

Fibra na nutrição de animais com fermentação no intestino grosso (Fibra en la nutrición de animales com fermentación en lo intestino grosso) (Fibre in hinggut fermenters animais nutrition)

Eliane Morgado: Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, UNESP, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. Contato por e-mail: elimorg@yahoo.com.br | **Leandro Galzerano:** Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, UFRRJ, Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil. Bolsista da CAPES. Contato por e-mail: leandrogalzerano@yahoo.it

Resumo

A parede celular dos vegetais é constituída por um conjunto altamente heterogêneo denominado fibra, que é uma combinação de polissacarídeos como celulose, hemiceluloses, pectinas, goma, galactanas e β -glucanas e por polímeros fenólicos como a lignina. O processo digestivo de herbívoros não ruminantes revela a adaptação desses animais para conseguir uma utilização eficaz dos alimentos vegetais, possuindo cada espécie animal estratégias digestivas consideravelmente variáveis de acordo com as particularidades morfofisiológicas do trato digestório. A quantidade adequada de fibra na dieta de animais herbívoros é indispensável, pois preserva o equilíbrio neurovegetativo, promovendo o funcionamento normal do trato digestivo, regulando o trânsito da digesta, influenciando a fermentação e mantendo a integridade da mucosa intestinal, prevenindo assim vícios de comportamentos e problemas digestivos, além de fornecer energia para os animais.

Palavras-chaves: coelhos | digestão | eqüinos | parede celular

Resumen

La pared celular de los vegetales está constituida por un conjunto altamente heterogéneo, denominado fibras, éstas son una combinación de polisacáridos como la celulosa, hemicelulosa, pectina, goma, galactana, β -glucanos y polímeros fenólicos como la lignina. El proceso digestivo de los hervíboros no ruminantes, revela su adaptación para lograr una utilización eficaz de los alimentos vegetales, consituyendo estrategias digestivas considerablemnte variables para cada especie, dependiendo de sus particularidades morfológicas en el tracto digestivo. La cantidad adecuada

Fibra na nutrição de animais com fermentação no intestino grosso
<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n070709/070902.pdf>

de fibra es indispensable en la dieta de los animales herbívoros, pues con ella se preserva el equilibrio neurovegetativo, promoviendo el funcionamiento normal del tracto digestivo y regulando el tránsito de la ingesta, al mismo tiempo influye en la fermentación y mantenimiento de la integridad en la mucosa intestinal, previniendo los vicios de comportamiento y los problemas digestivos, además de producir energía para los animales.

Palabras-claves: conejo | digestión | equino | pared celular

Abstract

The cell wall of the plant consists of a highly heterogeneous group called fiber, which is a combination of polysaccharides such as cellulose, hemicelluloses, pectins, gums, galactanas and β -glucans and phenolic polymers such as lignin. The digestive process of no-ruminant herbivores reveal the adaptation of these animals to achieve an effective use of food plants, with each species of animal digestive strategies considerably variables according to the particularities of morphophysiological of the digestive tract. The appropriate amount of fibre in the diet of herbivorous animals is essential, therefore preserves the balance neurovegetative, promoting the normal functioning of the digestive tract, regulates the transit of digesta, influencing the fermentation maintaining the integrity of the intestinal mucous, thus preventing behaviour and digestive problems, and provide energy to animals.

Key words: cellular wall | digestion | horses | rabbit

1. Introdução

Em animais não ruminantes, a estratégia digestiva de utilização da fibra varia consideravelmente de acordo com a peculiaridade morfológica do trato digestivo de cada espécie. Todos os mamíferos dependem da microflora do intestino grosso para a digestão dos carboidratos estruturais das forragens. Segundo ÚDEN & VAN SOEST (1982) o tamanho do animal pode ser um fator que favorece as diferentes eficiências de digestão. Animais pequenos requerem relativamente maior ingestão de energia digestível que os animais maiores.

A fibra não é uma substância química específica, é constituída por carboidratos, especialmente celulose e hemicelulose que juntamente com a lignina, forma a parede celular dos vegetais, que não pode ser digerida pelas enzimas digestivas dos mamíferos, porém, é susceptível a degradação em intensidade variável pelos microrganismos intestinais. Animais herbívoros não ruminantes com fermentação no intestino grosso que possuem fermentação no cólon como elefante, rinocerontes, e eqüinos, possuem grande potencial de digestão da fibra, obtendo nesta

Fibra na nutrição de animais com fermentação no intestino grosso
<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n070709/070902.pdf>

energia através da fermentação das forragens. Já animais não ruminantes pequenos com peso corporal em torno de 5 kg ou menos, com fermentação no ceco, como os coelhos, não digerem a fibra tão eficientemente quanto os animais de maior peso corporal, o que sugere que alguns herbívoros pequenos não necessariamente dependem da digestão da fibra para satisfazer suas necessidades energéticas (SAKAGUCHI, 2003). No entanto, a fibra é de extrema importância na saúde intestinal destes animais, pois mantém o bom funcionamento dos intestinos, aumentando o peristaltismo e prevenindo distúrbios digestivos como cólicas.

O objetivo desta revisão é descrever sobre a caracterização dos constituintes da parede celular e de seu efeito na nutrição de animais herbívoros não ruminantes como coelhos e eqüinos, enfocando a importância da fibra na alimentação e na fisiologia digestiva desses animais.

2. Caracterização dos Constituintes da Fibra

A fibra pode ser nutricionalmente definida como uma fração do alimento indigerível ou lentamente digerível, que ocupa espaço no trato gastrintestinal (MERTENS, 1992). A fração fibrosa é a denominação dada à soma de todos os polissacarídeos de vegetais (celulose, hemicelulose, pectinas, gomas, mucilagens, β -glucanos e galactanas) que somados a lignina compõem a parede celular vegetal.

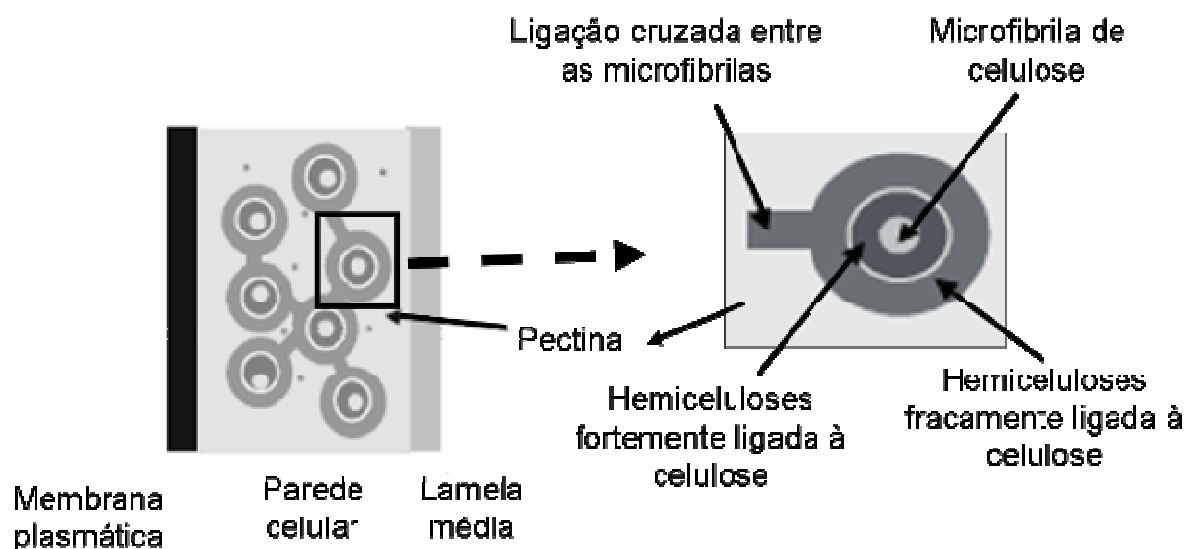


Figura 1. Representação esquemática da parede celular em corte transversal. As microfibrilas de celulose estão cobertas por hemiceluloses (xiloglucanas, arabinoxilanas ou mananas) que podem estar fraca ou fortemente ligadas à celulose. O domínio celulose-hemiceluloses está embebido em um domínio péctico (Adaptado de GOSGROVE, 1999).

BUCKERIGE et al. (2000) classificam a parede celular como um composto de polímeros em que as microfibrilas de celulose são envolvidas por hemiceluloses, sendo este domínio imerso em uma matriz de polímeros pécticos, a qual "preenche" todo o sistema. PACIULLO (2002) classifica quimicamente a parede celular como uma matriz complexa composta por proteínas, complexos fenólicos, água, minerais e polissacarídeos como celulose, hemiceluloses e pectina. A representação esquemática da parede celular em corte transversal está apresentada na Figura 1.

Segundo TEIXEIRA & ANDRADE (2001) a natureza e concentração dos carboidratos estruturais da parede celular são os principais determinantes da qualidade dos alimentos volumosos, especialmente em forragens. A parede celular pode constituir de 30 a 80% da matéria seca das plantas forrageiras, onde se concentram carboidratos como celulose, hemiceluloses e pectina.

A celulose é a molécula mais abundante da natureza, sendo o componente mais importante da parede celular das plantas, sendo composta de cadeias lineares de D-glicose, unidas por ligações β -1,4 com alto grau de polimerização e elevado peso molecular encontradas, principalmente, em sua forma cristalina que confere a alta resistência ao rompimento de suas ligações por substâncias químicas (GIGER-REVERDIN, 1995). As cadeias de celulose podem se unir através de pontes de hidrogênio formando as microfibrilas de celulose, sendo o grau de cristalinidade destas fibrilas ou a presença de outros polímeros associados à matriz celulósica de grande importância na avaliação de forragens, pois esta interação pode influenciar na suscetibilidade da molécula de celulose a hidrólise enzimática microbiana (VAN SOEST, 1994).

As hemiceluloses compreendem uma coleção heterogênea de polissacarídeos amorfos com grau de polimerização muito inferior ao da celulose (VAN SOEST, 1994). A composição das hemiceluloses varia entre espécies vegetais e representam, em média, 10 a 25% da matéria seca das forragens e de muitos subprodutos industriais como farelos, polpa cítrica e de beterraba e, entre 2 a 12% nos grãos de cereais e raízes (GIGER-REVERDIN, 1995).

As pectinas pertencem ao grupo de polissacarídeos não amiláceos e estão presentes caracteristicamente na lamela média e na parede primária da célula vegetal. As pectinas diferem do amido pela posição axial da ligação no carbono 4, não sendo assim atacadas pelas enzimas digestivas, porém, são susceptíveis à ação microbiana (FERREIRA, 1994). As leguminosas contêm mais substâncias pécticas, de 7 a 14%, que as gramíneas, de 2 a 5% (EZEQUIEL & GALATI, 2005).

A lignina que também faz parte da parede celular constitui-se de polímeros condensados de diferentes álcoois fenilpropanóides cujos precursores são o p-cumárico, coniferílico e o sinapílico, além do ácido ferúlico, unidos por ligações do tipo éter ou ligações covalentes entre os núcleos benzênicos ou aliados aos radicais propano. A proporção destes componentes é irregular entre as plantas, e estão presentes em maior proporção na parede celular secundária, cuja principal função é de suporte estrutural e de resistência física às plantas (FERREIRA, 1994).

O valor nutritivo das forragens é determinado pelo conteúdo de fibra que está relacionado à quantidade de parede celular na planta e à qualidade da fibra em função do grau de lignificação (PAGAN, 2001). A espessura das paredes das células das plantas é fortemente influenciada pelo estágio de desenvolvimento e variável entre as espécies. Com o avanço da maturidade, ocorrem mudanças na composição química das plantas e, conseqüentemente, no valor nutritivo diminuindo a relação conteúdo celular/parede celular em comparação com as plantas jovens, que possuem maior relação de folha/caule e baixo teor de fibra e lignina (NRC, 2007).

3. Efeitos da Fibra sobre na Nutrição de Herbívoros Não Ruminantes

Os mamíferos e outros animais de estômago simples não possuem enzimas próprias para hidrolisar frutanas, ligações β -glucanas, substâncias pécticas e oligossacarídeos, sendo estes designados para a categoria de fibra dietética, que podem ser fermentados pelos microrganismos do intestino grosso para produzir produtos microbianos de valor nutricional para os animais (HALL, 2003).

Nos animais não ruminantes a estratégia de utilização digestiva dos componentes da parede celular vegetal varia consideravelmente, de acordo com as particularidades morfofisiológicas do trato digestório de cada espécie animal, com destaque para os eqüinos, por apresentarem a maior capacidade de digestão da fração fibrosa, apresentando os coelhos aproximadamente 50 a 60% da eficiência de digestão da fibra bruta dos eqüinos (SLADE & HINTZ, 1969).

A eficiência da utilização da fibra dietética pelos herbívoros está correlacionada a três fatores principais: a composição da dieta, especialmente a fração correspondente aos carboidratos estruturais e não estruturais; a taxa de fermentação; e a taxa de passagem no trato digestório, especialmente nos compartimentos com atividade fermentativa, que está intimamente relacionada ao consumo e a composição da dieta (DROGOUL et al., 2000).

Os tipos de fibras variam amplamente em sua solubilidade, viscosidade, capacidade de retenção de água e de ligar a minerais e moléculas orgânicas, e tais características resultam em vários efeitos fisiológicos. A capacidade higroscópica ou de retenção de água da fibra está particularmente relacionada com seu conteúdo de hemiceluloses e pectina (EASTWOOD, 1987 citado por FERREIRA, 1994), sendo esta propriedade muito variável entre os alimentos.

A fibra pode ser classificada, quanto à sua solubilidade, em fibra solúvel e fibra insolúvel, exercendo vários efeitos metabólicos e fisiológicos no organismo animal, que podem ser decorrentes de alterações na função fisiológica, como a taxa de excreção endógena e a taxa passagem do alimento no trato gastrointestinal; alterações no bolo alimentar e na digesta como capacidade de retenção de água, volume, pH e fermentação (VAN SOEST, 1994), ou ainda, por alterações nas polpações e atividades dos microrganismos intestinais.

A fibra solúvel é composta por polissacarídeos não amiláceos e não recuperados na fibra em detergente neutro como as substâncias pécticas, gomas, frutanas, oligossacarídeos e β -glucanos, enquanto a fração insolúvel é composta por celulose, lignina e a maioria das hemiceluloses (GUERRA et al., 2004). Algumas fibras solúveis como os oligossacarídeos, mananoligossacarídeos (MOS), Galactooligosacarídeos (GOS), frutoligossacarídeos (FOS) e os produzidos por degradação da hemicelulose (Xilooligosacarídeos) são de preferência fermentados por bifidobactérias e lactobacilos. Essas bactérias são benéficas à microflora, pois, realizam a exclusão competitiva de bactérias malélicas, por aderirem-se firmemente a mucosa intestinal e competirem por nutrientes e produzir substâncias prejudiciais aos microrganismos indesejáveis, exercendo assim ação de prebiótico (FERREIRA et al. 2008). Assim as fibras solúveis promovem um efeito benéfico à saúde intestinal.

A capacidade de retenção de água da fibra pode influenciar na digestão e absorção de outros nutrientes, estando relacionado com a viscosidade que contribui para um trânsito mais lento da digesta no trato gastrointestinal de não ruminantes com efeitos negativos sobre a digestão por dificultar a ação das enzimas e sais biliares no bolo alimentar, reduzindo a digestão e a absorção de nutrientes (FERREIRA, 1994). As substâncias pécticas são as que mais alteram a viscosidade da digesta, mas como sua degradação tende a ser quase completa pela microflora, ocorre à liberação das substâncias complexadas à parede celular contribuindo para um trânsito mais lento e maior atividade fermentativa na região do ceco-cólon de herbívoros não ruminantes (VAN SOEST, 1994).

A fibra favorece a manutenção da flora do trato gastrointestinal e exerce um importante efeito tampão determinado pela capacidade de trocas catiônicas que é medida pela sua capacidade de ligar-se a íons metálicos

em sua superfície, podendo levar a alterações na absorção de minerais e afetar as ligações dos microrganismos aos polissacarídeos estruturais e conseqüentemente a sua taxa de digestão, sendo a lignina apontada como principal responsável pela interferência negativa na absorção de minerais em dietas ricas em fibra devido a sua forte capacidade de ligação iônica com os elementos minerais (FERREIRA, 1994).

Os tecidos vegetais apresentam potencial de digestão diferenciado, sendo a baixa digestão de alguns tecidos proveniente, principalmente, do arranjo adensado de suas células e da elevada espessura das paredes celulares que, geralmente, apresentam-se lignificadas (PACIULLO, 2002). Segundo VAN SOEST & ROBERTSON (1985) a lignificação é o fator limitante da digestão, uma vez que todos os herbívoros são limitados na sua capacidade digestiva pelo finito tempo de retenção. A composição da lignina dos alimentos também possui influência na digestibilidade da parede celular, inibindo a digestibilidade dos carboidratos estruturais como a celulose e hemicelulose (SALIBA et al., 1999a e SALBA et al., 1999b). Estes fatores são importantes, pois o teor de lignina pode ser considerado um dos principais fatores envolvidos na redução da digestibilidade das forragens.

Segundo JUNG & DEETZ (1993) citados por PACIULLO (2002) a lignificação da parede celular pode limitar a digestão dos polissacarídeos por meio de três possíveis mecanismos: efeito tóxico de componentes da lignina aos microrganismos do rúmen; impedimento físico causado pela ligação lignina-polissacarídeo, que limita o acesso das enzimas fibrolíticas e limitação da ação de enzimas hidrofílicas causada pela hidrofobicidade criada pelos polímeros de lignina.

A degradabilidade dos componentes fibrosos, assim como dos resíduos que escapam do processo digestivo enzimático, resulta na produção de dióxido de carbono, hidrogênio, metano e ácidos graxos de cadeia curta, principalmente acetato, propionato e butirato e pequenas quantidades de ácidos isobutírico, valérico e isovalérico. Os ácidos graxos de cadeia curta são utilizados como fonte de energia e são absorvidos rapidamente pela mucosa intestinal especialmente quando em pH luminal está baixo ou quando há uma grande quantidade destes ácidos no lúmen e são utilizados metabolicamente com finalidade semelhante à glicose, porém com menor eficiência. Os ácidos graxos de cadeia curta produzidos no intestino grosso de não ruminantes podem suprir entre 5 a 30% das necessidades energéticas de manutenção destes animais (FERREIRA, 1994).

Um aporte mínimo de fibra, ou seja, o conteúdo adequado de fibra na dieta é indispensável aos eqüinos a fim de preservar o equilíbrio psicológico e neurovegetativo, promovendo o funcionamento digestivo normal e prevenindo vícios de comportamento como a aerofagia. Estando a ingestão voluntária estimada de matéria seca dos eqüinos em manutenção

e em pastejo na faixa de 1,5 a 3% do peso vivo e a ingestão de feno de gramíneas na média de 2 a 2,5% do peso vivo (NRC, 2007).

HINTZ et al. (1971) salientaram que os cavalos digerem fibras com 60 a 70% da eficiência da digestão dos ruminantes. A menor digestão ocorre pelo fato dos eqüinos apresentarem a taxa de passagem da digesta mais rápida, reduzindo, desta forma, a exposição do alimento à ação microbiana no intestino grosso (ÚDEN & VAN SOEST, 1982). O intestino grosso dos eqüinos é muito desenvolvido, e seu volume representa 60 % do volume total do trato digestório, dividido-se em ceco, cólon e reto. O cólon é subdividido em cólon ventral direito e esquerdo, cólon dorsal direito e esquerdo, e cólon distal (MEYER, 1995). Neste compartimento ocorre a maior parte da fermentação microbiana e tem função semelhante ao rúmen (TISSERAND, 1988). Sendo o local primário de digestão dos carboidratos estruturais, que são digeridos por enzimas produzidas pelos microrganismos ali presentes, e absorvidos na forma de ácidos graxos voláteis (HINTZ et al., 1971).

A forma anatômica e a motilidade do ceco e do cólon dos eqüinos favorece o maior tempo de retenção do alimento, em relação aos outros compartimentos do trato gastrointestinal, o que possibilita a ação dos microrganismos na digestão dos constituintes da parede celular das forragens. Assim, a utilização dos nutrientes da parede celular das forragens pelos microrganismos do ceco e cólon depende do tempo de permanência da digesta nestes compartimentos. No entanto, o tempo de permanência do alimento nos diversos segmentos do trato digestório do cavalo depende de vários fatores, tais como: a individualidade, o tipo de atividade física e a natureza da dieta (MEYER, 1995). Durante a passagem da digesta pelo trato gastrointestinal, ocorre a possibilidade de mistura das secreções, da hidrólise pelas enzimas digestivas, da absorção de produtos resultantes, da fermentação bacteriana e da absorção dos produtos da fermentação (WEYENBERG et al., 2006).

Segundo DROGOUL et al. (2000) existem dois fenômenos de retenção seletiva no intestino grosso de eqüinos, um ocorre no ceco e cólon ventral com retenção de partículas grosseiras ocasionadas pelas contrações retropulsivas originárias na área da flexura pélvica do cólon maior (SELLERS et al., 1982) e na junção do cólon ventral e dorsal (ARGENZIO et al., 1974) sendo esta a maior barreira para o fluxo de partículas grandes, maiores que 1cm (DROGOUL et al., 2000). O outro fenômeno está relacionado a algum mecanismo na transição do cólon dorsal e distal, que, preferencialmente, retém líquido e partículas pequenas menor que 2mm, comparada com partículas maiores (SPERBER et al., 1992 citados por DROGOUL et al., 2000). Este mecanismo ocorre porque as contrações musculares da parede do cólon distal impulsionam o líquido em movimento retroprogressivo em direção ao cólon dorsal direito

(BJÖRNHAG, 1987) resultando em retenção seletiva, não de partículas grosseiras como no grande cólon ventral, mas de líquido e partículas finas (HUME & SAKAGUSHI, 1991). Na Figura 3 está apresentado o fenômeno de retenção seletiva das partículas no ceco e cólon de eqüinos.

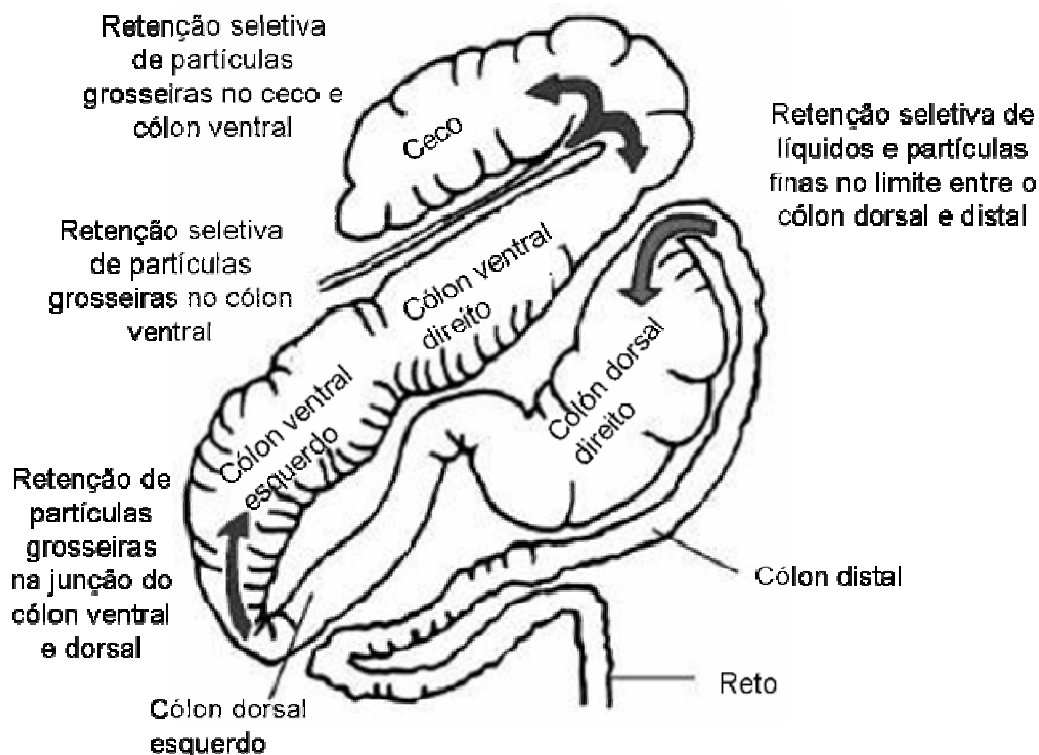


Figura 3. Fenômeno de retenção seletiva no intestino grosso de eqüinos. Adaptado DROGOUL et al. (2000).

Quando os carboidratos não estruturais, como amido, monossacarídeos, dissacarídeos, oligossacarídeos e frutanas são consumidos em grandes quantidades escapam à hidrólise no intestino delgado e passam para o intestino grosso onde irão fermentar rapidamente produzindo excesso de gases e ácido láctico. A alta concentração de ácido láctico retém água e reduz o pH luminal para valores inferiores a seis, aumentando o risco de distensão intestinal por gases e fluidos (COHEN et al., 1999). O grande aporte de amido que escapa a digestão enzimática no intestino delgado passa ao intestino grosso sendo fermentado a ácidos graxos de cadeia curta favorecendo o crescimento de bactérias indesejáveis resultando em aparecimento de diarreias, podendo levar a complicações metabólicas como endotoxemias.

Os coelhos são animais seletores de alimentos com maiores teores de proteína e carboidratos solúveis em relação à parede celular vegetal. Outra particularidade desta espécie é a capacidade produzir dois tipos de fezes, duras e moles, e reingerir parte do material fecal, as denominadas

fezes moles ou cecotrofos, oriundas da fermentação cecal lhes permite aproveitar mais eficientemente os alimentos vegetais. O trato digestivo dos coelhos é capaz de excretar rápida e seletivamente a fibra dietética, retendo as frações solúveis e partículas pequenas no ceco. Até este ponto, a digestão dos coelhos é muito similar à digestão da maioria das espécies monogástricas, no entanto, a partir da passagem do material ao intestino grosso, o coelho apresenta uma fisiologia digestiva bastante particular, inclusive diferenciada de outras espécies de herbívoros com fermentação no intestino grosso (FERREIRA et al. 2008).

A fisiologia digestiva dos coelhos possui uma particular importância na separação das partículas maiores e menores no cólon proximal, que ocorre devido aos movimentos antiperistálticos e contrações no seu início e fim. As contrações rápidas misturam continuamente o conteúdo do ceco, sendo responsáveis estes movimentos pela maior tendência das partículas maiores e com pouco líquido fluírem para o cólon proximal e pelas partículas menores, microrganismos e grande parte dos líquidos da digesta seguirem para o ceco (FERREIRA et al. 2008) como pode ser visto na Figura 4.

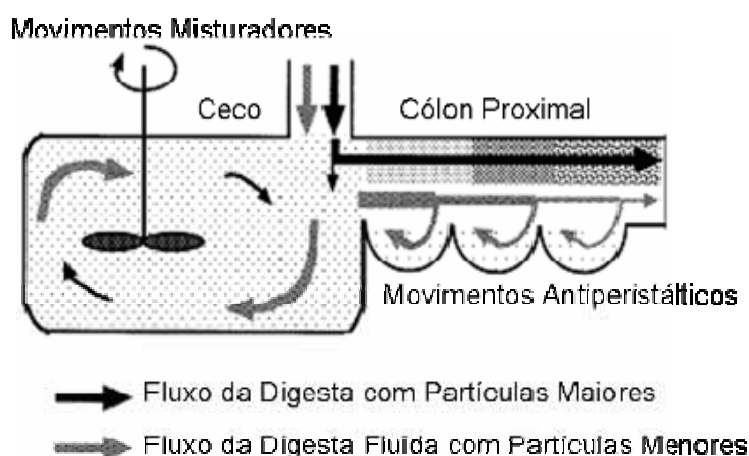


Figura 4. Modelo do fluxo da digesta e da retenção seletiva da dieta fluida no ceco e cólon de coelhos. (Adaptado de SAKAGUCHI, 2003).

As partículas maiores que seguem para o cólon proximal perdem água e são rapidamente eliminadas, constituindo as fezes duras que são modeladas por contrações do colo distal, e sua eliminação sempre precede contrações simples e amplas do ceco e colo proximal, com rápida movimentação das fezes através do colo distal e reto. Desta forma o coelho é capaz de excretar rápida e seletivamente a fibra dietética, retendo por tempo prolongado as frações solúveis e as partículas pequenas, no ceco. Esta estratégia facilita a utilização de dietas altas em forragens e de baixa energia, ou seja, enquanto a digestibilidade da parede celular é baixa, os demais constituintes das forragens são utilizados eficientemente (FERREIRA et al. 2008).

As partículas menores, separadas no material cecal, serão fermentadas por uma série de microrganismos com subsequente incorporação de nutrientes como proteínas, vitaminas do complexo B e vitamina K, bem como ácidos graxos voláteis, sendo cobertas por uma camada de muco e eliminadas posteriormente à eliminação total das fezes duras (FERREIRA, 1987). A composição, tanto das fezes duras, quanto dos cecotrofos, é influenciada pela dieta. Em dietas com baixo teor de fibra a cecotrofia é reduzida, em função de uma baixa motilidade intestinal e um maior tempo de retenção cecal, que pode levar a distúrbios como diarreia e impactação cecal (FERREIRA et al. 2008)..

A importância da fibra na nutrição dos coelhos não se limita, apenas, ao seu valor como suplemento nutritivo, mas também se relaciona com a regulação do trânsito da digesta e com a manutenção da integridade da mucosa intestinal (De BLAS et al., 1999). Assim, o papel da fibra parece ser o de estimular e facilitar o trânsito digestivo dos alimentos, principalmente por sua fração indigestível, papel que não pode ser substituído, satisfatoriamente, por substâncias inertes (De BLAS, 1992). Estando o conteúdo de fibra na dieta dos coelhos diretamente relacionado com problemas digestivos, sendo necessário uma quantidade mínima de fibra, para evitar transtornos digestivos, devido ao demasiado tempo que a digesta permanece no ceco, dando lugar a fermentação indesejável que podem conduzir a diarreias e até mesmo a morte do animal principalmente durante a fase de crescimento.

Segundo HOOVER & HEITMANN (1972), o conteúdo de fibra bruta na dieta de coelhos não deve ser inferior que 8 a 10%, pois menores quantidades reduzem o peristaltismo intestinal, provocando diarreias. CHEEKE & PATTON (1980) recomendam teores de fibra bruta nas dietas dos coelhos entre 15 e 20%. Para BORIELLO & CARMAN (1983) para se conseguir desempenho satisfatório dos animais, as dietas devem conter de 13 a 14% de FB. Já segundo De BLAS et al. (1985) o teor de fibra, nas dietas dos coelhos, deve estar entre 12 a 17% de FB.

De BLAS et al. (1986) citados por FERREIRA (1994) recomendam mínimo de 19% e máximo de 22% de fibra em detergente ácido (FDA). Segundo De BLAS et al. (1989) quantidades variando entre 18 e 24% de fibra em detergente ácido (FDA), para coelhos em crescimento podem regular a ingestão de energia e sem interferir em seu crescimento. Desta forma pode-se recomendar um valor médio mínimo de 13% de fibra bruta ou 17,5% de fibra detergente ácido, ou um máximo de 17% de fibra bruta ou 23% de fibra detergente ácido.

4. Considerações Finais

A quantidade adequada, bem como a qualidade da fibra na dieta de animais herbívoros não ruminantes é de fundamental importância na saúde intestinal, prevenindo distúrbios digestivos, evitando a proliferação de bactérias patogênicas causadores de enterites, cólicas e diarreias.

A fibra promove o funcionamento normal do trato digestivo regulando o trânsito da digesta, influenciando assim na velocidade de passagem da digesta e no padrão fermentativo, mantendo a integridade da mucosa intestinal, prevenindo vícios de comportamentos e desordens digestivas. Além de manter a saúde intestinal, o aporte de fibra fornece energia pela sua fermentação.

O aumento na ingestão de forragens em estágio de maturidade avançado, com alto teor de fibra indigestível, alto teor de lignina podem promover diminuição da digestibilidade de vários nutrientes devido ao aumento na taxa de passagem e redução do tempo de retenção da digesta, além de promover um efeito físico de enchimento e conseqüentemente diminuição da densidade energética. Assim, é importante que a exigência de fibra pelo animal seja atendida na formulação de dietas e que a fibra utilizada nas dietas seja de boa qualidade de forma a prevenir problemas digestivos e atender as exigências de energia de acordo com a categoria animal.

Referências Bibliográficas

1. ARGENZIO, R.A.; LOWE, J.E.; PICKARD, D.W.; STEVENS, C.E. Digesta passage and water exchange in the equine large intestine. *Am. J. Physiol.* 1974; 226: 1035-1042.
2. BJÖRNHAG, G. Comparative aspects of digestion in the hindgut of mammals. The colonic separation mechanism (CSM). *Dtsch. Tierarztl. Wschr.* 1987;94(8):33-36.
3. BORIELLO, S.P., CARMAN, R.J. Association of iota-like toxin and *Clostridium spiriforme* with both spontaneous and antibiotic-associated diarrhoea and colitis in rabbits. *J. Clin. Microbiol.* 1983;17(2):414-418.
4. BUCKERIDGE, M.S.; TINÉ, M.A.S.; SANTOS, H.P.; LIMA, D.U. Polissacarídeos de reserva de parede celular em sementes, estrutura, metabolismo, funções e aspectos ecológicos. *Rev. Bras. Fisiol. Vegetal.* 2000;12:137-162.
5. CHEEKE, P.R., PATTON, N.M. Carbohydrate overload of the hindgut; a probable cause of enteritis. *J. Appl. Rabbit Res.* 1980;3(3):20-23.
6. COHEN, N.D.; GIBBS, P.G.; WOODS, A.M. Dietary and other management factors associated with colic in horses. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 1999;215:53-60.
7. De BLAS, J.C. The roles of fibre in rabbit nutrition. *J. Appl. Rabbit Res.* 1992;15(2):1329-1343.

8. De BLAS, J.C., FRAG, M.J., CARABAÑO, R. et al. Units for feed evaluation and requirements for commercially growth rabbits. *J. Anim. Sci.* 1985;60(4):1021-1027.
9. De BLAS, J.C., GARCIA, J., CARABAÑO, R. Role of fibre in rabbit diets; a review. *Ann. Zootech.* 1999;48(1):3- 13.
10. DROGOUL, C.; PONCET, C; TISSERAND, J.L. Feeding ground and pelleted hay rather than chopped hay to ponies. 1. Consequences for in vivo digestibility and of passage de digesta. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2000;87:117-130.
11. EZEQUIEL, J.M.B.; GALATI, R.L. Qualidade da matéria prima e novos testes laboratoriais como instrumento de maximização da dieta balanceada. In: 42ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Simpósio sobre Nutrição de Ruminantes. Anais... SBZ: Goiânia 2005, Brasil: 2005:296-321.
12. FERREIRA, W.M. Os componentes da parede celular vegetal na nutrição de não-ruminantes. In: 31ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Simpósio Internacional de Produção de Não Ruminantes. Anais... SBZ: Maringá 1994, Brasil: 1994:85-113.
13. FERREIRA, W.M. A coprofagia em coelhos. *Cadernos técnicos da Escola de Veterinária da UFMG, Belo Horizonte*, 1987; Brasil: 1987:2:41-54.
14. FERREIRA, W.M.; SAAD, F.M.O.B.; PEREIRA, R.A.N. Fundamentos da nutrição de coelhos, 2008. [Acesso 20 de Janeiro de 2008]. Disponível em URL: <http://www.coelhoecia.com.br/Zootecnia/Trabalhos.htm>.
15. GIGER-REVERDIN, S. Review of the main methods of cell wall estimation: interest and limits for ruminants. *Anim. Feed Sci. Technol.* 1995;55(4):295-334.
16. GUERRA, N.B.; DAVID, P.R.B.S.; MELO, D.D.; VASCONCELOS, A.B.B.; GUERRA, M.R.M. Modificações do método gravimétrico não enzimático para determinar fibra alimentar solúvel e insolúvel em frutos. *Rev. Nutr.* 2004;17:45-52.
17. HALL, M.B. Challenges with nonfiber carbohydrate methods. *J. Anim. Sci.* 2003;81:3226–3232.
18. HINTZ, H.F.; HOGUE, D.E.; WALKER, E.F, LOWE, J.C.; SCHRYVER, N.F. Apparent digestion in various segments of the digestive tract of ponies fed diets with varying roughage – grain rations. *J. Anim. Sci.* 1971;32(2):245-248.
19. HOOVER, W.H., HEITMANN, R.N. Effects of dietary fibre levels on weight gain, caecal volume and volatile fatty acid production in rabbits. *J. Nutr.* 1972;31(102):375-379.
20. HUME, I.D.; SAKAGUCHI, E. Patterns of digesta flow and digestion in foregut and hindgut fermenters. In: T.Tsuda, Y. Sasakie and R. Kawashina (Ed.), *Physiological Aspects of Digestion and Metabolism in Ruminants*. Academic Press Inc., San Diego, USA, 1991:427-451.
21. MERTENS, D.R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação de alimentos e formulação de rações. In: 29ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Simpósio Internacional de Ruminantes. Anais...: SBZ, Lavras 1992, Brasil:1992:188-219.
22. MEYER, H. Alimentação de cavalos. São Paulo: Livraria Varela, 1995, 303p.
23. NATIONALRESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrients requirements of horses. Washington, D.C., 6. Ed., 2007. 341p.
24. PACIULLO, D.S.C. Características anatômicas relacionadas ao valor nutritivo de gramíneas forrageiras. *Cien. Rural.* 2002;32(2):357-364.

25. PAGAN, J.D. Forages for horses: more than just filler. In: Advance on equine nutrition I. Kentucky Equine Research, Inc., Versailles, Kentucky, USA, p.13-28, 2001.
26. SAKAGUCHI, E. Digestive strategies of small hindgut fermenters. Anim. Sci. J. 2003;(74):327-337.
27. SALIBA, E.O.S.; RODRIGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C.; FARIA, E.P.; PILO-VELOSO, D. Caracterização microscópica da lignina dos resíduos agrícolas de milho e de soja submetidos à fermentação ruminal e seus efeitos sobre a digestibilidade da fibra. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. 1999a;51(1):89-96.
28. SALIBA, E.O.S.; RODRIGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C.; FERNANDES, P.C.C. Efeito das ligninas dos resíduos agrícolas de milho e soja submetidos à fermentação ruminal sobre a digestibilidade da fibra. In: 36ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Simpósio sobre Nutrição de Ruminantes, Anais... SBZ: Porto Alegre 1999, Brasil: 1999b:296.
29. SELLERS, A.F.; LOWE, J.E.; DROST, C.J.; RANDANO, V.T.; GEORGI, J.R.; ROBERTS, M.C. Retropropulsion-propulsion in equine large colon. Am. J. Vet. Res. 1982;43:390-396.
30. SLADE, L.M.; HINTZ, H.F. Comparison of digestion in horses, ponies, rabbits and guinea pigs. J. Anim. Sci. 1969;28(6):842-843.
31. TEIXEIRA, J.C.; ANDRADE, G.A. Carboidratos na alimentação de ruminantes. In: 2ª Simpósio de Forragicultura e Pastagem. Anais...: Lavras 2001: UFLA-FAEPE: 2001:165-210.
32. TISSERAND, J.L. Non-ruminant herbivores; Part III. Horses and Rabbits. Livest. Prod. Sci. 1988;19:279-288.
33. UDÉN, P.; VAN SOEST, P.J. Comparative digestion of timothy (*Phleum pratense*) fiber by ruminants, equine and rabbits. Br. J. Nutr. 1982;47:267-272.
34. VAN SOEST, P.J. Nutritional Ecology of the Ruminant. 2nd Edition. Ithaca, NewYork: Cornell University Press, 1994. 476p.
35. VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B. Analysis of forages and fibrous foods. AS 613 Manual, Dep. Animal Science, Cornell University, Ithaca, NY, 1985. 202p.
36. WEYENBERG, S.V.; SALES, J.; JANSSENS, G.P.J. Passage rate of digesta through the equine gastrointestinal tract: a review. Livest. Sci. 2006;99:3-13.

REDVET: 2009 Vol. 10, Nº 7

Recibido 01.03.09 - Ref. prov. H025B - Revisado 28.04.09 - Aceptado 15.06.09
Ref. def. 070902_RED VET Publicado: 01.07.09

Este artículo está disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n070709.html>
concretamente en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n070709/070902.pdf>

REDVET® Revista Electrónica de Veterinaria está editada por Veterinaria Organización®.

Se autoriza la difusión y reenvío siempre que enlace con Veterinaria.org® <http://www.veterinaria.org>
y con REDVET® - <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> - <http://revista.veterinaria.org>