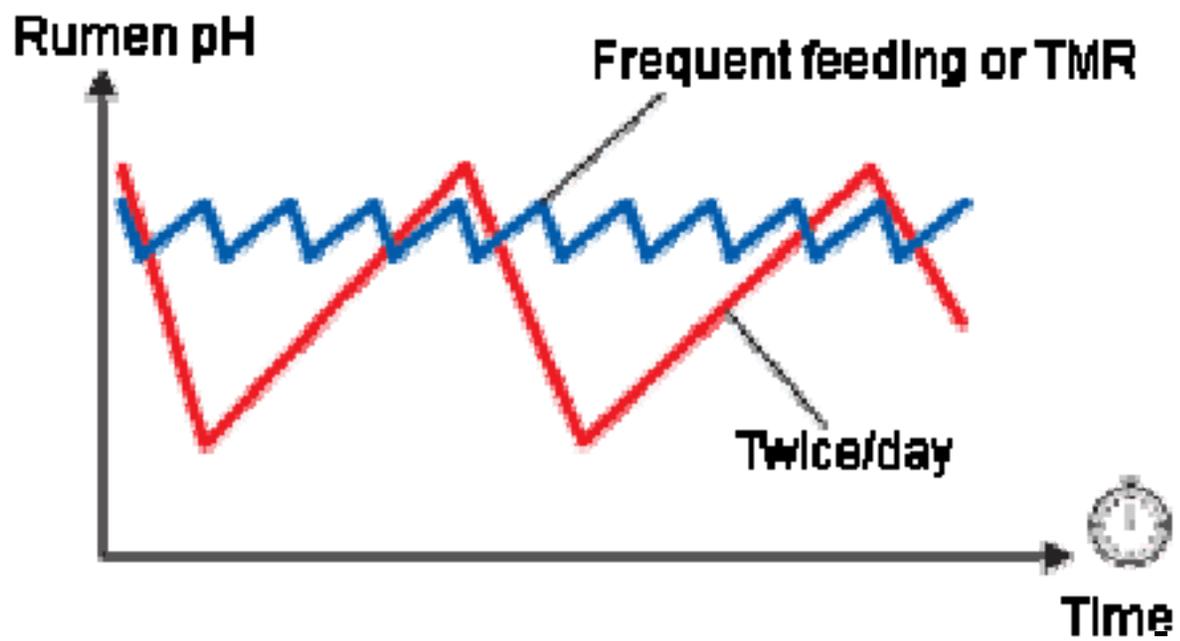
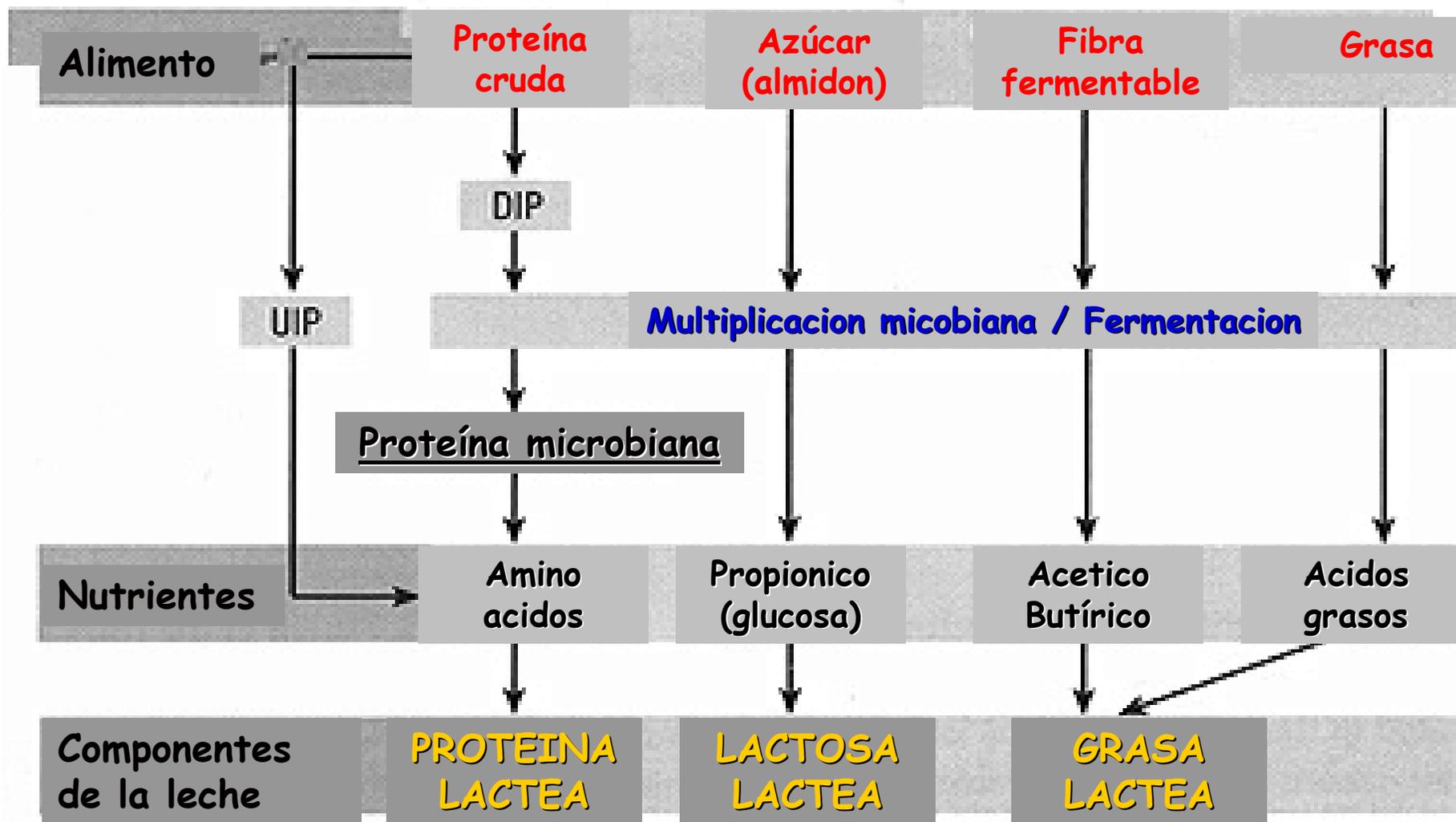


Figure 3. Feed, nutrient flow from the rumen, and milk components.

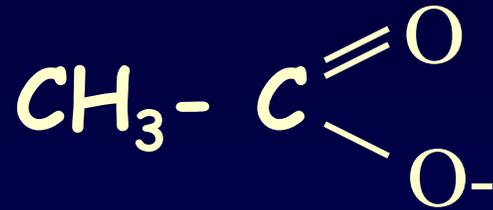


Source: Sniffen, C. J. and H. H. Herdt. The Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice, Vol 7, No 2. Philadelphia, Pa.: W. B. Saunders, 1991.

Note: UIP = undegradable intake protein; DIP = degradable intake protein.

Acidos grasos volatiles

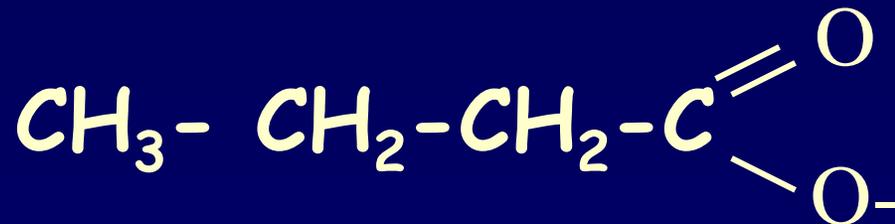
- Acetato



- Propionato



- Butirato



ACIDO ACETICO

- Genera ATP
- Genera Acetil CoA
- Precursor en metabolismo de lípidos
- **GRASA LECHE**

ACIDO PROPIONICO

- Metabolizado en hígado
- Precursor del propionato
- En rumiantes no hay digestión de glucosa
- Propionato usado en **GLUCONEOGENESIS**
- **VOLUMEN/LACTOSA EN LECHE**

ACIDO BUTIRICO

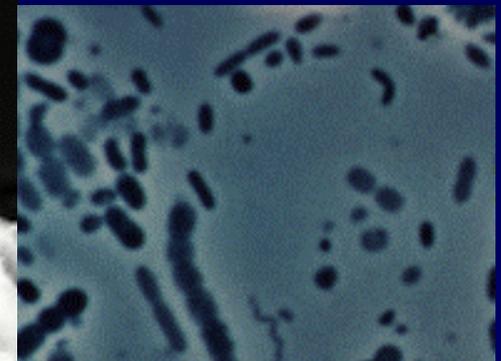
- Precursor de β -OH-butirato
- Cuerpos cetónicos en sangre
- Contribución mínima
- **OXIDACION EN TEJIDOS -> ENERGIA**

Microbiología del rumen-retículo



← Protozoo

Bacterias



Protozoo
ciliado



Especies bacterianas del retículo-rumen en relación al sustrato

- Especies celulolíticas
- Especies hemicelulolíticas
- Especies pectinolíticas
- Especies amilolíticas
- Especies ureolíticas
- Especies productoras de metano
- Especies proteolíticas

Gotera esofágica



Gotera esofágica

- Primer año de vida:
 - los rumiantes son funcionalmente monogástricos
 - los pre-estómagos en proceso de desarrollo
 - colonización de microorganismos ruminales no establecida
- Leche en rumen -> descomposición
- Mecanismo alternativo en "pre-rumiantes" -> **GOTERA ESOFAGICA**
- Succión provoca el reflejo de contracción muscular

Gotera Esofagica

Succión provoca el reflejo de contracción muscular



Canal del orificio esofágico al omaso -> GOTERA ESOFAGICA



By-pass del rumen



Estomago -> RENINA:

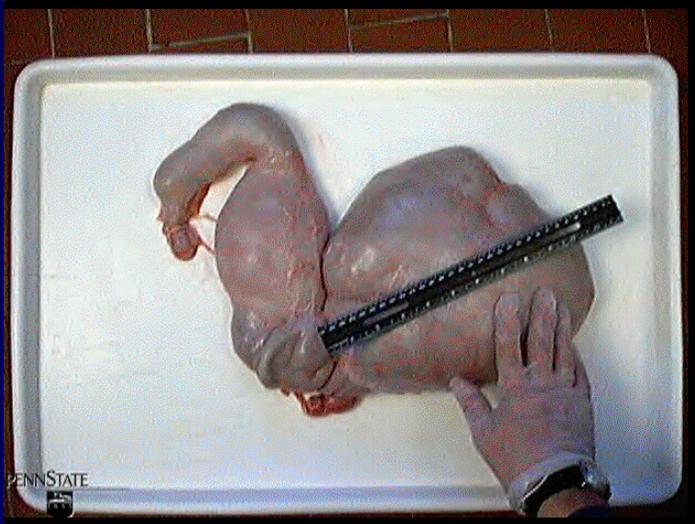
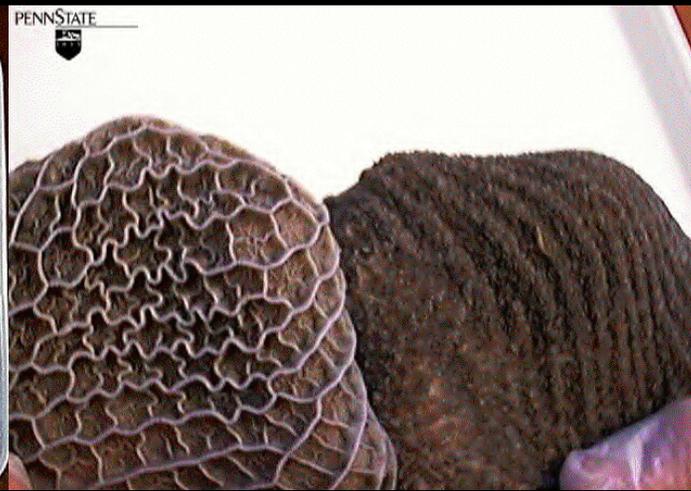
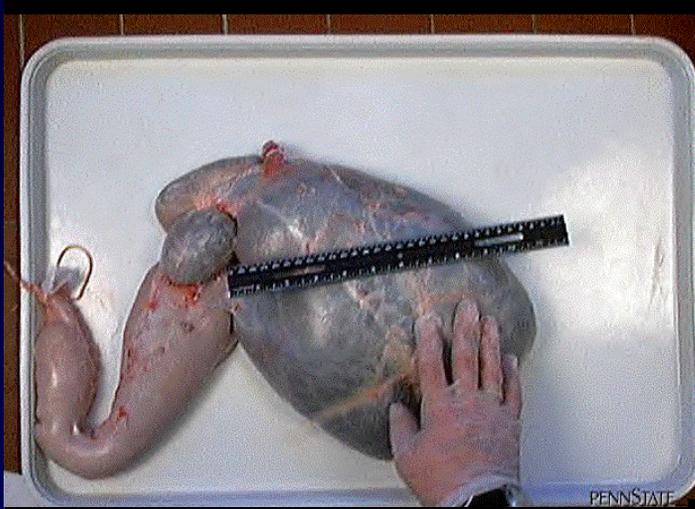


Cuajado de leche para su digestion

Gotera esofágica



Desarrollo del rumen



EMPASTE (Timpanismo)



- Desorden metabólico.
- Distensión del rumen por acumulación de gases CO_2 y metano (40-200 L).
- Ocurre cuando el mecanismo del eructo (eliminación de gases del rumen, producto de la fermentación microbiana) es impedido por la presencia de ESPUMAS
- Desencadenamiento veloz -> normalmente se producen grandes cantidades de gas en la fermentación (2 litros/min), al ser este atrapado el timpanismo progresa rápidamente
- Dietas -> formación de BURBUJAS/ESPUMA

Tipos de Empaste

- **Cronico:**

- Malestar por distencion
- Deja de comer
- Resolución espontanea
- Perdida económica por baja ganancia diaria

- **Agudo:**

- Distención aguda
- Expansión del rumen sobre pulmones, vasos sanguíneos y corazón
- Asfixia
- Perdida económica por muerte del animal

Mecansimo normal de eliminación de gases del rumen

GAS (RUMEN) -> burbuja dorsal



CONTRACCION -> saco dorsal empuja el gas hacia abertura del esofago



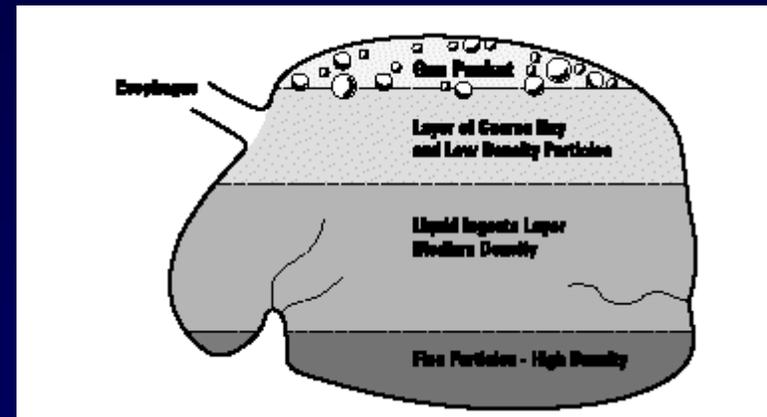
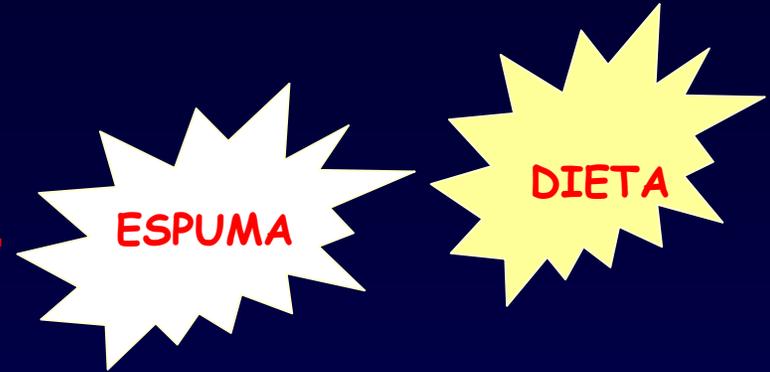
ERUCTO -> respuesta a la presión de gas en dorsal del rumen



entrada del gas del rumen al esofago



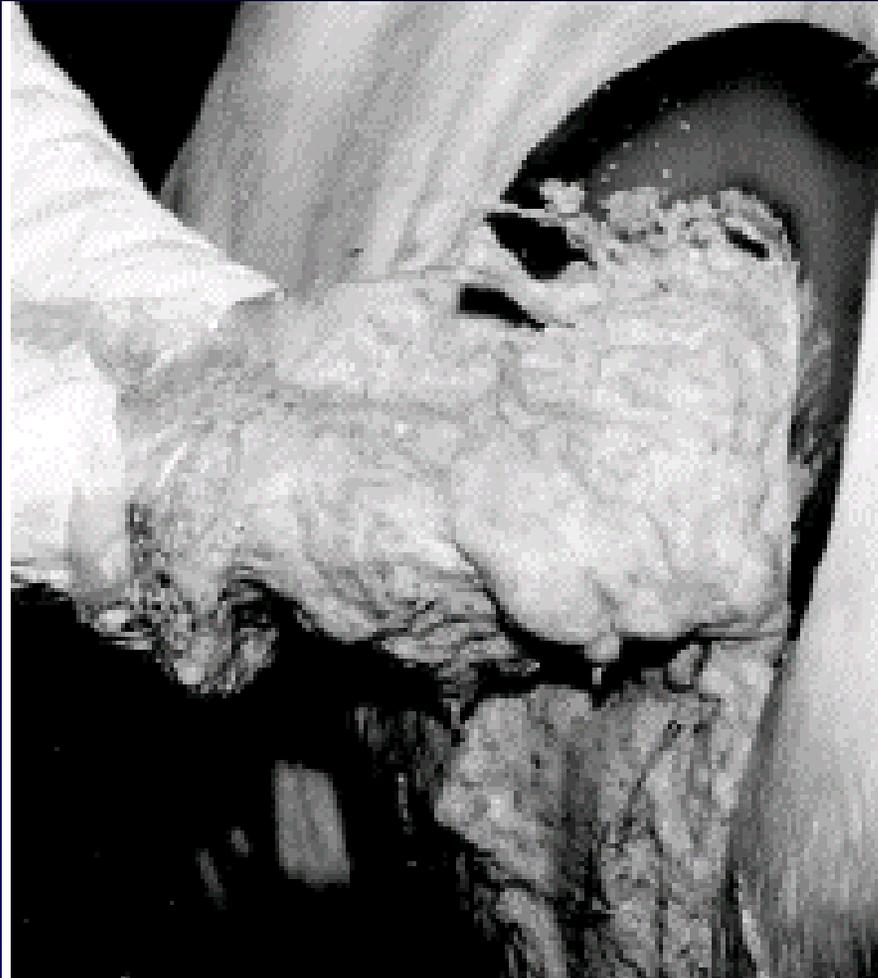
- Eliminación x respiración)
- Resto eliminación por boca



EMPASTE: Causas

- Espumas ricas en proteínas, tasa de ruptura de espumas y tasa de digestibilidad del forraje.
- Pasturas leguminosas jóvenes -> saponinas, proteínas solubles, microorganismos en suspensión
- Granos finos (empaste de feedlot): acidosis -> rumen atónico

EMPASTE (granos)



EMPASTE: Factores de Riesgo

- Tipo de leguminosa: alfalfas, tréboles
- Contenido de taninos (>taninos, <empaste)
- Estado vegetativo: prefloración
- % materia seca: >humedad, >empaste
- Clima: temperaturas moderadas, % humedad
- Suceptibilidad animal
- Alta propoción de granos en dieta (acidosis)
- Granos procesados fino / polvo

EMPASTE: Prevención

- Elección de especies & variedades
- Pastoreo de leguminosas en estado avanzado de madurez
- Mezcla de leguminosas con gramíneas (50:50)
- Manejo de pastura: frecuencia de corte, altura de corte/pastoreo
- Esperar al secado de rocío antes de pastorear
- Ofrecer forraje seco a animales antes de pastorear leguminosas
- Pre-cortado: 24-48 h
- Pre-secado: agentes desecantes
- Aditivos

PREVENCIÓN

- 1) MANEJO DE PASTURAS Y ANIMALES
- 2) EMPLEO DE PRODUCTOS ANTIEMPASTE
- 3) SELECCIÓN DE VARIEDADES

MANEJO FORRAJERO

- Pastoreo de leguminosas en estado avanzado de madurez:
 - Mayor proporción de proteínas solubles
 - Mayor producción de gases
- Época del año:
 - Rápido crecimiento vegetativo
 - Escasa materia seca
 - Primavera / otoño

MANEJO FORRAJERO

- **Mezclas forrajeras**
 - Dificil establecer proporcion de leguminosas
 - Pastoreo selectivo
 - Dinamica estacional de la pastura

MANEJO FORRAJERO

- **Uso de especies leguminosas no timpanizantes (taninos)**
 - **Genero Lotus (*L. corniculatus*):** lenta implantacion, menor productividad.
 - **Esparceta (*Onobrychis viciifolia*):** escasa difusion, zonas semiaridas
 - **Zulla (*Hedysarium coronarium*):** N. Zelanda

MANEJO FORRAJERO

- Fertilizacion nitrogenada
 - Favorece gramineas
 - Disminuye proporcion de leguminosas y N soluble en la pastura

MANEJO DE PASTOREO Y SUPLEMENTACION

- **Evitar interrupcion de la alimentacion:** menor riesgo en pastoreo continuo -> manejo.
- **Suplementacion:** antes de entrar en pastura con HCO de baja fermentacion.
- **Hora de entrada a la pastura:** evitar humedad y rocio.
- **Aumeto de carga/ha.:** evitar selectividad de especies, presion de pastoreo.
- **Animales "probadores":** individuos susceptibles.
- **Desecamiento de pasturas:**
 - Corte y oreo (1-4 dias)
 - Herbizidas de sistemicos o de contacto (2,4 D, diquat, paraquat) 48 h antes del pastoreo. Rebrote.

EMPLEO DE PRODUCTOS ANTIEMPASTE

Tipos de productos:

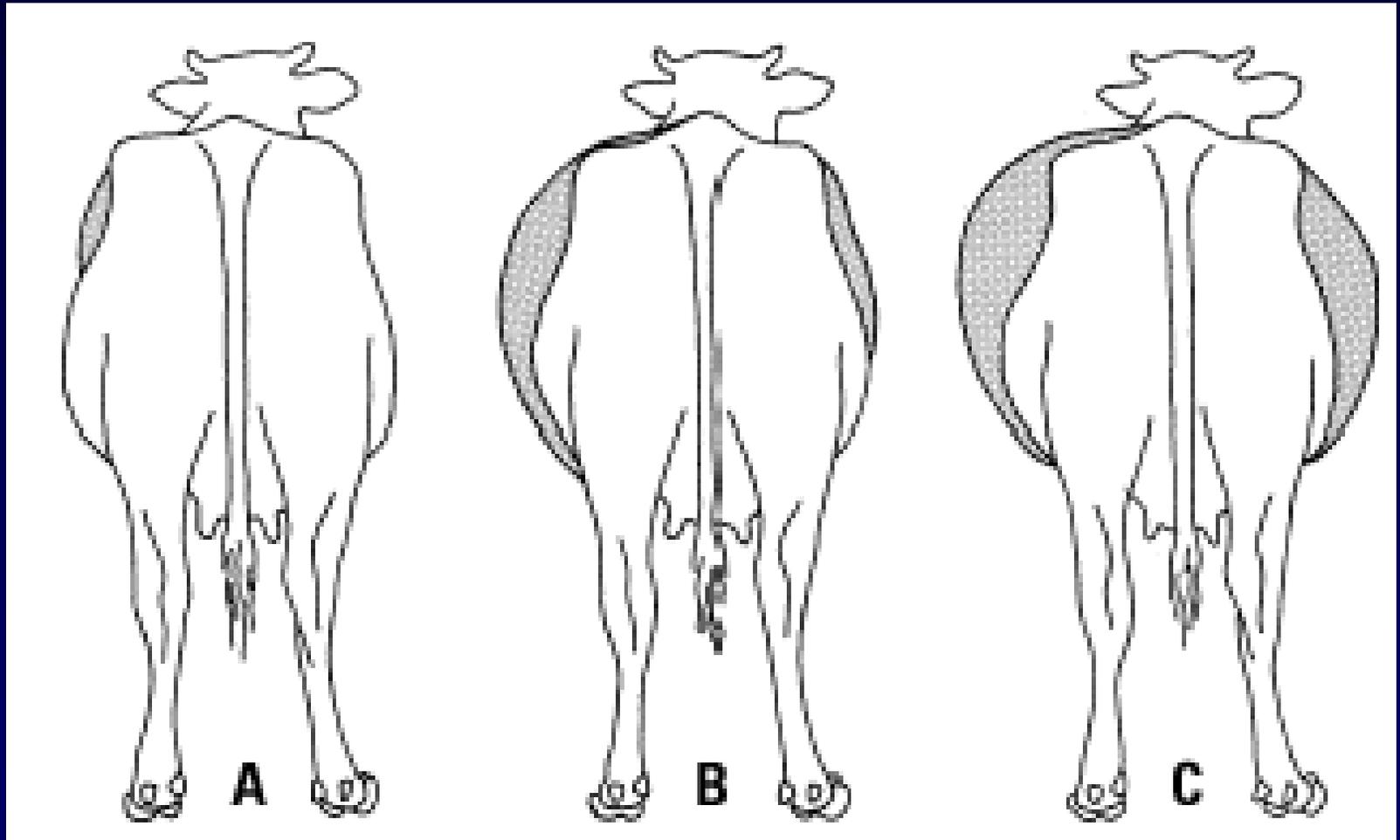
- 1) **TENSIOACTIVOS SINTETICOS** (poloxaleno/Bloat guard): detergentes, emulsionan lipidos vegetales permitiendo accion antiespumantes.
- 2) **ANTIESPUMANTES** (aceites vegetales, grasas animales, vaselinas): impiden formacion de espumas.
- 3) **ANTIBIOTICOS/IONOFOROS** (monensina/Rumensin, lasalocido/Bovatec): modificacion de microflora, reduce poblacion productora de metano.

EMPLEO DE PRODUCTOS ANTIEMPASTE

Formas de administracion:

- 1) **CAPSULAS DE LIBERACION CONTROLADA:** se introduce al esofago mediante un lanzabolos, liberacion hasta 100 dias.
- 2) **PULVERIZADO SOBRE PASTURAS :** poloxaleno u otros en suspension acuosa.
- 3) **MEZCLA EN RACIONES, AGUA DE BEBIDA, PASTAS O BLOQUES PARA LAMER:** dosis adecuada.

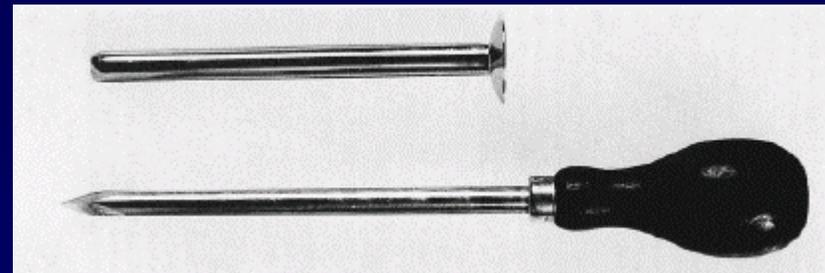
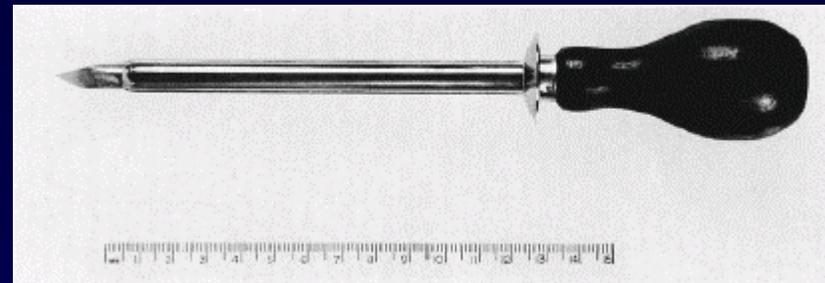
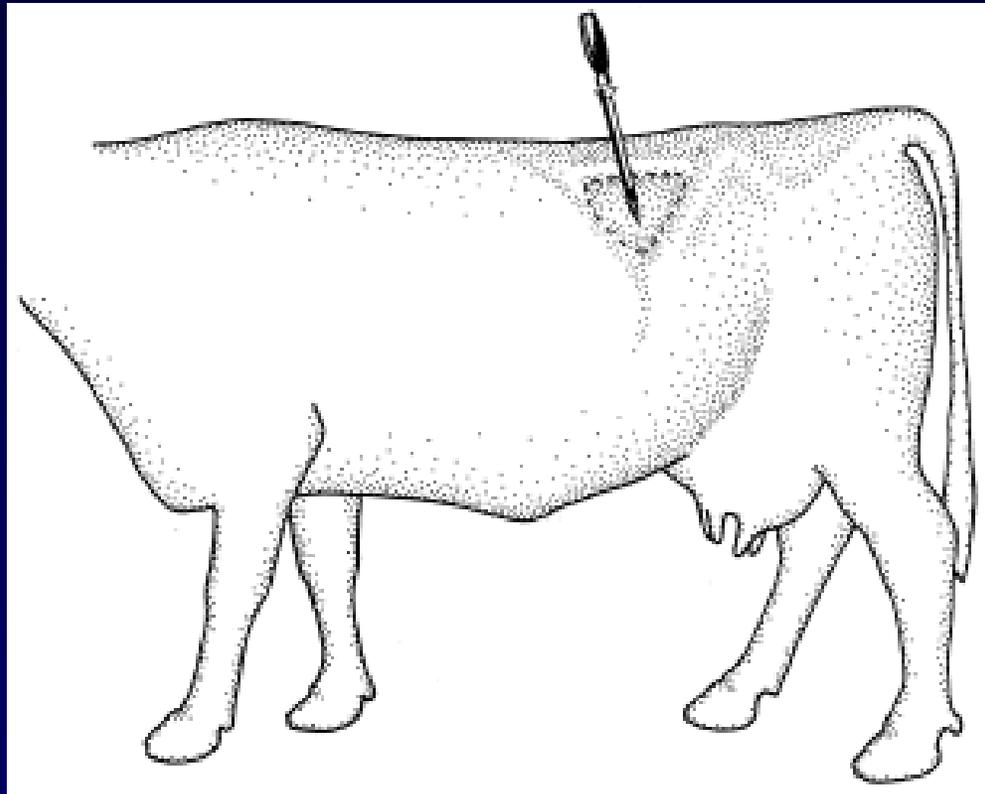
EMPASTE: Prevención



EMPASTE: Tratamiento

- VETERINARIO !!!
- Sacarlos de la pastura
- Ultimo recurso:
 - Pasaje de tubo esofagico (1,5-2 cm x 2 m)
 - Aceite mineral: 300 to 500 mL/ 450 kg
 - Punción de rumen (fosa paralumbar)

EMPASTE: Tratamiento



EMPASTE: Tratamiento

