

Revista Acadêmica de Ciência Equina v. 01, n. 1 (2015)

**ANATOMIA E FISILOGIA DO APARELHO DIGESTÓRIO DE EQUINOS APLICADAS
AO MANEJO ALIMENTAR**

Rhuanna Sabrina Hillebrant¹; João Ricardo Dittrich²

1.Acadêmica do Curso de Medicina Veterinária da UFPR.

2.Professor do Departamento de Zootecnia da UFPR.

1. INTRODUÇÃO

Os cavalos são herbívoros monogástricos com grande capacidade seletiva, tem como características principais um estômago de tamanho reduzido e intestino grosso desenvolvido, onde ocorre a fermentação dos alimentos pela microbiota existente no local.

Quando em pastagens, permanecem cerca de 10 a 16 horas em pastejo com refeições de duas a três horas de duração e intervalos curtos para interação social e descanso. Esse tempo é dividido, aproximadamente, em 60% no período diurno e 40% no período noturno. A necessidade alimentar (kg de M.S./dia) varia de 1,5 % a 3,1% da massa corporal, de acordo com o estado fisiológico do animal. A ingestão do alimento, propriamente dita, varia com o ambiente, com o manejo aplicado aos animais e com as características dos alimentos. Animais em crescimento, trabalho e fêmeas lactantes têm necessidades maiores do que animais em manutenção. O ambiente influencia tanto pela temperatura quanto pelo fotoperíodo e precipitação pluviométrica, os quais modificam a composição botânica das pastagens ao longo das estações do ano.

2. SELEÇÃO E PROCESSAMENTO DO ALIMENTO

A seleção do alimento não é só pela visão, olfato e gustação, mas também por meio da sensibilidade e mobilidade labial, que permite ao cavalo grande capacidade de selecionar os alimentos no momento da apreensão e corte, pelos dentes incisivos, principalmente quando composta por vegetais. Estas características anatômicas permitem grande capacidade de seleção da dieta em pastagens, mas há necessidade de tempo para o pastejo e de diversidade de espécies vegetais, pois a velocidade de ingestão é lenta e a seleção é preferencialmente por folhas e brotos, os caules são preteridos. As áreas de excreção são rejeitadas, bem como as plantas em que os colmos são predominantes às folhas e possuem estruturas mais velhas e lignificadas.

A ingestão de líquidos é feita por sucção, os lábios formam uma pequena abertura com auxílio da língua e com movimentos de trás para frente e a faringe agindo como uma bomba. A língua é um órgão muscular, com ampla mobilidade e recoberta com papilas gustativas que variam em forma e função.

A dentição dos equinos é representada pela fórmula dentária, que difere entre machos e fêmeas, apenas pela presença dos caninos nos machos após os 5 anos. Segue o esquema a seguir:

$$2\left(I \frac{3}{3}, C \frac{0(1)}{0(1)}, PM \frac{3(4)}{3(4)}, M \frac{3}{3} \right) = 36 \text{ (fêmeas) a } 44 \text{ (machos)}$$

Onde I: **Incisivos**; C: **Caninos**, PM: **Pré-Molares** e M: **Molares**.

A superfície mastigatória possui, além de material frágil de dentina e cemento, elevações de esmalte com maior dureza o que permite mantê-la irregular. A mastigação é normalmente unilateral triturando os alimentos entre os dentes molares e pré-molares por movimentos laterais da mandíbula com auxílio da língua, bochecha e saliva com trocas periódicas e cerca de 60 a 80 movimentos mastigatórios por minuto.

O alimento volumoso é reduzido a partículas de 2 mm de diâmetro por 1 a 4 mm de comprimento, o que é essencial para o trânsito intestinal e também liberará substâncias importantes como proteínas e açúcares, que serão digeridas no estômago e intestino delgado. Fibra curta ou volumoso excessivamente picado, com menos de 2 cm, podem ser deglutidos inteiros podendo provocar parada do trânsito gastrointestinal. A mastigação correta torna desnecessária a moagem dos alimentos, mesmo assim deve-se verificar regularmente nas fezes dos animais a presença de grãos íntegros que podem indicar ineficácia, assim como examinar a boca e dentes e possíveis anormalidades as quais podem prejudicar a mastigação.

Assim como a mastigação a produção de saliva também é importante, pois possibilita a deglutição, umedece o alimento e permite a ação dos sucos gástricos sobre o bolo alimentar. O cavalo possui três pares de glândulas salivares, as glândulas parótidas sob a orelha e atrás do ramo da mandíbula que apresentam secreção serosa, as glândulas submandibulares no espaço intermandibular e sublinguais na base da língua apresentam secreção mucosa. Ambas as glândulas drenam para um ducto principal que tem abertura única na cavidade bucal. A produção de saliva é de 40 a 90 ml por minuto sendo maior com alimentos fibrosos do que concentrados. Ela não possui enzimas digestivas (pois o cavalo se alimenta de folhas, as quais possuem pouco amido), mas grande quantidade de minerais e bicarbonato (50 mEq/L) que servem para neutralizar os ácidos na porção inicial do estômago.

Os bocados formados, de 50 a 70g, são deglutidos num intervalo de aproximadamente de 30 segundos. O processo é irreversível devido ao véu do palato que impede o retorno do bolo alimentar a

boca e não permite expulsão por via nasal. A deglutição tem uma fase voluntária onde o bolo alimentar é colocado no dorso da língua e movido para a base da língua contra o palato duro realizando movimento antero-posterior, a base da língua se projeta então fortemente para trás e para cima empurrando-o para a faringe.

3. ESÔFAGO E ESTÔMAGO

O esôfago dos equinos mede cerca de 1,5 metros e estende-se da faringe ao estômago cruzando o tórax e perfurando o diafragma. O alimento percorre o esôfago por movimentos peristálticos formando anéis de constrição que se movem ao longo da parede reduzindo o lúmen e empurram o bolo alimentar por ação dos músculos circulares, adiante pode haver o relaxamento dos músculos longitudinais aumentando o tamanho do lúmen para que o bolo alimentar possa avançar. Ao chegar na porção distal do esôfago o esfíncter inferior se abre e a matéria ingerida entra no estômago.

O esôfago entra no estômago de maneira oblíqua pelo esfíncter cárdia, o estômago possui três regiões (região de saco cego, região fúndica e região pilórica) e se liga ao duodeno pelo esfíncter piloro, esses esfíncteres são bem desenvolvidos e se encontram próximos sendo que a cárdia realiza fechamento hermético impedindo a regurgitação. O tamanho do estômago é relativamente pequeno, em forma de feijão, com capacidade de 15 a 20 litros e pode aumentar ligeiramente para adaptação ao regime, podendo ser preenchido até 2/3 de seu tamanho.

Apresenta uma porção aglandular de epitélio escamoso estratificado que não possui mecanismos protetores contra o suco gástrico e com pouca motilidade. Considera-se que nessa região há predomínio de processos digestivos baseados em alto teor de matéria orgânica e pH assim como atividades microbianas com degradação de carboidratos simples em açúcares e amido e até mesmo lise de proteínas através de proteinases vegetais. Além de ácido láctico, são produzidos ácidos graxo de cadeia curta, pequenas quantidades de gases como dióxido de carbono, metano e gás hidrogênio assim como produtos da degradação proteica como amoníaco e fenol.

A região glandular se divide em mucosa cardíaca, mucosa parietal e mucosa pilórica. Essa região é recoberta por criptas que possuem em sua base um estreitamento chamado istmo que continua para abertura das glândulas gástricas. A maioria da superfície é recoberta por células mucosas de superfície que produzem um muco espesso responsável pela proteção do epitélio.

Cada região possui tipos celulares característicos, na mucosa parietal há células parietais que secretam ácido clorídrico, células mucosas do colo que secretam muco e células principais que secretam pepsinogênio que é produzido, estocado e após sua secreção é exposto ao conteúdo ácido do estômago com clivagem de uma pequena porção da proteína, resultando na enzima ativa, pepsina a qual realizará o primeiro desdobramento das proteínas para absorção no intestino delgado. As glândulas da região cardíaca secretam apenas muco e as células da mucosa pilórica são chamadas de células G que produzem gastrina.

A secreção do ácido clorídrico é estimulada na espera pelo alimento através de impulsos vagais parassimpáticos que estimulam células do sistema nervoso entérico que liberam acetilcolina. Células parietais e células G possuem receptores para acetilcolina e respondem secretando ácido clorídrico e gastrina, respectivamente. A distensão do estômago pela presença de alimento estimula receptores de estiramento fazendo estímulo aferente ao sistema nervoso entérico o qual vai responder por estímulo direto de acetilcolina, além disso, o alimento misturado a saliva serve como tampão aumentando o pH do estômago estimulando secreção de gastrina e, conseqüentemente, de ácido clorídrico.

Nenhuma enzima com capacidade de digestão de carboidrato ou gordura é secretada no estômago. A mistura do bolo alimentar com o suco gástrico leva a uma diminuição do pH em torno de 5 a 6 na porção média do estômago, pode baixar até 2,6 no piloro em alimentação exclusiva com feno. O suco gástrico só vai ser misturado eficientemente ao bolo alimentar na região pilórica pelas contrações mais intensas da parede estomacal. Nos potros lactentes ainda há a renina que coagula a caseína do leite e a impede de passar rapidamente ao intestino e facilita a digestão pela pepsina.

Quando os animais permanecem em jejum ou alimentos concentrados são utilizados estes rebaixam o pH estomacal e, conseqüentemente, aumentam a probabilidade do aparecimento de úlceras gástricas, além disso, a oferta de alimento concentrado em poucas vezes e grandes volumes predispõem às cólicas por compactação e pela formação de gás, que distende o estômago e, em casos mais graves, leva a ruptura e morte. Assim como a ingestão, a passagem de alimentos do estômago para o intestino delgado também é constante.

4. INTESTINO DELGADO

O comprimento do intestino delgado é de cerca de 20 metros sendo este dividido em duodeno, jejuno e íleo. A mucosa apresenta vilosidades de 0,5 a 1mm revestidas por células epiteliais cilíndricas as quais possuem projeções filiformes (microvilosidades) o que aumenta a superfície para absorção, além de células caliciformes responsáveis pela secreção de muco e glândulas que secretam suco entérico. Abaixo da mucosa encontra-se a camada muscular lisa que é responsável pelo peristaltismo, os movimentos servem tanto para misturar o conteúdo como também para propulsão através de contrações rítmicas em sentido crânio-caudal, a velocidade é de cerca de 20 cm por minuto. Após aproximadamente 15 cm da saída do estômago localiza-se o divertículo duodenal onde desembocam sucos pancreático e hepático.

O pâncreas produz secreção de maneira contínua, mas com baixa concentração de enzimas. A secreção equivale de 5 a 10% do peso vivo e além das enzimas possui grande quantidade de álcalis e bicarbonato para neutralização dos ácidos produzidos no cólon sendo que o pH após a adição dessa secreção sobe para 6,5 no jejuno e íleo (com alimentos ricos em fibras pode subir para mais de 7).

O cavalo não possui vesícula biliar sendo assim a liberação de bile é constante, característica evolutiva relacionada ao hábito desse animal em se alimentar constantemente. A bile emulsiona a gordura presente na dieta para ação digestiva da lipase.

A digestão química no intestino delgado ocorre através da ação de enzimas que quebram o alimento em partículas menores por hidrólise, adicionando uma molécula de água a estrutura. Algumas enzimas produzidas pelo pâncreas como tripsina, quimiotripsina, elastase, carboxipeptidases A e carboxipeptidase B quebram proteínas em di e tripeptídeos, a lipase quebra a gordura já emulsificada pela bile em ácidos graxos e a amilase quebra o amido em maltose, maltotriose e isomaltose.

Os enterócitos produzem enzimas que realizam quebra específica do alimento nas menores unidades possíveis para que sejam absorvidos, a lactase nos animais lactentes quebra a lactose em glicose e galactose, a maltase quebra a maltose e a maltotriose e a isomaltase quebra a isomaltose em glicose, a sacarase quebra a sacarose em glicose e frutose.

Os minerais absorvidos são aqueles que estão livres ou serão liberados das macromoléculas pela digestão enzimática. Quanto maior a quantidade de conteúdo celular na dieta, maior é a absorção de minerais, tanto os macroelementos como o cálcio, fósforo, magnésio, cloro, potássio, sódio, enxofre, ou microelementos como o iodo, ferro, manganês, selênio e zinco.

O mesmo raciocínio anterior pode ser aplicado às vitaminas presentes na dieta, pois o conteúdo celular dos vegetais apresenta satisfatórias quantidades de vitaminas A, D, E, K, Tiamina (B₁), Riboflavina, Niacina, Biotina e Ácido Fólico para absorção e aproveitamento. Outras vitaminas como a B₁₂, Ácido Pantotênico e B₆ são disponibilizadas pelo processo fermentativo natural que ocorre no intestino grosso.

A digestão química ocorre efetivamente no conteúdo celular dos vegetais, presentes nas células das folhas novas, o que reforça a necessidade de fornecer uma dieta composta por alimentos volumosos de qualidade. A baixa concentração de enzimas no suco pancreático, citada anteriormente, reforça a incapacidade do sistema digestório dos cavalos em digerir grandes quantidades de alimentos ricos em amido e proteínas (concentrados). Os movimentos peristálticos com intervalos curtos e frequentes reforçam a necessidade de alimentos volumosos na dieta para o perfeito funcionamento do aparelho digestório. A fibra presente nestes alimentos não sofre digestão enzimática e permite a ação dos movimentos e o consequente deslocamento do conteúdo alimentar até atingir o intestino grosso.

5. INTESTINO GROSSO

O intestino grosso do cavalo é uma das estruturas mais importantes do trato digestivo onde há presença de microrganismos que realizam a fermentação das fibras e dos nutrientes não absorvidos no intestino delgado. Mede em torno de 7 metros de comprimento, dividido em ceco, cólon (que se subdivide em cólon dorsal direito e esquerdo, cólon ventral direito e esquerdo e cólon menor) e reto.

A população de microrganismos presentes no intestino grosso se assemelha em número e espécie a população ruminal, as bactérias são em torno de $0,5 \times 10^9$ a 5×10^9 /g de conteúdo sendo que as bactérias celulolíticas são de 10^4 a 10^7 g/ml e os protozoários $0,5 \times 10^5$ a 5×10^5 /mL de conteúdo. Assim como no rúmen, os microrganismos necessitam de um ambiente ideal para realizar suas funções com pH ótimo para atividade em torno de 6,5.

As paredes celulares das células vegetais são compostas pelos carboidratos pectina, hemicelulose e celulose. A lignina (não é um carboidrato) pode vir intimamente associada à parede celular. A presença de caules na dieta proporciona maiores conteúdos de lignina o que reduz a ação microbiana sobre estes componentes. A lignina é a parte mais resistente da fibra a qual não é aproveitada e é simplesmente excretada. A celulose e a hemicelulose serão quebradas pela celulase dos microrganismos e é utilizada pelos mesmos para produção de ácidos de cadeia curta, como o ácido acético e butírico, os quais são absorvidos e fornecem carbono para síntese de lipídeos no organismo animal.

O amido que não foi digerido anteriormente no trato digestivo pode ser quebrado pela amilase dos microrganismos em glicose e também ser utilizada por eles para produção de ácido propiônico que servirá como substrato para a produção de glicose após absorção pelo animal e também lactato. Assim como o amido, a proteína não utilizada anteriormente é quebrada pela protease em peptídeos e aminoácidos que serão utilizados na produção de proteína microbiana ou quebrados em amônia e esqueleto de carbono, o qual pode ser usado na formação dos mesmos ácidos citados anteriormente. A absorção destes ácidos graxos voláteis (AGVs) ocorre na forma livre por gradiente de concentração e sua absorção libera bicarbonato no intestino que auxilia na manutenção do pH.

Os microrganismos são capazes de sintetizar vitaminas do complexo B, sendo assim a suplementação dessas vitaminas para animais em manutenção torna-se desnecessária em alimentação equilibrada e de boa qualidade.

O intestino grosso possui grande motilidade nos diferentes seguimentos, a maior parte dos movimentos tem ação de mistura e transporta o alimento e mantém o conteúdo em estado homogêneo. Aproximadamente uma vez a cada três ou quatro minutos, há uma contração forte que empurra o alimento. Entre o ceco e o cólon existe uma estrutura chamada válvula ceco-cólica, a utilização de fibras de baixa qualidade, muito lignificada faz com que essa fibra fique no ceco por mais tempo e pela motilidade forma-se um emaranhado que pode obstruir a válvula e desencadear processos patológicos no aparelho digestório. Esta estrutura formada pelas fibras é denominada de fitobezoar.

A atividade antiperistáltica se origina de um marca-passo na flexura pélvica entre o cólon ventral e o dorsal esquerdo, esse movimento serve na retenção das partículas maiores melhorando o seu aproveitamento. Há também um movimento retropulsivo originado na área distal do cólon dorsal direito com o cólon menor como ocorre no cólon ventral, esses movimentos combinados resultam numa retenção significativa de 24 a 96 horas para o alimento passar pelo colon maior.

A absorção dos nutrientes ao longo do intestino se dá por co-transporte principalmente de sódio. O potássio é absorvido por difusão passiva, o magnésio e o fósforo são absorvidos por difusão facilitada através de gradiente de concentração, o cálcio é mais absorvido no intestino delgado e o fósforo no intestino grosso, pois o fósforo presente em maior quantidade na dieta está associado à parede celular na forma de fitato. A água é absorvida em todo intestino por osmose.

O cólon menor possui segmentação que dá a forma as fezes além de recobri-la com muco, nele há reabsorção de água, ácidos graxos voláteis e eletrólitos. A defecação é um ato reflexo pela entrada das fezes no reto com relaxamento do esfíncter anal interno e abertura do esfíncter anal externo. As fezes têm cor, forma e odor característico, mas são alterados de acordo com a dieta.

Os alimentos volumosos de qualidade, compostos por células vegetais das folhas, são de extrema importância na alimentação do cavalo, pois possibilita uma mastigação mais demorada e vigorosa, para o correto desgaste dentário, evitando o aparecimento de anormalidades na cavidade bucal. Garantem o funcionamento intestinal, a absorção de nutrientes e a multiplicação dos microrganismos desejáveis no intestino grosso. O oferecimento de alimento volumoso de qualidade para animais em cocheiras, os mantém ocupados e evita vícios de estábulo, além de promover o bem-estar e reduzir os riscos de distúrbios digestivos. Os alimentos volumosos devem ser de boa qualidade, pouco lignificados, a utilização de alimentos concentrados deve servir apenas como suplementação quando há necessidade e **não** deve ultrapassar 50% da dieta total em matéria seca.

Bibliografia:

CUNNINGHAM, J.G. **Tratado de Fisiologia Veterinária**. 4 ed. São Paulo: Elsevier. pág. 303-390, 2009.

DITTRICH, J.R et al. Comportamento ingestivo de equinos e a relação com o aproveitamento das forragens e bem-estar dos animais. **Revista Brasileira de Zootecnia**. vol. 39, p. 130-137, 2010.

MEYER, H. **Alimentação de Cavalos**. São Paulo: Varela. págs. 33-62, 1992.

Natinonal Research Council (NRC). **Nutrient Requirements of Horses**. Washington, D.C. 341 p. 2007.

THOMASSIAN, A. **Enfermidades dos Equinos**. 4ª ed. São Paulo: **Livraria Varela**, pág. 573, 2005.

TORRES, A.P; JARDIM, W.R. **Criação de Cavalos e Outros Equinos**. São Paulo: Livraria Nobel, 3 ed., págs. 327-334, 1985.

SWENSON, et al. Dukes **Fisiologia dos Animais Domésticos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 11ª ed., págs. 297-447, 1996.

WOLTER, R. **Alimentacion del Caballo**. Zaragoza: Acribia. 172p. 1975.