

## Importância da fibra na nutrição de coelhos

### Importance of fiber in rabbit nutrition

Alex Martins Varela de Arruda<sup>1\*</sup>; Elzânia Sales Pereira<sup>2</sup>;  
Ivone Yurika Mizubuti<sup>3</sup>; Leandro das Dores Ferreira da Silva<sup>3</sup>

#### Resumo

Objetivou-se nesta revisão reunir as informações de maior relevância no campo nutricional referentes às características físico-químicas e efeitos fisiológicos da fibra na alimentação de coelhos. Esta área pode representar um ponto de estrangulamento na expansão da cunicultura como uma atividade rentável em nosso país, diante da diversidade de ingredientes fibrosos ou não convencionais passíveis de uso em rações completas balanceadas e seus efeitos sobre o rendimento produtivo e reprodutivo, principalmente devido às características privilegiadas da carne e da pelagem desta espécie.

**Palavras-chave:** Coelhos, fibra, nutrição.

#### Abstract

It was objectified in this revision to gather the larger relevance information in the nutritional field referring to the physical-chemistries characteristics and physiologic effects of the fiber in the rabbits feeding. This area can represent a narrowing point in the cuniculture expansion as a profitable activity in our country, due to the diversity of fibrous ingredients or don't stipulate passive use in balanced complete diets and its effects on the productive and reproductive yield, mainly due to the privileged characteristics of the meat and of the coat of this species.

**Key words:** Fiber, nutrition, rabbits.

#### Introdução

Os polissacarídeos estruturais da parede celular dos vegetais constituem-se basicamente de polímeros de pentoses (arabinose e xilose) e hexoses (glicose, frutose e galactose), unidades básicas que se combinam dando origem a dois grupos principais,  $\beta$ -glicanos e heteroglicanos. No primeiro se encontra a celulose e no segundo, as pectinas e as hemiceluloses, formando a fração insolúvel também chamado de

polissacarídeos não amiláceos. Estes carboidratos, juntamente com a lignina (polímero aromático de ésteres fenólicos) constituem as principais frações da “fibra”, ou seja a parte do alimento que não pode ser digerida pelas enzimas digestivas dos animais, porém, susceptível de degradação em intensidade variável pela atuação microbiana simbiótica do cecocolon de coelhos.

<sup>1</sup> Zootecnista Ds Nutrição de Não Ruminantes, Professor do Curso de Zootecnia, Campus de Marechal Cândido Rondon, Universidade Estadual do Oeste do Paraná (amvarela39@hotmail.com)

<sup>2</sup> Zootecnista Ds Nutrição de Ruminantes, Professora do Curso de Zootecnia, Campus de Marechal Cândido Rondon, Universidade Estadual do Oeste do Paraná

<sup>3</sup> Doutores. Professores do Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Londrina

\* Autor para correspondência.

A produção de ácidos graxos voláteis a partir da fermentação dos resíduos que escaparam do processo digestivo no estômago e intestino delgado, ocorre no intestino grosso, constituindo uma importante contribuição ao metabolismo energético. Entretanto, há grande variação na composição química da fibra em função da espécie vegetal. Este fato associado às interações que ocorrem entre alguns de seus constituintes, dificulta a avaliação do grau de utilização de alimentos com elevados níveis de fibra para esta espécie, especialmente em função da necessidade de “lastro” determinada pela peculiar excreção seletiva da fração lignocelulósica, que condiciona a estratégia digestiva única dos coelhos, a cecotrofia. Desta forma, a precisão na análise da composição química da fração fibrosa do alimento ou da dieta deve ser a mais acurada possível, para a correta estimativa das frações degradáveis no intestino grosso destes animais.

As propriedades físico-químicas da fibra vegetal se caracterizam por influir sobre o trânsito digestivo das dietas, a absorção de minerais e a absorção dos sais biliares e metabolismo dos lipídios. A capacidade higroscópica ou de retenção de água da fibra está particularmente relacionada com o seu conteúdo de hemiceluloses e pectinas. As substâncias pécticas, entre os polissacarídeos da parede celular vegetal, são as que tem mais importância no processo de retenção de água. Entretanto, como sua degradação pode ser completa, pode haver liberação e disponibilidade de substâncias para a flora bacteriana intestinal. Já a lignina, influencia negativamente a extensão da atividade fermentativa por dois mecanismos: a) impedindo que as enzimas dos microorganismos atuem nos polissacarídeos (incrustação); b) ligando-se covalentemente aos polissacarídeos. Além disto, possuem forte capacidade de ligação iônica com elementos minerais fazendo com que as dietas ricas em fibra interfiram negativamente na absorção de minerais. Isto têm sido amplamente questionado na nutrição de coelhos.

Os componentes da parede vegetal mais os produtos da secreção endógena, incluindo-se as

enzimas, mucopolissacarídeos e células de descamações da mucosa, constituem a digesta que chega ao intestino grosso exercendo uma forte influência sobre a massa bacteriana e sua atividade enzimática. A fermentação dos componentes da fibra pode dar lugar a produção de CO<sub>2</sub>, hidrogênio, metano e ácidos graxos de cadeia curta. A taxa de fermentação dos polissacarídeos estruturais parece não estar associada a fatores isolados. Assim, a natureza química da fibra, o nível dietético dos componentes fibrosos, a forma de apresentação do alimento fibroso, o grau de moagem da fonte de fibra e o estado fisiológico do animal, são as variáveis mais importantes a serem consideradas.

### **Caracterização da Fibra Dietética**

A fibra dietética também denominada de parede celular vegetal constitui-se quimicamente de polissacarídeos estruturais fibrosos como a celulose e hemicelulose, que normalmente encontram-se associadas à substâncias pécticas, além de substâncias não glicídicas tais como: ligninas, sílica, ácido fítico, cutina e taninos. Foram verificadas em menores proporções a presença de substâncias amiláceas e glicoproteínas, conforme a natureza do material vegetal. A parede celular vegetal se encontra organizada fisicamente em três porções estruturais básicas, a lamela média que forma um “cimento” contínuo ao tecido vegetal (pectinas), a parede primária formada por uma massa amorfa de hemiceluloses e substâncias pécticas onde se dispersam as celulosas, e a parede secundária constituída por celulose, hemicelulose e lignina. Com o desenvolvimento ou maturação da planta, observa-se um processo de lignificação que resulta no espessamento da parede secundária e confere certa resistência à degradação microbiana, além de possível ação bactericida. Os diferentes polímeros estão interligados por uma rede coesa assegurada por forças intermoleculares e ligações como as de “Van der Waals”, pontes de hidrogênio e outras interações iônicas e covalentes (FERREIRA, 1994).

A celulose pode ser caracterizada como um homopolissacarídeo de alto peso molecular, de cadeia linear e de elevado grau de polimerização das unidades D-glicose unidas por ligações do tipo  $\beta$ -1,4 e  $\beta$ -1,6. Assim, possuem configuração alongada e agrega-se lado a lado formando microfibrilas insolúveis unidas por fortes ligações inter e intramoleculares como as pontes de hidrogênio, impregnada por uma matriz de propriedades cimentantes que formam uma rede fibrilar cristalina, geralmente associada a lignina, apresentando-se insolúvel em meio alcalino, mas solúvel em meio ácido. A relação lignina/celulose determina a intensidade de degradação microbiana da parede celular, igualmente condicionada pela presença de outras substâncias incrustantes como a sílica e a cutina, além de fatores macromoleculares intrínsecos da própria celulose, como a cristalinidade e especificidade de suas ligações químicas, tanto para ruminantes como em não-ruminantes (VAN SOEST, 1994; BRETT; WALDRON, 1996).

As hemiceluloses caracterizam-se como heteropolissacarídeos de estrutura complexa e heterogênea, mas com um grau de polimerização inferior ao da celulose. São unidas por ligações glicosídicas  $\beta$ , aliados a açúcares residuais como xilose, arabinose, glicose, manose, galactose e ácido glucurônico. Assim, as hemiceluloses podem ser classificadas em pentosanas contendo polímeros de D-xilose unidos por ligações  $\beta$ -1,4 contendo cadeias laterais curtas de arabinose, ácido glucurônico, galactose e mesmo glicose (xilanos); ou contendo resíduos de galactose unidos por ligações  $\beta$ -1,3 e  $\beta$ -1,6 cujas cadeias laterais são formadas por arabinose (arabinogalactanos). As hemiceluloses também são classificadas em hexanos contendo predominantemente glicose e manose unidas por ligações  $\beta$ -1,4 (mananos), polímeros compostos de resíduos de glicose unidos por ligações  $\beta$ -1,3 e  $\beta$ -1,4 (b-glicanos) que se diferenciam da celulose pela solubilidade em meio alcalino, e os polímeros compostos por unidades de glicopiranosas unidas por ligações  $\beta$ -1,4 contendo cadeias laterais de

xilanopiranosas unidas por ligações  $\alpha$ -1,6 (xiloglicanos). Em leguminosas foram verificadas ramificações com galactose e frutose (HATFIELD, 1989; JUNG, 1989; VAN SOEST, 1985; BRETT; WALDRON, 1996).

As pectinas são polímeros do ácido 1,4- $\beta$ -D-galacturônico que se encontram principalmente na lamela média e parede primária da célula vegetal, atuando como elemento “cimentante” entre membranas. A cadeia helicoidal de ácidos galacturônicos possivelmente está associada lateralmente com arabinoxilanos e galactomananos, sendo que os grupamentos ácidos estão geralmente combinados com sais de cálcio e metil-ésteres. As pectinas diferem das moléculas amiláceas pela posição axial da ligação no carbono-4, não sendo atacadas pelas amilases, porém, são susceptíveis a ação microbiana. As pectinas são mais abundantes em leguminosas do que em gramíneas, e estão presentes em concentrações significativas em certos subprodutos ou resíduos agro-industriais como as polpas de citrus e de beterraba (FERREIRA, 1994; VAN SOEST; ROBERTSON; LEWIS, 1991; VAN SOEST, 1994).

A lignina constitui-se de polímeros condensados de diferentes álcoois fenilpropanóides p-cumárico, coniferílico e o sinapílico, além do ácido ferúlico, unidos por ligações do tipo éter ou ligações covalentes entre os núcleos benzênicos ou aliado 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. A lignina está presente em pequenas quantidades em forragens tenras ou jovens, tendendo a aumentar em função do estado de maturação das plantas e do ambiente em que se desenvolvem, assim como subprodutos agrícolas que incluem talos, cascas e palhas (HATFIELD, 1989; JUNG, 1989).

A lignina é biossintetizada nas plantas por uma seqüência de reações ramificadoras, iniciando-se com a formação de carboidratos derivados de CO<sub>2</sub> via

fotossíntese. Devido as característica de indigestibilidade da lignina e seus efeitos sobre a digestão da parede celular e dos demais nutrientes, deve-se estar atento às diferenças intrínsecas de sua composição, à complexação com outros compostos e a precisão de sua mensuração. No caso das gramíneas, ocorrem ligações ésteres entre os grupos ácidos das ligninas e xilanos, enquanto que nas leguminosas, ocorrem ligações glicosídicas entre grupos álcoois da lignina, indicando que estas diferenças são importantes para a compreensão da degradação dos componentes fibrosos (FERREIRA, 1994; BRETT; WALDRON, 1996).

Na parede celular estão presentes outros compostos que podem ou não estar associados aos polissacarídeos estruturais, e ainda que em quantidades minoritárias, podem ter um efeito significativo sobre a capacidade digestiva. A sílica constitui-se em um destes componentes, com função estrutural com a lignina. Outro componente relevante refere-se à cutina, substância de natureza lipídica que se deposita nas células com função protetora dos tecidos, cera cuticular e frações polimerizadas associados à lignina, cuja proporção é amplamente variável entre as espécies vegetais. Os taninos por sua vez, são polímeros fenólicos de alto peso molecular, formando complexos estáveis com as proteínas. São classificados em dois grupos: taninos hidrolisáveis e condensados. Os taninos condensados tendem a diminuir o valor nutricional dos alimentos pelos efeitos deletérios devido à inibição das enzimas digestivas, tais como as tripsinas, as amilases e as lipases, além de impacto negativo sobre a microflora simbiótica dos animais. Os taninos hidrolisáveis, em função da acidez gástrica, liberam a cadeia peptídica e expõe seus sítios de hidrólise. As substâncias terpenóides de maior importância nutricional são as saponinas, destacando-se em leguminosas como alfafa pelo efeito hipocolesterolêmico sobre os coelhos (EASTWOOD, 1992; FERREIRA, 1994; BRETT; WALDRON, 1996).

## **Implicações sobre a Fisiologia da Digestão**

A estrutura física com relação ao grau de polimerização e associação macromolecular, é um dos principais fatores que determinam os efeitos fisiológicos no animal, especialmente pela velocidade do trânsito digestivo, a absorção dos minerais, a adsorção de sais biliares e o metabolismo dos lipídios. Por outro lado, a capacidade de absorver água, o intercâmbio catiônico e a adsorção de substâncias a partir da digesta, são amplamente variáveis em função da composição da parede celular. Assim, a cristalinidade, a capacidade de hidratação e o grau de lignificação influenciam estas propriedades, determinando a extensão da fermentação microbiana simbiótica dos animais.

A higroscopia da fração fibrosa da dieta está particularmente relacionada com seu conteúdo em hemicelulose e lignina, as quais podem alterar o volume e peso das fezes, assim como o grau de viscosidade e sua relação com o trânsito da digesta. Esta capacidade de retenção de água pode influenciar a digestão e absorção de outros nutrientes da dieta, sendo comumente verificado um efeito negativo pelo aumento da massa digestiva, diminuindo a retenção no trato gastrointestinal (TGI) e impedindo a ação completa das enzimas digestivas. As substâncias pecticas são as que mais alteram a viscosidade da digesta, mas como sua degradação tende a ser quase completa pela microflora, ocorre a 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 na alimentação de animais de ceco funcional favorece a manutenção da microbiota intestinal, interferindo também nas trocas catiônicas e poder tamponante, determinadas pela sua capacidade de ligar-se à íons metálicos e alterando sua disponibilidade. A complexação de elementos minerais ao ácido urônico das pectinas e aos ácidos fenólicos das ligninas, refere-se aos cátions divalentes, tais como: cálcio, ferro, zinco, cobre, manganês e

magnésio. Isto é especialmente verdadeiro quando da presença de fitatos, oxalatos e silicatos na fração fibrosa da dieta, responsável pela interferência negativa sobre a disponibilidade dos mesmos, porém, minimizada em coelhos pelo fenômeno da cecotrofia (FERREIRA, 1994; VAN SOEST, 1994).

As pectinas e a lignina, ainda apresentam interesse especial por sua capacidade de adsorção de ácidos biliares, repercutindo sobre o metabolismo lipídico do animal, devido a possíveis efeitos sobre a hipocolesterolemia. A complexação dos ácidos biliares às frações da fibra dietética reduzem a sua reabsorção ileal, e sua circulação enterohepática. Conseqüentemente, o "pool" de ácidos biliares no organismo é diminuído e o colesterol circulante passa a ser imediatamente mobilizado para atender a síntese de ácidos biliares, diminuindo assim sua concentração sérica. Existem indícios de que a concentração de colesterol orgânico é devido a ação do ácido propiônico gerado pela fermentação microbiana, a qual parece possuir efeito inibitório sobre a síntese nos hepatócitos, porém este efeito não está completamente esclarecido (FERREIRA, 1994).

A presença dos componentes da parede celular vegetal no trato gastrointestinal dispende-se como substrato para a fermentação microbiana implica em um relevante papel nutricional, já que o complexo ecossistema simbiótico em animais não-ruminantes inclui colônias anaeróbicas distribuídas em mais de 400 espécies de bactérias. Em animais não-ruminantes de ceco funcional como os coelhos, predominam os gêneros Bacteróides, gram-negativos, não-esporulados, cuja concentração varia em torno de  $3,9 \times 10^{11}$  UFC/g de conteúdo cecal. Assim, a atividade bacteriana no ceco-cólon reside sobre o substrato que escapou da atividade ácida no estômago e enzimática no intestino delgado, aliado a produtos da secreção endógena como enzimas, mucopolissacarídeos e células oriundas do processo de descamação da mucosa intestinal (FERREIRA, 1994).

A degradabilidade dos componentes fibrosos, assim como dos resíduos indigeridos que escapam

do processo digestivo enzimático, resultam na produção de  $\text{CO}_2$ , hidrogênio, metano e ácidos graxos voláteis de cadeia curta (AGV's). Em coelhos, as proporções molares dos AGV's se mantêm em torno de 60-70% de ácido acético, 10-15% de ácido propiônico e 15-20% de ácido butírico, com traços de ácido valérico e isovalérico. Todos os AGV's podem ser absorvidos pela mucosa, mas o ácido acético pode ser detectado em maiores quantidades na circulação sistêmica. O ácido butírico parece ser metabolizado como fonte de energia pelas células da mucosa e absorvido pelo sistema porta; e o ácido propiônico absorvido é metabolizado no fígado (DE BLAS, 1984; CHEEKE, 1987).

Os AGV's são utilizados como fonte de energia, porém com uma eficiência menor do que a glicose, de forma que estes AGV's podem suprir de 5 a 30% das necessidades energéticas de manutenção, sendo que em coelhos, este valor pode chegar a aproximadamente 40% do consumo de energia digestível destinado à manutenção do animal. A fermentabilidade dos polissacarídeos estruturais apresenta-se altamente relacionada à natureza físico-química da fibra, à quantidade presente na dieta, à forma física e ao grau de moagem do alimento fibroso, e está sempre associada ao estado fisiológico do animal (SANTOMÁ et al., 1993).

Em coelhos, a estratégia utilizada para compensar as elevadas necessidades nutricionais, aliada ao consumo de alimentos fibrosos de baixo valor nutritivo, consiste na alta capacidade de ingestão e rápida taxa de passagem da digesta, sobretudo da fração fibrosa. O coelho possui uma capacidade limitada em digerir a fração mais lignificada dos volumosos, possuindo coeficientes de digestibilidade aparente em torno de 20 a 30% para a fração lignocelulósica ou fibra em detergente ácido (FDA), exceto para aqueles volumosos que possuem menor lignificação da parede celular, como as polpas de citrus e de beterraba, as quais podem alcançar digestibilidades de até 70%. No entanto, apesar do escasso valor nutritivo dos alimentos fibrosos, de

modo geral, torna-se necessário o suprimento de uma quantidade mínima de fibra dietética para evitar distúrbios digestivos que podem conduzir à diarreias fatais, especialmente durante a fase de crescimento, prejudicando o desempenho produtivo e reprodutivo (SANTOMÁ et al., 1993; FERREIRA, 1994).

As diferentes formas de apresentação da dieta, assim como a natureza da fração fibrosa, podem condicionar o processo digestivo e a eficiência alimentar, visto que a fisiologia digestiva dos coelhos apresenta característica evolutiva peculiar em relação às demais espécies não-ruminantes. São classificados como herbívoros de ceco funcional e praticantes da cecotrofia, cuja dualidade na excreção fecal está associado a um processo de excreção seletiva da fibra mais lignificada e atividade microbiana simbiótica, utilizando os produtos da fermentação e os próprios corpos bacterianos incorporados aos cecotrofos. As observações quanto ao tipo e nível de fibra sobre a incidência de transtornos digestivos, fez com que os pesquisadores considerassem no balanceamento das rações completas para coelhos, o termo “fibra indigestível” como a melhor definição para as necessidades destes animais. Esta iniciou-se pelo nível de 12 a 14% de fibra bruta (FB), passando para 17 a 21% de FDA, sendo este último o melhor parâmetro para indicação desta necessidade dietética, devido a uma maior precisão na estimação da fração lignocelulósica, forte correlação negativa com a concentração energética da dieta e a adequação ao processo seletivo de excreção da fibra mais lignificada na região do ceco-cólon nesta espécie (FRAGA et al., 1991; SANTOMÁ et al., 1993; GIDENNE, 1996).

De particular importância na fisiologia digestiva dos coelhos é a separação de partículas entre o ceco e o cólon para a formação das fezes duras ou verdadeiras e fezes moles ou cecotrofos. Através da junção íleo-ceco-colônica, a porção distal do íleo adentra o “sacculus rotundus” e descarrega seu conteúdo no ceco-cólon. O ceco em constante movimento mistura seu conteúdo por rápidas contrações de fluxo e refluxo ao longo do segmento e troca contínua com a digesta do cólon proximal,

onde há separação de partículas grandes e pequenas mecanicamente. As partículas fibrosas tendem a acumular-se no lúmen ( $>0,3\text{mm}$ ), enquanto as partículas solúveis e fluídas ( $<0,3\text{mm}$ ) tendem a circular pelas contrações dos haustros, saculações formadas pelo arranjo de fibras musculares, movendo o material de uma forma retrógrada para o ceco. Quanto maior o tamanho de partícula ou lignificação da fibra, mais rápida é a eliminação nas fezes (LANG, 1981; DE BLAS, 1984; CHEEKE, 1987; FRAGA et al., 1991).

O ceco do coelho é relativamente grande (cerca de 40% do TGI), sendo que seu volume varia conforme o ritmo circadiano da cecotrofia, com a forma espiralada e a bolsa-anteparo terminal chamada apêndice. No uso de marcadores de fase líquida (óxido crômico), o tempo de retenção varia de 16 a 42 horas. Já o tempo de retenção dos marcadores de fase sólida (fibra mordantada com cromo) oscila de 7 a 16 horas. Assim, pequenas partículas são retidas no ceco em função da atividade fermentativa e estas podem repassar pelo trato digestivo em função da cecotrofia. Nos coelhos, após a ingestão de dietas convencionais, estas permanecem no estômago de 3-6 h; no intestino delgado de 1-2 h, e no ceco-cólon de 3-12 h, mas ao considerar a cecotrofia acaba por variar de 18-30 h (GIDENNE, 1996; GIDENNE; JEHL, 1996).

A produção de AGV's pode ser resumida da seguinte forma: as hexoses da parede celular são preferencialmente metabolizadas a piruvato e este à acetil-CoA que originam acetato, butirato e metano. Porém, os carboidratos solúveis vão à piruvato e são metabolizados à lactato e propionato. Assim, o tipo de fibra dietética influencia a concentração e proporção molar dos AGV's no intestino. Os processos absorptivos de AGV's no intestino grosso ajudam a manter o pH luminal ao remover a carga ácida e contribuir para a secreção de bicarbonato. O epitélio é responsável por esta função diferenciada do intestino delgado, mas com certas similaridades funcionais pela presença de junções firmes e espaços entre as células epiteliais. Estas células estão

associadas a pontes intercelulares de absorção de AGV's, água e eletrólitos que passam das células para os espaços celulares e depois para os capilares sanguíneos, cujo fluxo é mantido por gradiente de difusão adequado (CUNNINGHAM, 1992; SWENSON; REECE; DUKES, 1996).

O mecanismo de absorção de AGV's envolve a troca de íons sódio e hidrogênio que conduzem a uma mudança da molécula de AGV para o estado iônico ou dissociado de ácido livre, que é permeável pela mucosa intestinal, assim como a alta tensão de CO<sub>2</sub> pela produção de gases. Para cada molécula de AGV absorvida uma molécula de bicarbonato é secretada auxiliando no tamponamento luminal. Todos os AGV's parecem ser absorvidos por este mecanismo, porém, manipulados de forma distinta dentro das células epiteliais, onde acetato e propionato são absorvidos sem alteração, mas ácido propiônico pode ser convertido numa pequena porção em lactato. O butirato sofre intensa modificação, sendo metabolizado pelas células epiteliais em b-hidroxibutirato antes de completar a absorção. A absorção de AGV's e sódio conduzem a absorção osmótica de água e eletrólitos via transcelular. Adicionalmente, os AGV's parecem possuir efeitos tróficos sobre a mucosa do ceco e do cólon de não-ruminantes herbívoros (CUNNINGHAM, 1992; SWENSON; REECE; DUKES, 1996).

A concentração total e a proporção molar dos AGV's variam com a absorção e metabolização, além do ritmo circadiano da cecotrofia. Por outro lado, os estudos sobre a atividade microbiana cecal se resumem à medições de pH, AGV's e amônia. Estudos sobre a produção de gás ou bactérias metanogênicas, através de técnicas de incubação in vitro de conteúdos cecais, concluíram que a metanogênese quase não existe nos láparos antes da desmama. Esta se desenvolve após a desmama ou a partir dos 36 dias de idade quando o consumo de alimento, a atividade fermentativa e a cecotrofia tornam-se mais proeminentes ou constante (GIDENNE, 1996).

O padrão fermentativo dos coelhos difere das outras espécies em função do tipo de substrato e da população microbiana característica, sendo que a concentração total de AGV's varia de 50 a 350 mMol/L (pH 6,4 a 5,8) devido ao enchimento e esvaziamento cecal pela ingestão de alimento e cecotrofia. Ao alimentar os coelhos com dietas altas em fibra, a flora predominante constitui-se de Bacterióides, mas dietas baixas em fibra, contendo Clostrídios e Colibacilos, tendem a desenvolver-se excessivamente, sucumbindo a microflora de "barreira", e causando um desequilíbrio osmótico e microbiano cecal, provocando diarreias (MORISSE, 1986; DE BLAS, 1991 ; LEBAS, 1992). No entanto, o uso de fontes de fibra potencialmente degradáveis ou um excesso de amido, também podem predispor à hiperfermentações cecais (FERREIRA; FRAGA; CARABANÕ, 1996; JEHL; GIDENNE, 1996).

A cecotrofia consiste na reingestão do conteúdo cecal, contendo maiores níveis de proteína e água e menores níveis de fibra do que as fezes, diferindo na forma física e processo de formação. É uma estratégia advinda de necessidades elevadas para serem supridas apenas com alimentos fibrosos, e naturalmente limitada pela capacidade e velocidade de trânsito no TGI (CHEEKE, 1987). A cecotrofia pode ser prevenida para fins experimentais pelo ajuste de um colar de madeira ao animal. A composição das fezes e cecotrofos são influenciados pela dieta, pois o uso de alimentos fibrosos aumentam a participação da fibra em ambos, na mesma proporção, sendo que os cecotrofos contém em média 60% do conteúdo de fibra das fezes (DE BLAS, 1984). A quantidade produzida varia com fatores, tais como: indivíduo, idade do animal, quantidade e composição do alimento, podendo alcançar 18% em média da matéria seca ingerida por dia (FRAGA et.al., 1991; GOMES; FERREIRA, 1997, 1998). A composição química dos cecotrofos apresenta alto nível de proteína, aminoácidos essenciais, AGV's e vitaminas hidrossolúveis, mas menores níveis de fibra do que as fezes duras resultantes do processo fisiológico de seleção de partículas no ceco - cólon (LANG, 1981; PROTO, 1984).

Os cecotrofos quando avaliados pela técnica do indicador em RNA bacteriano em relação à proteína bruta, apresentou-se de 50 a 70% na forma de proteína microbiana (ácidos nucléicos) e o restante fornecido pela mucina. No entanto, quando avaliaram-se o nitrogênio produzido pela flora e reciclada nos cecotrofos pelo método da determinação da relação purinas/ nitrogênio bacteriano ou pela determinação da biomassa microbiana usando ácido diaminopimélico (DAPA), um marcador interno de células bacterianas, a contribuição para o consumo de nitrogênio total situou-se entre 10 e 30% (GIDENNE, 1996). Quando alimentados com dietas contendo baixos níveis de fibra, a cecotrofia é reduzida pela hipomotilidade do intestino grosso, resultando em um prolongado tempo de retenção e fermentação do material no ceco, estando diretamente envolvida com a incidência de diarreias, enterites e impactação cecal (DE BLAS, 1991; LEBAS, 1992).

O grau de moagem do alimento influencia a motilidade intestinal, sendo sugerido o uso de 2 a 3 mm de diâmetro para evitar problemas digestivos que ocorrem com moagens mais finas e menor digestibilidade com moagens mais grosseiras, em função de um maior e menor tempo de retenção do bolo alimentar no trato digestivo destes animais, respectivamente. Assim, conforme o nível, tipo e moagem dos alimentos volumosos, o suprimento de energia pode ser um fator limitante para a atividade microbiana cecal e conseqüentemente para a contribuição nutricional da cecotrofia (DE BLAS, 1984; CHEEKE, 1987; SANTOMÁ et al., 1993).

## Conclusão

O intestino grosso desempenha importante papel na digestão de coelhos, devido ao processo fermentativo cecal, a excreção seletiva de fibra pela região do ceco-cólon e a reingestão de conteúdo cecal ou cecotrofia, a qual faz parte da fisiologia e do equilíbrio digestivo de coelhos. Assim, a fibra participa especialmente como um “lastro” ao propiciar

um adequado tempo de trânsito da digesta, e conseqüentemente, participa no fornecimento de energia para o animal através dos produtos da atividade microbiana cecal.

A qualidade e a quantidade da fibra dietética influenciam a velocidade de passagem da digesta e o padrão fermentativo, sugerindo-se que alimentos fibrosos contendo baixa lignificação da parede celular aliado à maior proporção de celulose e hemicelulose ou pectinas, não devem ser empregados como única fonte de fibra em rações completas, pela susceptibilidade à diarreias fatais.

A composição e a quantidade produzida de cecotrofos, assim como a sua contribuição nutricional, pode ser influenciada pelo nível e tipo de fibra que é o principal substrato para a atividade fermentativa cecal nos coelhos.

## Referências

- BRETT, C. T.; WALDRON, K.W. *Physiology and biochemistry of plant cell walls*. 2<sup>th</sup>ed. Cambridge C&H Books, 1996.0.
- CHEEKE, P. R. *Rabbit Feeding and Nutrition*. Oregon: Academic Press, 1987.
- CUNNINGHAM, J.G. *Textbook of veterinary physiology*. New York: WB Saunders Company, 1992.
- DE BLAS, C. *Alimentación del conejo*. Madrid: Mundi-Prensa, 1984.
- \_\_\_\_\_. Alimentazione in Svezzamento. *Rivista Coniglicoltura*, Bologna, v.28, n.7, p.13-21, 1991.
- EASTWOOD, M. A. The physiological effect of dietary fiber: an update. *Annual Review of Nutrition*, Palo Alto, v.12, p.19-35, 1992.
- FERREIRA, W. M. Os componentes da parede celular vegetal na nutrição de não-ruminantes. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE NÃO-RUMINANTES, 31., 1994, Maringá. *Anais...* Maringá: SBZ, 1994. p.85-113
- FERREIRA, W. M.; FRAGA, M. J.; CARABAÑO, R. Inclusion of grape pomace in substitution for alfafa hay in diets for growing rabbits. *Journal of Animal Science*, Savoy, v.63, p.167-174, 1996.



- FRAGA, M. J.; PÉREZ DE AYALA, P.; CARABAÑO, R.; DE BLAS, J. C. Effect of type of fiber on the rate of passage and on the contribution of soft faeces to nutrient intake of finishing rabbits. *Journal of Animal Science*, Savoy, v.69, p.1566-1574, 1991.
- GIDENNE, T. Nutritional and ontogenic factors affecting rabbit caeco-colic digestive physiology. In: WORLD RABBIT CONGRESS, 6. 1996, Toulouse. *Proceedings...* Toulouse: World Rabbit Science Association, 1996. p.13-28.
- GIDENNE, T.; JEHL, N. Replacement of starch by digestible fiber in the feed for the growing rabbit. 1. consequences for digestibility and rate of passage. *Animal Feed Science and Technology*, Amsterdam, v.61, p.183-192, 1996.
- GOMES, A. V. C.; FERREIRA, W. M. Composição química e contribuição nutritiva de cecotrofos de diferentes dietas. In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. *Anais...* Juiz de Fora: SBZ, 1997. v.4, p.199-201.
- HATFIELD, R. D. Structural polysaccharides in forages and their degradation. *Agronomy Journal*, Madison, v.81, n.1, p.39-46, 1989.
- JEHL, N.; GIDENNE, T. Replacement of starch by digestible fiber in the feed for the growing rabbit. 2. consequences for microbial activity in the caecum and on incidence of digestive disorders. *Animal Feed Science and Technology*, Neterlandns, n.61, p.193-204, 1996.
- JUNG, H.G. Forage lignins and their effects on fiber digestibility. *Agronomy Journal*, Madison, v.81, n.1, p.33-38, 1989.
- LANG, J. The Nutrition of the commercial rabbit. Part 1: Physiology, digestibility and nutrient requirements. *Nutrition Abstracts and Reviews*, Bucksburn, v.51, n.4, p.197-225, 1981.
- LEBAS, F. Alimentazione pratica dei conigli all'ingrasso. *Rivista Coniglicoltura*, Bologna, v.29, n.7/8, p.17-29, 1992.
- MORISSE, J. P. Incidenza delle turbe digestive e delle enteropatie sulla mortalità del coniglio. *Rivista Coniglicoltura*, Bologna, v.23, n.2, p.28-35, 1986.
- PROTO, V. Aspetti applicativi della ciecotrofia nell'allevamento del coniglio. *Rivista Coniglicoltura*, Bologna, v.21, n.11, p.27-35, 1984.
- SANTOMÁ, G.; DE BLAS, J. C.; CARABAÑO, R.; FRAGA, M. J. *Nutrition of rabbits*. Madrid: Cyanamid Ibérica, 1993.
- SWENSON, M. J.; REECE, W. O. *Fisiologia dos animais domésticos*. Rio de Janeiro: Guanabara. Koogan, 1996.
- VAN SOEST, P. J. Comparative fiber requirements of ruminants and nonruminants. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE, 1985, Ithaca. *Proceeding...* New York: Cornell University Press, 1985. p.52-60.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, Savoy, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- VAN SOEST, P. J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2<sup>th</sup> ed. New York: Cornell University Press, 1994.

