



NUTRI^{time}

REVISTA ELETRÔNICA
www.nutritime.com.br

ISSN-1983-9006

Revista Eletrônica Nutritime, Artigo 116
v. 7, nº03 p.1269-1279, Maio/Junho 2010



Artigo Número 116

EFEITOS DA FIBRA FISICAMENTE EFETIVA SOBRE A PRODUÇÃO DE ÁCIDOS NO RÚMEN

EFFECTS OF PHYSICALLY EFFECTIVE FIBER ON PRODUCTION ACID IN THE RUMEN

**Evaristo Jorge Oliveira de Souza¹, Adriana Guim², Thaysa Rodrigues
Torres¹**

¹Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia UFRPE-UFC-UFPB, Recife-PE. Bolsista CNPq. Rua Dom Manoel de Medeiros, sn. Dois Irmãos, 52171-030. Recife-PE, Brasil. evaristojorge@gmail.com.br (autor para correspondência), thaysatorres@gmail.com

²Professora Adjunta do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n. Dois Irmãos, 52171-030. Recife-PE, Brasil. aguim@ufrpe.br



RESUMO

Os ruminantes requerem alimentos fibrosos em sua dieta para maximizar a produção e manter a saúde, pela sustentação de um ambiente ruminal estável. A fibra fisicamente efetiva é a fração do alimento que estimula atividade de mastigação e secreção de saliva. Os bicarbonatos e fosfatos presentes na saliva, neutralizam os ácidos produzidos pela fermentação da matéria orgânica no rúmen. O balanço entre a produção de ácidos gerados durante a fermentação e a secreção de tamponantes são os maiores determinantes do pH ruminal. A redução do pH ruminal tem efeito direto sobre a ingestão de energia e a absorção de proteína, o qual são fatores que limitam a produção de ruminantes. Com o aumento na porcentagem de fibra na ração, aumenta a neutralização dos ácidos, por causa do aumento no fluxo de tamponantes salivares, devido aumento no tempo total de mastigação. A proporção molar de acetato e propionato é afetada pelo tamanho de partícula da forragem, e o acetato aumenta com o tempo de mastigação. O objetivo desse estudo foi de avaliar o efeito da fibra fisicamente efetiva sobre a produção de ácidos no rúmen.

INTRODUÇÃO

Não se pode negar a importante contribuição dos carboidratos na nutrição dos ruminantes, uma vez que, no seu metabolismo ocorre o suprimento de 70 - 80% dos requerimentos energéticos destes animais. Entretanto, as características nutritivas dos carboidratos dependem dos seus componentes solúveis e sua ligação com compostos polifenólicos (lignina), além de fatores físico-químicos. Desta forma, influenciando na disponibilidade para o animal e

digestão microbiana (VAN SOEST, 1994).

Nutricionalmente os carboidratos são classificados de acordo com a sua degradabilidade ruminal, os não fibrosos, que são altamente fermentescíveis no rúmen e os fibrosos, que constitui a fração do alimento indigesto ou lentamente digestível. A fração fibrosa do alimento é um composto importante na dieta de ruminante, pois está relacionada à manutenção da estabilidade do ambiente ruminal, através do estímulo a mastigação, motilidade ruminal, fornecimento de energia, entre outros (MERTENS, 1992).

Da mesma maneira que a composição química do alimento influencia na dinâmica ruminal, as propriedades físicas compreendem um importante papel na performance animal.

A fibra solúvel em detergente neutro (FDN) compreende a celulose, hemicelulose e lignina, e esta fornece a composição química da porção fibrosa do alimento, mas despreza as características físicas da fibra, como o tamanho e a densidade de partícula, que estão diretamente relacionadas com a saúde animal (MERTENS, 1997). Desse modo, surgiu a necessidade de considerar as propriedades físicas da FDN e não somente a sua composição química na formulação de dieta para ruminante.

Neste contexto, à habilidade da fibra em manter a saúde do animal e manter a produção de gordura no leite é denominada FDN efetiva (FDNe). A FDN fisicamente efetiva (FDNfe) está associada às características físicas da fibra (granulometria) que estimula a atividade de mastigação, que por sua vez, estimula a secreção de saliva e os tamponantes presentes nela (bicarbonatos e fosfatos), neutralizando os ácidos produzidos pela fermentação da matéria orgânica (ALLEN, 1997; LU, 2005).

A composição dos ácidos graxos voláteis (AGV) no rúmen pode ser nutricionalmente muito importante;



este afeta o animal nos aspectos metabólicos e fisiológicos, refletindo diretamente no desempenho animal. Uma dieta com alto teor de fibra (FDNfe) influencia no tamponamento do rúmen e desta forma, favorecendo o crescimento das bactérias celulolíticas, aumentando a produção de acetato e butirato (LU, 2005).

A densidade e o tamanho de partícula respondem por 2/3 da variação no tempo médio de retenção das partículas e desta forma influenciando na taxa de fermentação da FDN (Allen, 1996). A produção e a porcentagem molar dos AGVs são determinadas principalmente pelo substrato fermentado, velocidade de fermentação e pH ruminal. O aumento da quantidade de FDNfe na ração, aumenta o pH ruminal e consequentemente diminui a produção molar dos AGVs (CALBERRY et al., 2003), devido a uma maior neutralização desses ácidos no rúmen.

O objetivo desse estudo foi avaliar o efeito da fibra fisicamente efetiva sobre a produção de ácidos no rúmen.

FDN EFETIVO E FISICAMENTE EFETIVO

A capacidade da fibra em manter a saúde do animal e a produção de gordura do leite (efetivamente) é denominada de fibra efetiva (FDNe). Para cada unidade de FDN adicionado de uma fonte de fibra não forragem (baixa efetividade), ocorre redução de 0,025% do teor de gordura no leite (PEREIRA et al., 1999). Estes mesmos autores recomendam para dietas com baixos níveis de FDNe e alto FDN devem conter no máximo 24,4g de FDN de fonte de fibra não forragem para cada 100g de matéria seca (MS), para manter a concentração de gordura no leite. A fibra fisicamente efetiva (FDNfe) é a fração do alimento que estimula a atividade de mastigação

(Allen, 1997). De acordo com Grant et al. (1990) o tempo total de mastigação de vacas no início de lactação (por kg de FDN), diminui cerca de 21%, quando o tamanho de partícula diminui de 3,1 para 2,0 mm. A mastigação, por sua vez, estimula a secreção de saliva e a liberação dos tamponantes, neutralizam os ácidos produzidos pela fermentação da matéria orgânica no rúmen (Allen, 1997). O balanço entre ácidos produzidos na fermentação e secreção de saliva é o maior determinante do pH ruminal, o qual, em baixos valores, reduz o consumo de matéria seca, a motilidade ruminal, digestibilidade da fibra e a produção de proteína microbiana (RUSSEL et al., 1992).

Segundo Mertens (1997) a FDNe e FDNfe demonstram alta correlação especialmente para alimentos que diferem somente no tamanho da partícula; porém, a FDNe pode ser maior que a FDNfe em alimentos que mantém a produção de gordura do leite, mais não estimula a mastigação, principalmente em dietas que contém gorduras ou tamponantes intrínsecos (Figura 1). Desta forma, a FDNe relaciona-se a capacidade neutralizante, composição e concentração de gordura no leite, produção de ácidos durante a fermentação e mudanças metabólicas que influenciam a secreção de gordura no leite.

Embora baixa porcentagem de gordura de leite seja um indicador de dietas inadequadas, podem ser observado laminite em rebanhos, sem depressão de gordura do leite que sugere que a depressão na gordura do leite não seja o melhor indicador de função ruminal ou saúde animal. Assim, FDNe pode ser um indicador menos sensível que FDNfe da efetividade da fibra prevenindo depressão de consumo, acidose, laminite, ou deslocamento de abomaso em vacas leiteiras (MERTENS, 2001).

As respostas do animal como a atividade de mastigação e a produção de gordura no leite, poderiam definir uma medida mais completa da fração efetiva da fibra, integrando as



características físicas e não físicas das fibras dietéticas (ARMENTANO & PEREIRA, 1997). Esses autores utilizaram a concentração de gordura no leite para definir o fator de efetividade ($FDNe = fe \times \%FDN_{dieta}$), mas, o pH ruminal ou a produção de AGV também poderiam servir como respostas biológicas que integram os múltiplos componentes da fibra efetiva na ração. Porém, estas variações

necessitam de animais, depende de muito tempo a custos elevados.

A efetividade dos alimentos pode ser mensurada através de um esquema de avaliação laboratorial, considerando que partículas abaixo de 1,18 mm escapam do rúmen e não estimulam a ruminação, desta forma não sendo necessária a utilização de animais (MERTENS, 1997)(Tabela - 1).

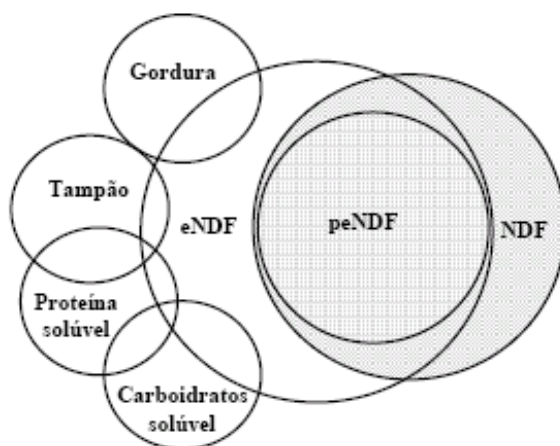


Figura 1. Ilustração das relações entre FDN, FDN fisicamente efetivo, e FDN efetivo. Adaptado de Mertens (2001).

Figure 1. Illustration of the relationships among NDF, physically effective NDF, and effective NDF. Adapted Mertens (2001).

IMPORTÂNCIA DA FIBRA NA NUTRIÇÃO DE RUMINANTES

A fibra é um componente essencial da dieta, sendo necessária para obtenção de consumo máximo de MS e energia para estimular a atividade de mastigação e secreção de saliva e manter a percentagem de gordura no leite. Portanto, dietas de ruminantes devem conter uma percentagem mínima de fibra para manter a fração ruminal normal e

evitar a ocorrência de distúrbios metabólicos. Por outro lado, a fibra representa a fração de carboidratos dos alimentos de digestão lenta e variável e, quando incluída acima de determinados limites, definidos principalmente pelo potencial de produção do animal, pode limitar o consumo de MS e desempenho.

Os limites de fibra são definidos não apenas por concentrações mínimas e máximas, mas também por atributos físico-químicos e biológicos dos alimentos usados nas formulações de ração. As características físicas como densidade, capacidade de troca de cátions, poder tampão e hidratação de partículas estão relacionados ao tempo de colonização das partículas



("lag time") e a taxa de digestão. Além disso, o acesso de microrganismos do rúmen a parede celular secundária também é determinante do aproveitamento de fibra por ruminantes (NUSSIO et al.,2000).

Desta forma, novos conceitos para balanceamentos de dietas vêm sendo elaborados e incorporados à formulação de dietas de ruminantes.

Tabela – 1 Estimativa de fibra fisicamente efetiva (FDNfe) dos alimentos utilizando determinações químicas e físicas em laboratório.

Table – 1 Estimating the physically effective fiber NDF(peNDF) of feeds using chemical and physical measurements in the laboratory.

Alimento Feed	FDN (%MS) NDF (% DM)	% Retida em peneira de 1,18mm 1.18-mm sieve	FDNfe (%MS) peNDF (% DM)
Padrão Standard	100	1,00	100
Feno de gramínea Grass hay	65	0,98	63,7
Feno de leguminosa Legume hay	50	0,92	46
Silagem de milho Corn silage	51	0,81	41,5
Grão de cevada Brewers grains	46	0,18	8,3
Milho moído Corn, ground	9	0,48	4,3
Farelo de Soja Soybean meal	14	0,23	3,2
Casca de Soja Soybean hulls	67	0,03	2,0
Farelo de Arroz Rice mill feed	56	0,01	0,3

Adaptado de Mertens (1997)
Adapted Mertens (1997)

O NRC (2001) sugere que dietas de vacas em lactação devem conter no máximo 25% de FDN total e 19% de FDN oriundo de forragem (Tabela – 2). Além disso, o NRC (1989) sugere também que pelo menos 1/3 da MS total da dieta deveria ser fornecido como feno de fibra longa, reconhecendo assim a importância de atributos físicos de forragens para o balanceamento de dietas. Segundo Mertens (1999) o valor da FDNfe (FDN da forragem) pode variar de 19 a 23%

dependendo de fatores que afetam a atividade de mastigação, produção de ácidos no rúmen, variações na composição e manejo da dieta, capacidade natural de tamponamento do rúmen e suplementação com substâncias tamponante.

O CNCPS aplica a metodologia proposta por Mertens (1997) ajustando-a com outros fatores como manejo e composição da dieta, sendo que a exigência de FDNfe (%MS) pode variar de 5 a 8% para dietas com bom



manejo de cocho e uso de ionóforos, e até 20% de FDNfe para dietas com manejo variável sem uso de ionóforos ou dietas para maximizar o uso de carboidratos não fibrosos e produção de proteína microbiana em dietas para gado de corte em terminação. De

acordo com Russel et al. (1992) para cada 1% de decréscimo nesse teor (20% de FDNfe), ocorre redução de 2,5% na produção de proteína microbiana.

Tabela – 2 Recomendações mínimas (%MS) das concentrações da fibra em detergente neutro (FDN) total e da forragem e recomendações máximas (%MS) do carboidrato não fibroso (CNF) para dietas de vacas em lactação.

Table – 2 Recommended minimum concentrations (% DM) of total and forage neutral detergent fiber (NDF) and recommended maximum concentrations (% DM) of nonfibrous carbohydrate (NFC) for diets of lactating cows.

Mínimo de FDN da Forragem	Mínimo de FDN Dietético	Máximo de CNF Dietético	Mínimo de FDA Dietético
<i>Minimum forage NDF</i>	<i>Minimum dietary NDF</i>	<i>Maximum dietary NFC</i>	<i>Minimum dietary ADF</i>
19	25	44	17
18	27	42	18
17	29	40	19
16	31	38	20
15	33	36	21

Adaptado NRC (2001).
Adapted NRC (2001).

EFEITOS DA FIBRA FISICAMENTE EFETIVA SOBRE A PRODUÇÃO DE ÁCIDOS NO RÚMEN.

Apesar dos grandes avanços na população microbiana e diferenças no consumo de alimento, as proporções ruminais de AGV são bastante estáveis entre dietas com variáveis proporções de concentrado e volumoso. Porém, a quantidade e o tamanho das partículas

da fibra afetam profundamente as proporções e absorções dos AGV, pois são amplamente dependentes do pH (ISHLERVIR et al., 1998). A absorção do acetato, propionato e butirato, são similares em pH neutro, porém, com a diminuição do pH a taxa de absorção aumenta de acordo com o aumento da massa molecular (butirato>propionato>acetato) (KOZLOSKI, 2002). A taxa de absorção do propionato e butirato passa de 0,35 para 0,68/h e 0,28 para 0,85/h, respectivamente, quando o pH decresce de 7,2 para 4,5 (ALLEN, 1997). Mertens (1999) sugeriu 21% de FDNfe para se manter o pH ruminal acima de seis. Neste contexto, a efetividade física da FDN pode vir a



contribuir para que ocorra uma absorção homogênea entre os ácidos.

Desta forma, dietas têm sido balanceadas para manter um pH ruminal adequado; com o decréscimo do pH, o apetite, a motilidade ruminal, a produção microbiana e a digestão da fibra são reduzidos (Allen, 1997). O pH baixo está diretamente relacionado com efeitos negativos na ingestão de energia e absorção de proteína, o qual são os primeiros fatores limitantes na produção (ALLEN, 1997). De acordo com Fimbres et al. (2001) carneiros alimentados com altos níveis de concentrado na ração (80-95% de concentrado) têm redução do pH ruminal e, desta forma, o aumento da incidência de acidose ruminal. Associado a esse distúrbio metabólico podem ocorrer várias desordens

secundárias, como laminite, ulcerações ruminais e obsessos no fígado, que pode resultar em morte.

Segundo Allen (1997) o pH ruminal varia com a refeição e o comportamento de mastigação; o pH decresce no momento da alimentação e aumenta durante a ruminação. A concentração da FDN dietética não está relacionada diretamente com o pH ruminal. Entretanto, o FDN dietético está relacionado com o tempo total de mastigação, que por sua vez está diretamente relacionado com o fluxo de saliva para dentro do rúmen.

A concentração ruminal de AGV está relacionada negativamente com o pH (Figura 2), à medida que diminui o pH aumenta a concentração de AGV, presumidamente por causa da neutralização dos AGVs no rúmen.

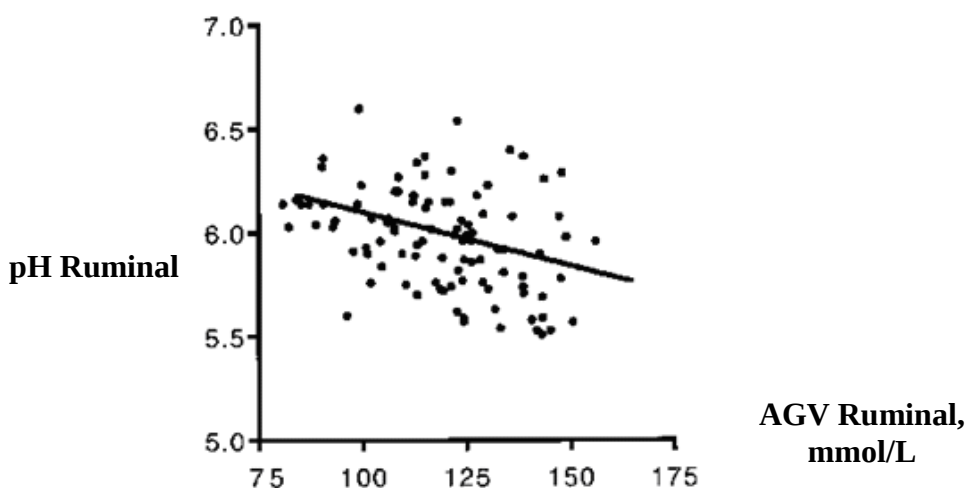


Figura 2. A relação entre a concentração de AGV e o pH ruminal. Adaptado de Allen (1997)

Figure 2. The relationship between mean ruminal VFA concentration and mean ruminal pH. Adapted Allen (1997)

Quando aumenta o teor de FDN na dieta, diminui a produção de ácidos, porque normalmente a FDN é de lenta degradação se comparada com a fração não fibrosa do alimento. Contudo, o aumento da FDN aumenta a neutralização dos ácidos, porque aumenta o tempo total de mastigação e consequentemente eleva o fluxo de saliva (ALLEN, 1997).

Segundo Fimbres et al. (2001) o aumento do nível de forragem na dieta (0 para 30%) associado ao aumento de 60% do tempo total de mastigação (235 para 588 minutos/dia) e proporcionalmente ao fluxo de saliva, proporcionou um aumento no pH ruminal, resultando numa alta capacidade de neutralização no rúmen. O alto nível de concentrado na



dieta de ruminantes aumenta o fornecimento de energia para o crescimento microbiano e o metabolismo do hospedeiro. Por outro lado estes altos níveis podem causar redução do pH ruminal, reduzindo a atividade celulolítica, diminuindo a eficiência de fermentação da fibra, aumentando a taxa de passagem (aumento do resíduo de fibra no rúmen) (LANA et al., 1998).

Os AGV são produzidos no rúmen derivados do alimento e de produtos finais da fermentação da matéria orgânica (principalmente ácido acético) ou consumidos na silagem (principalmente ácido láctico). Van Soest (1994) relatou que a proporção relativa dos AGV varia muito com a dieta e que o ácido acético é predominante em muitas situações. Os AGV encontrados em abundância são: acetato, propionato e butirato e em

menores quantidades o isobutírico, isovalérico e valérico (SILVA & LEÃO, 1979; Lu, 2005). De acordo com estes mesmos autores, a proporção molar de acetato e propionato é afetada pelo nível de concentrado e tamanho de partícula da forragem, e aumenta o acetato com o tempo de mastigação. Quando a fibra oriunda da forragem aumenta, a proporção acetato:propionato também aumenta (Tabela – 3). Entretanto, à medida que os níveis de celulose e hemicelulose diminuem em relação aos níveis de carboidratos solúveis e amido, a relação acetato:propionato tende a diminuir. Para cada unidade de FDN adicionada na ração ocorre uma acréscimo de 0,349 mmol/100mL de acetato, devido a um aumento de 107 min/dia no tempo total de mastigação (SANTINI et al., 1992).

Tabela – 3 Concentrações de AGV e pH ruminal de carneiros alimentados com diferentes níveis de forragem

Table – 3 Ruminal pH and VFA concentration of sheep fed with various level of forage

Item Item	% Forragem Forage %			
	0	10	20	30
pH Ruminal pH Rumen	5,9	6,4	6,5	6,7
AGV (mmol) VFA (mmol)				
Ácido acético Acetic acid	22,0	24,8	31,7	32,1
Ácido propionico Propionic acid	18,9	15,9	12,7	12,0
Ácido butirico Butyric acid	4,5	5,3	6,9	6,8
Total Total	45,4	46,0	51,3	50,9
Acetato:propionato Acetic:propionate	1,20	1,58	2,52	2,66

Adaptado de Fimbres et al. (2001)
Adapted Fimbres et al. (2001)



O tamanho da partícula é importante, especialmente para utilização da forragem, para manutenção do ambiente ruminal, essencial para assegurar o crescimento adequado dos microrganismos, o que resulta em um aumento dos AGVs, especialmente o acetato, e a produção de proteína microbiana (ISHLER et al., 1998). De acordo com Mertens (2001) uma redução no nível de fibra efetiva na dieta, resulta numa série de eventos que ocorrem sequencialmente: menor mastigação

pelo animal, menor secreção de saliva (tamponante), maior produção de AGV, decréscimo no pH ruminal, alterações na população microbiana, redução da relação acetato:propionato, depressão da gordura do leite e "desvio" de nutrientes para ganho de peso (Tabela - 4).

A proporção molar de acetato e propionato é afeta pelo nível de concentrado e o tamanho de partícula da forragem, e o acetato aumenta com o crescimento no tempo de mastigação (SANTINI et al., 1992).

Tabela -4. Efeitos típicos da variação nas proporções de fibra e forragem em rações, nas respostas fisiológicas de vacas leiteiras

Table - 4 Typical effects of varying forage and fiber proportions in rations on the physiological responses of dairy cows.

Item Item	%Feno longo de gramínea na dieta % Long grass hay in the diet					
	100	80	60	40	20	0
%FDN	70	59	48	36	25	14
NDF %						
%FDNfe	70	57	44	32	18	6
peNDF %						
Tempo de mastigação(min/d)	1080	1040	970	820	520	320
Chewing time (min/d)						
Secreção salivar (L/d)	200	196	189	174	143	123
Saliva secretion (l/d)						
Bicarbonato salivar (kg/d)	2,5	2,4	2,3	2,2	1,8	1,5
Salivary bicarbonate (kg/d)						
pH ruminal	6,8	6,7	6,5	6,2	5,8	5,0
Ruminal pH						
AGV ruminal (mM)	85	95	105	115	125	135
Ruminal VFA (mM)						
Acetato ruminal (%molar)	70	66	61	55	48	40
Ruminal acetate (molar%)						
Propionato ruminal (%molar)						
Ruminal propionate (molar%)	15	18	22	27	33	40
Relação acetato:propionato	4,7	3,7	2,8	2,0	1,4	1,0
Acetate: propionate Ratio						
Gordura do leite (%)	3,7	3,6	3,5	3,4	3,0	1,0
Milk fat (%)						

Adaptado de Mertens (2001).

Adapted Mertens (2001).



Quando o abaixamento do pH ruminal, queda na relação acetato:propionato e depressão na gordura do leite são causados pelo abaixamento da relação volumoso:concentrado, é impossível determinar se os efeitos são devidos a baixa na FDN ou ao alto teor de carboidratos solúveis ou carboidratos não fibrosos (CNF) na ração (MERTENS, 2001). Segundo Gant et al. (1990) trabalhando com forragem na ração com diferentes granulometria sem alterar nas quantidades ou proporções de CNF, concluíram que a falta de efetividade da fibra é frequentemente responsável pela acidose, depressão na gordura no leite e alteração na proporção molar dos AGVs. Isto sugere que pode ser mais crucial monitorar fibra efetiva durante a formulação de ração que a proporção de CNF.

Com redução no tamanho de partícula da forragem aumenta a

ingestão de MS, reduz a digestibilidade, e resulta em um tempo menor de retenção de sólidos. As rações que têm menor tamanho de partícula de forragem inicial entrarão no rúmen com um tamanho ainda menor depois da mastigação e deglutição inicial, e então saem do rúmen com uma taxa mais rápida. O resultado é um aumento na taxa de remoção do rúmen que permite um aumento no consumo de MS, mas devido à taxa de passagem ser mais rápida, menos tempo está disponível para os microrganismos digerirem os alimentos. O resultado do aumento granulométrico da fibra na dieta, proporciona maior tempo de mastigação e ruminação, ocorre maior fluxo de tamponantes (via saliva) para o rúmen, aumento da relação acetato:propionato e, consequentemente, elevado teor de gordura no leite (Tabela – 5).

Tabela – 5 Ingestão, ruminação, pH do rúmen, ácidos graxos voláteis (AGVs), produção de leite e composição influenciada pelo tamanho de partícula.

Table – 5 Eating, rumination, ruminal pH, volatile fatty acid (VFA), milk yield, milk composition as influenced by particle size.

Item <i>Item</i>	Partícula da ração <i>Particle size of ration</i>		
	Fina <i>Fine</i>	Média <i>Medium</i>	Grossa <i>Coarse</i>
Ingestão, min/dia <i>Eating, min/day</i>	196,5	204,4	204,7
Ruminação, min/dia <i>Ruminating, min/day</i>	374,4	466,3	530,7
Mastigação, min/dia <i>Chewing, min/day</i>	569,7	670,7	735,4
pH ruminal <i>Ruminal pH</i>	5,5	5,9	6,0
AGVs (% molar) <i>VFA(molar%)</i>			
Acetato <i>Acetic</i>	58,33	61,24	61,82
Propionato <i>Propionic</i>	22,34	20,76	19,46
Produção, kg/dia <i>Milk yield, kg/day</i>	31,5	32	31,0
Produção 4%, kg/dia <i>4% yield, kg/day</i>	27,5	30,2	29,5
Gordura leite, % <i>Milk fat, %</i>	3,0	3,6	3,8
Proteína leite, % <i>Milk protein, %</i>	3,0	3,0	3,1

Adaptado de Grant et al. (1990).

Adapted Grant et al. (1990).



CONCLUSÃO

No balanceamento de rações para ruminantes é fundamental considerar as características físicas da fibra, pois esta fração menos digestível do alimento, está relacionada ao estímulo de mastigação, motilidade ruminal e prevenção de distúrbios metabólicos, garantindo desta forma a manutenção do ambiente ruminal.

A redução muito severa na granulometria da fibra resulta em menor fluxo de tamponantes para o

rúmen, diminuindo o pH, provocando menor neutralização dos ácidos produzidos no rúmen e alterações na população microbiana, refletindo negativamente no desempenho animal.

Neste contexto, é necessário garantir na ração desses herbívoros, um mínimo de fibra fisicamente efetiva, proporcionando uma dinâmica ruminal mais homogênea e garantindo uma proporção molar dos AGVs mais adequada para o hospedeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, M.S. Fiber requirements for dairy cattle? How low can you go? In: CALIFORNIA NUTRITION CONFERENCE, Davis, 1996. **Proceeding**. Davis: University of California, 1996. p. 12-18.

ALLEN, M. S. Relationship Between Fermentation Acid Production in the Rumen and the Requirement for Physically Effective Fiber. **Journal Dairy Science**, v. 80, p. 1447-1462, 1997.

ARMENTANO, L.; PEREIRA, M. Measuring the Effectiveness of Fiber by Animal Response Trials. **Journal Dairy Science**, v. 80, p. 1416-1425, 1997.

CALBERRY, J. M.; PLAIZIER, J. C.; EINARSON, M. S.; McBRIDE, B.W. Effects of replacing chopped alfalfa hay with alfalfa silage in a total mixed ration on production and rumen conditions of lactating dairy cows. **Journal Dairy Science**. v. 86, p. 3611-3619, 2003

FIMBRES, H.; KAWAS, J. R.; HERNÁNDEZ-VIDAL, G.; PICÓN-RUBIO, J. F.; LU, C. D. Nutrient intake, digestibility, mastication and ruminal fermentation of lambs fed finishing ration with various forage levels. **Small Ruminant Research**, v. 43, p. 275-281, 2001.

GRANT, R. J.; COLENBRANDER, V. F.; MERTENS, D. R. Milk fat depression in dairy cows: role of silage particle size. **Journal Dairy Science**, v. 73, p. 183-442, 1990.

KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Maria: Ed. UFSM, 2002. 140 p.

LANA, R. P.; RUSSEL, J. B.; VAN AMBURGH, M. E. The role of pH in regulating methane and ammonia production. **Journal Animal Science**, v. 76, p. 2190-2196, 1998

LU, C.D.; Kawas, J.R.; Mahgoub, O.G. Fibre digestion and utilization in goats. **Small Ruminant Research**, v. 60, p. 45-52, 2005.



MERTENS, D.R. Analysis of fiber in the feeds and its use in feed evaluation and ration formulation. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES. Lavras. 1992. **Anais...** Lavras: SBZ, 1992. p. 1-32.

MERTENS, D.R., Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal Dairy Science**, 80, p. 1463-1481, 1997.

MERTENS, D. R. NDF: Fiber composition and value of forages with different NDF concentrations. In: SOUTHWEST NUTRITION AND MANAGEMENT CONFERENCE, Arizona, 1999. **Proceedings**. Arizona: University of Arizona, 1999, p. 91-111.

MERTENS, D. R. Physical effective NDF and its use in formulating dairy rations. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM BOVINOS DE LEITE, 2, 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA-FAEPE, p. 25-36, 2001.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 6. ed. Washington: National Academic Press, 1989, 158p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 7. ed. Washington: National Academy Press, 2001, 381p.

NUSSIO, L. G.; LIMA, M. L. M.; MATTOS, W. R. S. Caracterização e importância da fibra na alimentação de ruminantes. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO DE BOVINOS LEITEIROS. Carambeí, 2000. **Simpósio**: Trabalhos. Carambeí: Fundação ABC, 2000.

PEREIRA, M. N.; GARRETT, E. F.; OETZEL, G. R.; ARMENTANTO, L. E. Partial replacement of forage with nonforage fiber sources in lactating cow diets. I. Performance and health. **Journal Dairy Science**, v. 82, p. 2716-2730. 1999.

RUSSELL, J. B.; O'CONNOR, J. D.; FOX, D. G.; VAN SOEST, P. J.; SNIFFEN, C. J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. I. Ruminant fermentation. **Journal Animal Science**, v. 70, p. 3551-3561, 1992.

SANTINI, F. J.; LU, C. D.; POTCHOIBA, M. J.; FERNANDEZ, M. Dietary fiber and milk yield, mastication, digestion and rate of passage in goats fed alfalfa hay. **Journal Dairy Science**, v. 75, p. 209-219. 1992.

SILVA, J. F. C.; LEÃO, M. I. 1979. **Fundamentos da nutrição de ruminantes**. Piracicaba, SP, Ed. Livrocere, 380p.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**, 2. ed. Cornell University Press, Ithaca, NY, 1994, 476p.