



Universidad Central de Venezuela
Facultad de Agronomía
Departamento de Producción Animal
Cátedra de Fundamentos de Producción Animal II
Bases Anatómicas y Fisiológicas para la
Producción Animal Tropical

PROCESOS FISIOLÓGICOS ASOCIADOS A LA DIGESTIÓN DE LOS ALIMENTOS. CONSUMO Y DIGESTIBILIDAD

Período 1-2012

Mayo, 2012

OBJETIVOS GENERALES

- Conocer los **procesos fisiológicos** asociados a la digestión de los alimentos en los animales y sus mecanismos de control.
- Describir los principales factores asociados a la regulación del **consumo voluntario** de los alimentos en los animales de interés zootécnico.
- Describir los principales factores asociados a la **digestibilidad** de los alimentos en los animales.

TEMARIO

PARTE 1.

CONTROL DE LA FUNCIÓN DEL TRACTO GASTROINTESTINAL:
MOVIMIENTOS Y SECRECIONES

PARTE 2.

CONSUMO VOLUNTARIO DE LOS ALIMENTOS EN AVES,
CERDOS Y RUMIANTES

PARTE 3.

DIGESTIBILIDAD Y DEGRADABILIDAD. VELOCIDAD DE
TRANSITO

PARTE 1. CONTROL DE LA FUNCIÓN DEL TRACTO GASTROINTESTINAL

- Movimientos**
- Secreciones**

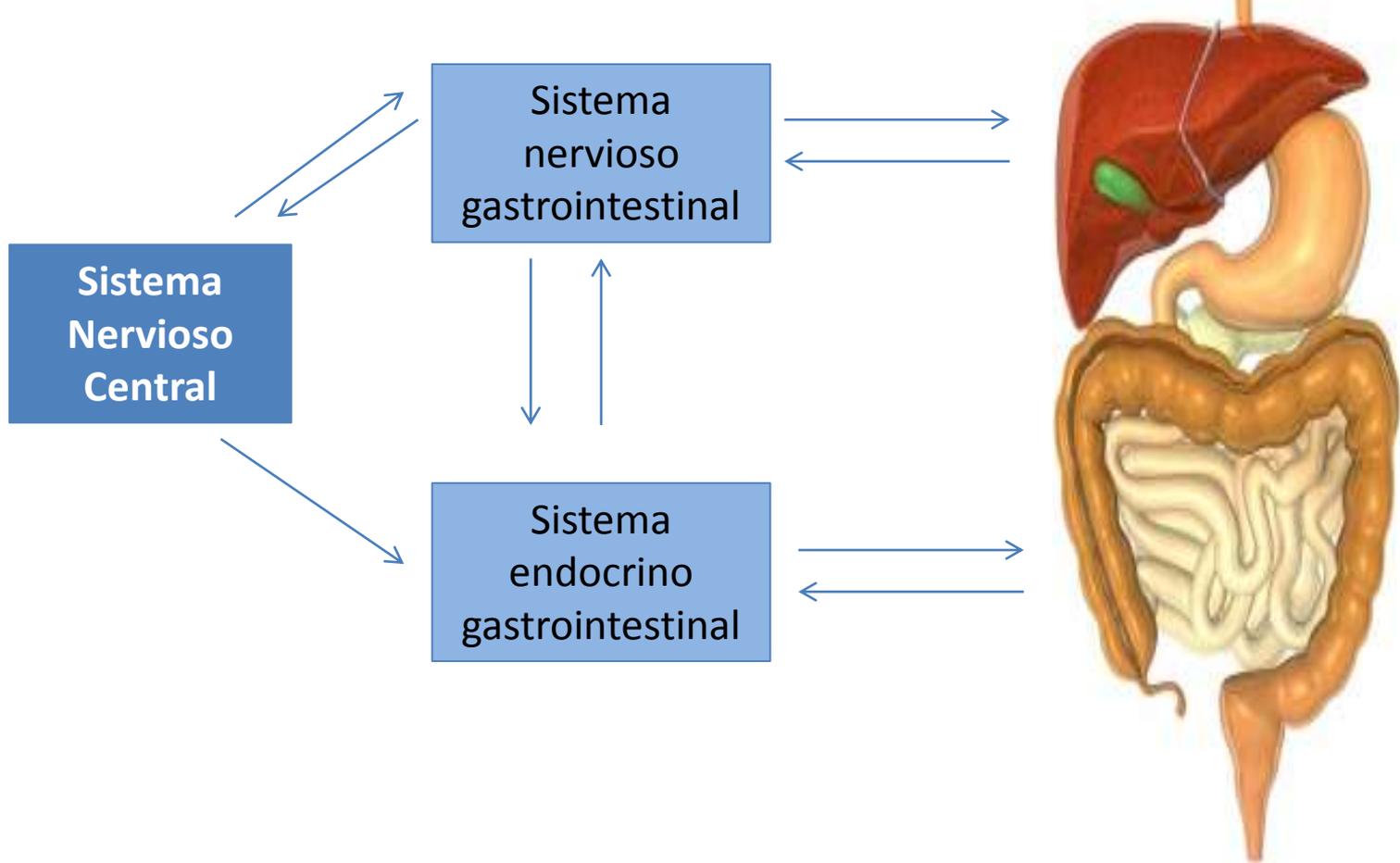


CONTROL DE LOS PROCESOS FISIOLÓGICOS

- SISTEMA NERVIOSO CENTRAL
- SISTEMA NERVIOSO PERIFÉRICO
 - AUTÓNOMO - VISCERAL
 - SIMPÁTICO: Modulación inhibitoria
 - PARASIMPÁTICO: Modulación excitatoria
 - SENTITIVO - SOMÁTICO
- SISTEMA NERVIOSO GASTROINTESTINAL (INTRÍNSECO) O ENTERICO

FUNCIÓN DIGESTIVA

- 1. Digestión de los alimentos, mediante acciones de tipo mecánico y químico.*
- 2. Absorción de los nutrientes*
- 3. Producir movimientos que permitan el proceso de digestión y el tránsito del contenido gastrointestinal.*
- 4. Impedir la entrada de sustancias tóxicas.*



CONTROL DE LA FUNCIÓN GASTROINTESTINAL

Funciones motoras y secretoras del tracto gastrointestinal

ACCIÓN COMBINADA DE LAS CÉLULAS EPITELIALES DEL TGI (DIGESTIÓN, SECRECIÓN, ABSORCIÓN), JUNTO CON LA ACCIÓN SECRETORAS DE LAS GLANDULAS ACCESORIAS (GLANDULAS SALIVALES, PANCREAS, HÍGADO) Y DE LA MUCOSA INTESTINAL Y LA ACTIVIDAD MOTORA DE LA MUSCULATURA.

PROCESOS FISIOLÓGICOS ASOCIADOS A LA FUNCIÓN DEL TGI

1. *Ingestión de los alimentos:*

- Prehensión: Labios, dientes, lengua
- Masticación/ Insalivación
- Deglución

2. *Secreción:* Agua, ácidos, amortiguadores y enzimas en la luz del tubo digestivo.

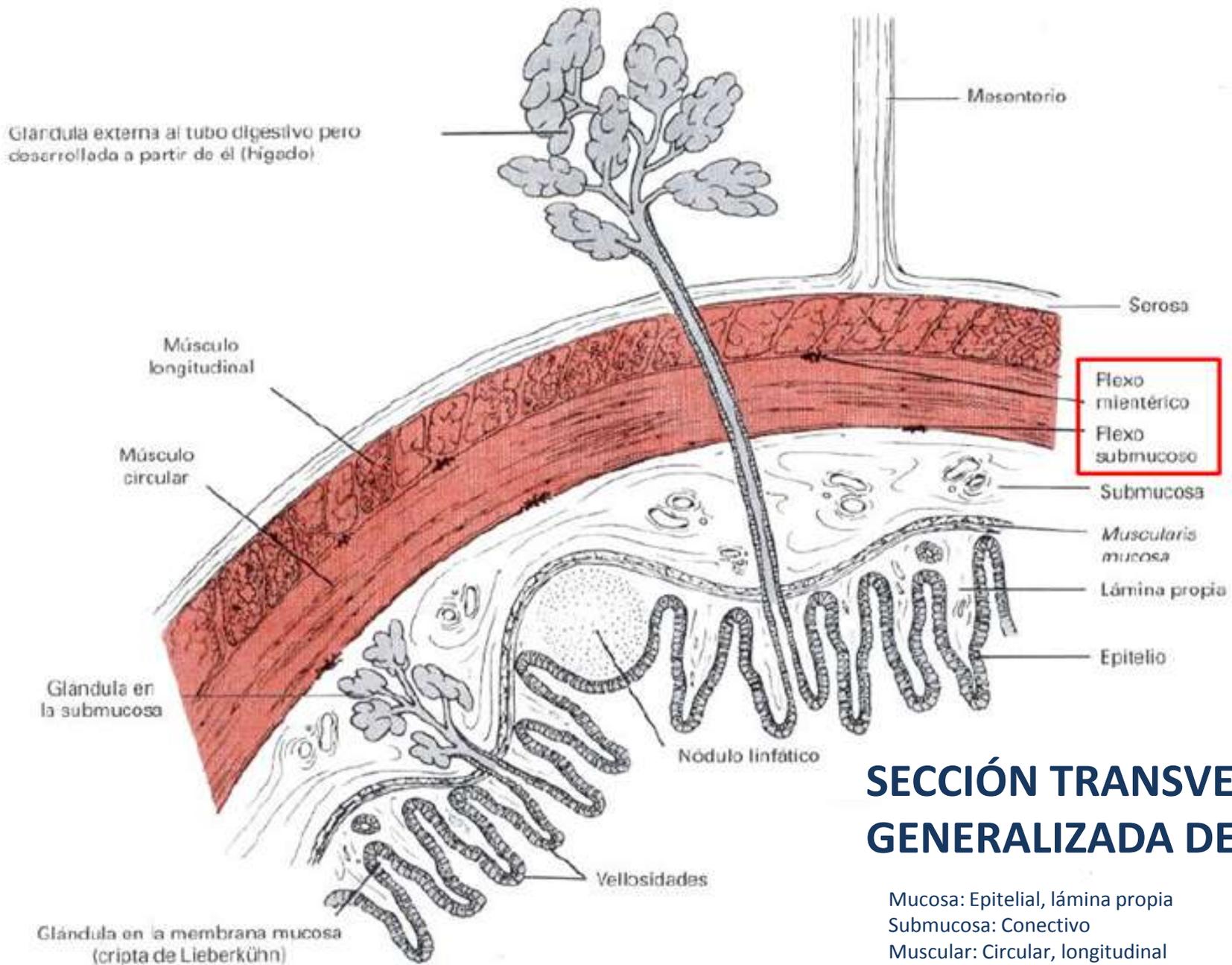
3. *Mezclado y propulsión:* Contracción y relajación alternadas del músculo liso de la pared del tubo digestivo mezcla los alimentos y secreciones, además de impulsarlos en dirección al ano: **Motilidad.**

4. *Digestión:*

- Procesos mecánicos : Corte, trituración
- Procesos químicos: Digestión enzimática y fermentativa

5. *Absorción:* Transporte activo o difusión pasiva. Vía sanguínea o linfática.

6. *Defecación:* Desechos, sustancias no digeribles, bacterias, células del revestimiento del tubo digestivo y materiales digeridos que no fueron absorbidos.



SECCIÓN TRANSVERSAL GENERALIZADA DEL TGI

Mucosa: Epitelial, lámina propia
 Submucosa: Conectivo
 Muscular: Circular, longitudinal
 Serosa: Epitelial

Simpático

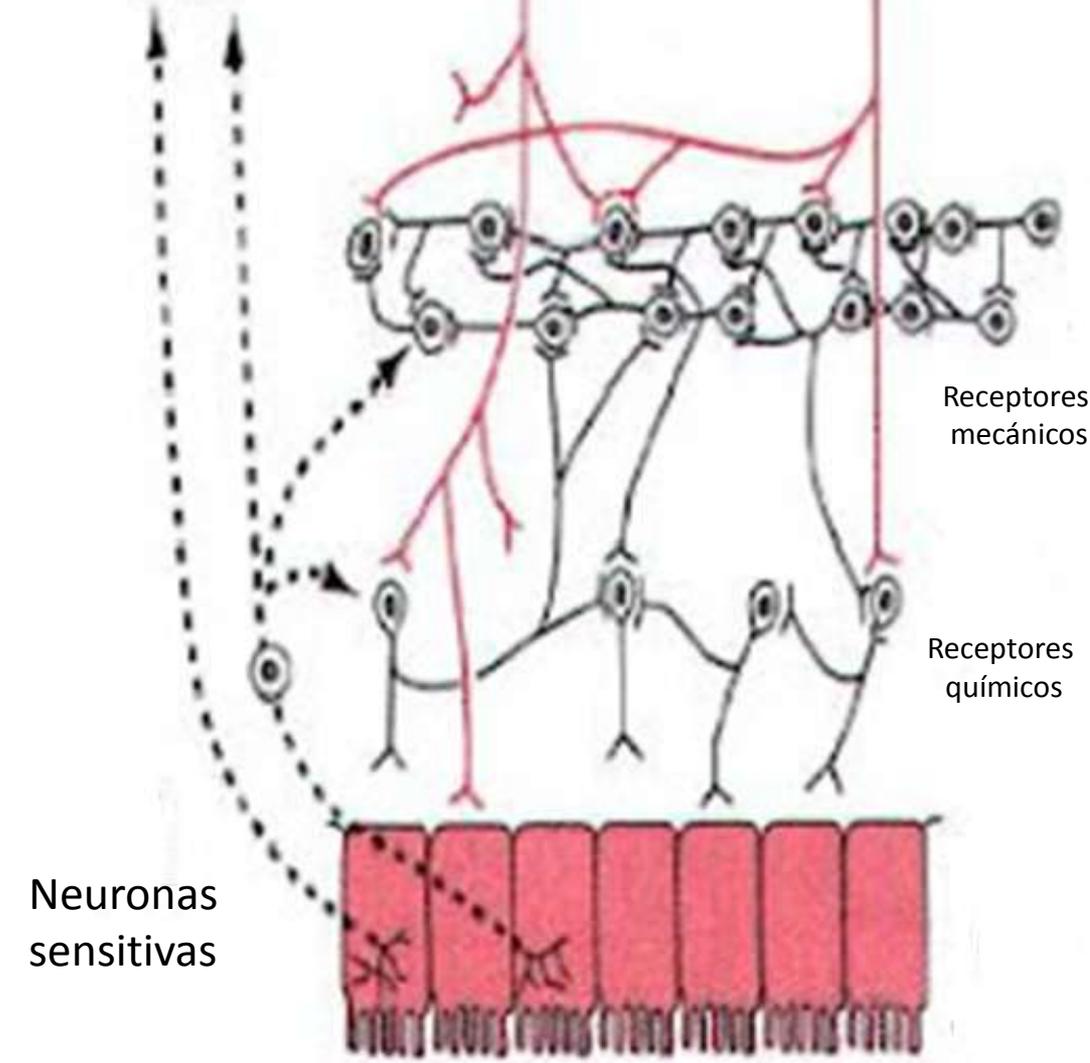
Parasimpático*



Sistema nervioso autónomo

Nervio Vago

Hacia los ganglios pre vertebrales, tronco encefálico y medula espinal



Sistema nervioso gastrointestinal



Plexo mientérico de Auerbach
Control movimientos gastrointestinales

Plexo submucoso de Meissner
Control secreciones gastrointestinales y flujo sanguíneo

Epitelio

* Nervios pélvicos a nivel del recto

SISTEMA ENDOCRINO INTRÍNSECO

Células distribuidas por todo el epitelio
acción endocrina, paracrina o autocrina

PRINCIPALES HORMONAS GASTROINTESTINALES

Hormona	Sitio de producción		Acción	Estímulo de liberación
Gastrina	Estómago distal	Primario	Estimula la secreción ácida de las glándulas estomacales	La proteína estomacal; pH alto; estimulación del nervio vago
		Secundario	Estimula la motilidad gástrica, el crecimiento del epitelio estomacal	
Secretina	Duodeno	Primario	Estimula la secreción pancreática	Ácido en el duodeno
		Secundario	Estimula la secreción biliar de bicarbonato	
Colecistoquinina (CCK)	Todo el intestino delgado (duodeno principalmente)	Primario	Estimula la secreción pancreática	Proteínas y grasas en el intestino delgado
		Secundario	Inhibe el vaciado gástrico	
Polipéptido inhibitorio gástrico (GIP)	Duodeno y yeyuno	Primario	Inhibe la motilidad gástrica y la actividad secretora	Carbohidratos y grasas en el intestino delgado
		Secundario	Estimula la secreción de insulina	
Motilina	Duodeno y yeyuno	Primario	Motilidad interdigestiva (?)	Acetilcolina
		Secundario	Regulación del tono del esfínter esofágico inferior	

PREHENSIÓN DE LOS ALIMENTOS

Acción voluntaria: sensación de hambre

- Carnívoros: dientes incisivos y caninos, extremidades exteriores para fijar la pieza y potentes movimientos de la cabeza. Agua: lengua en forma de cuchara y movimientos rápidos de lengua (gatos: espículas linguales).
- Equinos: dientes incisivos
- Vacunos: uso de la lengua (larga, áspera, móvil), junto con la función de los incisivos y la almohadilla dental.
- Pequeños rumiantes: labios superiores muy móviles.
- Porcinos: hozan el suelo para levantar las raíces, forrajes por acción de los incisivos y movimientos de cabeza.
- Aves: pico para capturar el alimento. Agua: llenan la cavidad bucal de líquido, elevan la cabeza para el paso al esófago por gravedad.

RESTO DE MAMÍFEROS TOMAN AGUA POR SUCCIÓN

MASTICACIÓN DE LOS ALIMENTOS

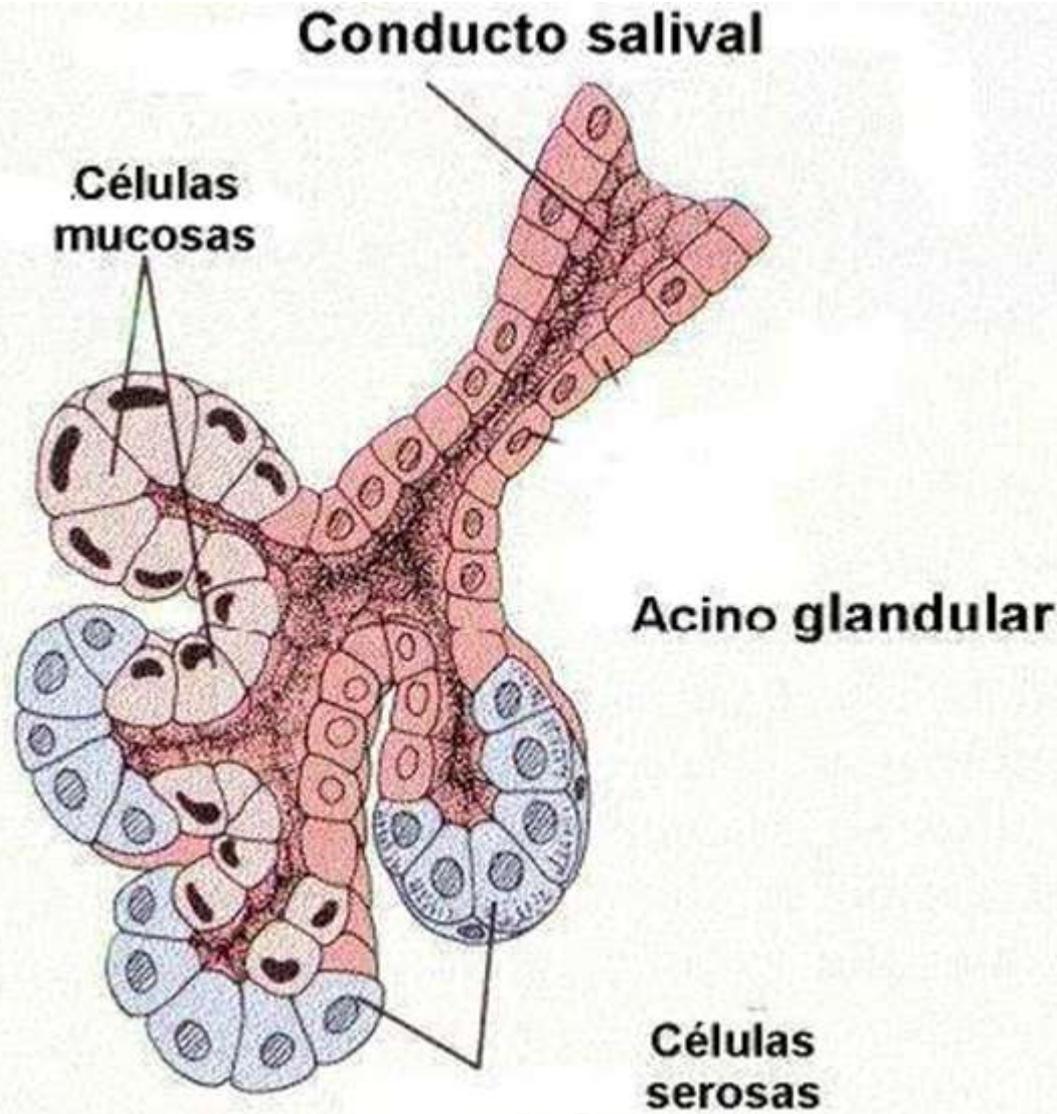
Acto reflejo que puede ser bloqueado voluntariamente

- Digestión mecánica: aumentar la superficie de contacto, favorecer la insalivación y la secreción de los jugos digestivos.
- Acción combinada de: dientes, musculatura maxilar y mandibular (presión) y la lengua y los carrillos (movimiento del alimento).
- Perros: masticación rápida e incompleta
- Gatos y cerdos: masticación completa con movimientos mandibulares verticales.
- Rumiantes: movimientos laterales de mandíbula.

INSALIVACIÓN

Reflejo de Pavlov: Condicionado por estímulos externos

- Glándulas inervadas por el sistema simpático y parasimpático.
- En rumiantes: parótida secreta gran cantidad de saliva independientemente de la inervación.
- Tipo de alimentos:
 - Secos: abundante saliva
 - Húmedos: poca secreción
 - Reflejo psíquico: salivación en el perro y en el cerdo
- Reflejo:
 - Contacto del alimento con la mucosa bucal y el movimiento de la lengua y mandíbula.
 - Estimulación de los quimiorreceptores de la cavidad nasal y oral.



SISTEMA NERVIOSO AUTONOMO

Parasimpático: aumento de la producción acuosa de la saliva por estimulación de los **nervios mandibulares y glossofaríngeo**.

Simpático: aumento de la secreción proteica y mucosa por estimulación del **ganglio cervical craneal**.

MOVIMIENTOS DEL TGI. FUNCIONES

- Impulsar la ingesta
- Retener la ingesta
 - Digestión
 - Absorción
 - Almacenamiento
- Romper físicamente el material alimenticio
- Mezclar el material alimenticio con las enzimas
- Poner en contacto el material digerido con todos los sitios de absorción

MOTILIDAD VS. VELOCIDAD DE TRANSITO

TIPOS DE MOVIMIENTOS

- **PERISTALSIS**

- Respuesta refleja, que se inicia cuando la pared del tubo gastrointestinal se ve estirada por su contenido luminal (dirección esófago hasta el recto).

- **ANTIPERISTALSIS**

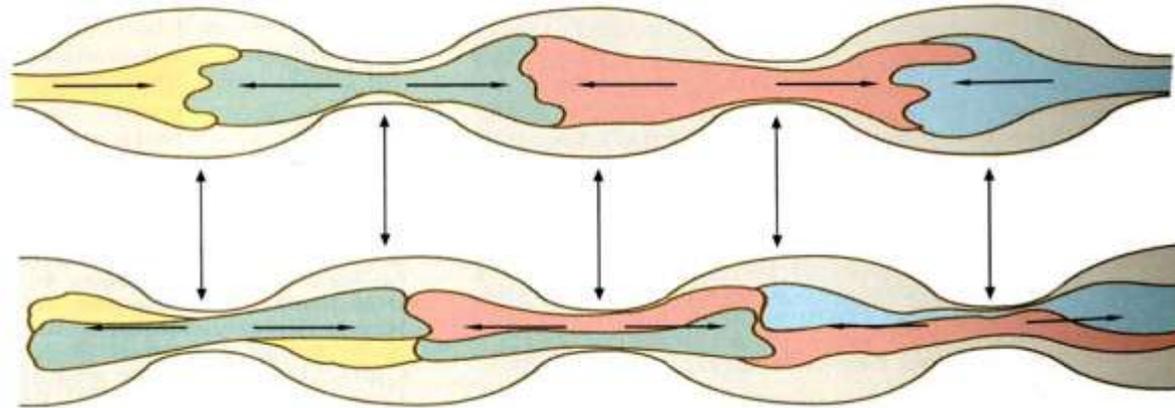
- Se aplica al movimiento de contracción del estómago o los intestinos que mueve los alimentos en sentido contrario al normal o peristáltico.

- **SEGMENTACIÓN**

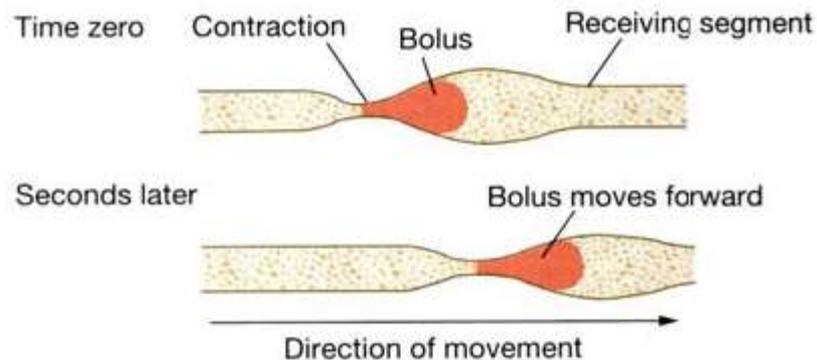
- Contracciones concéntricas que facilitan la mezcla progresiva del contenido intestinal con las secreciones intestinales.

MOVIMIENTOS

– SEGMENTACIÓN: Mezclado y formación del quilo



– PERISTALSIS: Sentido hacia el ano



DEGLUCIÓN: Proceso de tragar

FASES:

-VOLUNTARIA (BOCA)

-Movimientos de la lengua desplazan el bolo hacia la orofaringe (fauces)

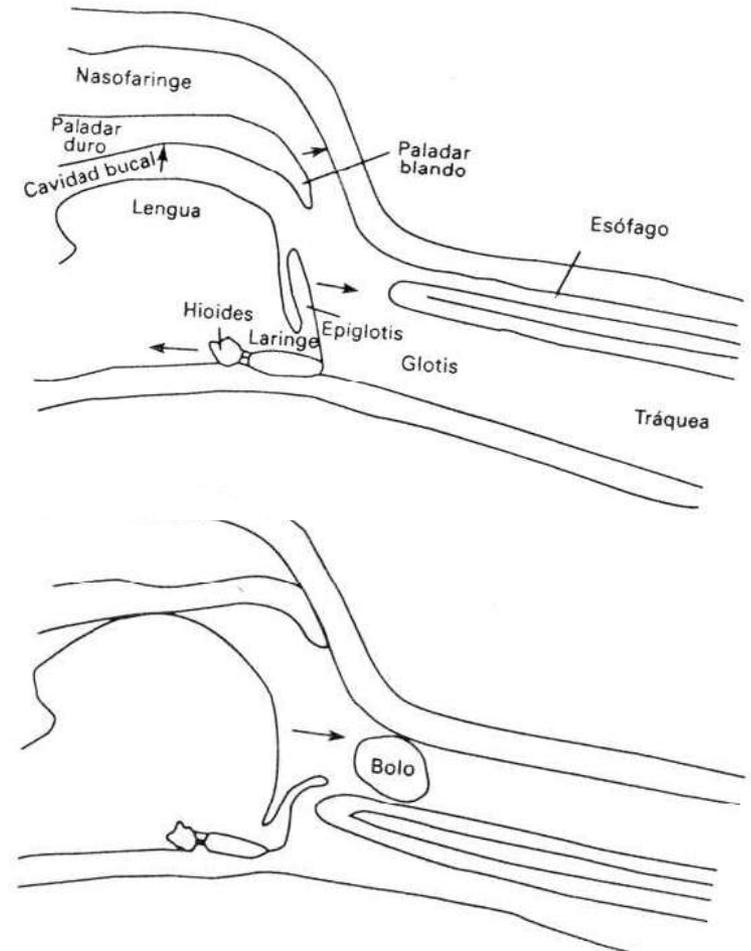
-INVOLUNTARIA REFLEJA (BOCA-FARINGE)

-Receptores sensoriales detectan la presencia del bolo en la orofaringe.

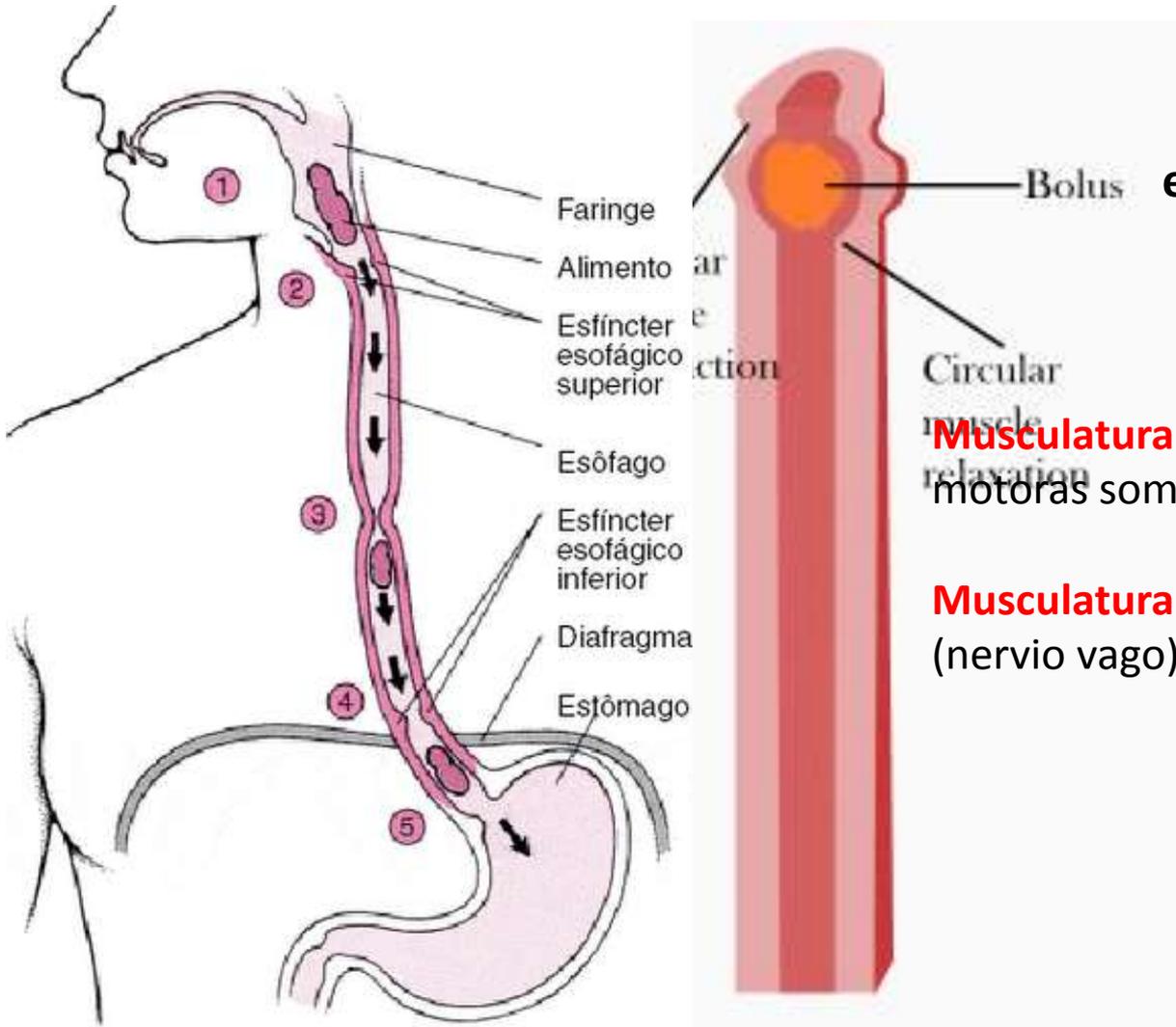
-Se interrumpe la respiración por mecanismo reflejo, se cierra la laringe.

-INVOLUNTARIA REFLEJA (ESÓFAGO-ESTÓMAGO)

-Peristaltismo reflejo del esófago.



PERISTALTISMO



Movimiento basado en la contracción y posterior relajación de la capa muscular circular

Musculatura estriada: inervada por neuronas motoras somáticas.

Musculatura lisa: sistema nervioso autónomo (nervio vago) y sistema nervioso entérico.

Cuando alcanza el esfínter gástrico éste se abre y permite el paso del alimento al interior del estómago.

MOTILIDAD GÁSTRICA

CONTROL NERVIOSO

NERVIO VAGO

SISTEMA ENTERICO

CONTROL ENDOCRINO

GASTRINA ↑

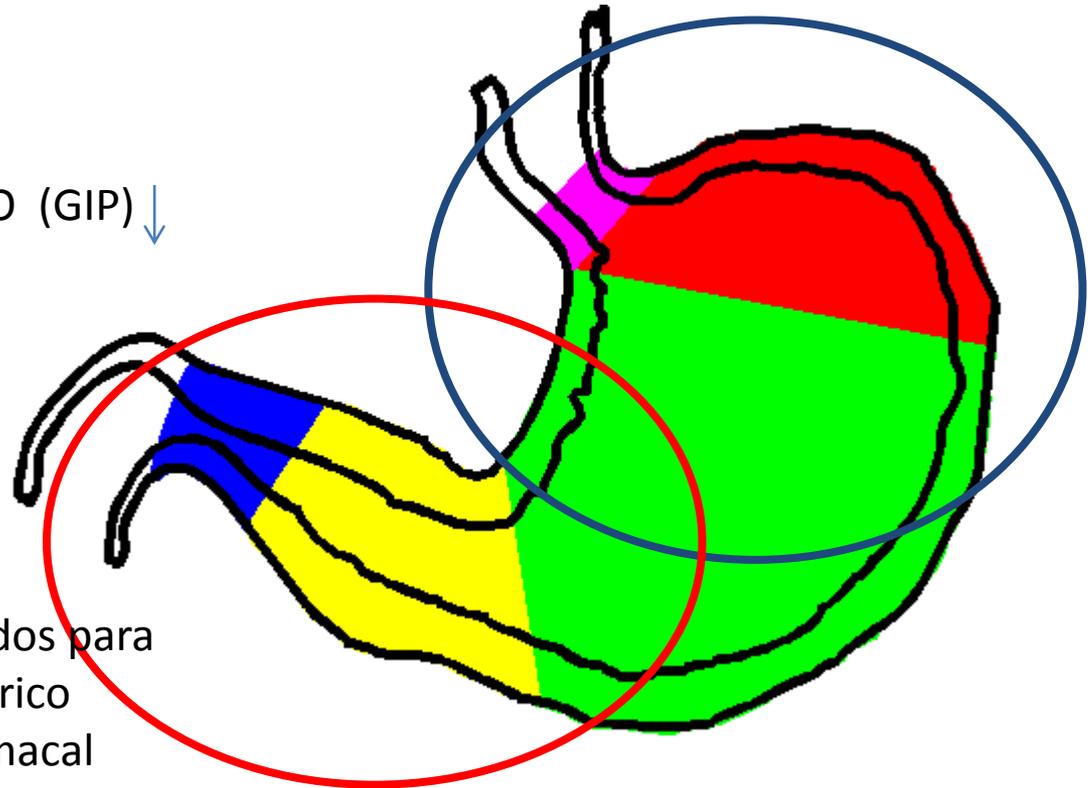
SECRETINA ↓

COLECISTOCININA (CCK) ↓

PÉPTIDO INHIBIDOR GÁSTRICO (GIP) ↓

PROXIMAL

Reservorio de los alimentos
RELAJACIÓN DE ADAPTACIÓN
(reducción de las contracciones)



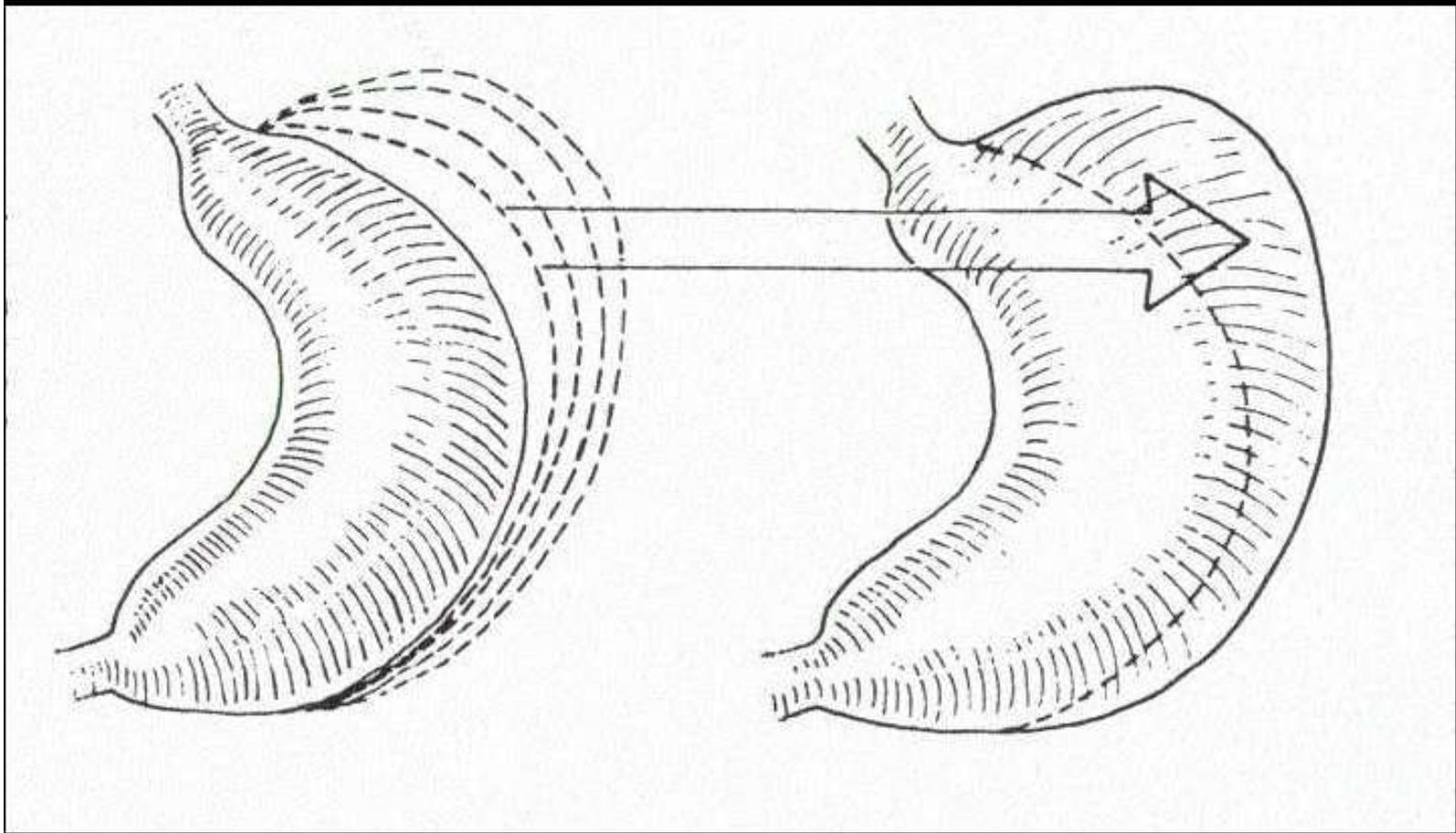
DISTAL

Trituración y la mezcla de los sólidos para convertirlos en el quimo gástrico producto de la digestión estomacal (aumento de las contracciones)

TIPOS DE MOTILIDAD GÁSTRICA

- MEZCLADO DE LOS ALIMENTOS
 - Capas
- VACIADO GASTRICO: Reflejo enterogástrico
 - Durante la digestión según tipo de alimento, tamaño de las partículas y composición del alimento
- COMPLEJO DE MOTILIDAD INTERDIGESTIVO (AYUNO)
 - Para el vaciado de partículas de gran tamaño.

Reflejo de relajación de las fibras lisas por adaptación de la zona proximal del estómago

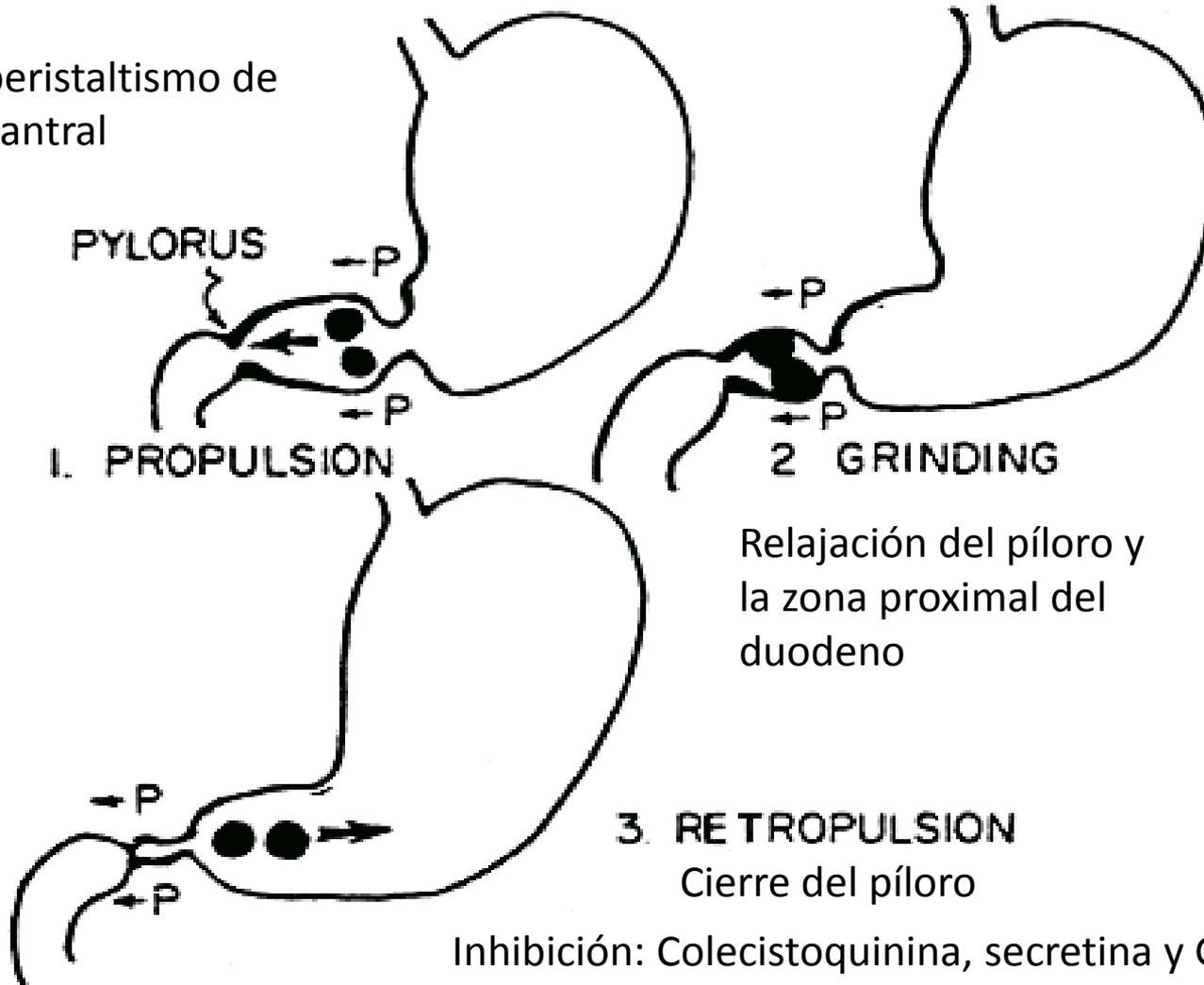


(Cunningham, 2003)

REFLEJO ENTEROGÁSTRICO

Vaciar el contenido gástrico al duodeno a una velocidad controlada

Fuerte peristaltismo de la zona antral



Mezcla del alimento: Ondas de contracción desde la región fúndica hacia el píloro (gastrina)

ACTIVIDAD SECRETORA DEL ESTOMAGO

- **FASE CEFALICA:** Secreciones liberadas antes de que la comida llegue al estómago (reflejos en los que interviene la mucosa oral, la vista, el olor y los reflejos condicionados).
- **FASE GÁSTRICA:** Secreciones con presencia del alimentos.
 - Neurohormonal:
 - Distensión: HCl y pepsina
 - Sustancias químicas (proteína): Gastrina (estimula HCl)
 - La acumulación de ácidos en el estómago, la presencia de grasas y de azúcares, inhiben la producción de gastrina, y por tanto, de más ácido.
- **FASE DUODENAL:**
 - Hormonal
 - . Presencia de HCl y quimo en el duodeno, provoca la secreción de secretina (se inhibe la motilidad y se estimula la secreción de pepsina).

MOTILIDAD EN RUMIANTES...

RUMIANTES: Pre estómagos

- Mucosa de los pre estómagos es un epitelio plano estratificado queratinizado aglandular (mucosa esofágica).
- Submucosa: tejido conjuntivo laxo con una rica red vascular y plexos nerviosos (plexo submucoso o de Meissner).
- Muscular: plexo mientérico o de Auerbach.

INERVACIÓN PARASIMPÁTICA: NERVIO VAGO

GOTERA ESOFAGICA

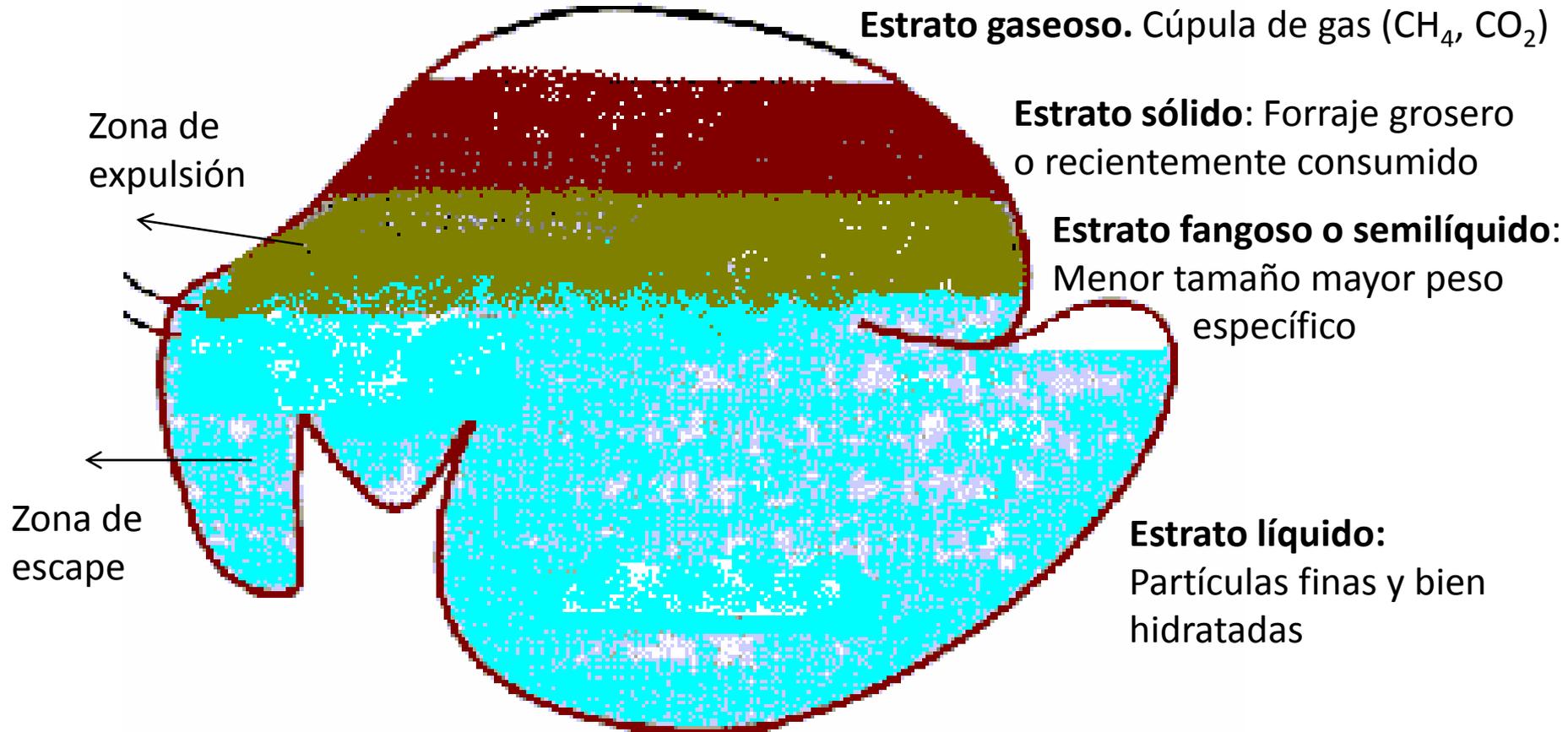
- Primer año de vida: pre-rumiantes
 - Los rumiantes son fisiológicamente no rumiantes
 - Los pre estómagos se encuentran en proceso de desarrollo
 - Colonización de microorganismos no establecido
- Leche en rumen descomposición. Abomaso RENINA (coagulación de la leche)
- Alternativa: **Gotera esofágica** (canal del orificio esofágico al omaso)
 - Succión provoca el arco reflejo de contracción muscular

AMBIENTE RUMINAL EN EL ADULTO

REQUIERE:

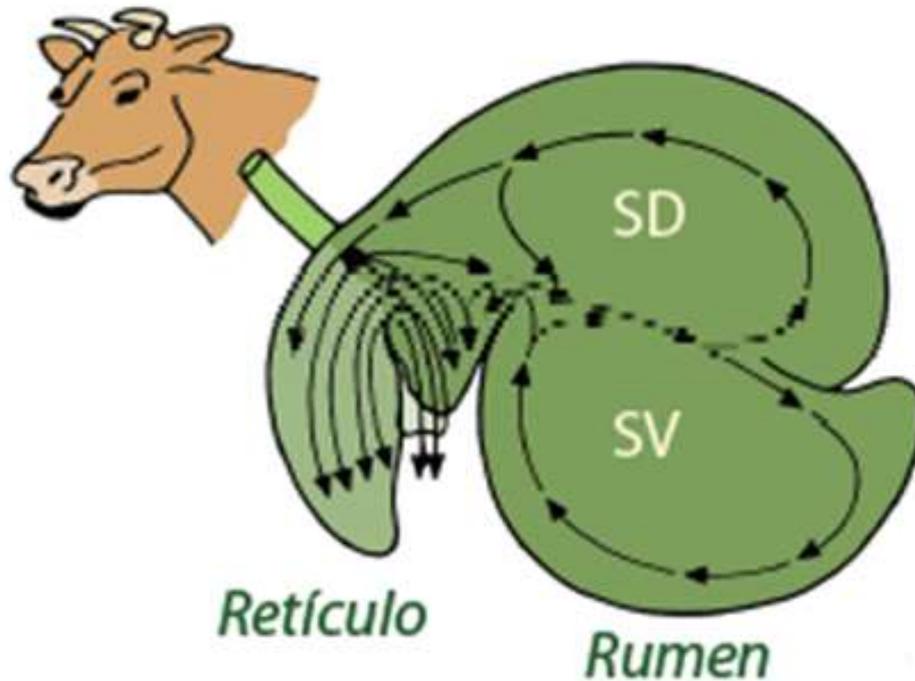
- *Aporte de nutrientes para los microorganismos.*
- *Anaerobiosis.*
- *pH: 5,5 a 6,9.*
- *Temperatura: 38 y 42 °C.*
- *Fácil acceso del microorganismo al alimento (solubilizados en el medio líquido: trituración)*
- *Eliminación de los productos de desecho del metabolismo ruminal:*
 - *AGV: absorción ruminal*
 - *Metano: eructo*
 - *Alimento soluble y microorganismos: 10-24 h de retención.*
 - *Alimento no digerido: 30-50 horas de retención*

ESTRATIFICACIÓN DE LOS CONTENIDOS EN EL RUMEN

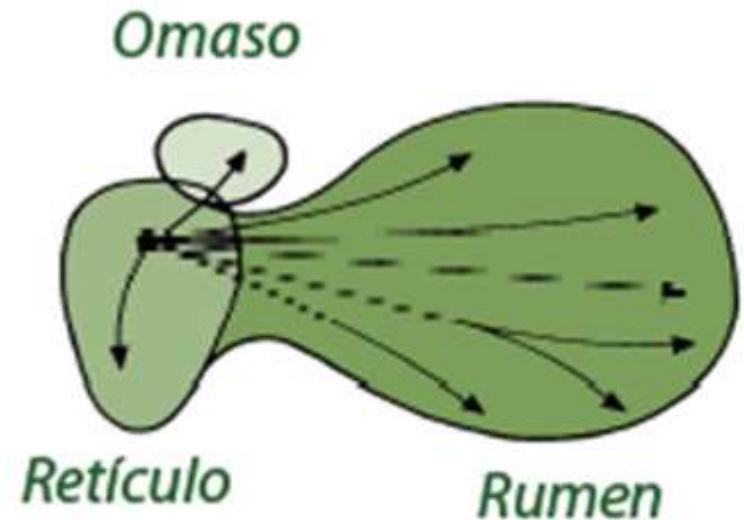


Flujo de la digesta en el retículo-rumen

Vista lateral



Vista dorsal



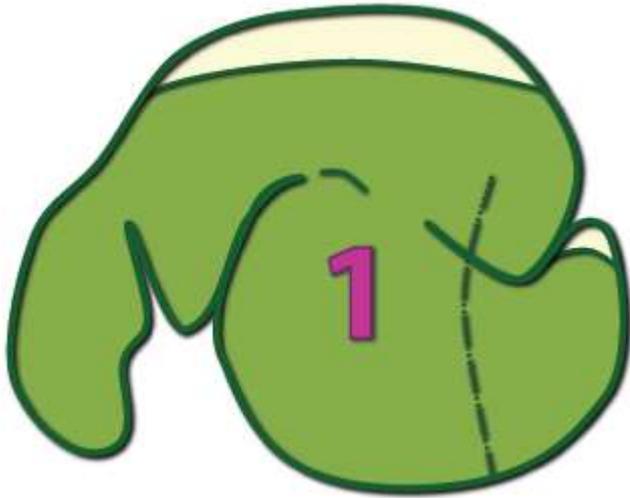
SD = Saco Dorsal
SV = Saco Ventral

MOTILIDAD RETÍCULO-RUMINAL

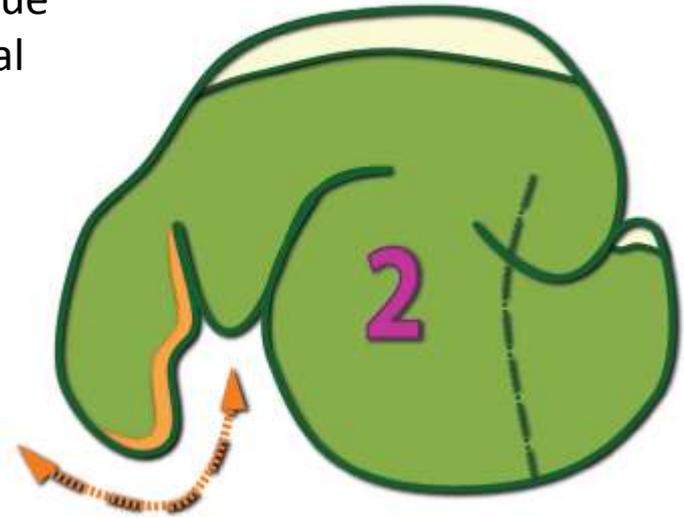
- Mezcla y avance (ciclo rumino-reticular simple: **contracción primaria o de mezcla**)
 - Facilita el contacto entre el alimento y los microorganismos, promueve la absorción de AGV y ayuda a la fragmentación del alimento.
 - Salida de las fracciones con elevado tiempo de retención en el rumen
- Eructación (ciclo rumino-reticular compuesto: **contracción secundaria o eructiva**)
 - Expulsión de gases
 - LAS SECUNDARIAS SIGUEN A LAS PRIMARIAS PERO NO SIEMPRE
 - LOS CICLOS SE REPITEN CADA 50-70 SEGUNDOS (± 1440 VECES/DÍA)
- Rumia
 - Selección del alimento del extracto semi líquido

CONTRACCIÓN PRIMARIA

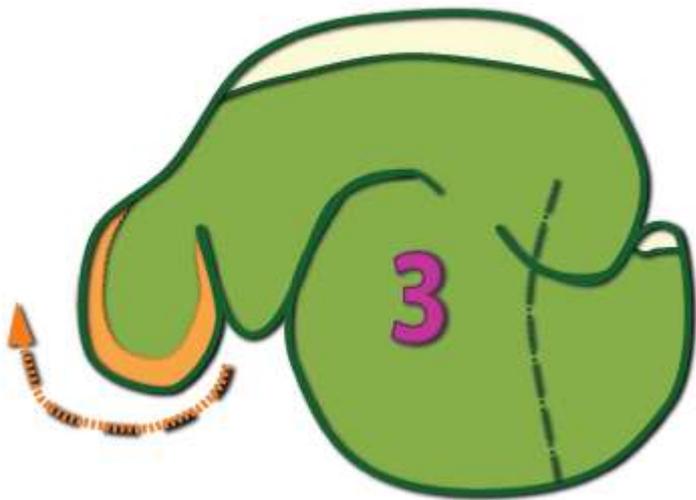
Reposo



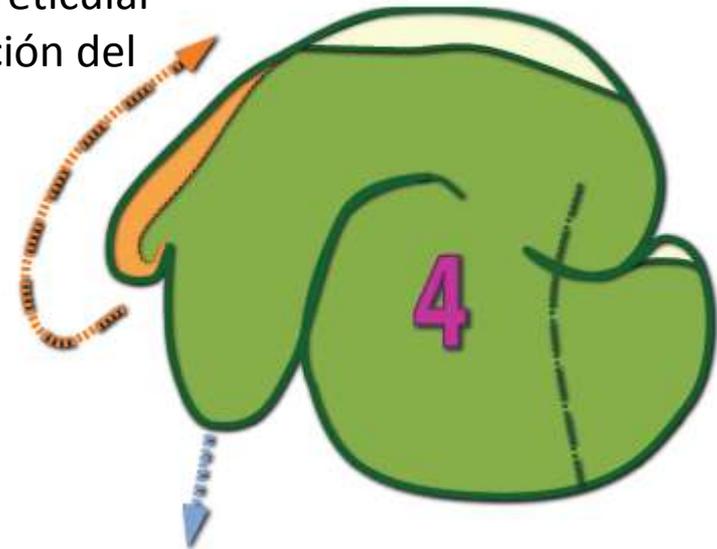
Elevación pliegue retículo-ruminal



Contracción reticular

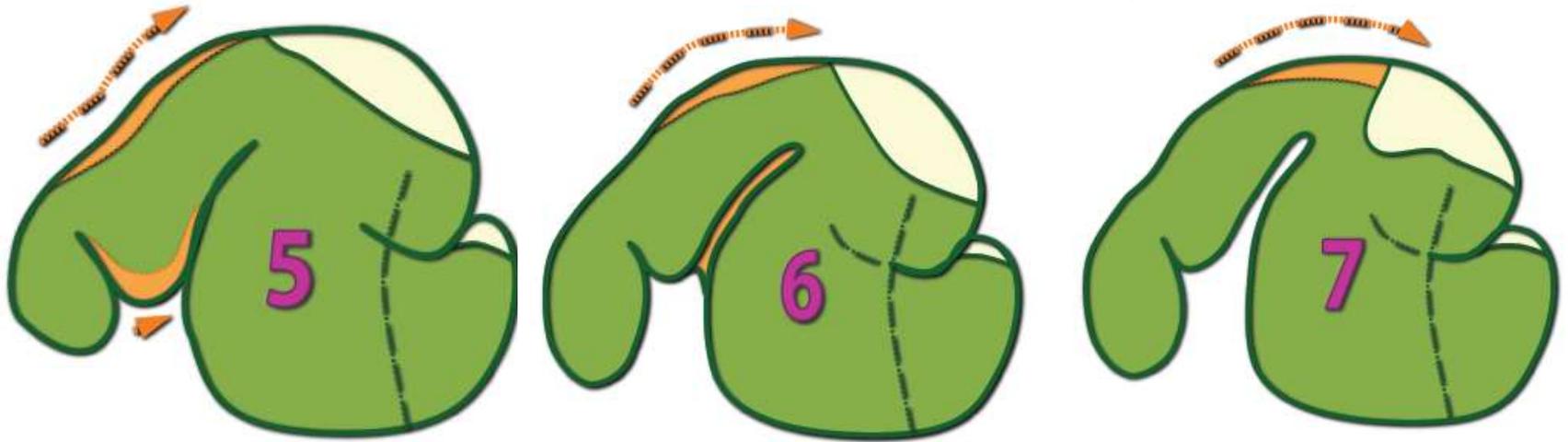


Contracción reticular con la relajación del saco craneal

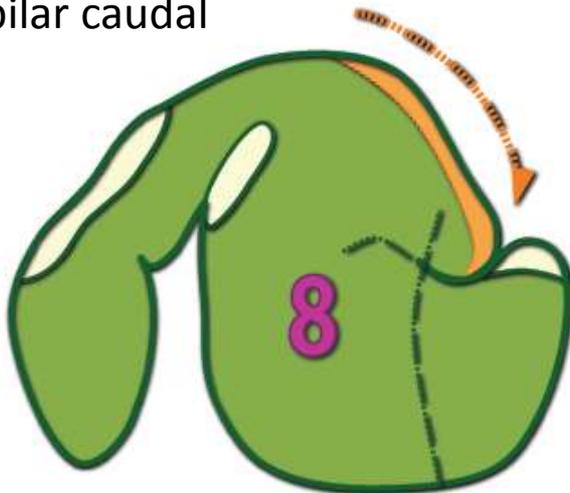


CONTRACCIÓN PRIMARIA

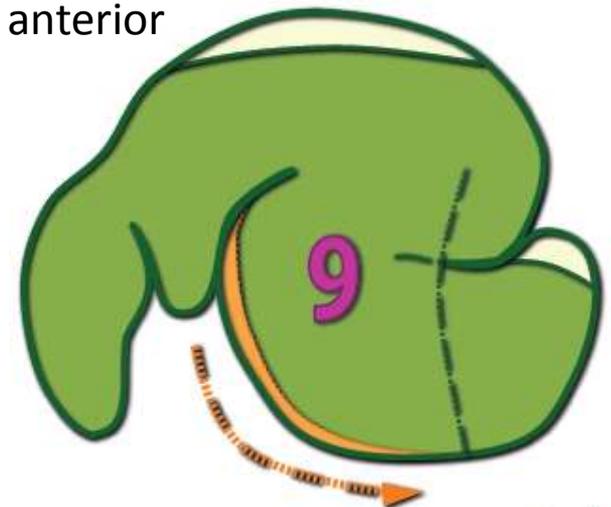
Contracción saco craneal seguido de la contracción pilar craneal y saco dorsal



Contracción saco ciego dorsal y pilar caudal

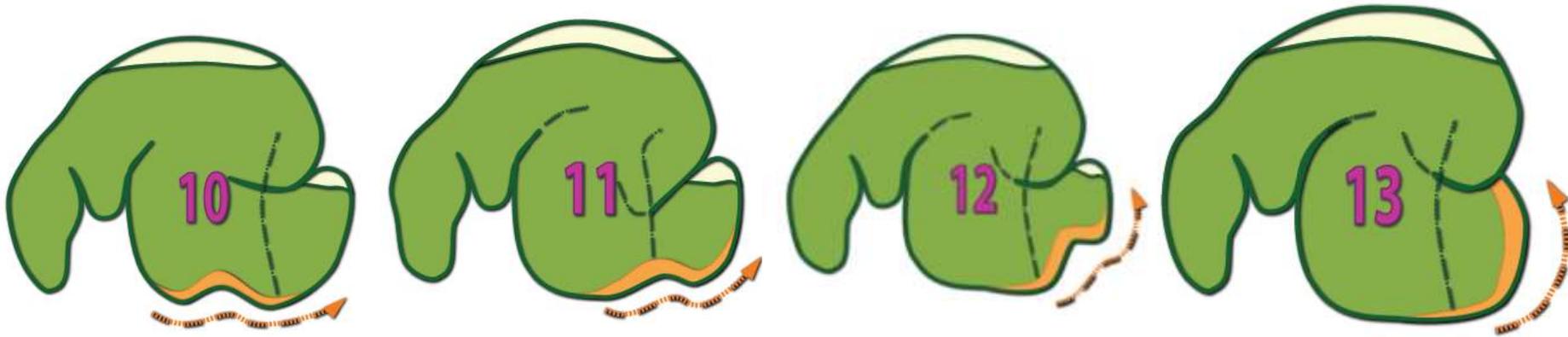


Contracción del pilar longitudinal y parte anterior del saco ventral

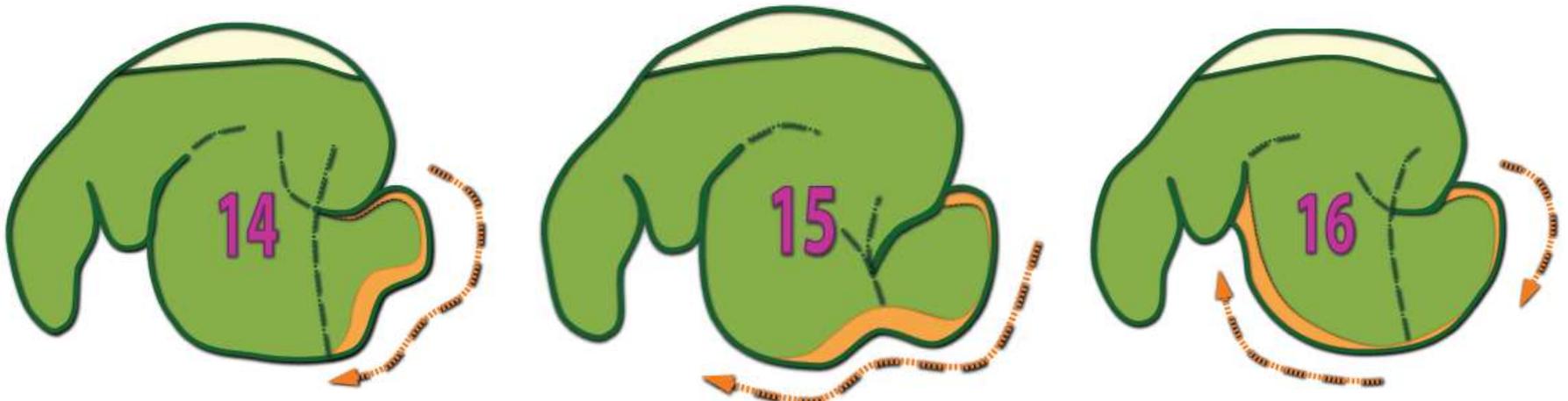


CONTRACCIÓN PRIMARIA

Onda en sentido caudal del saco ventral hasta el saco ciego ventral



Migración de la contracción del saco ventral en sentido craneal
(sin contracción secundaria)

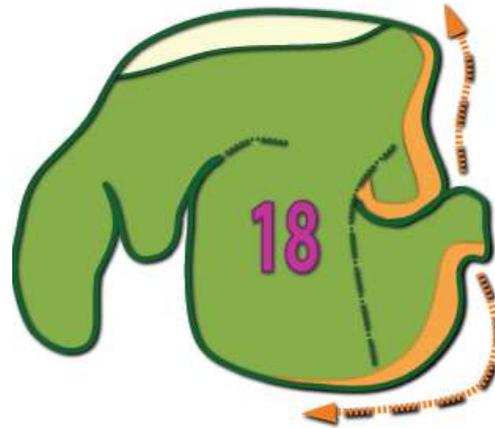


CONTRACCIÓN SECUNDARIA

Contracción del saco ciego ventral y pilar caudal

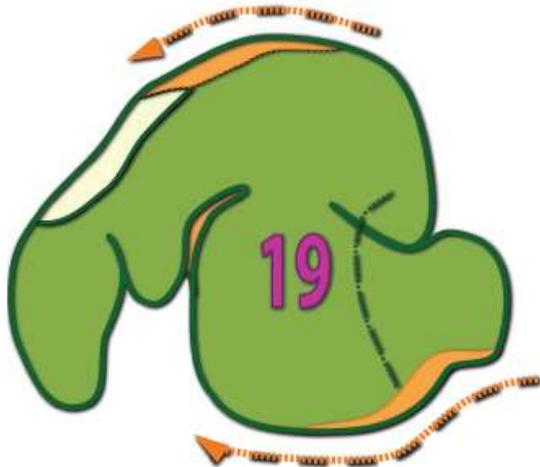


Contracción del pilar caudal y saco ciego dorsal que empuja hacia adelante la cúpula de gas .

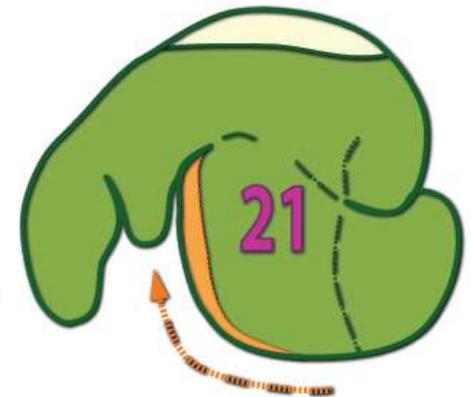
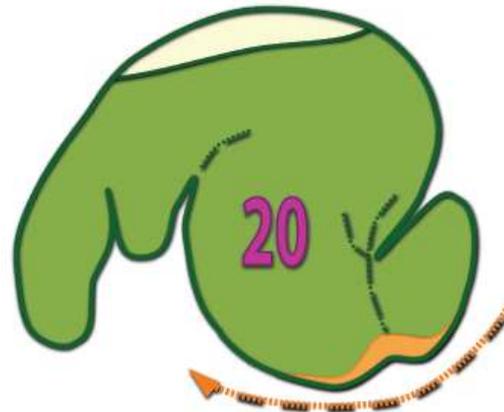


Comienzo de la contracción de la parte posterior del saco ciego ventral.

Contracción avanza rápidamente hacia Adelante a través del saco dorsal. **ERUCTO**



Migración de la contracción del saco ventral en sentido craneal. Finaliza el ciclo.



RESUMEN MOTILIDAD RETÍCULO-RUMINAL



RUMIA

***Ruminare* = masticar de nuevo**

- Forma controlada de vómito.
- Permite re masticación pausada y nueva deglución de sólidos.
- Hasta 8 horas del día dependiendo de la dieta.
- Precede a la contracción bifásica

FASES DE LA RUMIA

1) Regurgitación ingesta desde retículo-rumen

- Inspiración a glotis cerrada
- Apertura del cardias
- Contracción parcial del retículo
- Aspiración del contenido ruminal por diferencia de presión.
- Ondas antiperistálticas del esófago.
- Deglución del exceso de material regurgitado

2) Remasticación de la parte sólida (40-60 segundos)

3) Reinsalivación

4) Redeglución

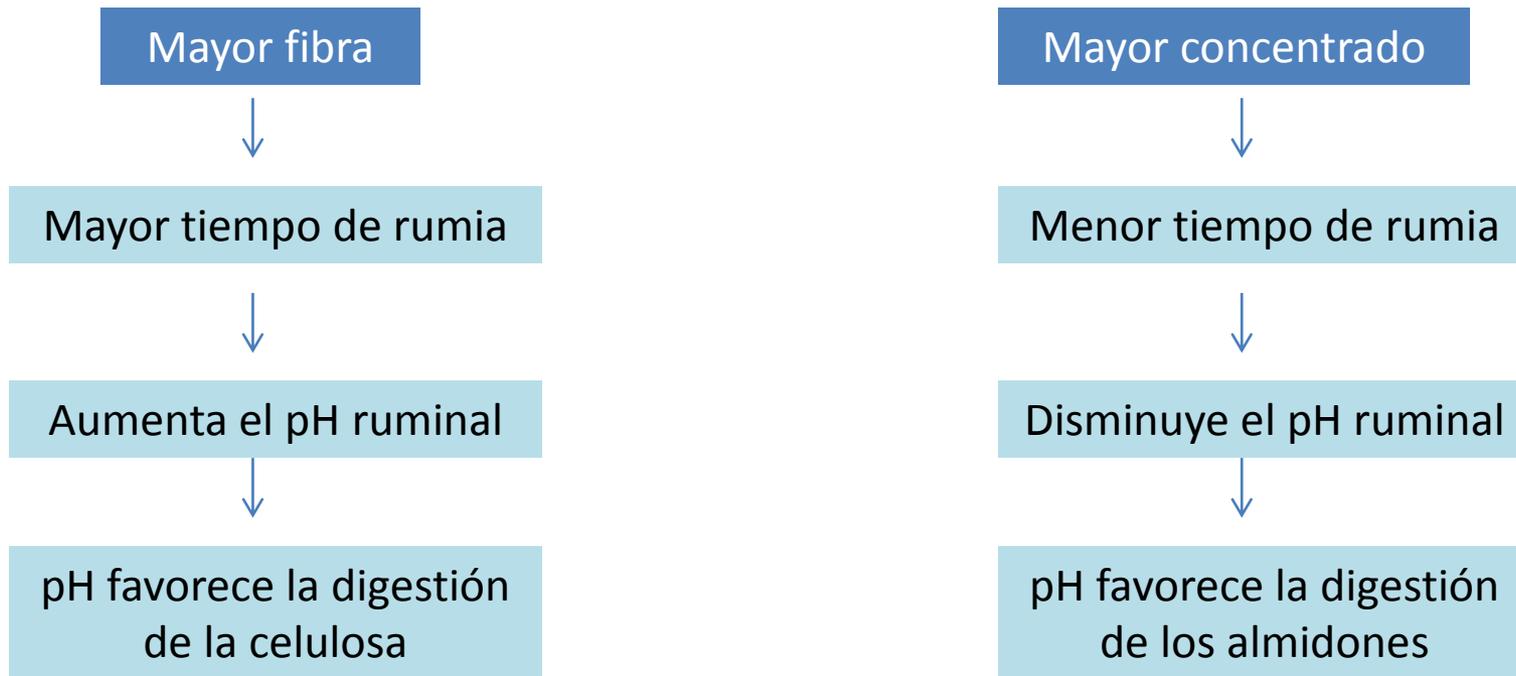
Estímulo: receptores nerviosos táctiles en las cercanías del cardias

IMPORTANCIA DE LA RUMIA ¿?

- Disminuir tamaño de la partícula
- Aumentar el peso específico de los forrajes
- Romper cubiertas impenetrables de los vegetales
- Aumentar superficie del forraje accesible para que los microorganismos se fijen para realizar el proceso digestivo
- Aporte de saliva al rumen.

Regulación del pH ruminal

- Saliva 100-180 litros/día y pH 8,1 – 8,3



Movimientos del intestino delgado:

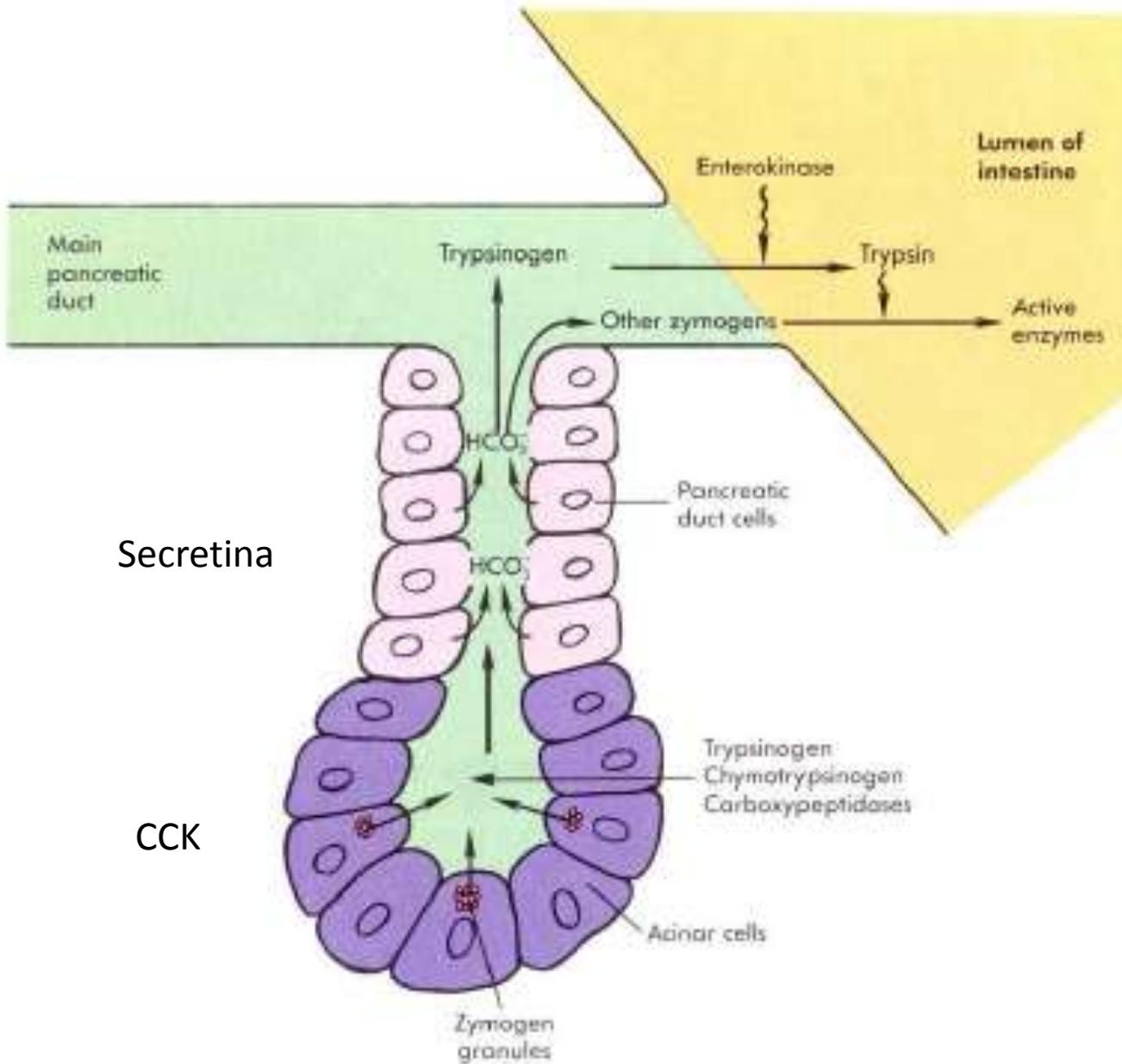
- Segmentación** (varias veces por minuto dependiendo de la consistencia de la dieta). Función: Formar el quilo.
- Peristálticos y antiperistálticos:** movimientos reflejos.

Control de la secreción del intestino delgado

El jugo intestinal se elabora en las Criptas de Lieberkühn, diseminada por toda la superficie interna del intestino delgado, y el moco es secretado por las glándulas de Brunner (glándulas duodenales): **secreciones se estimulan por la presencia del alimento en el intestino (estímulo mecánico) y por productos de la hidrólisis de los alimentos, HCl, presencia de jugo pancreático (estímulo químico).**

Control de la secreción exocrina del páncreas:

- 1. Estímulo** del sistema nervioso parasimpático (nervio vago) e intrínseco: ambos vía acetilcolina.
- 2. Hormonas:** Colecistocinina (CCK: producción enzimática) y Secretina (producción de bicarbonato) por las células duodenales.
- 3. Fases:**
 - 1. Cefálica:** Estímulos visuales, gustativos y olfativos (nervio vago)
 - 2. Gástrica:** Mecanoreceptores de la distensión
 - 3. Intestinal:**
 - Presencia del quimo gástrico (receptores de distensión), presencia de péptidos y grasa receptores químicos): Favorecen la secreción de CCK (enzimas)
 - pH reducido del quimo: Favorecen la secreción de secretina (bicarbonato).



ESQUEMA DEL PROCESO DE SECRECIÓN PANCREÁTICA

Control de la secreción biliar:

- Continua en especies que no contienen vesícula biliar (caballo).
- Prácticamente continua: cerdos y rumiantes
- Sólo en periodos digestivos (carnívoros)

1. Secreción:

Nervio vago

Fase Intestinal: Mecanoreceptores de la distensión y presencia de grasa en el duodeno: Favorecen la secreción de CCK (provoca relajación del colédoco y la contracción de la vesícula biliar) y la secreción de secretina (agua y electrolitos biliares).

2. Circulación enterohepática:

Las sales biliares son reabsorbidas en el ileón y llevadas por la circulación portal al hígado. Por retroalimentación positiva, el hígado produce más bilis.

Movimientos del intestino grueso:

-Mezcladores (segmentación y pendulares).

Estimulados por la ingestión y la motilidad del íleon.

Apertura del esfínter ileocecal: presión del contenido del ciego.

-Propulsores: movimientos en masa estimulados por reflejos duodenales y gastrocecales.

- **Recto:** Se dilata por acumulación del contenido intestinal. La defecación se produce por la relajación de los esfínteres del ano:

- Interno: involuntario
- Externo: voluntario

ABSORCIÓN

El paso de los nutrientes en particular, desde la luz del intestino (células absorbentes), tiene lugar por transporte pasivo, transporte activo y pinocitosis:

DUODENO

1.- Absorción pasiva: Simple difusión de una sustancia

2.- La absorción activa: Movimientos en dirección contraria: Este proceso requiere energía.

El transporte activo realiza una función importante en la absorción de:

Glucosa

Aminoácidos

Ácidos grasos de cadena corta,

Algunas vitaminas hidrosolubles e iones orgánicos.

3.- Pinocitosis: Rumiantes recién nacidos para permitir la absorción de las inmunoglobulinas del calostro.

- Son transportados por la vena porta hasta el hígado, o por el sistema linfático hasta el corazón.

SISTEMA PORTAL HEPATICO SISTEMA LINFÁTICO

AQUÍ SE PUEDEN PONER UNOS EJEMPLOS::::: ESO ME FALTA!!

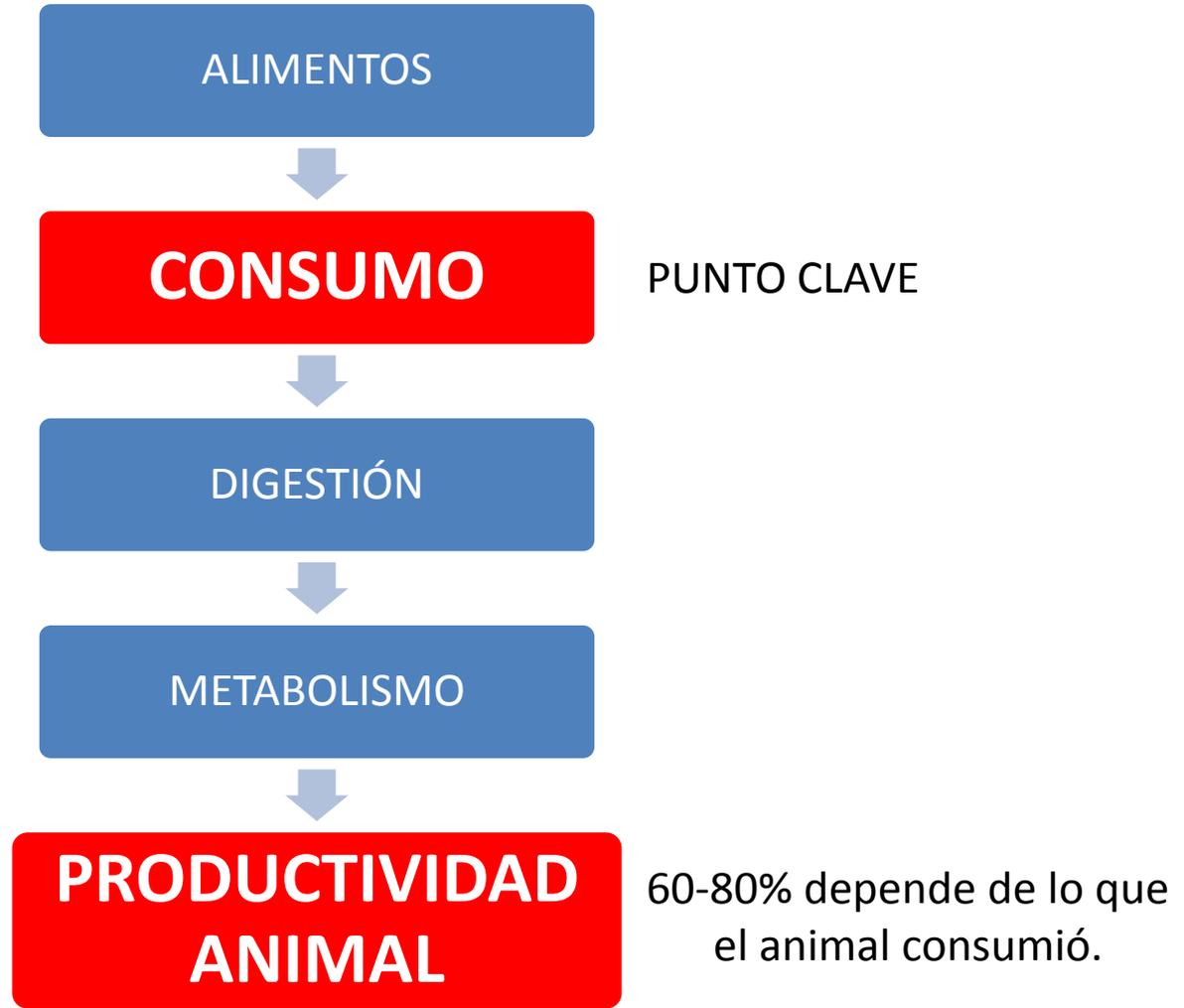
Absorción en el intestino grueso (IG)

- ✓ Las secreciones del IG se componen de un líquido acuoso carente de enzimas, contiene bicarbonato sódico y mucosa.
- ✓ La digestión en el IG tiene lugar gracias a la actividad microbiana.
- ✓ Los AGV producidos a la luz del IG, agua y electrolitos, se absorben a través del epitelio del IG.
- ✓ El IG es muy eficiente en la absorción de agua.

PARTE 3. CONSUMO VOLUNTARIO DE LOS ALIMENTOS EN AVES, CERDOS Y RUMIANTES



EFICIENCIA



CONSUMO DE ALIMENTOS EN LOS ANIMALES



Tejidos → Aporte continuo de nutrientes
Animales → Alternan períodos de
alimentación y ayuno.



Necesidad de depósitos de reserva que se usan
y restituyen constantemente

CONSUMO: TERMINOLOGÍA

- **CONSUMO VOLUNTARIO:** Cantidad de alimento o materia seca consumido durante un periodo de tiempo.
- **CONSUMO POTENCIAL:** Cantidad de alimento requerido para cubrir todos los requerimientos de nutrientes de un animal (Forbes, 1986).
- **HAMBRE:** Deseo o impulso de comer en respuesta a estímulos de corto plazo.

Factores que regulan el consumo de alimentos

. A **corto plazo** (regulan la magnitud de una comida):

- Rumiantes: acetato, propionato, distensión ruminal, pH del fluido ruminal, osmolaridad, AGL plasmáticos, AA plasmáticos.
- No rumiantes: glicemia, distensión TGI.

. A **largo plazo** (regulan el peso corporal del animal):

- . Depósitos grasos (leptina), control hormonal (hormonas tiroideas, insulina, cortisol)

- * Factores externos al proceso neuro-digestivo-metabólico:
Desbalances, enfermedades, ambiente, estrés.
-

Otras definiciones

- **SELECTIVIDAD:** Características de un alimento que indican un consumo preferencial entre subcomponentes de un alimento (hoja vs. tallo).
- **PREFERENCIA:** Aceptabilidad relativa de un alimento cuando se da la posibilidad de elección entre dos o más alimentos. Indicador de palatabilidad (Mertens, 1994).
- **PALATABILIDAD:**
 - Impresión sensorial que el animal recibe del alimento (Forbes, 1986).
 - Características de un alimento que indican su aceptabilidad (asociado a los sentidos). Afecta la preferencia (escogencia entre varios) y la tasa de consumo (Mertens, 1994).

¿Cuál prefieres?



Características especiales de la regulación del consumo en no rumiantes:

- 1. Consumo voluntario adaptado a satisfacer los requerimientos de energía
 - 2. Alta influencia del nivel de glicemia en la regulación del consumo y la saciedad.
 - 3. Poco importante la distensión del TGI
-

Características especiales de la regulación del consumo en rumiantes:

1. Consumo adaptado para satisfacer los requerimientos.
 2. Dietas generalmente de baja densidad energética y por tanto poco efecto del consumo de energía en la regulación del consumo.
 3. Efecto importante de la distensión ruminal y la velocidad de tránsito sobre el consumo.
-

Fases en el consumo de alimentos:

Identificación: Señales tele receptoras (visión y olfato), Vías neuronales y memoria.



Prehensión: Tacto, Gusto y digestión, Interacción social

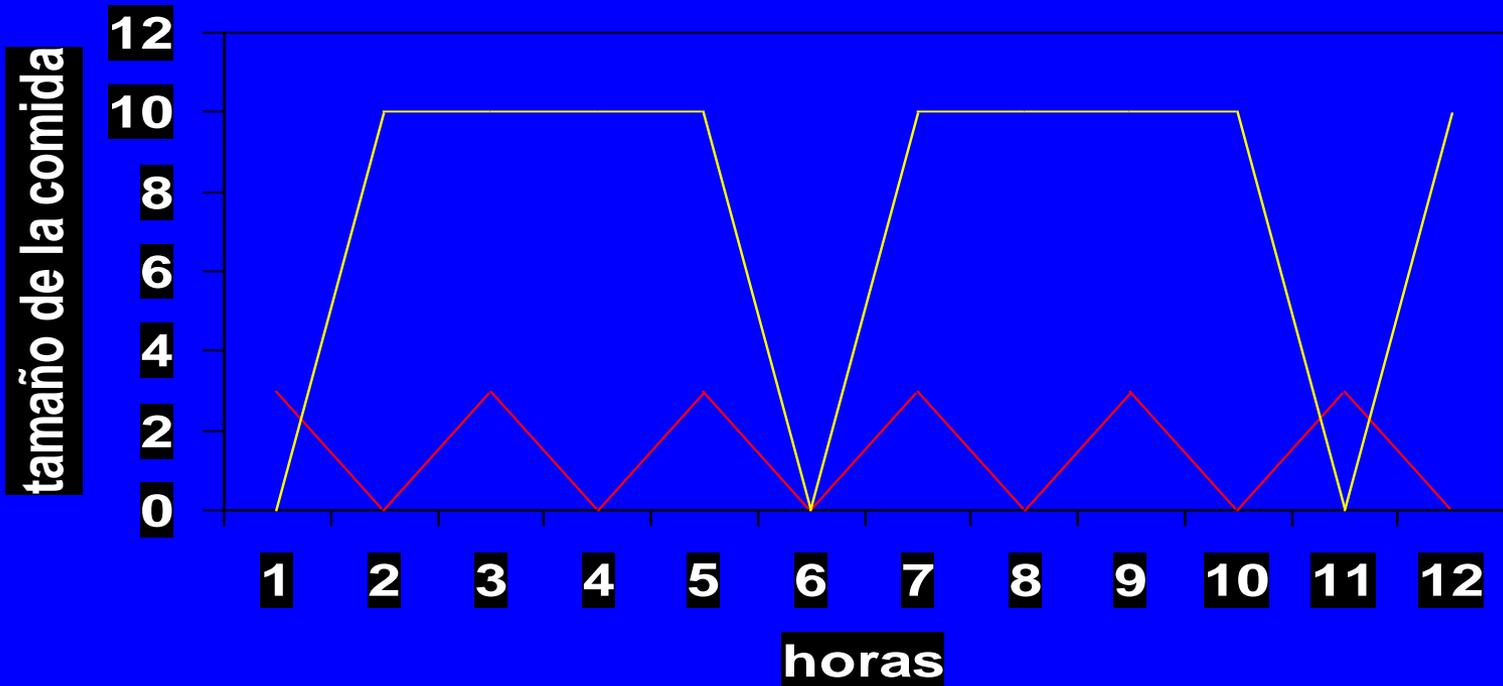


Consumo: Señales metabólicas, Señales postdigestivas, Composición del alimento, Ambiente.

Regulación de la ingesta de alimento:

- Periodicidad prandial
 - Duración del periodo de ayuno previo
 - Magnitud de una comida
 - Sensación de hambre
 - Sensación de saciedad
 - Oferta de alimento
 - Elección visual (aves)
 - Periodo de luz y oscuridad
 - Disponibilidad de agua
 - Tamaño y edad del animal
-

Periodicidad prandial en aves y rumiantes.



Rumiantes: 8 a 12 comidas diarias de 20 a 200 minutos.

Aves: 40 a 50 comidas diarias de 2 a 3 minutos.

Factores que regulan el apetito y la saciedad:

Factores químicos:

- Niveles de glicemia
- Niveles plasmáticos de AGL
- Relación plasmática triptófano-tirosina

Factores físicos:

- Distensión del TGI (buche en aves, estómago del cerdo, saco ventral del rumen, pared del retículo)
- Vaciado (velocidad de tránsito)

Factores relacionados:

Nivel de glucógeno hepático

Relación lipogénesis diurna- lipólisis nocturna

Glucosa en depósito intestinal

Palatabilidad

Relación de efectos físicos y químicos sobre el consumo en rumiantes

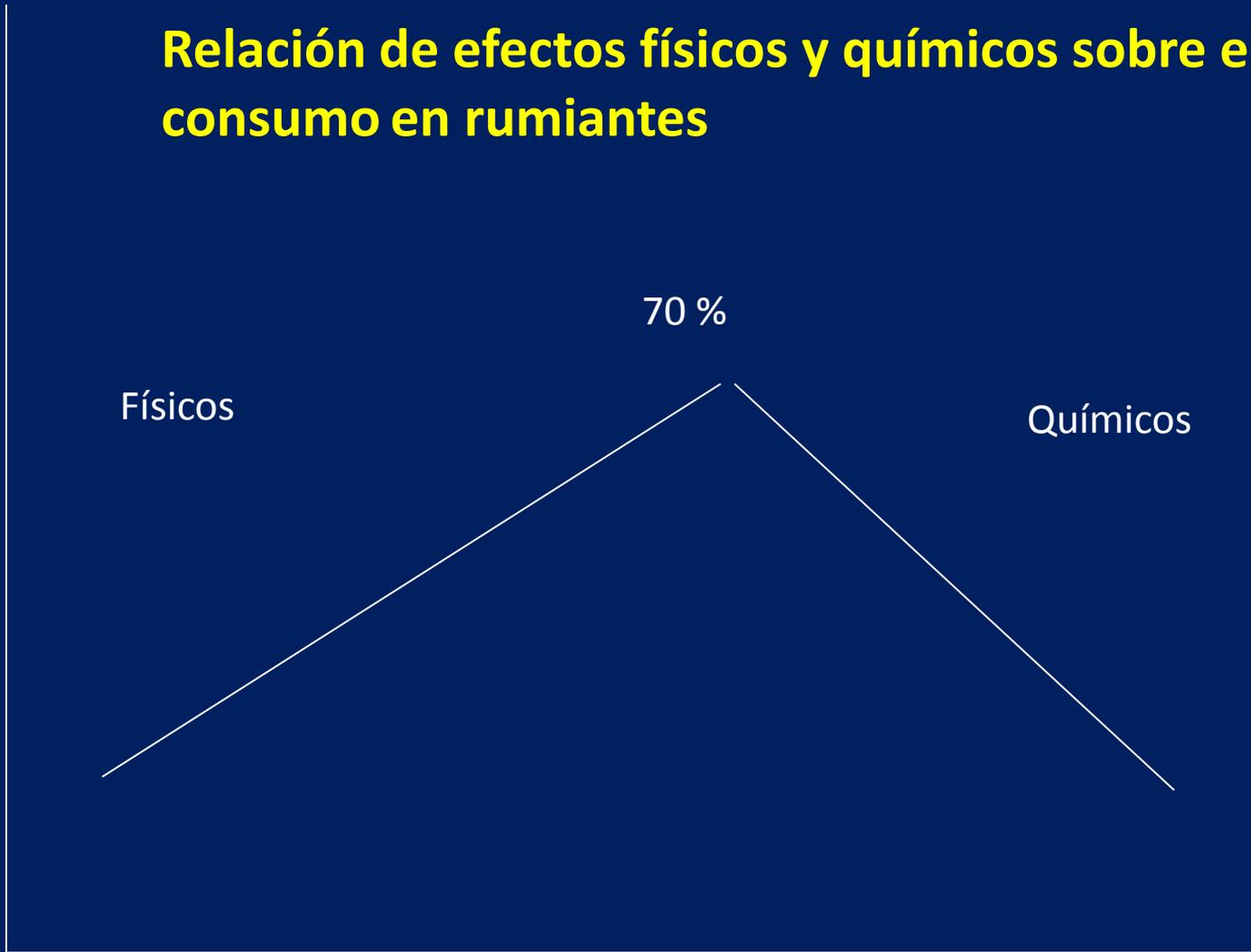
Consumo de materia seca

Físicos

70 %

Químicos

Digestibilidad de la materia seca



Papel del hipotálamo en la regulación del consumo de alimentos

Quimio-receptores, Mecano-receptores, Osmo-receptores



Hipotálamo lateral:

Centro de apetito

Hipotálamo ventromedial:

Centro de saciedad



Control motor del acto de comer

Ritmo de alimentación

Control neuroendocrino

PARTE 4. DIGESTIBILIDAD Y DEGRADABILIDAD



DIGESTIBILIDAD

- Se define como la proporción de la materia seca consumida que no aparece en las heces.
- Fracción de un nutriente ingerido que es **absorbido** por el animal, o sea, que no es **excretado**.
- Mide el aprovechamiento de un alimento: Facilidad con que es convertido en el aparato digestivo en sustancias útiles para la nutrición (**Cualitativo**).
- Es un indicador del valor nutritivo de un alimento.
- Comprende dos procesos:
 - Digestión
 - Absorción

$$\text{Digestibilidad} : \frac{\text{consumo} - \text{heces}}{\text{consumo}} \times 100$$

Menos es excretado, más es digerido
Más es excretado, menos es digerido

¿A que le puedo medir
la digestibilidad?



Materia seca
Materia orgánica
Proteína
Fibra (FC,FDN, FDA)
Aminoácidos
Ácidos grasos

TODOS EN BASE SECA

TIPOS DE DIGESTIBILIDAD *IN VIVO*

- DIGESTIBILIDAD APARENTE

$$\text{Aparente} = \frac{(\text{MS alimento} - \text{MS heces}) * 100}{(\text{MS alimento})}$$

- DIGESTIBILIDAD VERDADERA

$$\text{Real} = \frac{(\text{MS alim} - \text{MS heces de origen alimentario}) * 100}{(\text{MS alimento})}$$

MS (fracción) en heces:

- MS (o fracción) de origen alimentario
- MS (o fracción) de origen microbiana
- MS (o fracción) de origen endógeno

¿QUE FRACCIÓN SERÁ MAYOR?
¿La aparente o la verdadera?

TIPOS DE DIGESTIBILIDAD SEGÚN EL SITIO DE EVALUACIÓN

- *In vitro*
- *In vivo*
 - . EN AVES Y CERDOS
 - Fecal o total: aparente o verdadera
 - Duodenal
 - Ileal: aparente o verdadera
 - . EN RUMIANTES
 - *In situ*: degradabilidad ruminal

Digestibilidad fecal en aves

Técnica de Sibbald (1979)

Utiliza **gallos adultos forzados a consumir** una cantidad dada del ingrediente bajo estudio luego de un período de ayuno (40 g).

Los puntos débiles de este método:

Aves adultas, ingestión forzada, sólo el ingrediente dado en lugar de una dieta completa, ayuno antes y después de la ingestión, todo lo cual afecta la fisiología digestiva y funcionamiento normal del intestino.



Un método alternativo en aves: la digestibilidad ileal de AA

- En 1999, Ravindran y Bryden presentaron un método alternativo que supera las limitaciones del método de Sibbald: determinación de la digestibilidad ileal, en la cual pollos en crecimiento reciben *ad libitum* una dieta experimental incluyendo el ingrediente bajo estudio como la única fuente de AA.
- Luego las aves son sacrificadas y se recolecta la digesta de la última porción del intestino delgado (íleon terminal) para determinar su contenido de AA.
- De esta forma, se evitan los errores por el aporte de AA de la orina o de la fermentación del intestino grueso.

Metodología usada para evaluación de digestibilidad fecal e ileal en cerdos

- ✓ Cerdos híbridos.
- ✓ Machos castrados de entre 35 y 65 kg de peso.
- ✓ Se utilizan jaulas de metabolismo.
 - Comedero y bebedero individual
 - Bandeja de recolección de excretas
 - Bandeja de recolección de orina
- ✓ A los animales se les ofrece dieta ($0.08 \text{ kg MS/kg}^{0.75}$) en dos raciones iguales a las 9:00 y las 15:00 horas respectivamente.
- ✓ La recogida total de heces fecales y orina es de cinco días, luego de adaptación de cinco días.

Principal diferencia en el protocolo, entre digestibilidad fecal, íleo-fecal e ileal

CANULACIÓN



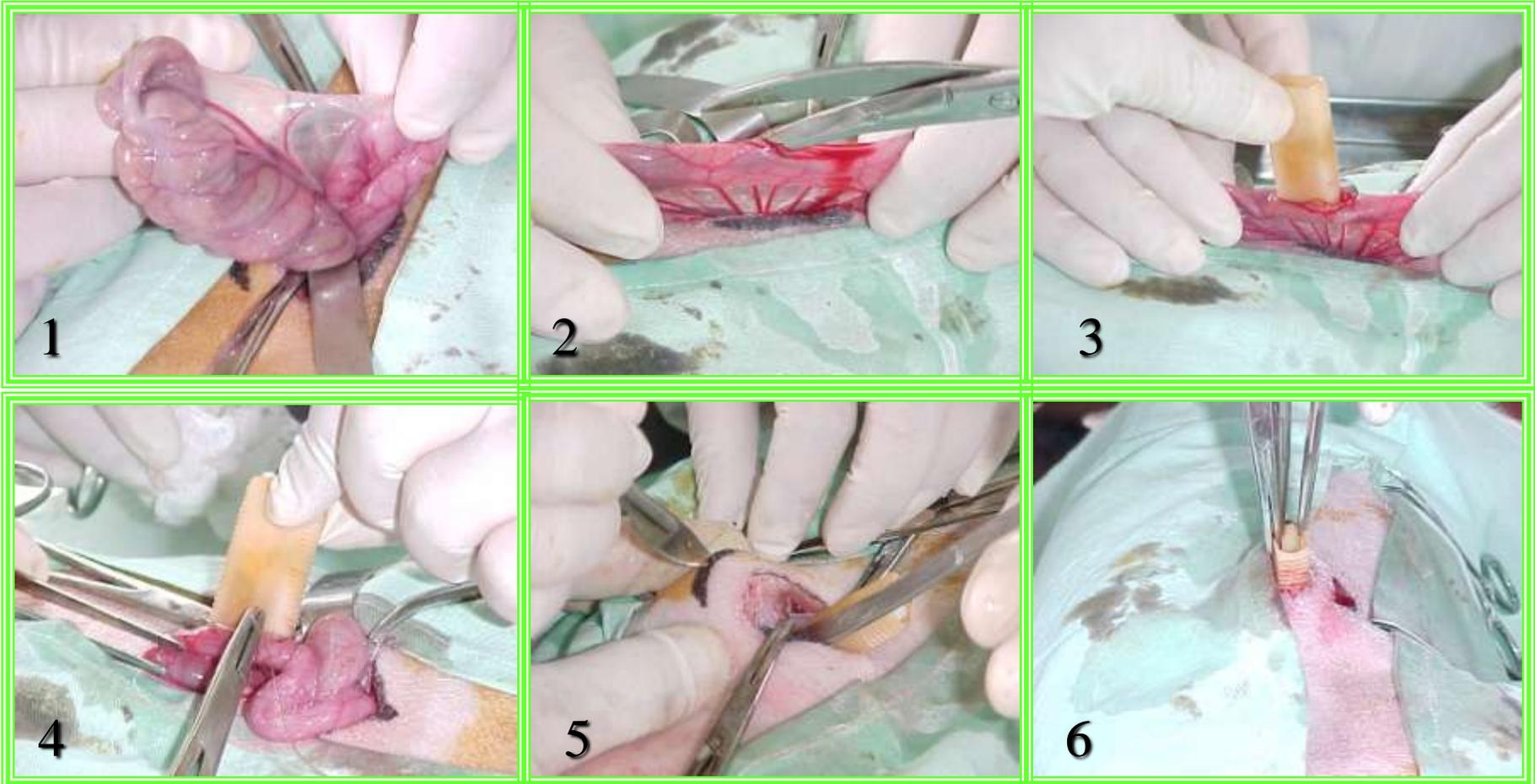
JAUHAS DE DIGESTIBILIDAD USADAS EN CERDOS





CIRUGIA EXPERIMENTAL

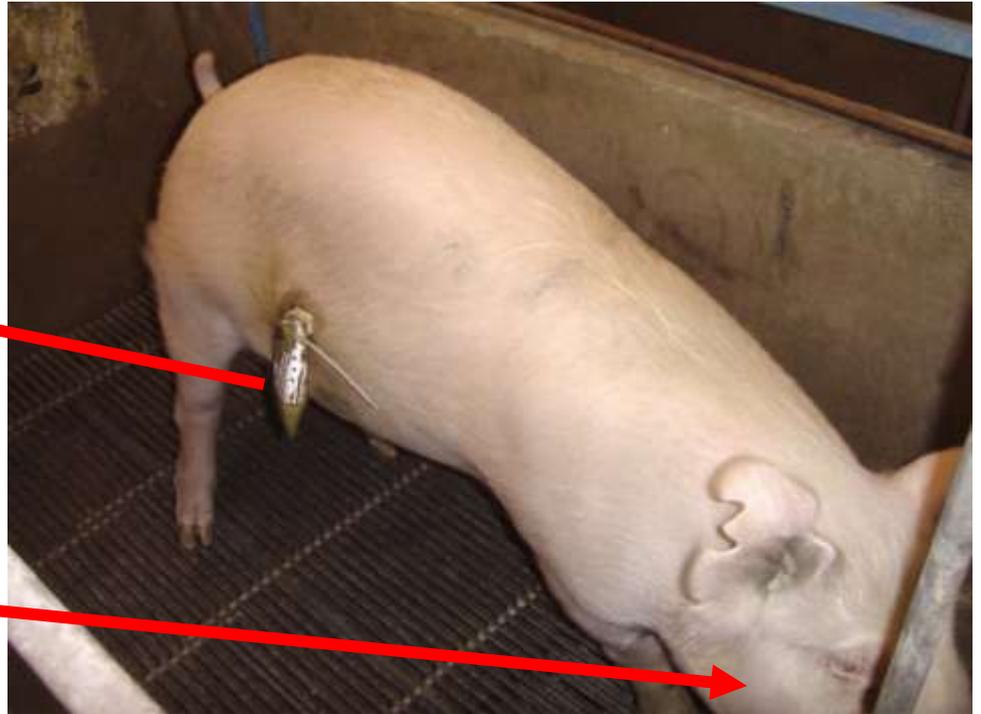
1) Localización del íleon 2) Apertura 3) Implantación 4) Sutura de la cánula en íleon 5) Apertura de la piel 6) Exteriorización de la cánula.



Digestibilidad Ileal Aparente

3 g Lisina

20 g Lisina



Digestibilidad Ileal Lisina: $(20-3)/20 \times 100 = 85\%$

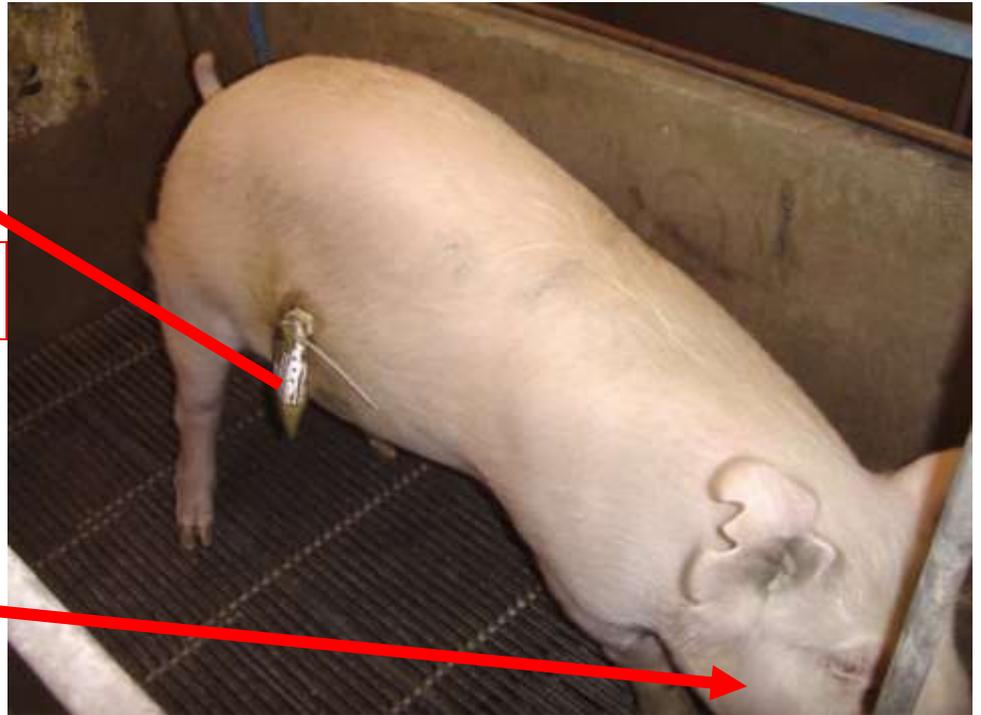
Digestibilidad Ileal Verdadera

3 g Lisina

1g Basal Lisina
Endógeno

2 g Alim. Lisina

20 g Lis



Aparente: $(20-3)/20 \times 100 = 85\%$

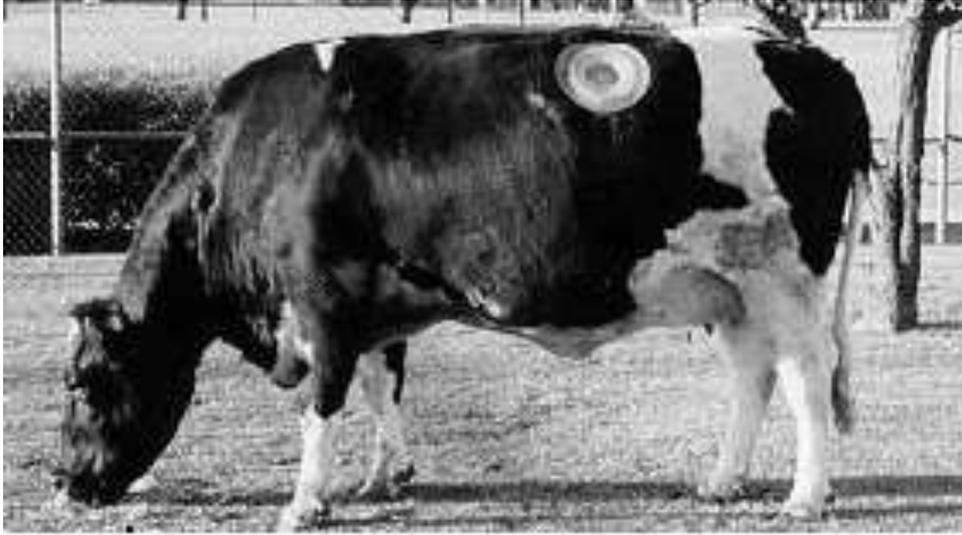
Verdadera: $[20 - (3 - 1)]/20 \times 100 = 90\%$

Digestibilidad ileal y total. Pros y contras

	Digestibilidad ileal	Digestibilidad total
Laboriosidad	Sí (Cirugía)	No (Fácil de hacer)
Costo	Cara	Barata
¿Qué mide?	Fin de la fase hidrolítica	Fase hidrolítica y fermentativa
Influencia de la microflora	Poca	Mucha
Evaluación nutritiva	Correcta	Incorrecta

DEGRADABILIDAD RUMINAL *IN SITU*

- TECNICA DE LAS BOLSITAS DE NYLON, DACRON, POLIESTAR (poro de 50μ)
- ALIMENTO A EVALUAR ES INCUBADO EN EL RUMEN : 0, 3, 6, 9, 12, 24, 48, 72 HORAS.
 - 1 g en concentrados
 - 5 g en forrajes
- SE MIDE LA TASA DE DESAPARACIÓN DEL ALIMENTO O FRACCIÓN NUTRICIONAL EN EL RUMEN.
- DIFERENCIA DE PESO ENTRE LO INCUBADO Y LO QUE PERMANECE DENTRO DE LA BOLSA EN BASE SECA.



FISTULAS USADAS EN VACUNOS

VIDEO





EJEMPLO PARA PROTEÍNAS

- PROTEÍNA QUE SE DEGRADA INSTANTANEAMENTE: NNP Y PROTEÍNAS ALTAMENTE SOLUBLES
- PROTEÍNA DEGRADABLE EN EL RUMEN (PDR)
- PROTEÍNA NO DEGRADABLE EN EL RUMEN O SOBREPASANTE (PNDR)
 - Digestible
 - Indigestible

FACTORES QUE AFECTAN LA DIGESTIBILIDAD

- LOS ALIMENTOS:
 - Composición química del alimento
 - Edad del forraje
 - Tipo de alimento o consistencia de la dieta: en polvo, pellet, pasto molido, pasto repicado, líquido.
 - Procesamiento: tratamientos de calor, tratamientos químicos.
 - Interacción entre compuestos químicos en raciones mixtas.
- LOS ANIMALES:
 - Especie
 - Estado fisiológico
 - Consumo de alimentos y/o nivel de alimentación: ad libitum vs. restringida
 - Estado sanitario
- EL CLIMA:
 - Temperatura ambiente

TIEMPO DE DIGESTIÓN Y VELOCIDAD DE TRANSITO

- AVES: Alta velocidad de transito. Se requiere dietas de alta digestibilidad. 2-8 horas.
- CERDOS: Similar al humano. La velocidad de transito puede entre 8-24 horas.
- RUMIANTES: Elevados tiempos de retención en el rumen (hasta 96 horas), dependiendo de la calidad y tamaño de la fibra. Afecta el consumo y aumenta la rumia.



Universidad Central de Venezuela
Facultad de Agronomía
Departamento de Producción Animal
Cátedra de Fundamentos de Producción Animal II
Bases Anatómicas y Fisiológicas para la
Producción Animal Tropical

PROCESOS FISIOLÓGICOS ASOCIADOS A LA DIGESTIÓN DE LOS ALIMENTOS. CONSUMO Y DIGESTIBILIDAD

Período 1-2012

Mayo, 2012