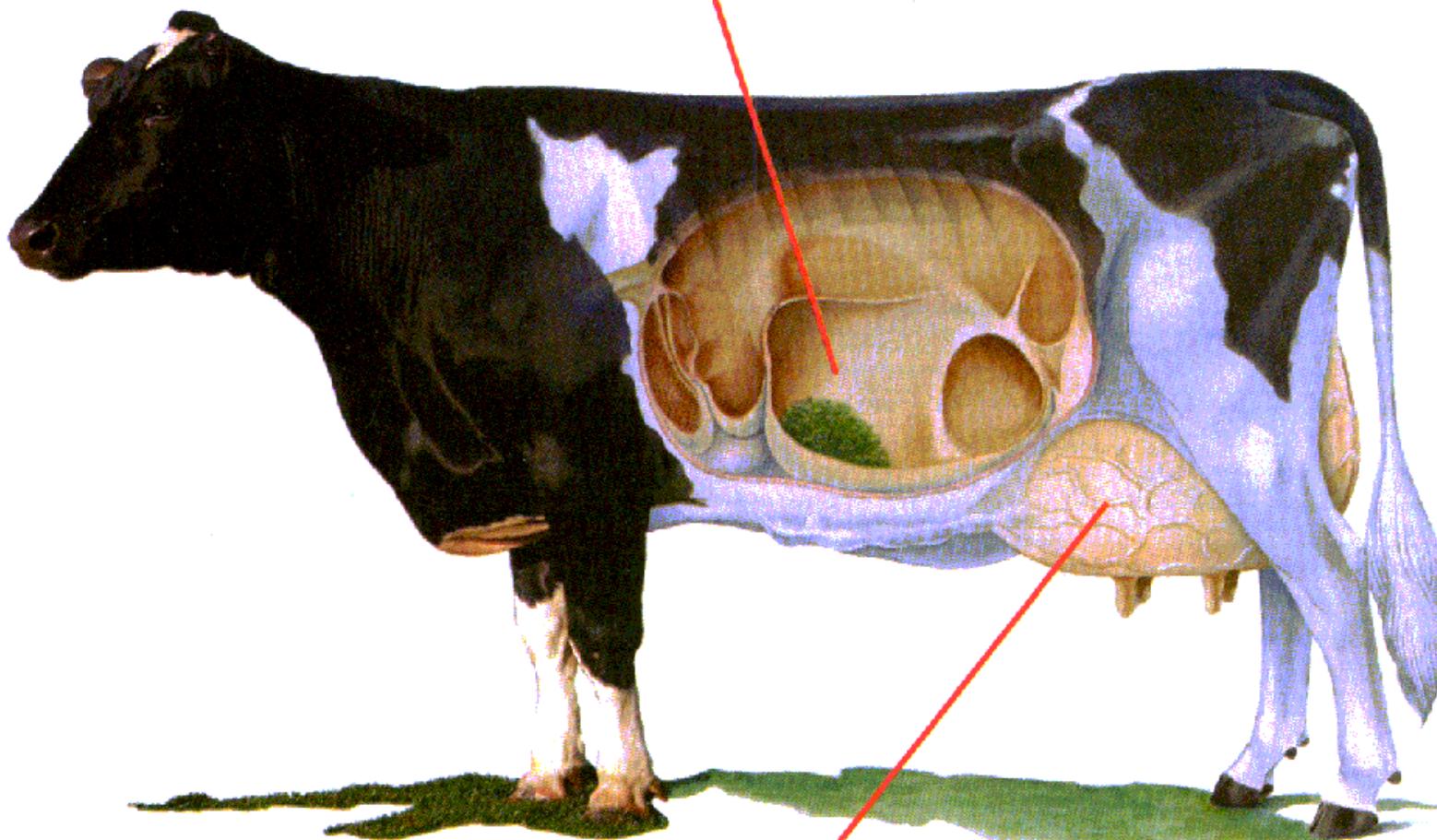


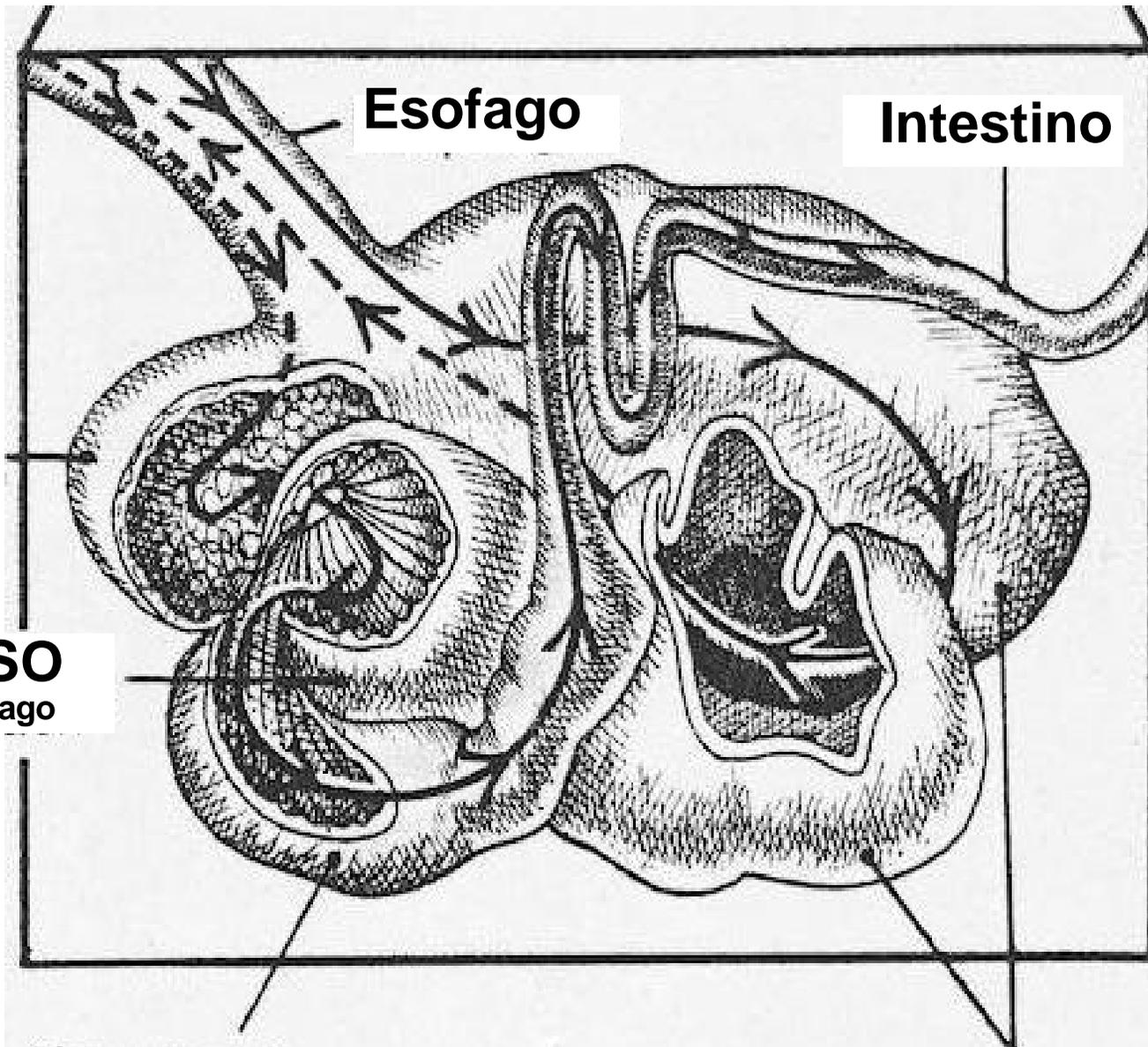
FISIOLOGIA DA DIGESTAO

RUMINANTES

Melhor digestao aqui



Maior producao



Esofago

Intestino

RETICULO
2º Estomago

OMASO
3º Estomago

ABOMASO
4º Estomago (Verdadeiro)

RÚMEN
1º Estomago

FUNÇÕES DO APARELHO DIGESTIVO

- a) fornecer ao organismo, de forma contínua, nutrientes, água e eletrólitos;
- b) armazenar alimentos por um determinado período de tempo e liberá-los parcialmente para sofrerem digestão;
- c) **metabolizar o alimento para absorção;**
- d) absorcao;
- e) eliminar os resíduos alimentares (produtos não digeridos).

FATORES RESPONSÁVEIS PELA DIGESTÃO

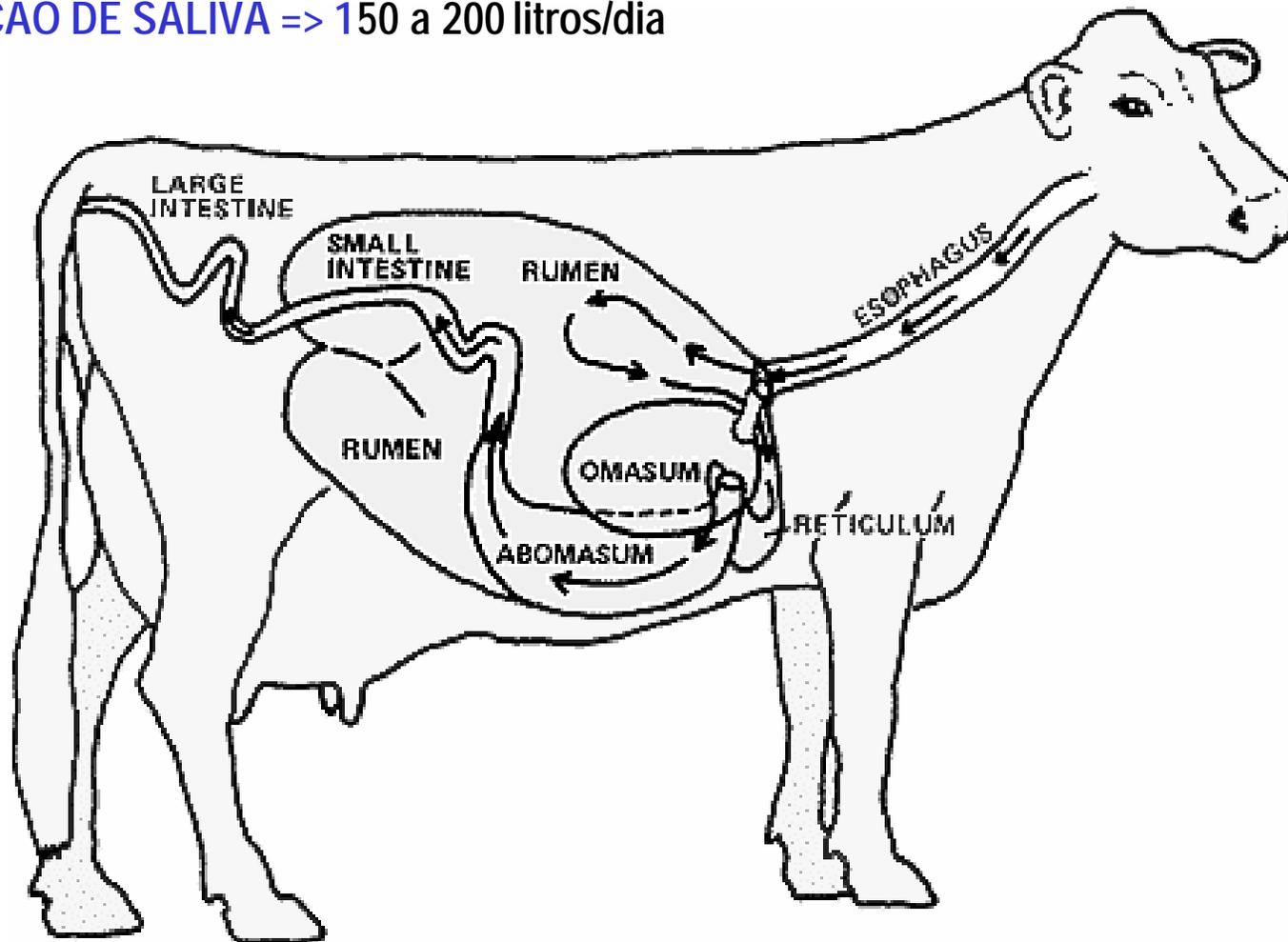
- a) **Fatores mecânicos** - mastigação, deglutição, regurgitação, motilidade gástrica e intestinal e defecação.
- b) **Fatores secretórios** - atividades das glândulas digestivas (glândulas do trato gastrointestinal e glândulas acessórias).
- c) **Fatores químicos** - enzimas, tanto as produzidas pelas glândulas como as das plantas (menos importante) e as substâncias químicas (ex: HCl), produzida pela mucosa gástrica.
- d) **Fatores microbianos** - atividades secretoras dos microorganismos (bactérias, protozoários, fungos e leveduras) presentes no estômago e intestino dos animais ruminantes e no intestino dos herbívoros monogástricos.

ERUCTAÇÃO => produção de gases = 30 a 40 litros/h

RUMINAÇÃO => 30 a 40% do dia ruminando

MOTILIDADE DO RUMEN E RETICULO => 1 a 2 /minuto

PRODUÇÃO DE SALIVA => 150 a 200 litros/dia



APREENSÃO DOS ALIMENTOS

APREENSÃO ALIMENTOS

BOVINOS

Língua

CAPRINOS E OVINOS

Dentes incisivos inferiores

Língua

Lábio superior

- O processo de digestão inicia-se com a introdução dos alimentos na cavidade oral.

- O processo de apreensão dos alimentos (captação) varia de acordo com a espécie de animal, podendo ser utilizado em vários graus

- dentes, lábios, língua, cabeça e as extremidades dos membros anteriores.

- Nos bovinos, a língua longa e móvel é o principal órgão de apreensão. Os lábios, devido a limitação de seus alimentos, não são utilizados na apreensão. Os alimentos são apanhados através de movimentos da língua, introduzidos na boca e cortados pela compressão dos dentes incisivos inferiores contra o palato duro superior.

- O processo é auxiliado por movimento da cabeça, na direção posterior. A aspereza da superfície da língua, com suas papilas, impedem o retrocesso do alimento.

- Os ovinos e caprinos utilizam, principalmente, os dentes incisivos inferiores e a língua para apreensão, mas em grau menor que os bovinos. Os carneiros podem apanhar pequenas partículas de alimentos graças a movimentos do lábio superior.

- Ao ingerirem alimento líquido, os ruminantes colocam apenas a porção média da fenda labial sobre o líquido. Através da retração da mandíbula e da língua, produz-se uma pressão negativa que aspira o líquido para o interior da cavidade oral.

MASTIGACÃO EM ANIMAIS RUMINANTES

MASTIGAÇÃO

INTRODUÇÃO

Mastigação x Remastigação

EFEITO DA MASTIGAÇÃO

Tamanho da partícula

Processo de redução da partícula

A mastigação é um fenômeno reflexo que pode receber influência da córtex cerebral;

- pode ser interrompida voluntariamente, e por exemplo, partículas indesejáveis podem ser retiradas da cavidade oral.

O processo da mastigação tem por finalidade reduzir o tamanho dos componentes da alimentação a partículas menores e misturá-las com a saliva, facilitando a deglutição.

A importância da mastigação reside no fato de que o alimento finamente dividido apresenta uma superfície maior de ação dos sucos digestivos, facilitando a digestão.

Os ruminantes utilizam os dentes e o palato duro no processo da mastigação.

A intensidade da mastigação e sua importância, variam nas diferentes espécies.

Nos ruminantes ocorre a "moagem" do alimento, devido a natureza grosseira de sua dieta. Nos ruminantes, deve-se distinguir entre a mastigação fugaz, após a ingestão dos alimentos, e aquela após a regurgitação do conteúdo do rúmen. No primeiro processo, os movimentos mastigatórios não ocorrem com a mesma intensidade que durante a ruminação e, mesmos os movimentos laterais, são pouco pronunciados.

O tempo necessário para mastigar uma determinada quantidade de alimento, depende da intensidade dos movimentos mastigatórios e das características do alimento. Alimentos ricos em água, requerem menos movimentos mastigatórios, e portanto, menos tempo que os alimentos secos. Para mastigar 1 Kg de feno uma vaca gasta oito minutos e o número de movimentos mastigatórios é de 78 a 94/minuto. Este animal, alimentando-se somente de feno realiza em média 47.000 movimentos por dia e alimentando-se de concentrado e silagem, é de 10.700 movimentos por dia.

SALIVA

- Nas glândulas salivares existem dois tipos de células secretoras, denominadas de células serosas e mucosas. De acordo com a secreção destas células, temos três tipos de saliva:
- **Saliva tipo serosa** - secretada pelas células serosas e caracteriza-se pela presença de eletrólitos e uma quantidade de água, não tendo mucina.
- **Saliva tipo mucosa** - secretada pelas células mucosas, caracteriza-se pelo alto teor de mucina, tendo muito pouco eletrólitos e água.
- **Saliva tipo mista** - secretada por ambas as células. É uma mistura da secreção serosa e mucosa.

QUANTIDADE DE SALIVA PRODUZIDA

ESPÉCIE	QUANTIDADE
Vaca	98 - 190 litros
Ovelha	6 - 16 litros
Cavalo	40 litros
Suíno	15 litros
Homem	1,5 litros
Galinha	25 gramas

PRODUÇÃO DE SALIVA DE BOVINOS CONSUMINDO DIFERENTES TIPOS DE DIETA

	Produção de saliva		Taxa de alimentação
Dieta	g/g de alimento	ml/minuto	g de alimento/minuto
Ração peletizada	0,68	243	375
Gramínea fresca	0,94	266	283
Silagem	1,13	280	248
Gramínea seca	3,25	270	83
Feno	3,63	254	70

FATORES QUE AFETAM A SECREÇÃO DE SALIVA

Mastigação - a mastigação (ou ruminção) aumenta a secreção de saliva;

Alimentos - os alimentos fibrosos e secos, estimulam o aumento na produção de saliva. O contato dos alimentos com a parede do rúmen causa um aumento na produção de saliva. O alimento concentrado (grãos) estimula a produção de saliva em maior quantidade que determinados volumosos.

Distensão - a distensão da parede esofágica e ruminal estimulam aumento na produção de saliva.

Olfato - o olfato parece estimular o aumento na produção de saliva.

FUNÇÕES DA SALIVA

A saliva, devido ao alto teor de umidade, facilita a mastigação e a deglutição. Durante a mastigação, ocorre umidificação e entumescimento dos alimentos e desprendimento de nutrientes essenciais e substâncias que estimulam a sensibilidade gustativa e a secreção de saliva e suco gástrico.

Nos ruminantes, existe a lipase salivar que atua na hidrólise de triglicerídeos.

Apresenta uma ação lubrificante, principalmente devido a presença de mucina (complexo altamente lubrificante composto de ácido neuroamínico e N acetil galactosamina), facilitando o "deslizamento" do alimento, na deglutição e na ruminação.

FUNÇÕES DA SALIVA

Possui uma pequena atividade antibacteriana.

Devido ao conteúdo de íons alcalinos na saliva, são neutralizados principalmente os ácidos íons formados no rúmen, evitando a acidez crescente do rúmen. Através da neutralização, o pH do rúmen mantém-se dentro de limites estreitos.

Fornece micronutrientes aos microorganismos do rúmen.

Apresenta uma propriedade antiespumante que ajuda na prevenção do timpanismo, que pode ocorrer em diferentes ruminantes.

Sob determinadas condições, possui função excretora, eliminando substâncias ingeridas em excesso, como o mercúrio e o potássio.

CARACTERISTICAS DA MCOSA DO TRATO GASTROINTESTINAL

PAREDE DO TGI



MUCOSA

Epitelio - Lamina própria - musculatura



SUBMUCOSA



TECIDO MUSCULAR

Circular e Longitudinal



SEROSA

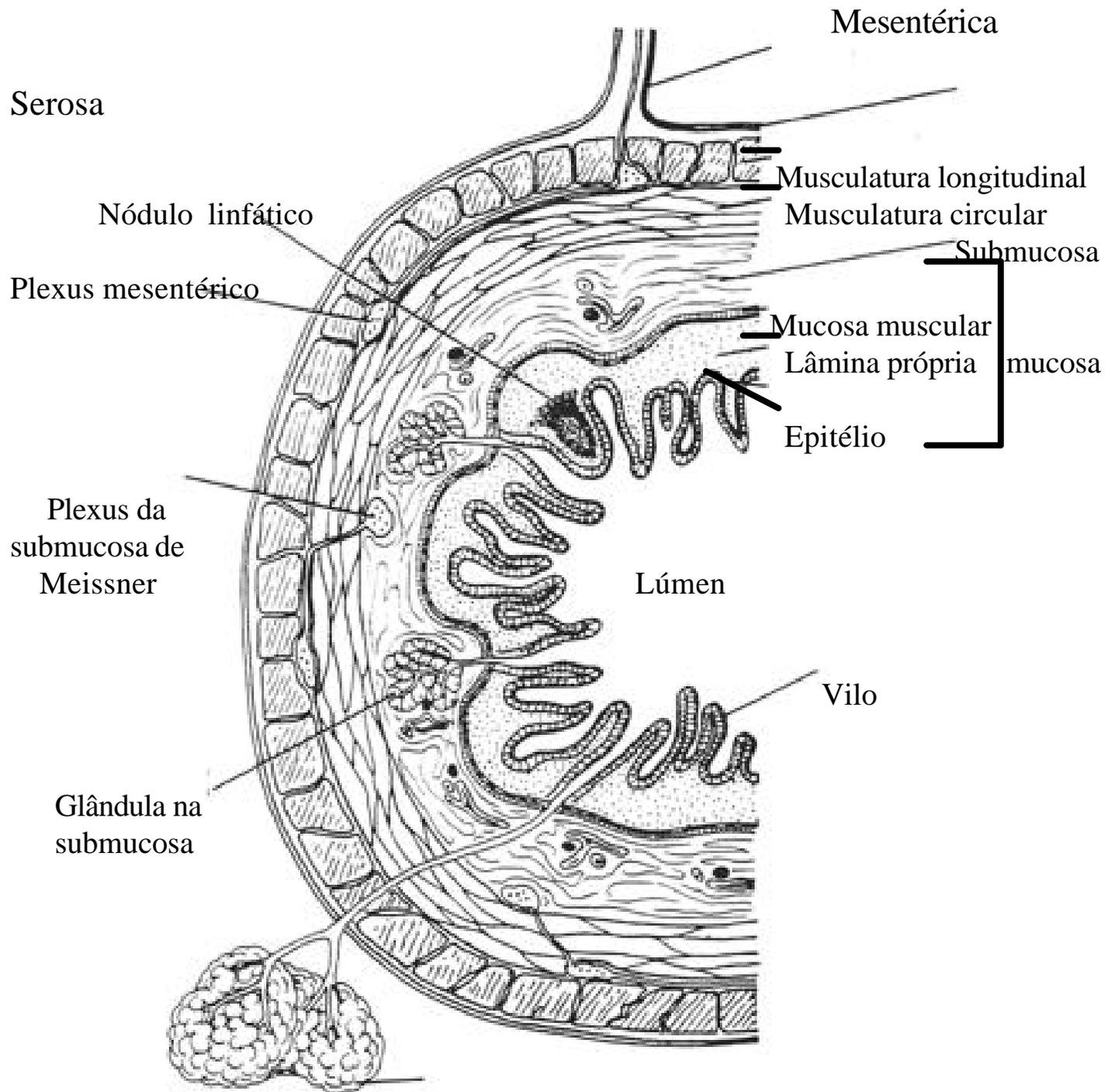


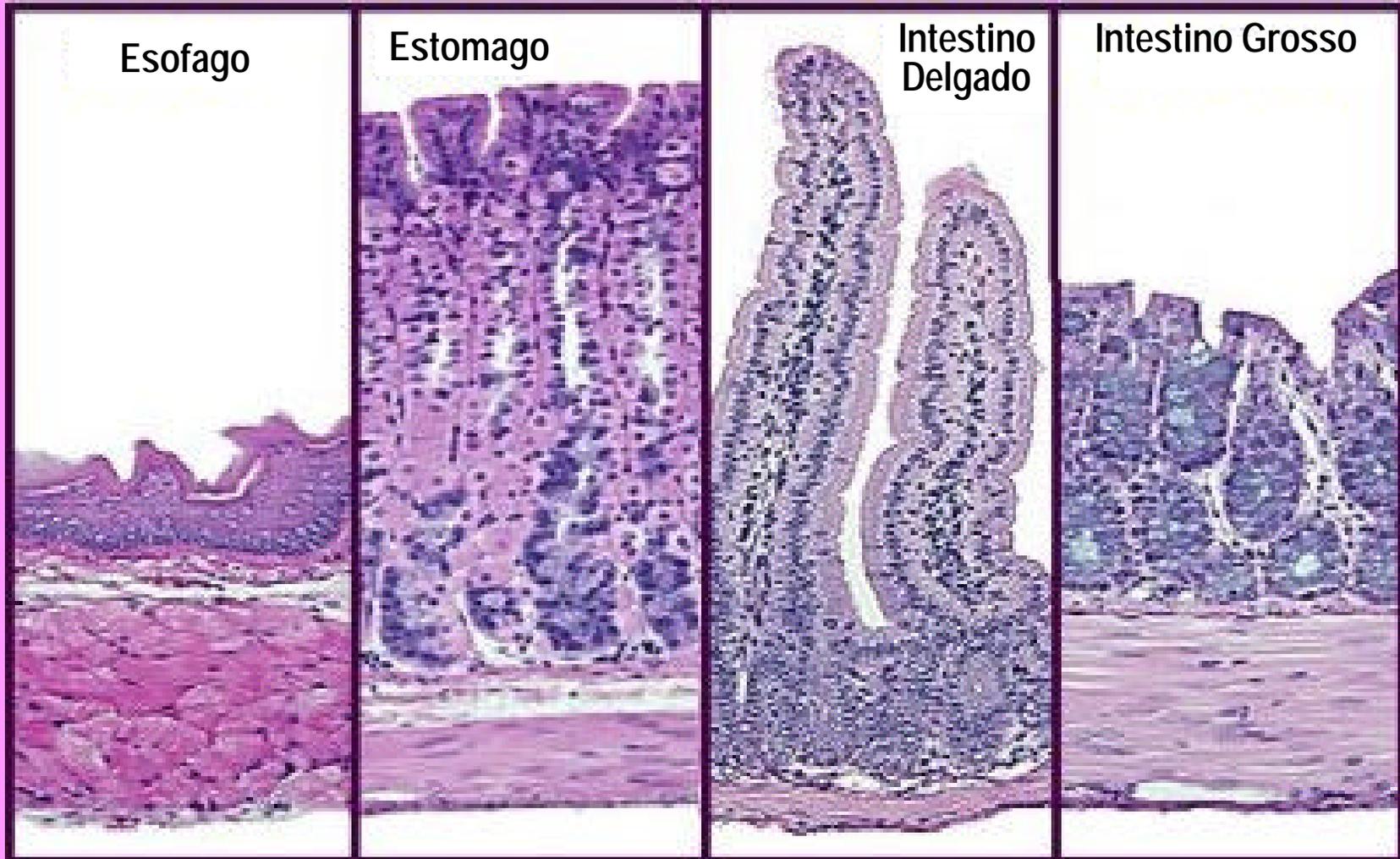
PLEXUS NERVOSOS

Plexus de Meissner - Plexus de Auerbach



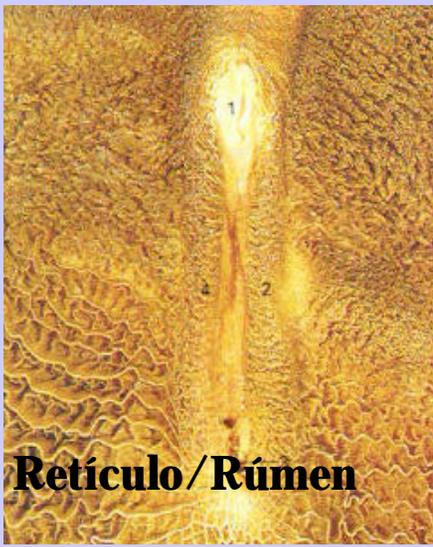
GLANDULAS DA SUBMUCOSA



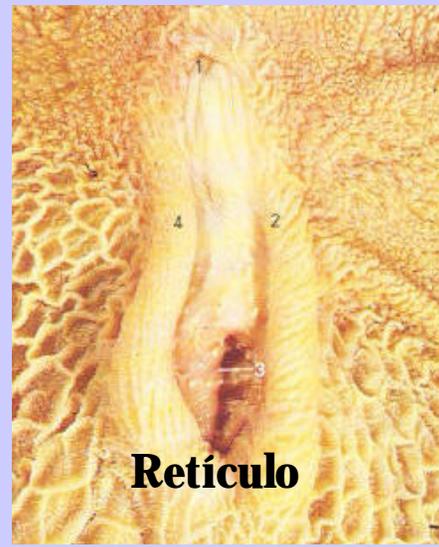


MUCOSA DO TRATO GASTROINTESTINAL DE RUMINANTES

Epitélios do estômago dos ruminantes



Retículo/Rúmen



Retículo



Rúmen



Rúmen

ESTÔMAGO DOS RUMINANTES

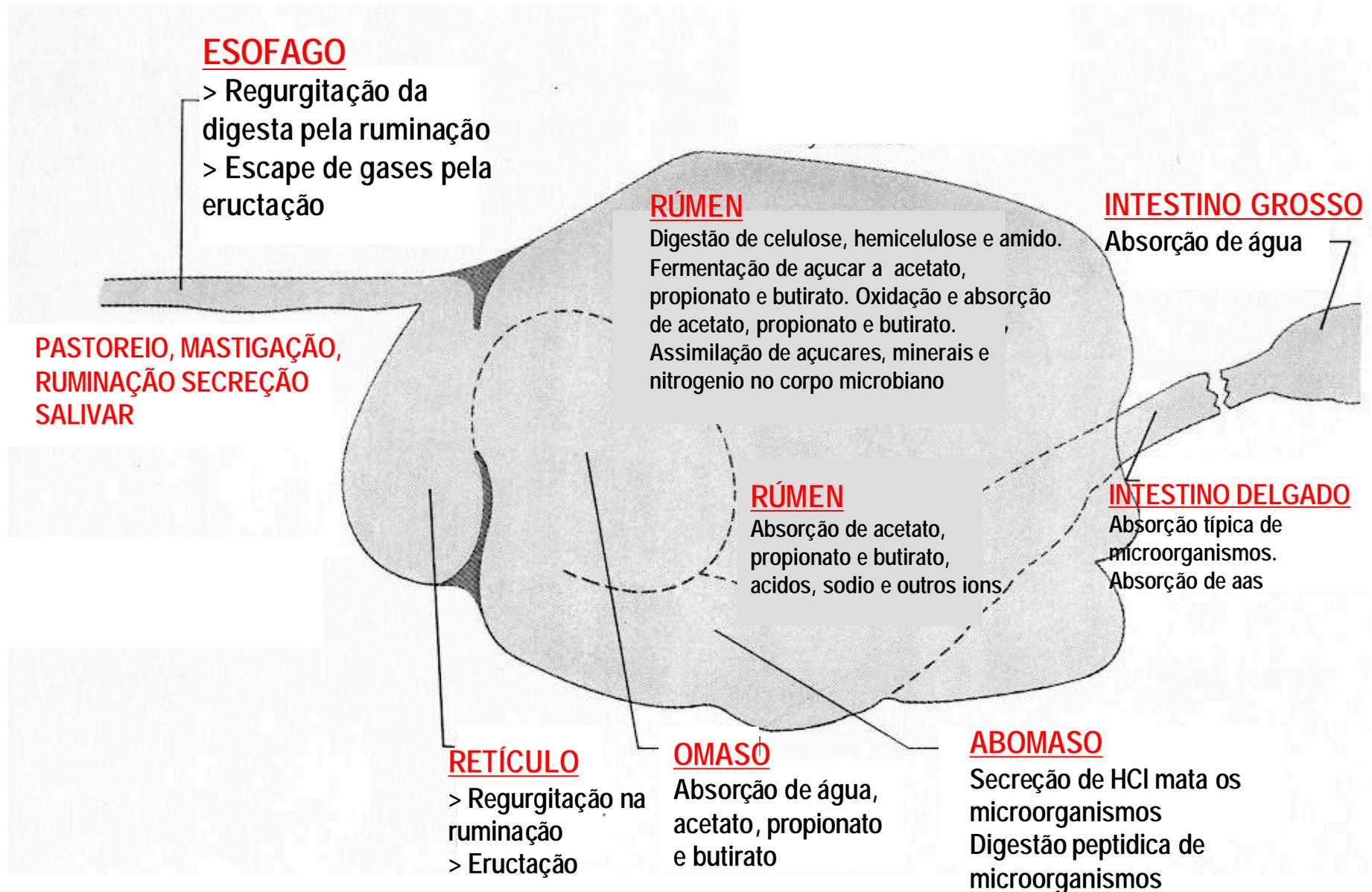
O estômago é um dos principais órgãos do trato gastrointestinal. Nos animais ruminantes, o estômago compreende quatro compartimentos: os pré-estômagos (contendo o rúmen, retículo e omaso) e o estômago verdadeiro, o abomaso.

Nos animais ruminantes, a estrutura da mucosa dos compartimentos do rúmen, retículo e omaso é semelhante a estrutura da mucosa da região esofágica do estômago dos monogástricos e da primeira parte do abomaso. Nestes compartimentos, não existem secreções e predomina a presença de microorganismos (bactérias, fungos, leveduras e micoplasma.) responsáveis pela “digestão microbiana”, fundamental no suprimento de nutrientes para o animal especialmente substrato para produção de energia.

Funções do rúmen

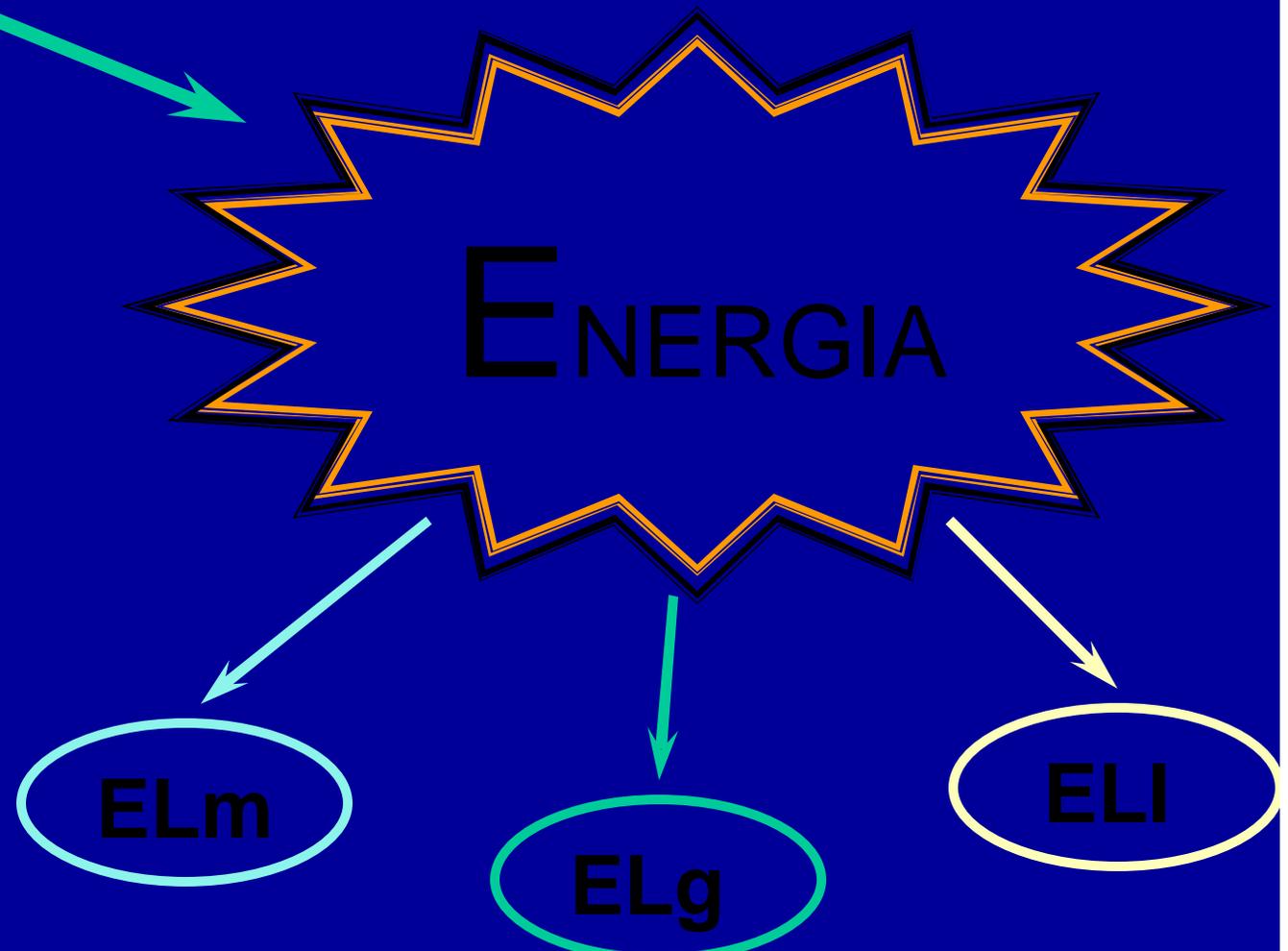


FUNÇÕES DO TRATO GASTRO INTESTINAL DE RUMINANTES



Digestão de carboidratos pelos ruminantes

Carboidratos



Figado

Tecidos

**Carboidratos
dos alimentos**

CO_2 & CH_4

**Ácidos
Orgânicos**

Microorganismos

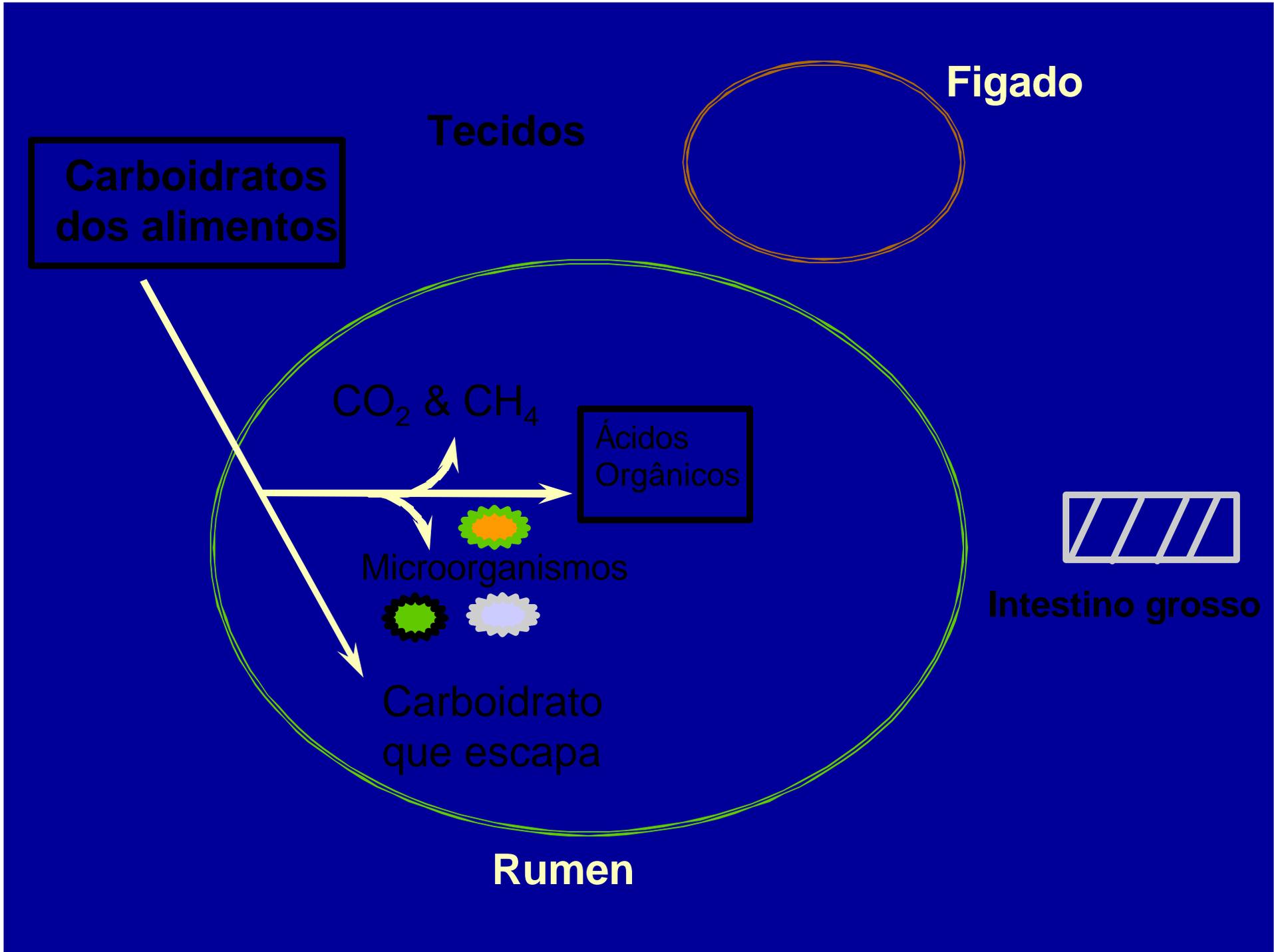


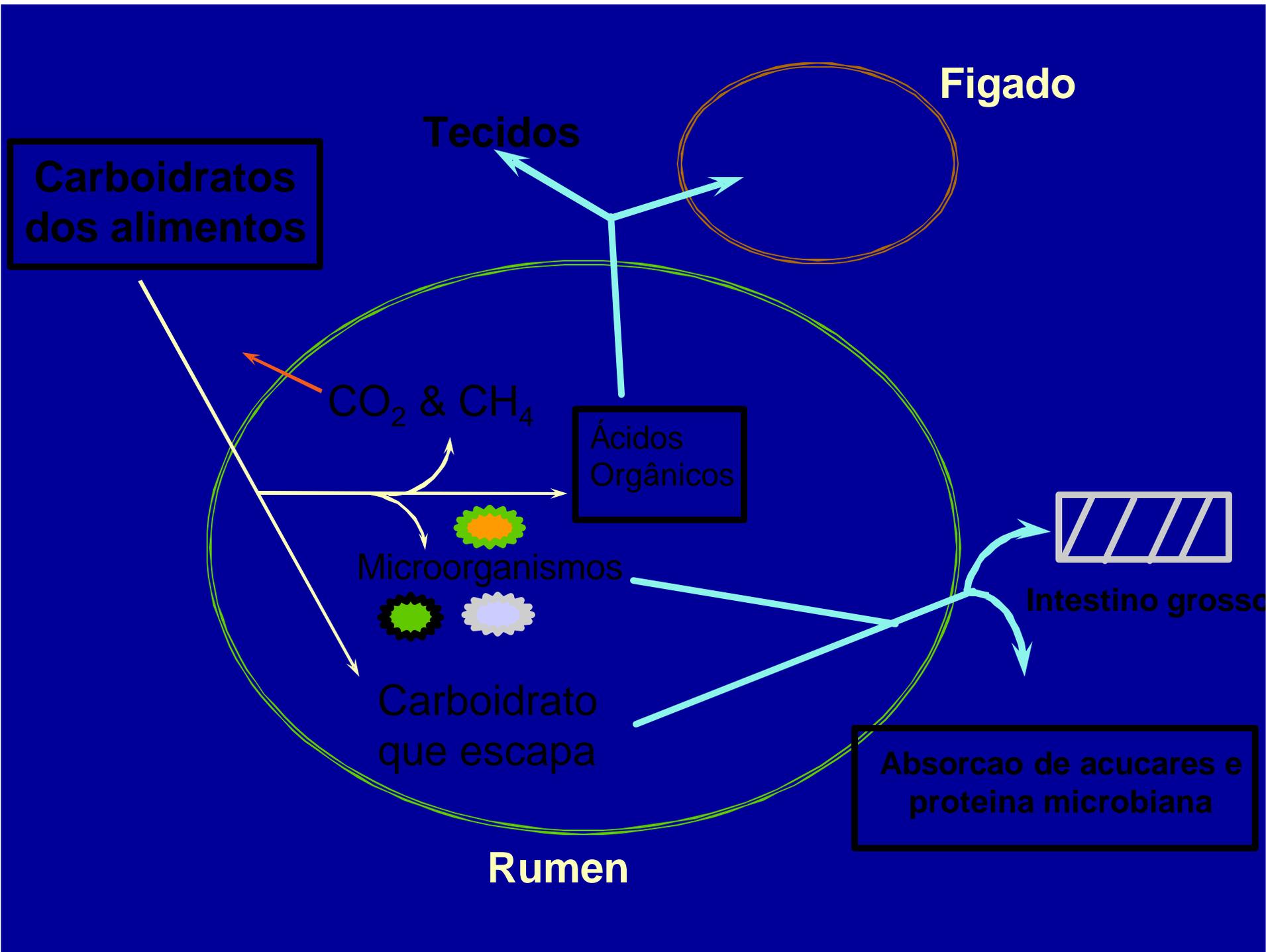
Carboidrato
que escapa



Intestino grosso

Rumen





Carboidratos dos alimentos

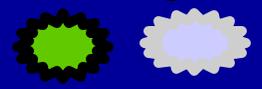
Tecidos

Figado

CO₂ & CH₄

Ácidos Orgânicos

Microorganismos



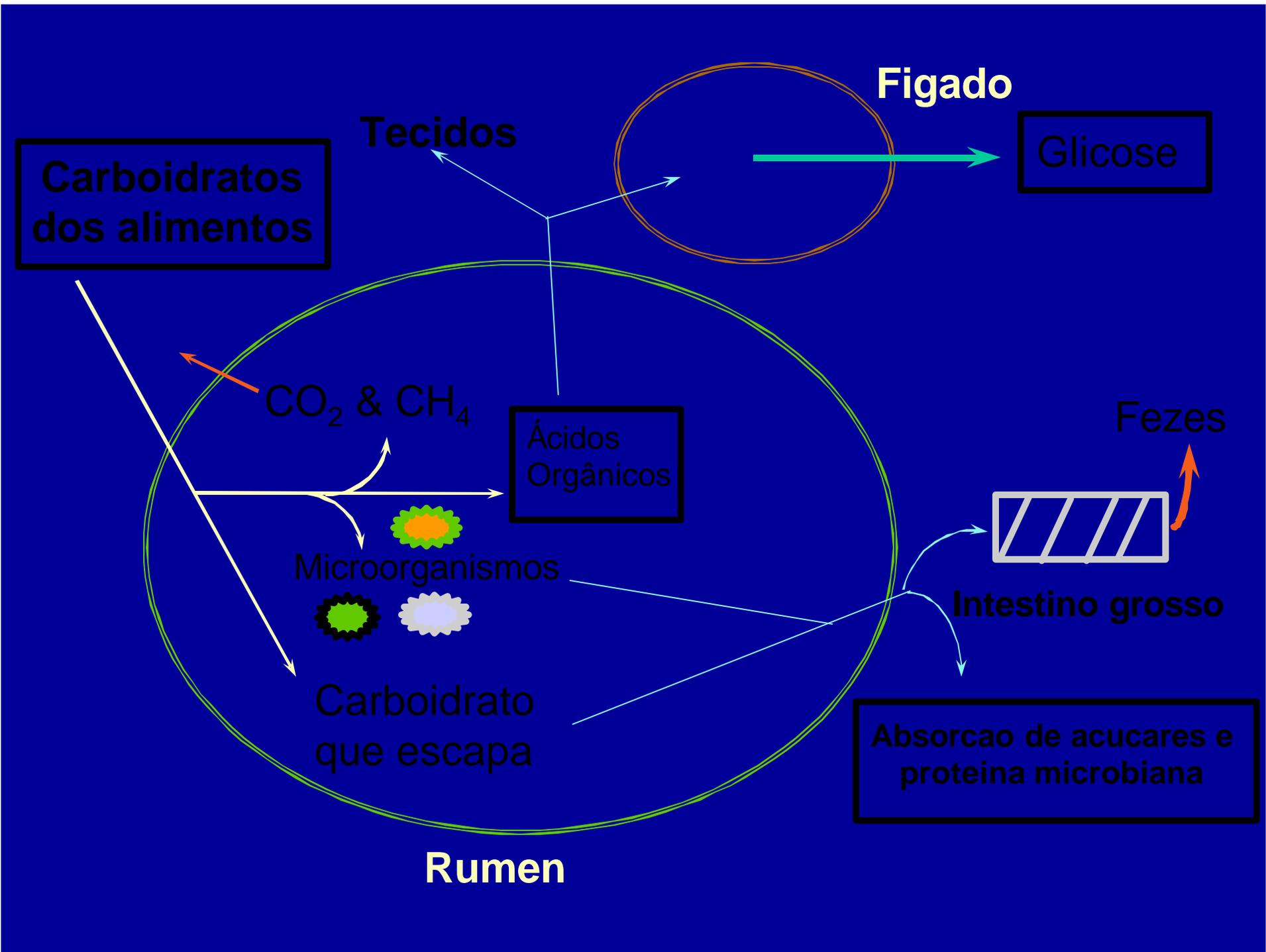
Carboidrato que escapa



Intestino grosso

Absorcao de acucares e proteina microbiana

Rumen



Figado

Carboidratos dos alimentos

Tecidos

Glicose

CO₂ & CH₄

Ácidos Orgânicos

Fezes

Microorganismos



Intestino grosso

Carboidrato que escapa

Absorcao de acucares e proteina microbiana

Rumen

Absorção do AGV

- ✍ **Mecanismo eficiente e de alta capacidade**
 - ✍ **Epitélio dos pré-estômagos**
 - ✍ **Poucos AGVs escapam para vias digestivas inferiores**
- ✍ **Manutenção do pH ruminal**
 - ✍ **Remoção do ácido da ingesta**
 - ✍ **Contribuição com bicarbonato no processo**

Digestão de proteínas nos ruminantes

Microbiana (no rumen)



Bactérias → 50% atividade proteolíticas

Protozoários

Enzimática



Abomaso → Suco gástrico

Intestino → Suco pancreático (proteases)

Enzimas intestino

Microrganismos que participam da digestão das proteínas pelos ruminantes

Bactérias



Bacteroides amylophilus
Bacteroides rumenicola
Selemona ruminatum
Butyribrio fibrisolvens
Succinovibrio sp
Borelia sp

*Iso*tricha
*Dasy*tricha

Protozoários

As proteínas permanecem engolfadas até serem digeridas pelos protozoários ou até a morte deste para serem removidos pelo ID

Ingerem partículas de proteínas e armazenam dentro de seus corpos protegendo da ação das bactérias

Utilização de nitrogênio pelos ruminantes



Digestão de lipídeos pelos ruminantes

- Fontes de lipídios
 - Volumosos e concentrados
- Principal lipídio dietético: Triglicerídios
- Outros:
 - Colesterol,
 - Éster de Colesterol
 - Fosfolipídios

- Saliva – Lipase Salivar
 - Triglicerídios que contêm ácido butírico
- Rúmen: lipídios de origem animal e vegetal
 - Microorganismos
 - Saturação
 - Formas CIS e TRANS
 - Hidrólise de Triglicerídios
 - Glicerol e Ácidos Graxos

- Rúmen
 - Glicerol
 - Ácido Propiônico
 - Ácido Láctico
 - Ácido Succínico
 - Fosfolipídios: Hidrólise
 - Ácidos Graxos Insaturados: Hidrogenação
 - Ácido Oléico
 - Linolênico
 - Linoléico
- } Esteárico

Absorção dos lipídeos pelos ruminantes

- Absorção
 - Emulsificação
 - Hidrólise
 - Formação de Micelas
 - Absorção
- Intestino Delgado:
 - Emulsificação - Ácidos Biliares
 - Hidrólise - Lipase e co-lipase (Pâncreas)
 - Lipase: 2 ác.graxos e 1 monoglicerídio

DIGESTÃO NO ESTOMAGO DOS RUMINANTES

REGIÕES DO ESTOMAGO

Região Esofágica: região da mucosa inicial do estômago próximo ao esfíncter cárdia , onde a mucosa apresenta uma estrutura semelhante a estrutura da mucosa esofágica.

Região Cárdia: região localizada após a região esofágica, com estrutura da mucosa já diferenciada, e apresentando células que secretam substância mucosa (abomaso).

Região Fúndica: principal região do abomaso, onde a mucosa apresenta grande número de células secretoras de suco abomasal.

Região Pilórica: região próxima ao esfíncter pilórico, apresenta a estrutura da parede com bastante musculatura, tendo como função primordial a mistura e diluição do alimento com suco abomasal.

CÉLULAS DO ESTÔMAGO

Células superficiais - função primordial secretar muco e um fluído alcalino.

Células mucosas ou células epiteliais - secreção de muco e fluído alcalino (rico em eletrólitos)

Células principais - secretar as pré-enzimas do suco abomasal (pepsinogênio principalmente).

Células parientais ou oxínticas - secreção de ácido clorídrico (HCl) e do "fator intrínseco" (IF - "Intrinsic Factor"), responsável direto pela absorção da vitamina B12 nos animais.

Células pilóricas - secreção de pré-enzimas do suco gástrico (como o pepsinogênio) e de muco.

Células enterocromafínicas - produção e secreção do hormônio gastrina, diretamente para a corrente sanguínea.

Células não diferenciadas - são células primordiais, não diferenciadas, que originariam as demais células encontradas no abomaso.

INTESTINO DELGADO DOS ANIMAIS RUMINANTES

O intestino delgado apresenta a estrutura geral do aparelho digestivo, mas a mucosa se caracteriza por possuir vilosidades e microvilosidades, em toda a extensão.

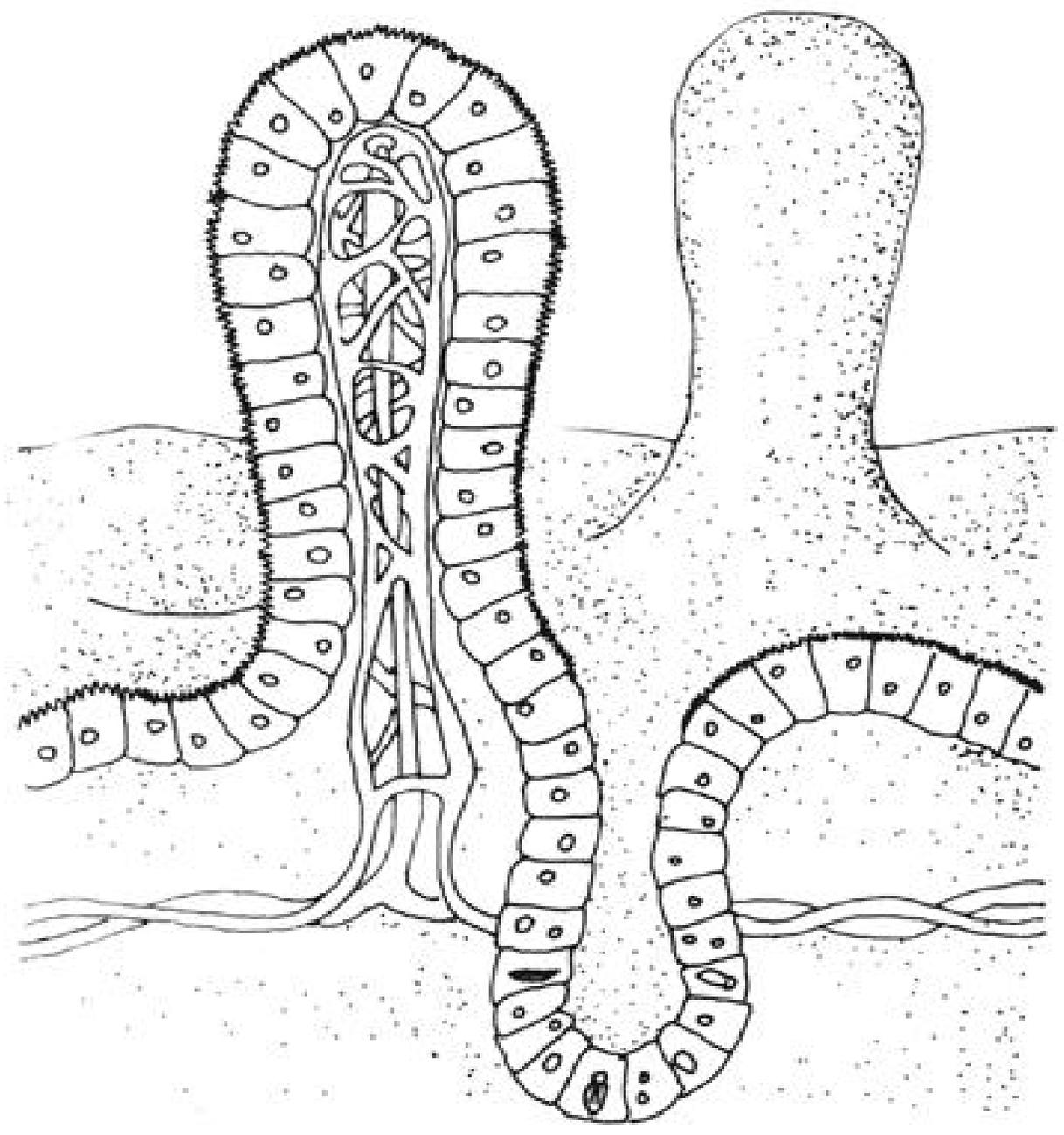
O tamanho das vilosidades é entre 0,5 a 1,5 milímetros, e com uma densidade de 10 a 40/mm². Cada uma destas vilosidades, possuem as microvilosidades, que apresentam uma densidade de 20.000/mm².

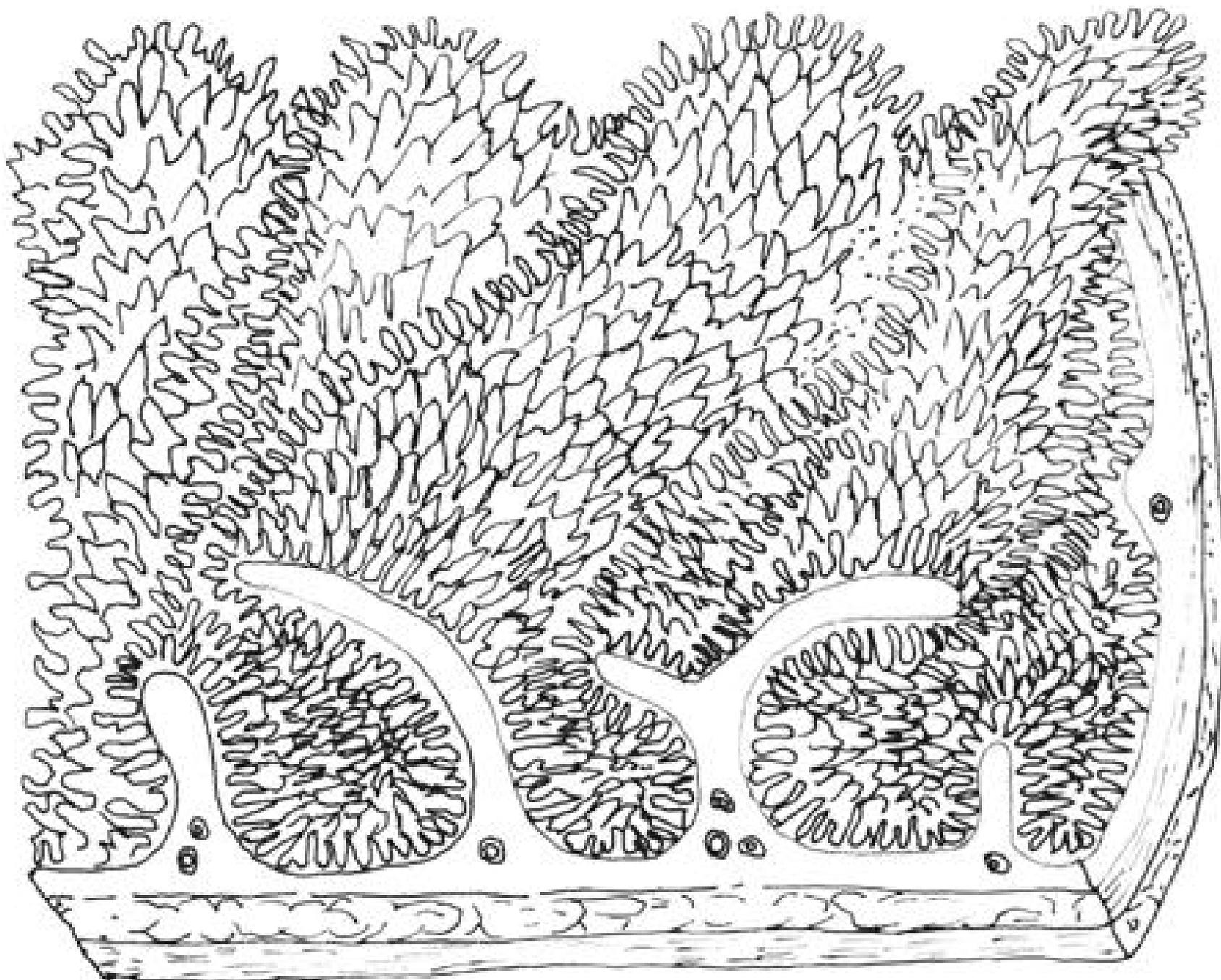
A presença na mucosa das vilosidades e microvilosidades, aumenta muito a superfície do intestino delgado; no homem é de 300/m² e no suíno, 9.000/m² e nos ruminantes variando de 6.000 a 12.000/m².

ESTRUTURA INTESTINAL E FUNÇÃO DAS VILOSIDADES

A superfície da mucosa intestinal é intensamente pregueada e apresenta numerosas vilosidades. As vilosidades constituem-se de invaginações da lâmina própria que diferem nos diversos tipos de animais na forma, tamanho e posição.

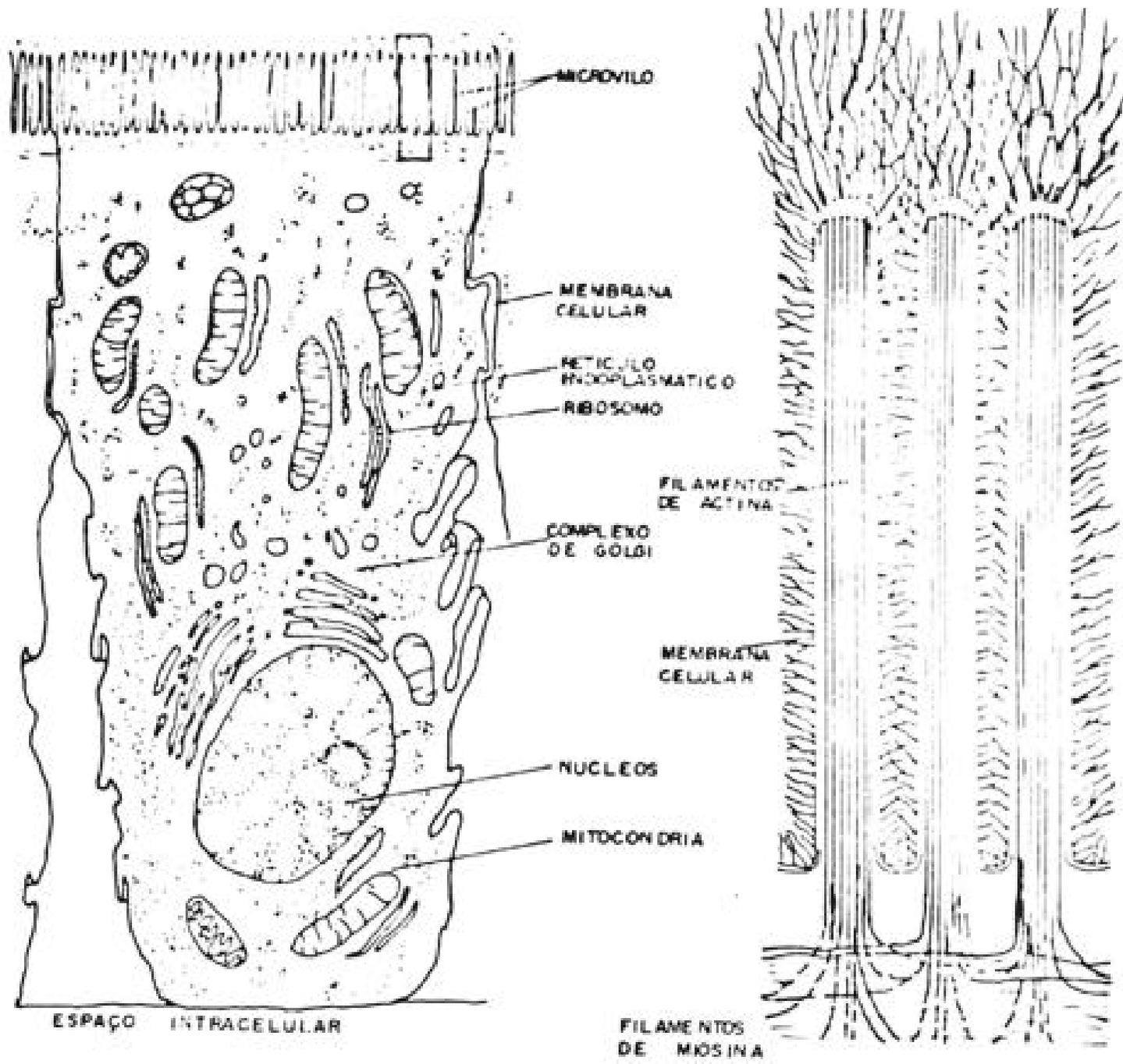
Quanto menor for a capacidade absorptiva de um determinado segmento intestinal, mais desenvolvido é o sistema de vilosidade. As vilosidades mais bem desenvolvidas e maiores ocorrem, nos carnívoros e no cavalo; no suíno, são menores e nos bovinos muito pouco desenvolvidas.





CÉLULAS ABSORTIVAS DO INTESTINO DELGADO

As células absortivas apresentam uma borda em “escova”. As microvilosidades são recobertas por um envoltório contínuo rodeados de finos filamentos dispostos radialmente. A borda em escova é a região de diferentes enzimas que, entre outras funções, garantem o processo digestivo da membrana. As membranas das células absortivas compõe de zonas hidrófobas e hidrófilos (0,1% da superfície celular). Através destes poros, são transportados aminoácidos, açúcares e íons. Na passagem de uma substância através destes poros por processo de difusão simples, existe uma relação entre o tamanho das mesmas e o tamanho molecular. Devido a diferentes tamanhos de poros, existe uma seletividade na absorção dos substratos. As zonas lipídicas, constituem exclusivamente os locais de transporte de compostos apolares.



MOTILIDADE DO INTESTINO DELGADO

O fluxo abomasal está ligado à atividade cíclica sobrepostas ao longo do intestino delgado em fluxos de intervalos de 90 a 120 min. A duração das contrações regula a passagem da digesta. A motilidade é dividida em ondas consecutivas, iniciadas em contrações rítmicas (peristaltase) e segmentadas (segmentação rítmica), localizadas nos segmentos sucessivos do intestino delgado.

FIGADO, BILIS E VESICULA BILIAR

O fígado é um dos maiores órgão do organismo, e do ponto de vista metabólico, o mais complexo.

A estrutura básica do fígado é o lóbulo, formado por cordões de células que se irradiam da tríade portal contendo o canal biliar intraglobular e os ramos terminais dos vasos da circulação: veia porta, artéria hepática e linfáticos.

O fígado tem como função básica no processo de digestão, a formação e excreção da bile a partir de produtos provenientes das células do parênquima hepático, como por exemplo, conjugados da bilirrubina, colesterol, ácido cólico sob formas de sais biliares e excreção de substâncias removidas do sangue pela atividade hepática, como metais pesados e corantes (bromosulfoleína e a fosfatase alcalina).

Nos ruminantes, a bile é armazenada na vesícula biliar que quando estimulada, libera o conteúdo dentro do intestino delgado, fundamental no processo de digestão e absorção das gorduras, colesterol, vitaminas lipossolúveis e outros compostos.

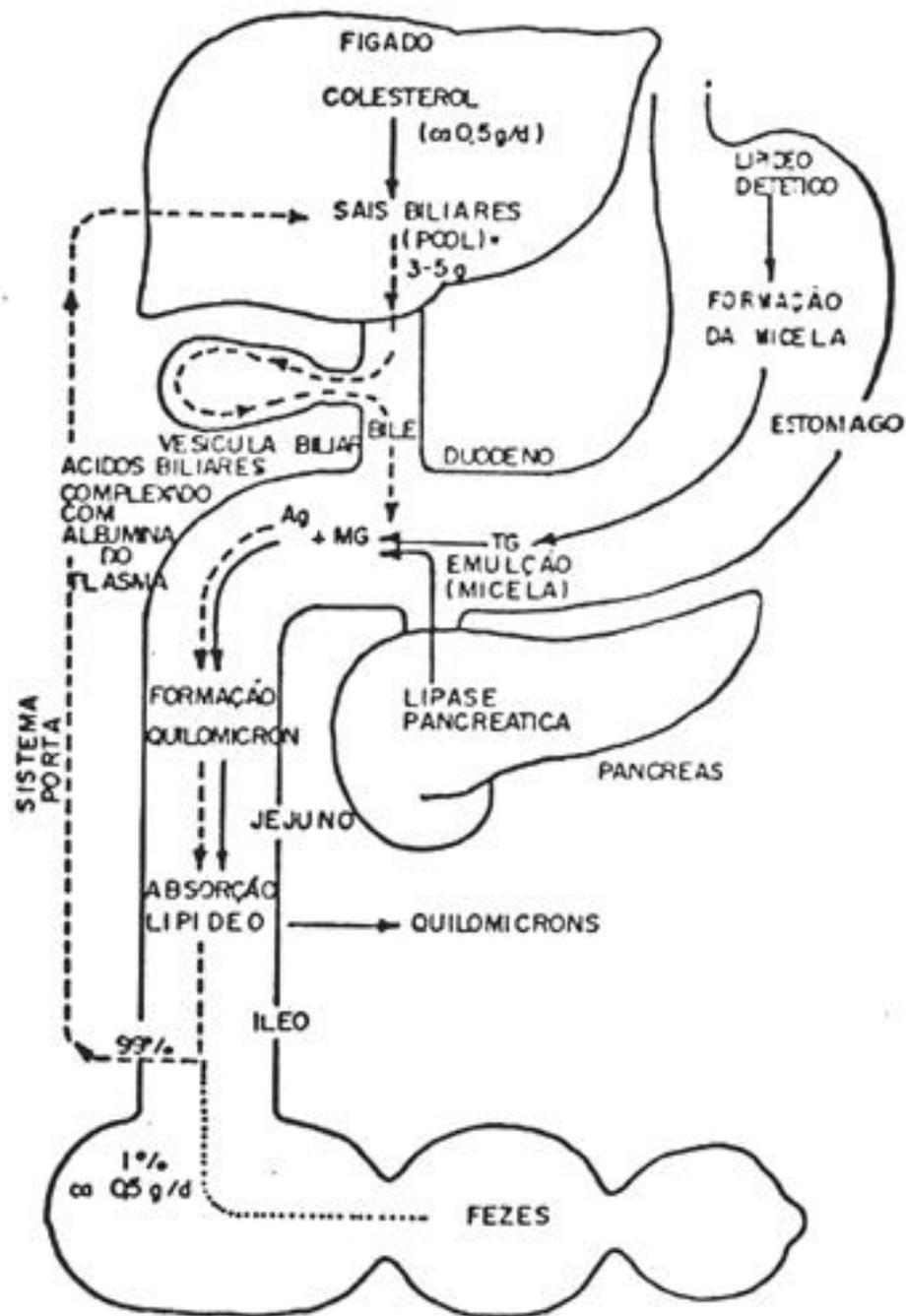
PRODUÇÃO, SECREÇÃO E ARMAZENAMENTO DA BILE

A secreção da bile é necessária para a digestão e absorção de lipídeos e para a eliminação normal de vários produtos endógenos (colesterol, pigmentos biliares) e produtos químicos administrados aos animais. A secreção da bile é estudada sob três aspectos: a formação da bile pelos hepatócitos e ductos biliare, o armazenamento e a concentração da bile na vesícula biliar e a expulsão e transporte da bile da vesícula biliar para o lúmen do intestino.

A bile é uma complexa mistura de componentes orgânicos e inorgânicos. Normalmente a bile é uma substância homogênea e depende do ambiente físico da solução em que se encontra. No quadro 18 esta representado a composição aproximada da bile de ovinos.

EMULSIFICAÇÃO

Os sais biliares têm uma grande capacidade de reduzir a tensão superficial da água, sendo capazes de atuar nas gorduras que chegam ao intestino dissolvendo os ácidos graxos e os sabões insolúveis em água (dividem a gordura em gotas cada vez menores). A bile é necessária no processo de digestão e absorção da gordura e na absorção das vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K). Quando a digestão da gordura é prejudicada, outros alimentos também são mal digeridos, uma vez que a gordura “cobrem” as partículas alimentares e impedem a ação das enzimas. A ligação ou presença dos sais biliares com os ácidos graxos monoglicerídeos, produtos de digestão de fosfolipídeos e vitaminas lipossolúveis, formam micelas, que são solúveis em água, e conseqüentemente, mais facilmente absorvidas.



CARACTERÍSTICAS DA SECREÇÃO BILIAR EM RUMINANTES

Especialmente no caso dos ruminantes, a digestão que ocorre no intestino delgado é dependente das secreções do fígado e vesícula biliar do pâncreas e da mucosa do intestino delgado.

A secreção biliar e a pancreática entram direto no intestino pelo ducto biliar sendo outras enzimas secretadas pela mucosa intestinal (produzidas pelas células glandulares do duodeno).

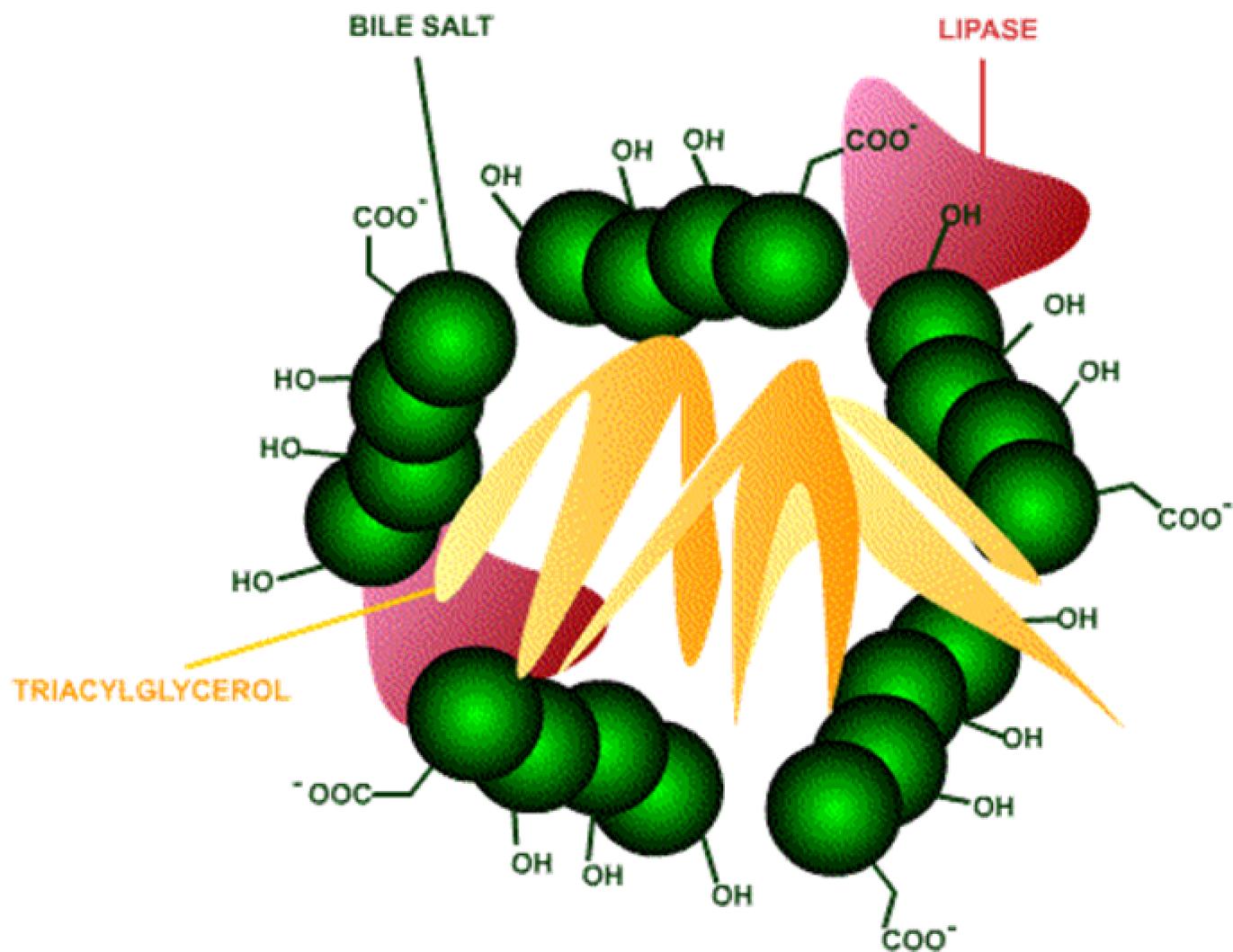
O aumento de pH tem importante implicação com relação a atividade enzimática no intestino, devido a secreção enzimática amilolítica e proteolítica do pâncreas e mucosa intestinal geralmente ter um pH ótimo de neutro a ligeiramente alcalino.

Mais de 90% dos sais biliares secretados no duodeno são reabsorvidos no íleo, retornando ao fígado pela circulação enterohepática.

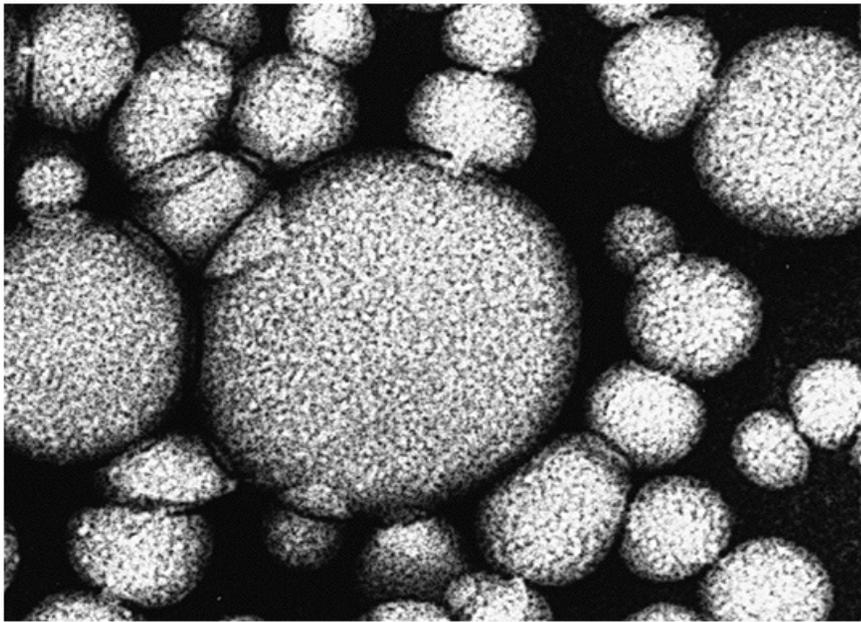
CARACTERÍSTICAS DA SECREÇÃO BILIAR EM RUMINANTES

Pesquisas com ovinos mostram que o fluxo biliar aumentava de 1,7 ml/hora para 20 a 40 ml/hora quando sais eram re-infusados no intestino o aumento na secreção pode ser atribuído a um efeito estimulatório da reabsorção de sais biliares, os quais retornam ao fígado. A circulação enterohepática de sais biliares aparentemente exerce mais ou menos efeitos estimulatórios contínuo na secreção biliar.

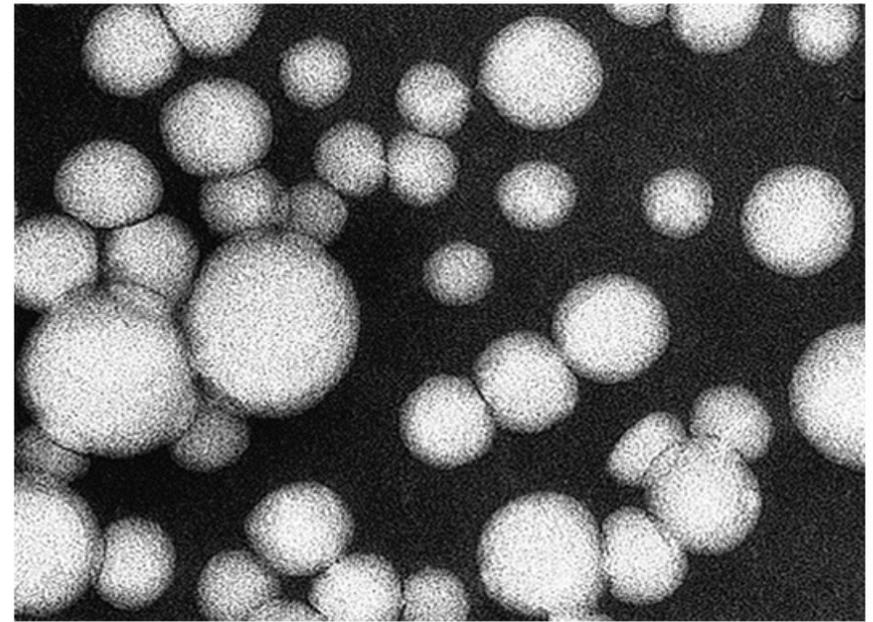
A entrada de digesta no duodeno também influencia a taxa de secreção biliar. A passagem contínua de digesta direta para o abomaso e duodeno e o retorno para o fígado de sais biliares reciclados provavelmente são os mais importantes fatores que regulam a secreção biliar em ruminantes.



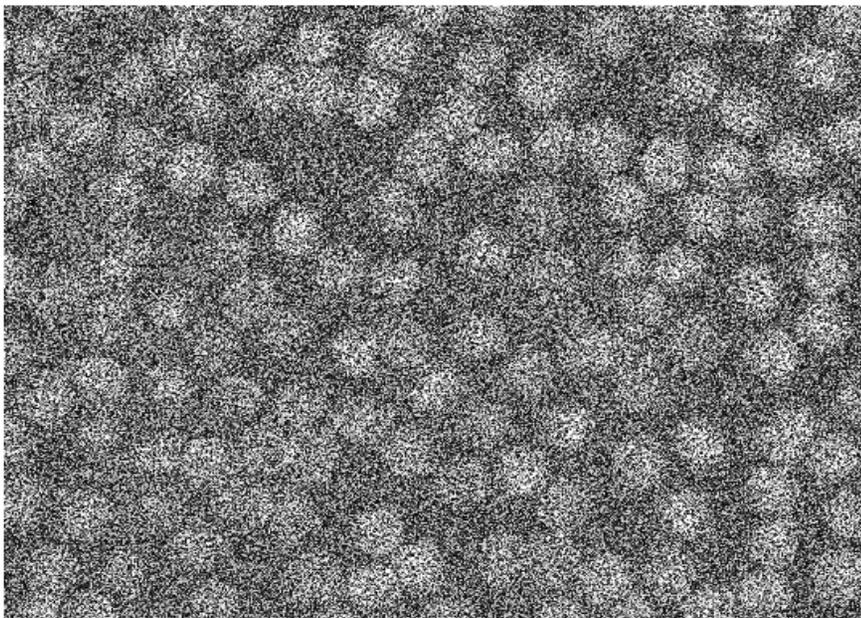
MICELA FORMADA POR SAIS BILIARES, TRIACILGLICEROL E LIPASE PANCREATICA



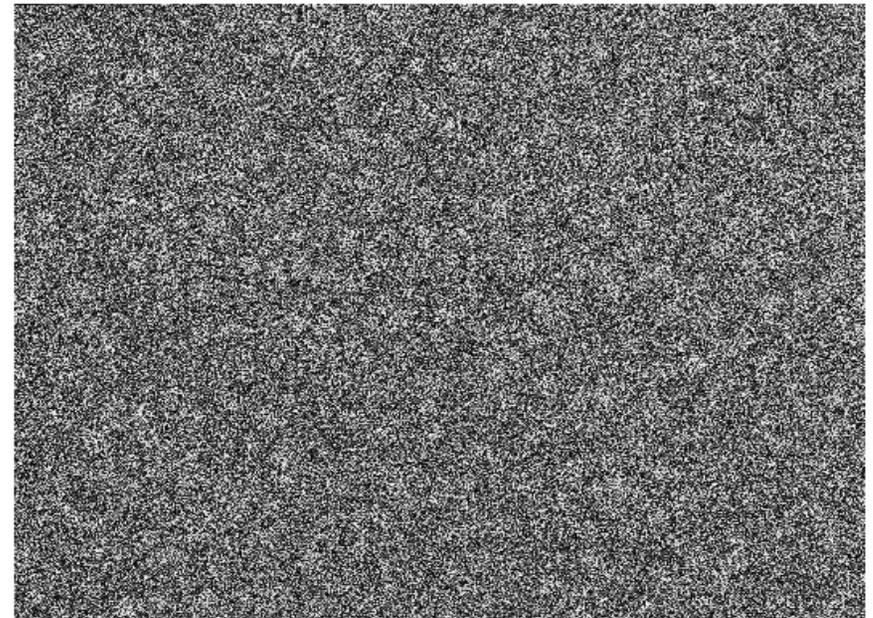
Chylomicrons (x60,000)



VLDL (x180,000)



LDL (x180,000)



HDL (x180,000)

**PANCREAS E
SECREÇÃO
PANCREÁTICA**

A secreção pancreática exócrina está dividida convenientemente em componentes aquosos ou bicarbonatos e componentes enzimáticos.

A função do componente aquoso é a neutralização do conteúdo duodenal de modo que evita danos à mucosa duodenal pela ação do ácido clorídrico e pepsina, elevando o pH do conteúdo próximo ao ótimo para a atividade das enzimas pancreáticas.

O componente enzimático é um pequeno volume de secreção contendo enzimas que vão atuar na digestão dos constituintes da dietas dos ruminantes.

CARACTERÍSTICAS DA SECREÇÃO PANCREÁTICA EM RUMINANTES

O suco pancreático secretado pelos ruminantes contém enzimas amilolíticas, lipolíticas e proteolíticas em solução de eletrólitos e água. A atividade destas enzimas são aproximadamente as mesmas da secreção pancreática dos monogástricos.

A atividade das enzimas pancreáticas no intestino dos ruminantes é muito baixa, sendo o volume total de suco pancreático secretado de 2,2 a 4,8 l/dia em bovinos e 350 a 450 ml/dia em ovinos.

A entrada de digesta no duodeno é o fator mais importante fator regulador do volume do suco pancreático secretado em ruminantes, correspondendo ao fluxo contínuo de digesta.

A extensão da digestão pós ruminal de amido que “escapa” da fermentação ruminal é particularmente dependente da secreção de quantidade adequada de amilase pancreática. A quantidade de amido que chega ao intestino afeta a quantidade de amilase secretada.

ENZIMAS ENCONTRADAS NO SUCO PANCREÁTICO

CLASSE		NOME	SECREÇÃO
Carboidrases		Amilase	Enzima ativa
		Quintinase	Enzima ativa
Proteases:	Endopeptidases	Tripsina	Tripsinogênio
		Quimotripsina A	Quimotripsinogênio A
		Quimotripsina B	Quimotripsinogênio B
	Exopeptidases	Quimotripsina C	Quimotripsinogênio C
		Carboxipeptidase A	Procarboxipeptidase A
		Carboxipeptidase B	Procarboxipeptidase B
Lipases		Triacilglicerol lipase	Enzima ativa
		Fosfolipase A	Profosfolipase
		Colesterol esterase	Enzima ativa
Nucleases		Ribonuclease	Enzima ativa
		Desoxiribonuclease	Enzima ativa

**DIGESTÃO NO TRATO
GASTROINTESTINAL
DOS ANIMAIS
RUMINANTES**

A digestão pode ser definida como o somatório de processos pelos quais macromoléculas do alimento são degradadas à compostos simples, os quais são absorvidos pelo trato gastro intestinal.

Em todas as espécies de ruminantes, a digestão é constituída pelo metabolismo fermentativo da dieta (devido aos microrganismos do rúmen e ou intestino) e pela decomposição hidrolítica enzimática dos nutrientes (secreções no abomaso e no intestino delgado).

Os ruminantes são animais que tem maior atividade fermentativa microbiana (nos pré-estômago) mas a digestão pós-ruminal é vital para o animal, Pois os lipídeos, proteínas, vitaminas, minerais e alguns carboidratos não estruturais "escapam" à fermentação ruminal ficando disponíveis para o animal hospedeiro por esta rota.

DIGESTÃO NO INTESTINO DELGADO

Com exceção dos animais ruminantes, é no intestino que a maior parte das substâncias alimentares é degradada. Os produtos da degradação alimentar são absorvidos de maneira contínua e extensa.

A mucosa intestinal dispõe de uma atividade metabólica intensa, necessária para a manutenção das numerosas transformações pelas quais os produtos digeridos sofrem a fim de serem absorvidos.

O bolo alimentar é transportado através do piloro para o intestino delgado, apresentando uma consistência fluída, e é denominado quimo. No intestino o mesmo é submetido às secreções que continuam à degradação dos alimentos.

Durante a sua passagem pelo intestino delgado, o quimo é submetido às ações das secreções pancreática, entérica e biliar.

DIGESTÃO DE PROTEÍNA NO INTESTINO DELGADO

O desdobramento das proteínas no intestino delgado ocorre tanto intraluminalmente pelas ação das enzimas do suco pancreático (tripsina, quimiotripsina e carboxipeptidases), ou através da digestão de “contato” e da degradação intracelular, pelas aminopeptidases e dipeptidases das células da mucosa.

Os peptídeos de alto peso molecular, produtos da digestão abomasal, são inicialmente degradados no lúmen intestinal pela tripsina e quimiotripsina.

A tripsina tem uma alta especificidade ao substrato e degrada ligações de lisina e arginina.

As carboxipeptidases do suco pancreático “encurtam” as cadeias peptídicas através da hidrólise de resíduos dos aminoácidos no carbono terminal.

DIGESTÃO DE PROTEINA NO INTESTINO DELGADO

A degradação dos oligopeptídeos ocorre através da digestão da membrana intracelular.

As aminopeptidases separam os aminoácidos por “quebra” do nitrogênio terminal no fim da cadeia.

As dipeptidases quebram apenas os peptídeos com um grupo livre carboxil ou amínico.

As dipeptidases e aminopeptidases são encontradas principalmente na “borda em escova” das células epiteliais e, nesta região, provavelmente, ocorre “quebra” das ligações peptídicas através do contato do substrato com a mucosa intestinal.

DIGESTÃO DE PROTEINA NO INTESTINO DELGADO

A degradação do DNA e RNA ocorre através de ribonucleases e desoxiribonucleases do suco pancreático.

As ribonucleases “quebram” os oligonucleotídeos do RNA e os grupos pirimídicos 3 nucleotídeos.

As desoxiribonucleases quebram o DNA em oligodesoxiribonucleotídeos. Na degradação subsequente dos produtos da hidrólise participam fosfodiesterases.

A degradação do DNA e RNA é importante para os ruminantes pois os microorganismos do rúmen (em grande parte degradados no intestino) são ricos nestes ácidos nucleicos.

DIGESTÃO DE CARBOIDRATOS NO INTESTINO DELGADO

A degradação dos carboidratos ocorre em duas etapas: o desdobramento intraluminal dos polissacarídeos e a digestão por contato dos produtos de degradação, assim como dos oligossacarídeos provenientes da alimentação.

A degradação intraluminal do amido e do glicogênio ocorre pela ação da amilase pancreática, que rompe as ligações 1,4-glicosídicas mas não as ligações 1,6-glicosídicas.

As dissacaridases e as dextrinases atuam na degradação dos dissacarídeos são degradadas a maltose (pelas maltases), lactose (pela lactase) e a sacarose (pela sacarase). Uma dextrinase (isomaltase, oligo-1,6 glicosidase) rompe ligações 1,6-glicosídeos ramificados em maltose e glicose.

A mucosa intestinal secreta muco e é também o local de origem de certas enzimas entéricas, as quais são especialmente importante na digestão pós ruminal de carboidratos. As células de Brunner's, no duodeno proximal, secreta um suco neutro ligeiramente alcalino o qual contém amilase e ribonucleases numa taxa de secreção de suco duodenal de 13 ml/h em ovinos alimentados uma vez por dia. Aumentando a frequência de alimentação de 1 para 3 vezes ao dia e aumentando a taxa de fluxo de digesta para o duodeno, produz um aumento na taxa de secreção para 26 ml/h.

DIGESTÃO DE LÍPIDEOS NO INTESTINO DELGADO

A digestão lipídica intraluminal compreende a emulsificação das gorduras pelos sais biliares, a sua degradação hidrolítica e a formação de micelas.

A emulsificação da gordura ocorre com a participação dos ácidos biliares que provocam diminuição da tensão superficial da água e com isto elevam o grau de dispersão dos lipídeos. Os ácidos biliares elevam, além disso, a atividade da lipase e impedem uma nova esterificação dos ácidos graxos no intestino delgado.

A lipase pancreática quebra a molécula de triglicerídeos apenas os grupos hidrolíticos ligados aos ácidos graxos, resultando dos mesmos um mol de monoglicerídeo e 2 moles de ácidos graxos.

Os monoglicerídeos de com ácidos graxos de cadeia curta e média sofrem isomerização mais rápida do que os de cadeia longa.

A absorção dos ácidos graxos e monoglicerídeos consiste na incorporação das micelas, constituídas principalmente de ácidos biliares e monoglicerídeos além de outros lipídeos, como ácidos graxos, colesterol e vitaminas lipossolúveis.

CARACTERÍSTICAS DA DIGESTÃO NO ID DE RUMINANTES

Como em média 67% da matéria seca digerível bem como cerca de 80% das ligações glicosídicas dos polímeros de glicose são digeridos já nos pré estômagos, a digestão pós ruminal é de pequeno significado. Uma proporção bastante grande da celulose digerível é também degradada no compartimento rumino-reticular.

Os compostos nitrogenados que chegam ao intestino com o quimo provenientes do abomaso consistem de proteínas originárias das bactérias e protozoários do rúmen e de proteínas alimentares não digeridas. Cerca de 80 a 90% das proteínas alimentares são digeridas já nos pré-estômagos.

Os carboidratos encontrados no intestino delgado resultam dos compostos não degradados provenientes do rúmen e dos seus microorganismos.

CARACTERÍSTICAS DA DIGESTÃO NO ID DE RUMINANTES

Os lipídeos encontrados no duodeno são provenientes das gorduras alimentares e dos ácidos graxos cujas cadeias longas parcialmente hidrogenadas, e originárias das gorduras microbianas.

Os ácidos graxos são em grande parte ligados às "fases" das partículas do conteúdo intestinal; com isso, apresentam distribuição dispersa. As gorduras são hidrolisadas pela lipase pancreática.

A absorção de ácidos graxos de cadeia longa depende da incorporação dos mesmos aos agregados moleculares hidrossolúveis (micelas). Como não são encontrados monoglicerídeos no conteúdo intestinal em consequência da degradação lipídica nos pré-estômagos, ocorre nos seus lugares nas micelas a lisolecitina que é liberada com a bile originária da sua degradação a partir de ácidos graxos pela lecitinase do suco pancreático. Das micelas, os ácidos graxos são absorvidos pela mucosa intestinal e incorporados aos triglicerídeos dos quilomícrons. Ao contrário do que acontece com animais monogástricos, a formação dos triglicerídeos ocorre nos ruminantes preferencialmente a partir do glicerofosfato.

INTESTINO GROSSO EM ANIMAIS RUMINANTES

O intestino grosso compreende o ceco, cólon (ou colo) e reto. Existe grande variação entre as espécies animais em relação ao desenvolvimento anatômico e fisiológico do intestino grosso. Fisiologicamente, os processos digestivos que ocorrem no intestino grosso são dependentes do seu desenvolvimento.

A função principal do intestino grosso consiste na absorção de água e eletrólitos. O suco entérico secretado pela mucosa (células de Goblet) do ceco e cólon é fluído, mucoso e desprovido de enzimas, fazendo com que o meio seja levemente alcalino (pH variando de 6,5 a 7,5) e anaeróbico, favorecendo o desenvolvimento de uma flora bastante heterogênea, dependendo do tipo de alimentação ingerida. A degradação da proteína alimentar, de substâncias protéicas provenientes dos diferentes sucos digestivos e células descamadas pelas bactérias intestinais, resulta na produção final de aminoácidos, ácidos graxos voláteis, indol, escatol, fenol, crisol, amins e gases (ácido sulfúrico, amônia e hidrogênio). O indol e o escatol resultante da ação bacteriana sobre o triptofano no intestino grosso são responsáveis pelo odor característicos das fezes, mais acentuada nos animais carnívoros e onívoros que nos ruminantes. A estrutura da mucosa do intestino grosso não apresenta vilos ou vilosidades, como acontece no intestino delgado.

A função homeostática do intestino grosso envolvendo eletrólitos e fluído cria um ambiente para o desenvolvimento de microorganismos e um depósito temporário para excreção, até sua eliminação.

A grande variação na anatomia do intestino grosso parece não estar relacionado à formação de fezes peletizadas em ovinos e caprinos. A indicação de uma função do colo espiral na formação de peletes é dada pelo tempo médio de retenção (20 horas em ovinos e 8 horas em bovinos) devido a presença em ovinos e cabras do colo espiral de segmentação ou divisão do lúmen no interior segmentado normalmente por contrações rítmicas uniformes. Estas contrações propulsionam as fezes a pequenas distâncias e em ambas direções, ocorrendo a formação dos "peletes".