

Processo fermentativo, digestivo e fatores antinutricionais de nutrientes para ruminantes (Process fermentativo, digestive and factors antinutricionais of nutrients for ruminant)

Juliana Silva de Oliveira¹, Anderson de Moura Zanine¹, Edson Mauro Santos¹

¹Doutorando em Zootecnia, UFV, Viçosa, MG, Bolsista do CNPq.

Para contactar : julianazootecnista@yahoo.com.br; anderson.zanine@ibest.com.br

REDVET: 2007, Vol. VIII Nº 2

Recibido: 08.12.2006 / Referencia: 070317 / Aceptado: 26.02.2007 / Publicado: 01 Febrero 2007

Este artículo está disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n020207.html> concretamente en <http://www.veterinaria.org/revistas/recvet/n020207/020717.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 RECNET® - <http://www.veterinaria.org/revistas/recvet> - <http://www.redvet.es>

Resumo

A digestão nos ruminantes é um processo complexo, que envolve interações entre a dieta, os microrganismos e o animal. Contudo, a fração do alimento ingerido que é absorvida depende da velocidade em que é fermentada no rúmen e do tempo que permanece susceptível ao ataque

microbiano. Por isso, é importante que o nutricionista, ao propor sistemas de balanceamento nutricional, conheçam os alimentos que serão utilizados para promover associações ótimas para os microrganismos do rúmen.

Palavra-chaves: carboidratos | lipídio | metabolismo | proteína | rúmen |

Abstract

The digestion in the ruminant is a complex process, that involves interactions among diet, microorganisms and animal. However, the fraction of the ingested food actually absorbed depends on the rumen fermentation speed and of the time that it stay susceptible to microbial attack.

Therefore, it is important the nutritionist, when proposing systems of nutritional approach, to know the foods that will be used to promote correct associations for rumen microorganisms.

Key words: carbohydrate | lipids | metabolism | protein | rumen |

1. Introdução

A nutrição de ruminantes pode ser considerada mais complexa que a nutrição de monogástricos. Devido à anatomia do trato digestivo, os microrganismos presentes no rúmen fermentam alimentos fibrosos e sintetizam nutrientes, principalmente proteína e algumas vitaminas (Barcelos et al., 2001).

O rúmen fornece o ambiente propício e fonte alimentar para o crescimento e reprodução dos microrganismos. A ausência de oxigênio no rúmen favorece o crescimento de algumas bactérias em particular, e algumas delas conseguem degradar a parede celular das plantas (celulose) em simples açúcares (glicose). Os microrganismos fermentam a glicose para obter energia para crescer e durante o processo de fermentação eles produzem ácidos graxos voláteis (AGV). Os AGV atravessam a parede ruminal os quais são a principal fonte de energia dos ruminantes.

A taxa e a extensão da digestão no rúmen dependem, entre outros fatores, da natureza e do teor dos constituintes da parede celular e da disponibilidade ruminal de nitrogênio. Desse modo, a avaliação dos componentes da parede celular e do conteúdo protéico, juntamente com a determinação da taxa e da extensão de fermentação no rúmen, constituem parâmetros importantes nos estudos do valor nutritivo de forragens (Buttery, 1977).

Objetivou-se com esta revisão abordar o processo fermentativo, digestivo e os fatores antinutricionais ocorridos no rúmen.

2. Carboidratos Estruturais

O tipo de fonte de carboidratos da dieta influencia a quantidade e a proporção de AGV que são produzidos no rúmen. A população microbiana do rúmen converte os carboidratos fermentados em 65% ácido acético, 20% Ácido propiônico e 15% ácido butírico quando a dieta contém uma grande proporção de forragens (Dehority, 1987).

O valor nutritivo de um alimento está relacionado à sua composição química e ao nível de aproveitamento dos nutrientes. Nos ruminantes, a associação entre o animal e os microrganismos do rúmen permite a utilização indireta de carboidratos estruturais refratários à atuação das enzimas. Contudo, a fração do alimento ingerido que é absorvida depende da velocidade em que é fermentada no rúmen e do tempo que permanece susceptível ao ataque microbiano. Portanto, a fração efetivamente degradada é função das taxas de digestão e de passagem (Tomich et al., 2003).

A celulose é hidrolizada por endo e exocelulases que atacam as ligações β -1,4 no interior e no final da cadeia do polímero, e liberam como produto final celobiose e glicose. A digestão da hemicelulose é mais complexa por está associada com outros componentes da parede celular como a lignina de forma heterogênea, variando com o tipo de forragem, e com o tecido em uma mesma planta. O produto final da hidrólise bacteriana das hemicelulose são xilose, xilobiose e arabinose (Church, 1993).

2.1. Digestão extracelular dos Carboidratos

No rúmen, os polissacarídeos são degradados por sistemas enzimáticos associados à membrana das bactérias. Somente moléculas contendo uma, duas e até três unidades monoméricas resultantes da hidrólise extracelular dos diferentes polissacarídeos são, então, transportados para o interior da célula bacteriana e no interior serão metabolizadas.

2.2. Carboidratos Não Estruturais

O amido é hidrolizado por amilases do tipo α e β e também por isoamilases. As α -amilases hidrolisam ligações no interior das cadeias (endoglicosidases), liberando maltose com produto

final. As β -amilases atuam no final da cadeia (exoglicosidases) liberando glicose. As isoamilases hidrolisam as ligações α -1,6 nos pontos de ramificação do polímero (Hobson e Stewart, 1987).

2.3. Digestão Intracelular dos Carboidratos

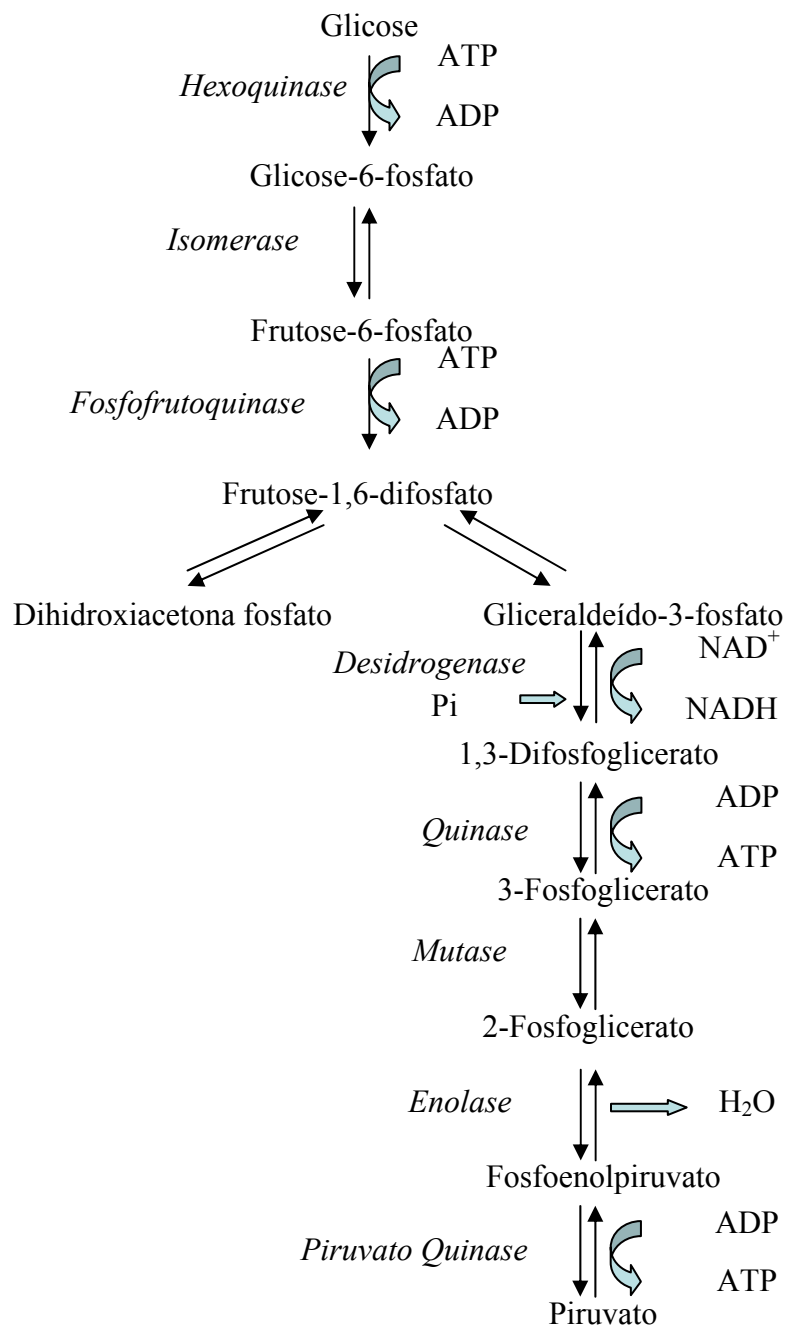


Figura 1. Glicólise via Embden-Meyerhof-Parnas

Parte dos monossacarídeos que entram na célula microbiana são utilizados em reações de síntese, principalmente de polímeros associados à parede celular. Entretanto, a maior parte deles, é fermentada pelas bactérias ruminais pela rota glicolítica de Embden-Meyerhof-Parnas. Esta rota é considerada a forma mais comum de conversão de hexose-fosfato em

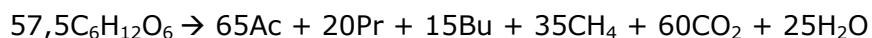
piruvato utilizada pelos organismos vivos. Após a glicose ser fosforilada para glicose-6-fosfato, ao longo desta rota, a glicose fosforilada é isomerizada e clivada formando duas trioses-fosfato. Cada gliceraldeído-3-fosfato é, então, desidrogenado e desfosforilado até formar piruvato a partir do fosfoenolpiruvato (Dehority, 1987). Neste processo dois ATPs são consumidos e quatro são formados. Como pode ser observado no esquema, exemplificado na figura 1.

Dentre os outros açúcares a frutose entra na célula e é fosforilada, entrando na rota glicolítica. As pentoses também são fosforiladas ao entrar na célula formando pentose-fosfato, que são convertidas para frutose-6-fosfato e gliceraldeído-3-fosfato pela via não-oxidativa do ciclo das pentoses, as quais entram na rota glicolítica (Tomich et al., 2003).

O piruvato é o principal metabólico intermediário no rúmen. Ele é formado através do catabolismo de açúcares pelas bactérias ruminais. Durante a glicólise NAD é convertido para NADH, e é essencial que o metabolismo de piruvato resulte na reoxidação de NADH para que a fermentação continue (Hobson e Sterwat, 1997). A partir do piruvato várias rotas diferentes podem ser utilizadas até a formação dos produtos finais da fermentação, que são principalmente os ácidos graxos voláteis (acetato, propionato e butirato), CO₂ e metano (Hobson e Sterwat, 1997).

Muitas espécies de bactérias do rúmen produzem também lactato, mas a concentração de lactato *in vitro* é pequena. O lactato é usado por bactérias fermentadoras de lactato, mas o seu turnover no rúmen é geralmente baixo (Hobson e Sterwat, 1997). Similarmente é a produção de etanol, que é formado somente quando há acumulação de H₂.

A estequiometria típica da fermentação da hexose é:

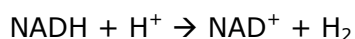


Em que:

- a) Glicose \rightarrow 2 acetato + 2 CO₂ + 8H;
- b) Glicose \rightarrow butirato + 2 CO₂ + 4H;
- c) Glicose \rightarrow 2 propionato;
- d) Glicose \rightarrow 2 lactato.

As proporções dos produtos finais da fermentação no rúmen podem mudar de acordo com a dieta que chega ao rúmen. As espécies bacterianas são especializadas em produzir um tipo ou outro de produtos da fermentação dependendo da concentração de NADH e H₂ na célula. O aumento na concentração de H₂ na célula desfavorece a desidrogenação de NADH, que se acumula e dirige o metabolismo para a síntese de produtos mais reduzidos (propionato e butirato). Por outro lado, a retirada de H₂ do meio ruminal por bactérias metanogênicas que a utilizam para reduzir o CO₂ e produzir metano, dirige o metabolismo para maior rendimento de acetato e de ATP por mol de açúcar fermentado (Kozloski, 2002).

O gás H₂ é produzido, principalmente, pela oxidação do NADH numa reação catalisada por uma desidrogenase e mediada por uma ferredoxina:



2.2.1. Acetato

A formação de acetato a partir de piruvato na fermentação bacteriana é mostrada na figura 2. Entre os produtos da fermentação ruminal, o acetato é o menos reduzido e sua formação determina o máximo de rendimento em ATP para a bactéria (Kozloski, 2002).

A oxidação completa de uma molécula de glicose para acetato resulta na formação de dois acetatos e quatro moléculas de ATP.

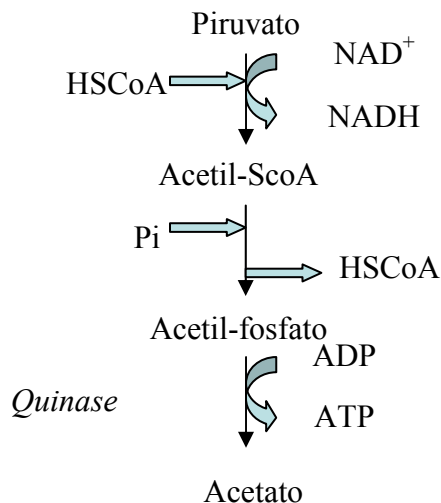


Figura 2. Formação de acetato pela fermentação bacteriana ruminal. HSCoA = coenzima-A; Pi = fosfato inorgânico.

2.2.2. Propionato

O propionato pode ser formado por duas rotas diferentes: a do succinato ou do acrilato. Muitas espécies bacterianas ruminais são hábeis em produzir succinato, mas somente algumas poucas descarboxilam succinato via succinil-Scoa. A formação de propionato pela rota do acrilato não envolve síntese de ATP (Kozloski, 2002). As bactérias produzem propionato por esta rota metabólica a partir de lactato liberado no rúmen por outras espécies (figura 3 e 4).

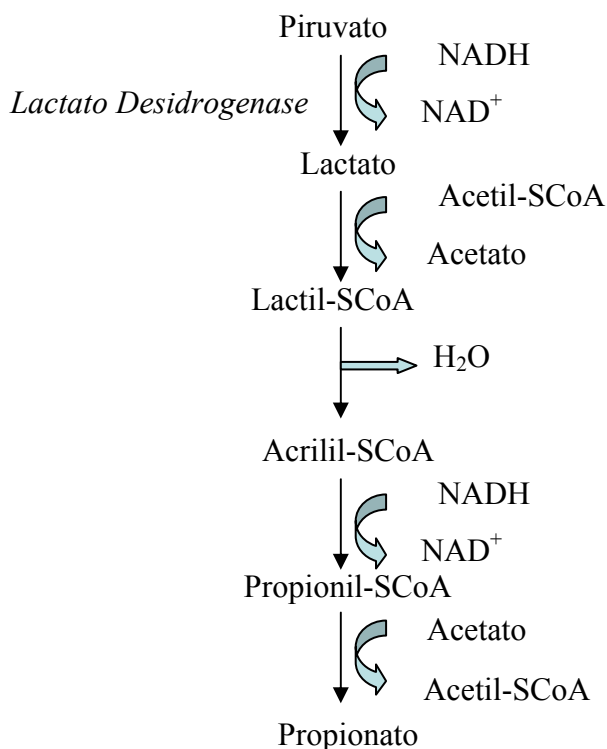


Figura 4. Formação de propionato pela via acrilato

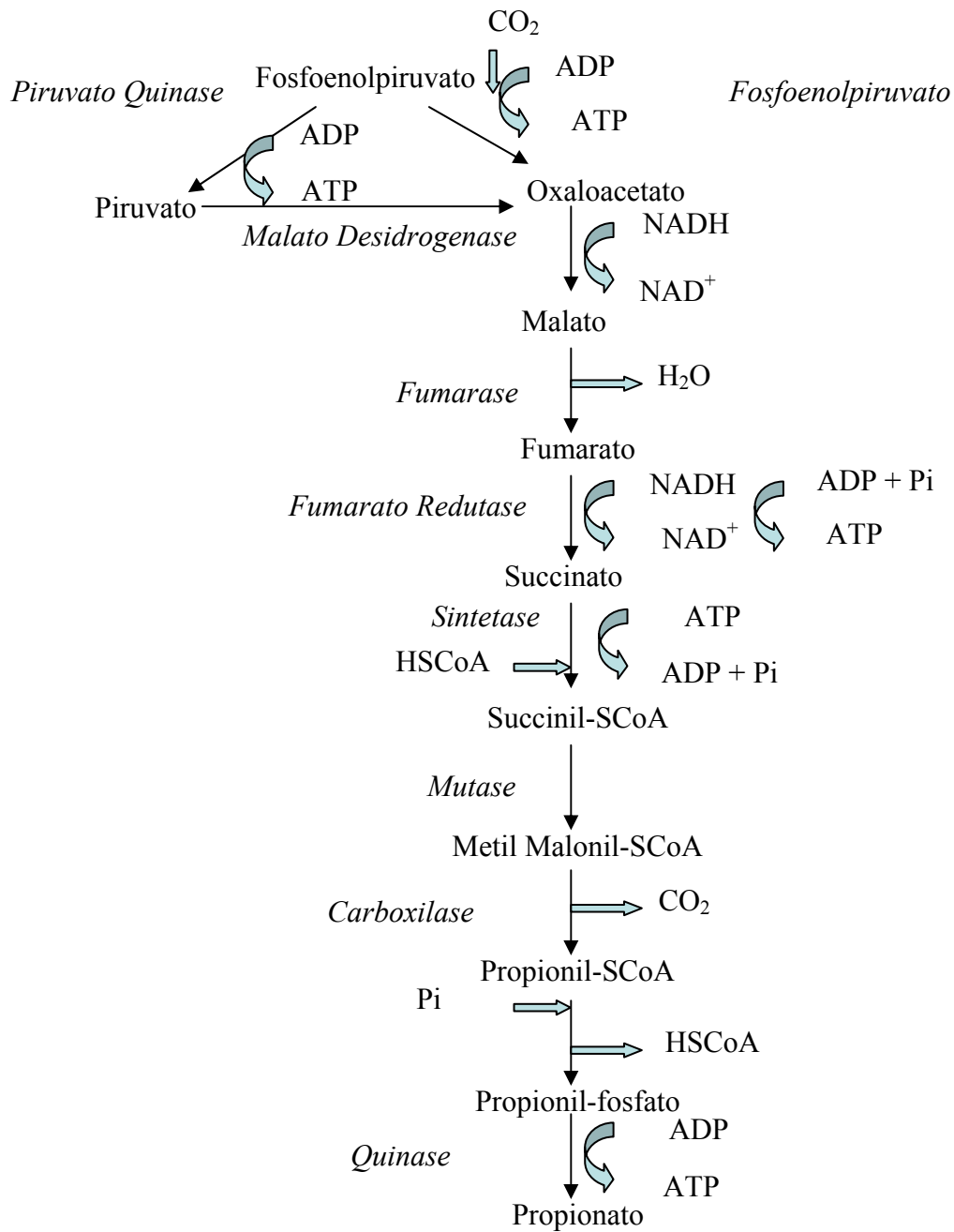


Figura 3. Formação de propionato pela via succinato

2.2.3. Butirato

Muitas espécies bacterianas produzem butirato, mas existem algumas bactérias ruminantes que são especialmente produtoras deste AGV, em que a síntese, nestas últimas, não são influenciadas pela pressão de H₂ (figura 5).

Piruvato

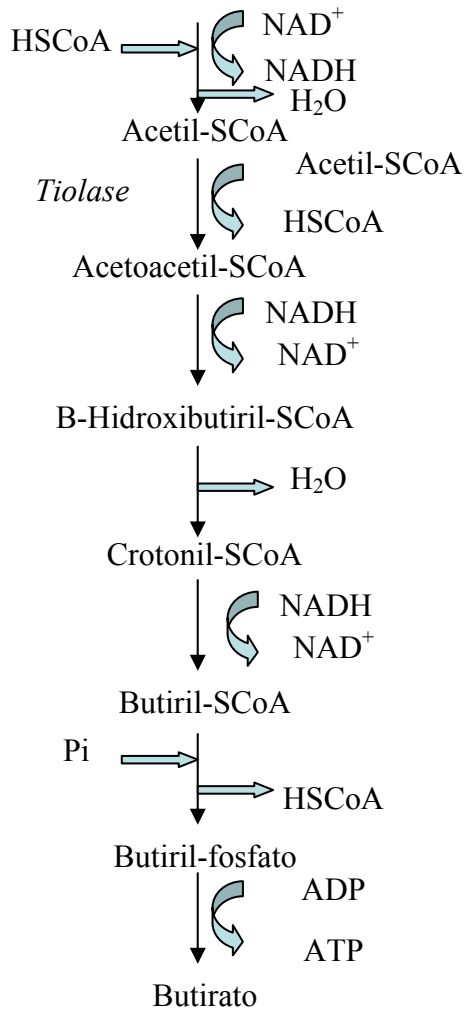


Figura 5. Formação do butirato pela fermentação

bacteriana ruminal

2.2.4. Metano

Como foi visto, a produção de metano no rúmen tem grande efeito sobre os produtos finais da fermentação, como também sobre a produção de ATP. As metanógenas estão envolvidas na produção de hidrogênio e na redução de dióxido de carbono. O formato também serve como substrato das metanogênicas ruminais, mas, grande parte do formato é transformado em hidrogênio e dióxido de carbono. Outros substratos utilizados em pequenas quantidades são: o acetato, pequenos álcoois e pectina (Russel et al., 1992; Kozloski, 2002).

A produção de energia através de metano ainda não é bem entendida (Hobson e Sterwat, 1997).

3. Fermentação de fontes de nitrogênio

3.1. Degradação Extracelular das Proteínas e Ácidos Nucléicos

A proteólise ruminal é efetuada por sistemas enzimáticos associados à membrana celular bacteriana. Inicialmente, as moléculas protéicas são hidrolizadas em polipeptídeos nos pontos da cadeia que contém serina, cisteína ou aspartato. Os polipeptídeos são, então, hidrolizados liberando peptídeos ou aminoácidos. Os aminoácidos e peptídeos com até cinco resíduos podem entrar na célula bacteriana e ser metabolizados (Church, 1993).

Os ácidos nucléicos, de origem dietética ou de células bacterianas mortas, são, em geral, totalmente degradados no rúmen por nucleases bacterianas extracelulares. O produto liberado é uma mistura de nucleotídeos, nucleosídeos e bases nitrogenadas, além de ribose e fosfato, os quais são captados e metabolizados pelas bactérias.

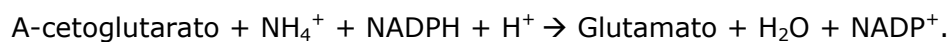
3.2. Degradação Intracelular de Compostos Nitrogenados

3.2.1. Amônia

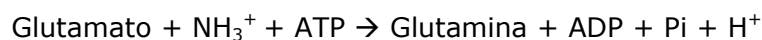
A maior parte do nitrogênio consumido pelo animal é convertido para amônia pela atividade microbiana. Por outro lado, cerca de 50 a 70% de nitrogênio bacteriano pode ser derivado da amônia. A maioria das espécies bacterianas ruminais podem utilizar amônia para síntese de seus compostos nitrogenados. Mas, para as bactérias que degradam os carboidratos estruturais a amônia é essencial para seu crescimento (Kamra, 2005).

A amônia que entra na célula bacteriana pode ser captada em reações catalisadas por duas enzimas diferentes: glutamato desidrogenase e glutamina sintetase.

A reação catalisada pela glutamato desidrogenase, a amônia será convertida em glutamato. Está enzima apresenta menor afinidade que a glutamina sintetase, sendo mais importante apenas em condições de altas concentrações de amônia.



Quando as concentrações de amônia são mais baixas, a sua captação ocorre principalmente pela formação de glutamina a partir de glutamato, numa reação catalizada pela glutamina sintetase.



Além da transferência de seu corpo amida para o α -cetoglutarato, a glutamina também é a fornecedora deste grupamento para a síntese das bases nitrogenadas (purinas e pirimidinas) e dos aminoácidos triptofano e histidina. O glutamato participa como doador do seu grupo amina, em reações de transaminação, para a síntese dos demais aminoácidos bacterianos (Kozloski, 2002).

3.2.2. Aminoácidos, Peptídeos e Bases Nitrogenadas

Ao entrar na célula bacteriana, os aminoácidos e peptídeos tem dois caminhos: se transformarem em proteína microbiana, ou serem fontes de energia. A extensão para que os aminoácidos sejam fermentados ou incorporados dentro da proteína microbiana é ligada a fermentação dos carboidratos. Com adequado suplemento de carboidratos, a energia é disponível para síntese protéica. Se há inadequada suplementação de carboidratos, os aminoácidos tendem a ser fermentados como fonte de energia (Church, 1993).

Dentro da célula bacteriana, os peptídeos são hidrolisados por endopeptidases e a maior parte de seus aminoácidos são desaminados juntamente com os aminoácidos que entraram livres na célula. Os α -cetoglutarato resultantes podem ser fermentados até AGV ou excretados para o fluido ruminal. A desaminação dos aminoácidos tem um rendimento em ATP bem mais baixo que a fermentação de açúcares. Entretanto, como visto, existem espécies bacterianas que utilizam exclusivamente aminoácidos ou peptídeos como fonte energética.

A desaminação de valina, leucina e isoleucina, e sua conversão aos ácidos graxos de cadeia ramificada (isobutirato, isovalerato e 2-metilbutirato) são de particular importância no

metabolismo dos aminoácidos, devido a esses ácidos graxos serem substratos essenciais para o crescimento de bactérias que degradam carboidratos estruturais (Kozloski, 2002).

As bactérias sintetizam suas proteínas, principalmente utilizando aminoácidos sintetizados de novo a partir da amônia e cadeias de carbono (Russel et al., 1992).

As bases nitrogenadas são em baixas concentrações em dietas de ruminantes, sendo que as que chegam no rúmen são totalmente captadas e metabolizadas pelas bactérias. Parte do metabolizado é utilizada para síntese de ácidos nucléicos das bactérias, mas principalmente, para a fermentação, produzindo AGV, CO₂ e amônia (figura 6).

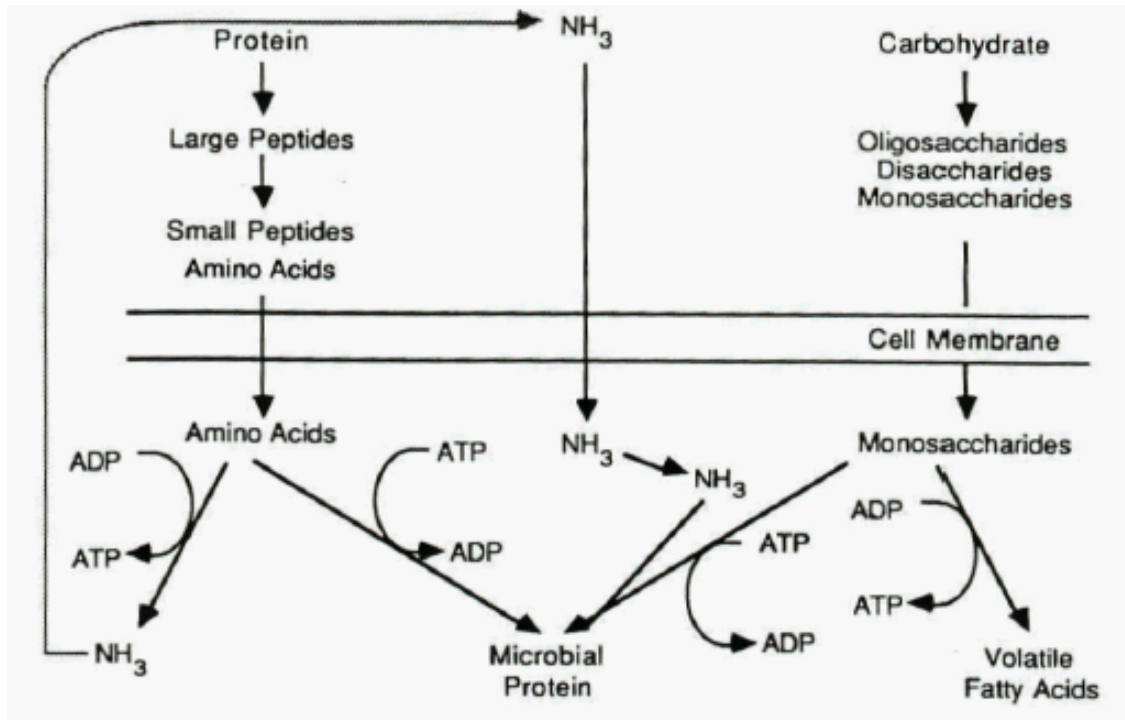


Figura 6. Esquema de utilização de carboidratos e proteínas por bactérias ruminais.

4. fermentação de lipídeos

4.1. Degradação Extracelular dos Lipídeos

Os lipídeos esterificados quando ingeridos pelo animal são extensivamente hidrolizados por lipases, fosfolipases e galactolipases associadas à membrana celular bacteriana, liberando, entre outros, glicerol, galactose e ácidos graxos (Mackle et al., 2003).

O glicerol e a galactose entram na célula bacteriana e são prontamente metabolizados. Os ácidos graxos, que na sua maioria são insaturados, tem uma parte incorporada aos lipídeos bacterianos, mas, a maior proporção dos insaturados são biohidrogenados e fluem do rúmen para o abomaso como ácidos graxos saturados livres e sem ser utilizados pela população microbiana ruminal (Martin e Jenkins, 2002; Loor, e Herbein, 2003).

Os lipídeos em dietas de ruminantes estão presentes principalmente na forma esterificada como mono e digalactoglicerídeos em forragens e como triglicerídeos em alimentos concentrados. Segundo Palmquist e Jenkins (1980) cerca de 3 a 5 % de gordura pode ser adicionada a dieta para aumentar a ingestão de energia em vacas de alta produção e/ou reduzir o consumo de amido, possibilitando aumentar a relação forragem:concentrado da

dieta e reduzir a incidência de distúrbios na fermentação ruminal causados pelo excesso de carboidratos rapidamente fermentáveis no rúmen.

A fermentação ruminal é inibida se o conteúdo de lipídeos da dieta for acima de 6-7% com base na matéria seca da dieta.

4.2. Biohidrogenação dos Ácidos Graxos

A busca por recursos que possibilitem aos animais atingir o seu potencial de produção é uma constante na área de pesquisa animal. A suplementação com lipídeos é uma estratégia que possibilita, além de benefícios ao desempenho animal, alterar características relacionadas principalmente ao perfil da gordura de produtos de origem animal. No entanto, os lipídeos fornecidos na dieta são modificados no rúmen sofrendo um processo de saturação através da lipólise e biohidrogenação, sendo esses os primeiros mecanismos de alteração dos ácidos graxos (AG) presentes na dieta (Oliveira et al., 2004)

As bactérias não são capazes de utilizar os ácidos graxos como fonte de energia, mas parte deles podem ser incorporados aos lipídeos da membrana bacteriana.

Os ácidos graxos insaturados livres são rapidamente hidrogenados por ação de isomerases e redutases presentes no interior da célula, tornando-os mais saturados. Acredita-se que esta reação tem a função detoxicante, uma vez que ácidos graxos insaturados são tóxicos a muitas espécies bacterianas ruminais.

As bactérias ruminais também sintetizam ácidos graxos de cadeia longa, principalmente esteárico e palmítico (2:1) através de açúcares. As bactérias não sintetizam ácidos graxos poliinsaturados.

5. Fermentação realizada por protozoários

O material ingerido pelos protozoários é digerido em vacúolos presentes no interior do protoplasma. Grânulos de amido são digeridos mais lentamente que pelas bactérias, limitando a queda do pH ruminal. O excesso de ingestão de amido pode matar a célula.

No caso de proteínas, mais da metade ingerida é excretada novamente para o fluido ruminal na forma de amônia, aminoácidos ou peptídeos. Parte dos aminoácidos e açúcares são fermentados até ácidos graxos voláteis, CO₂ e amônia. Entretanto, diferentes da maioria das espécies bacterianas, os protozoários são ativos fermentadores de lactato, o que diminui o efeito depressivo do pH (Church, 1993).

A maioria dos protozoários são reciclados no interior do rúmen. Os protozoários aumentam a concentração de amônia e a reciclagem de nitrogênio total do rúmen.

6. Fermentação realizada por fungos

Os fungos colonizam as fibras presentes no rúmen. Sua atividade fibrolítica é mais intensa que as bactérias. Através de um sistema rizomicelial, os fungos penetram na parede celular e liberam os polissacarídeos contra os carboidratos estruturais. O perfil das enzimas de vários fungos estudados indica que existe uma ampla variedade de enzimas que são requeridas para degradação da lignina e celulose. Estes microrganismos sintetizam altas quantidades de celulasas e xilanases bastante ativas, entretanto, não degradam pectina. Estas enzimas são de natureza extracelular e existem livres no fluido ruminal (Hobson e Sterwat, 1997).

Os fungos colonizam principalmente as regiões mais lignificadas das fibras, como o esclerênquima (Kozloski, 2002). As dietas ricas em fibra estimulam o crescimento de fungos em búfalos em comparação a dietas ricas em carboidratos facilmente fermentados (Kamra et al., 2003).

Os principais produtos da fermentação fúngica ruminal são: acetato, lactato, succinato, CO₂ e H₂.

7. Compostos antinutricionais

Os compostos como taninos, ligninas, saponinas, mimosina, entre outros são sintetizados pela planta para proteger da invasão microbiana. Portanto, estes compostos, juntamente com outros compostos antinutricionais quando consumidos por animais inibe o crescimento de diferentes tipos de microrganismos ruminais (Kozloski, 2002).

7.1. Taninos

Os taninos inibem principalmente bactérias fermentadoras de carboidratos estruturais (Kamra, 2005). Ele também inibe a atividade proteolítica.

Algumas estirpes de bactérias toleram taninos em ovinos, cabras e antílopes até 8g/l no fluido ruminal (Kamra, 2005). Os ruminantes que continuamente alimentam-se com dietas ricas em tanino geralmente desenvolvem uma microflora tolerante a alta quantidade de tanino. Caprinos selvagens e camelos que se alimentam com *Acácia* e *Calliandra calothyrsus* que contém altos níveis de taninos, são capazes de tolerar taninos na dieta devido a presença de grande número de bactérias resistentes ao tanino como *Streptococcus caprinus* e *Selenomonas ruminantium* (Kamra, 2005).

7.2. Saponinas

As saponinas têm efeito deletério sobre a fermentação do rúmen causando uma redução no total dos ácidos graxos totais e a taxa de acetato:propionato de 1,93 para 1,37 na presença de 1% de saponina na dieta (Kamra, 2005).

Os microrganismos do rúmen são capazes de deglicosilar a saponina para liberar o esteróide que afeta a fermentação ruminal.

7.3. Mimosina

As leguminosas tropicais como a *Leucaena Leucocephala* contém um composto tóxico, a mimosina, que restringe o uso nutricional desta leguminosa para animais ruminantes e monogástricos. Algumas bactérias do rúmen são capazes de degradar a mimosina e seus derivados como a *Synergistes jonesii*.

7.4. Nitrato-nitrito

Certos milhos, aveia, trigo, cevada entre outros acumulam nitratos que quando em excesso talvez seja fatal para o animal. O nitrato entra no rúmen e é metabolizado para nitrito que é absorvido para o sangue e oxidada as células carreadoras de oxigênio.

Cinco grupos de bactérias isoladas em ovinos são adaptados ao nitrato (Kamra, 2005). Ocorre uma redução na taxa de nitrato e nitrito quando o animal recebe dieta rica em carboidratos facilmente fermentáveis.

8. Perspectivas

Somente uma pequena fração da diversidade microbiana ruminal foi descoberta pelos métodos convencionais de isolamento de microrganismos. A enumeração de espécies microbianas ruminais é difícil com estas técnicas, principalmente, devido a uma grande proporção destes microrganismos não serem cultiváveis (Kamra, 2005). Assim, a descrição do ecossistema baseado nas estirpes isoladas até então é incompleta e podem estar errada

Estudos com biologia molecular mostram que gêneros de bactérias ruminais *Prevotella ruminicola*, *Butyrivibrio fibrisolvens* e *Ruminococcus* representam grupos filogeneticamente diversos, apesar das espécies destes gêneros aparecerem fenologicamente e bioquimicamente similares (Kamra, 2005).

A espécie *Streptococcus bovis* foi considerada ser a predominante bactéria fermentadora do amido em dietas ricas em amido, mas estudos com primer PCR têm mostrado que o número de *Streptococcus bovis* não foi afetado quando a base da dieta mudou de forragens para grãos (Kamra, 2005).

9. Conclusões

Algumas substâncias encontradas nos alimentos podem interferir no processo fermentativo ruminal, reduzindo muitas vezes a capacidade dos microrganismos em transformar material fibroso, em nutrientes aproveitáveis. Por conseguinte, é importante que o nutricionista, ao propor sistemas de balanceamento nutricional, conheçam os alimentos que serão utilizados para conciliar associações ótimas para os microrganismos do rúmen.

Nutriente ou misturas alimentares que possuem fatores que podem interferir no processo fermentativo devem ser utilizados com cautela ou restrição, para não afetar o metabolismo ruminal.

O uso de técnicas biológicas moleculares talvez ajude no entendimento do mecanismo de utilização do alimento no rúmen, como talvez, re-estabeleça um novo cenário da microbiologia do rúmen que pode ser diferente do que tem sido estudado há décadas.

10. Referências bibliográficas

1. BARCELOS, A.F.; PAIVA, P.C.A.; OLALQUIAGA PEREZ, J.R. Fatores antinutricionais da casca e da polpa desidratada de café (*Coffea arabica* L.) armazenadas em diferentes períodos. **Revista Brasileira Zootecnia**. v. 30, n. 4, 1316-1324, 2001.
2. BUTTERY, P.J. Aspects of the biochemistry of the rumen fermentation and their implicaton in ruminant productivity. In: **Recent advances in animal nutrition**. London: Butterworths, n.1, p.8-24, 1977.
3. CHURCH, D.C. **Fisiologia digestiva y nutrición de los ruminantes**. Zaragoza: Acríbia, 1993. 641p.
4. DEHORITY, B.A. **Rumen microbiology**. The Ohio State University, 1987. 125p.
5. HOBSON, P.N.; STEWART, C.S. **The rumen microbial ecosystem**. 2.ed. London: Blackie Academic & Professional. 1997, 719p.
6. KAMRA, D.N. Rumen microbial ecosystem. **Current Science**, v.89, n.1, p. 124-134, 2005.
7. KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. 1 ed. Santa Maria: UFSM. 2002, 140p.
8. LOOR, J.J.; HERBEIN, J.H. Reduced fatty acid synthesis and desaturation due to exogenous trans10,cis12-cla in cows fed oleic or linoleic oil. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.86, n.4, p.1354-1369, 2003.
9. MACKLE, T.R.; KAY, J.K.; AULDIST, M.J. Effects of abomasal infusion of conjugated linoleic acid on milk fat concentration and yield from pasture-fed dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.86, n.2, p.644-652, 2003.
10. MARTIN, S.A.; JENKINS, T.C. Factors affecting conjugated linoleic acid and trans-C18:1 fatty acid production by mixed ruminal bacteria. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.80, n.12, p.3347-3352, 2002.
11. OLIVEIRA, S.G.; SIMAS, J.M.C.; SANTOS, F.A.P. Principais aspectos relacionados às alterações no perfil de ácidos graxos na gordura do leite de ruminantes. **Archives of Veterinary Science**, v.9, n.1, p.73-80, 2004.

12. PALMQUIST, D.L.; JENKINS, T.C. Fat in lactation rations: review. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.63, n.1, p.1-14, 1980.
13. RUSSEL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.C.; et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant Fermentation. **Journal Animal Science**, v.70, p.3553-3561, 1992.
14. TOMICH, T.R., GONCALVES, L.C., MAURICIO, R.M. et al. Bromatological composition and rumen fermentation kinetics of hybrids from crosses of sorghum and sudangrass. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.55, n.6, p.747-755, 2003.



REDVET® *Revista Electrónica de Veterinaria* (ISSN nº 1695-7504) es medio oficial de comunicación científico, técnico y profesional de la Comunidad Virtual Veterinaria, se edita en Internet ininterrumpidamente desde 1996. Es una revista científica veterinaria referenciada, arbitrada, online, mensual y con acceso a los artículos íntegros. Publica trabajos científicos, de investigación, de revisión, tesis, tesis doctorales, casos clínicos, artículos divulgativos, de opinión, técnicos u otros de cualquier especialidad en el campo de las **Ciencias Veterinarias** o relacionadas a nivel internacional.

Se puede acceder vía web a través del portal [Veterinaria.org®](http://www.veterinaria.org). <http://www.veterinaria.org> o en desde **RECVET®** <http://www.veterinaria.org/revistas/recvet> - <http://www.redvet.es>

Se dispone de la posibilidad de recibir el Sumario de cada número por [correo electrónico](mailto:redvet@veterinaria.org) solicitándolo a redvet@veterinaria.org

Si deseas postular tu artículo para ser publicado en **REDVET®** contacta con redvet@veterinaria.org después de leer las Normas de Publicación en <http://www.veterinaria.org/normas.html>

Se autoriza la difusión y reenvío de esta publicación electrónica siempre que se cite la fuente, enlace con [Veterinaria.org®](http://www.veterinaria.org). <http://www.veterinaria.org> y **REDVET®** <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> - <http://www.redvet.es>

Veterinaria Organización S.L.® - (Copyright) 1996-2007 - E_mail: info@veterinaria.org