

1) PROCESSO DIGESTIVO NA VACA DE LEITE

Michel A. Wattiaux
Babcock Institute

W. Terry Howard
Department of Dairy Science

INTRODUÇÃO

Vacas e outros animais como ovelhas, búfalos, camelos, e girafas são classificados como herbívoros pois sua dieta é composta principalmente de material vegetal. Muitos herbívoros são ruminantes. Animais ruminantes podem ser reconhecidos facilmente devido aos frequentes movimentos de mastigação mesmo quando não estão comendo. Esta atividade de mastigação é chamada de *ruminação*, e faz parte de um processo digestivo que permite com que estes animais consigam obter energia contida nas paredes celulares das plantas na forma de fibras.

ADAPTAÇÃO PARA UTILIZAR FIBRAS E NITRÓGENO NÃO PROTÉICO

A fibra é uma estrutura que dá resistência e rigidez as plantas e é o principal constituinte do caule das plantas. Açúcares complexos (celulose, hemicelulose) estão localizados dentro da parede celular das plantas e permanecem inacessíveis para os animais que não são ruminantes. Contudo, a população de micróbios que vivem no retículo e no rúmen (Figura 1) permitem com que os ruminantes possam utilizar a energia contida nas fibras.

O nitrogênio necessário na dietas das vacas têm origem nos aminoácidos que são encontrados em proteínas e outras fontes de

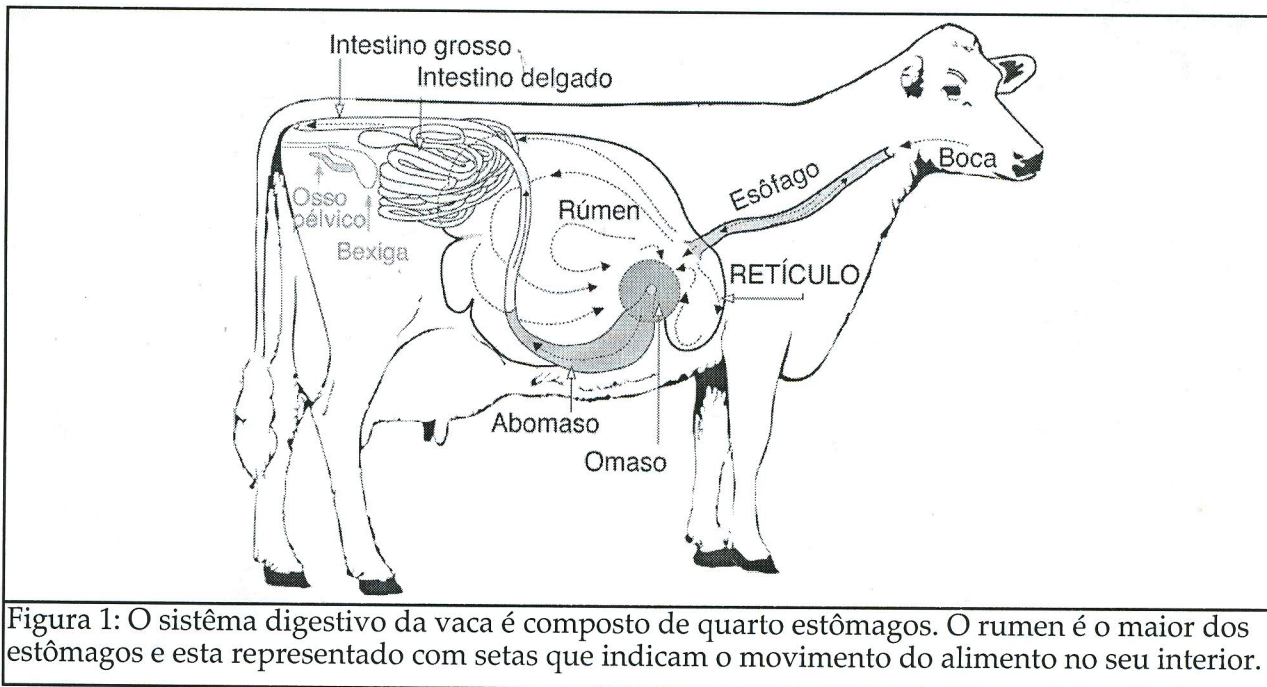


Figura 1: O sistema digestivo da vaca é composto de quatro estômagos. O rumen é o maior dos estômagos e esta representado com setas que indicam o movimento do alimento no seu interior.

Tabela 1: Utilização de varias fontes de energia e nitrogênio em ruminantes e em não ruminantes.

Exemplo de alimento		Não-rumante	Ruminante
Energia			
Açúcar	Melaço	+	+
Amido	Tubérculo	+	+
Celulose	Fibras	0	±
Nitrogênio			
NNP ¹	Uréia	0	+
Proteína	Soja	+	+

¹ NNP = nitrogênio não proteico.
+ completamente disponível, ± parcialmente disponível, 0 não disponível.

nitrogênio não proteicos (NNP). Compostos com nitrogênio não proteico não podem ser utilizados por não ruminantes, mas podem ser utilizados pelas bactérias ruminais para a síntese proteica. A maioria dos aminoácidos disponíveis para os bovinos são produzidos pelas bactérias no rúmen.

OS QUATRO ESTÔMAGOS

Retículo e rúmen

O retículo e o rúmen são os dois primeiros estômagos dos ruminantes. O conteúdo alimentar no retículo se mistura com o conteúdo do rúmen quase continuamente (cerca de uma vez por minuto). Ambos estômagos, frequentemente chamados de *retículo-rúmen*, contém uma densa população de microorganismos (bactérias, protozoários, e fungos).

O rúmen é um saco que contém cerca de 100 a 120 kg de material vegetal sob processo digestivo. As partículas fibrosas permanecem no rúmen de 20 a 48 horas pois a fermentação das fibras pelas bactérias é um processo relativamente demorado. Contudo, algumas partículas são digeridas mais rapidamente tendem a ficar no rúmen por um período mais curto de tempo.

O retículo é uma “estrada de passagem” onde as partículas que entram e saem do rúmen são selecionadas. Somente partículas de menor tamanho (<1–2 mm) e com alta

densidade (> 1.2 g / ml) vão para o terceiro estômago.

Omaso

O terceiro estômago ou omaso (Figura 1) têm cerca de 10 litros de volume. O omaso é um órgão relativamente pequeno com uma alta capacidade de absorção. Ele também permite a reciclagem da água e minerais como o sódio e o fósforo que retornam ao rúmen pela saliva. O processo digestivo que acontece no retículo é diferente do processo digestivo que acontece no rúmen; e o omaso funciona como um órgão de transição entre estes dois órgãos. Contudo, o omaso não é um órgão essencial, pois camelos, lhamas e alpacas não possuem o omaso (pseudoruminantes).

Abomaso

O abomaso é o quarto estômago do ruminante. Este estômago é parecido com o estômago de não ruminantes. O abomaso secreta um ácido forte (HCL) e também outras enzimas digestivas. Em não ruminantes, os alimentos ingeridos são digeridos inicialmente no abomaso. Contudo, o material que entra no estômago de ruminantes é feito principalmente de partículas alimentares não fermentadas, subprodutos da fermentação microbiana e micróbios que crescem no rúmen.

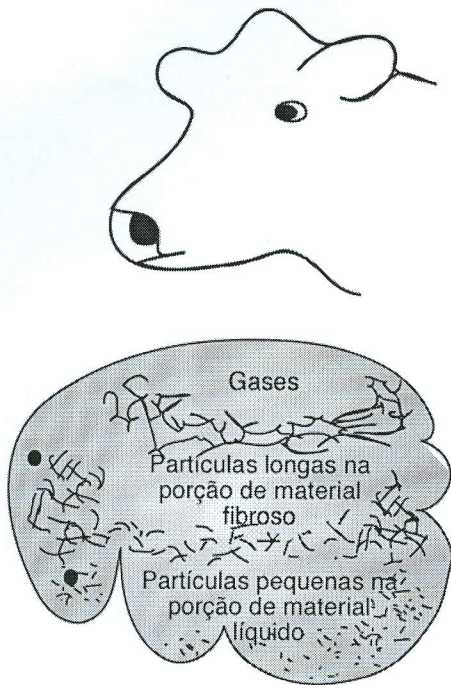
AS BACTÉRIAS DO RÚMEN

O rúmen fornece o ambiente propício e fonte alimentar para o crescimento e reprodução dos micróbios. A ausência de ar (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 micróbios fermentam a glucose 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 da vaca.

OS ORGÃOS DO TRATO DIGESTIVO E SUAS FUNÇÕES

1 – Ruminação (quebra de partículas) e produção de saliva (regulador de pH)

- A ruminação reduz o tamanho das fibras e expõe seus açúcares à fermentação microbiana.
- Quando a vaca ruma de 6 a 8 horas por dia ela produz cerca de 170 litros de saliva; contudo, se a ruminação não for estimulada (ex: muito concentrado na dieta) ela produz somente cerca de 40 litros de saliva.
- Os tampões da saliva (bicarbonatos e fosfatos) neutralizam os ácidos produzidos pela fermentação microbiana e mantém o pH ruminal levemente ácido o que favorece a digestão das fibras e o crescimento microbiano no rúmen.



2 – Retículo-rúmen (fermentação)

- A retenção de partículas longas na forragem estimulam a ruminação.
- A fermentação microbiana produz: 1) ácidos graxos voláteis (AGV) como produtos finais da fermentação da celulose e outros açúcares e 2) uma massa microbiana rica em proteínas de alta qualidade.
- A absorção dos AGV ocorre através da parede ruminal. Os AGV são utilizados como fonte de energia para a vaca e também para a síntese da gordura do leite (triglicerídeos) e do açúcar do leite (lactose).
- Produção e expulsão de aproximadamente 1.000 litros de gases por dia.

3 – Omaso (recicla alguns nutrientes)

- Absorção de água, sódio, fósforo ácidos graxos voláteis residuais.

4 – Abomaso (digestão ácida)

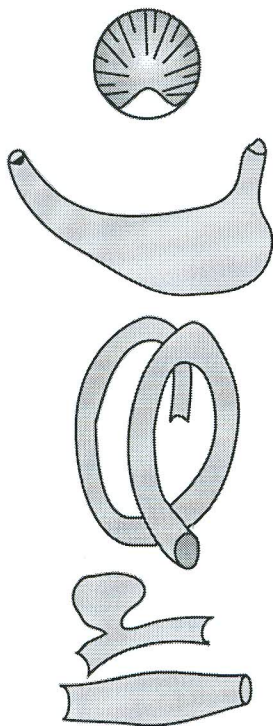
- Secreção de enzimas digestivas e ácidos fortes.
- Digestão de alimentos não fermentados no rúmen (algumas proteínas e lipídeos).
- Digestão de proteína bacteriana produzida no rúmen (de 0.5 a 2.5 kg por dia).

5 – Intestino delgado (digestão e absorção)

- Secreção de enzimas digestivas produzidas pelo intestino delgado, fígado e pâncreas.
- Digestão enzimática de carboidratos, proteínas e lipídeos.
- Absorção de água, minerais e produtos da digestão: glicose, amino ácidos e ácidos graxos.

6 – Ceco (fermentação) e intestino grosso

- Uma pequena população microbiana fermenta os produtos da digestão que não foram absorvidos.
- Absorção de água e formação das fezes.



Durante o crescimento dos micróbios no rúmen, eles sintetizam aminoácidos, as unidades formadoras das proteínas. As bactérias podem utilizar amônia ou uréia como fonte de nitrogênio para a produção de aminoácidos. Se isso não ocorresse, a amônia e a uréia não poderiam ser utilizadas por ruminantes. Contudo, as proteínas bacterianas sintetizadas no rúmen são digeridas no intestino delgado e constituem a fonte principal de aminoácidos para a vaca.

ALGUMAS DEFINIÇÕES

A *Absorção* é a passagem de produtos de digestão e outros compostos simples do intestino delgado para o sangue.

Os *Tampões* são compostos secretados pela saliva ou adicionados na dieta que ajudam a manter a estabilidade ruminal, e

promovem a digestão de alimentos e crescimento bacteriano.

A *Digestão* é o primeiro passo de uma série de processos que quebram partículas complexas (alimento e micróbios) em substâncias simples que podem ser utilizadas pelo corpo. Um ácido forte e muitas enzimas digestivas são secretadas no trato digestivo para digerir o alimento.

O *Metabolismo* se refere às mudanças que os produtos absorvidos na digestão sofrem durante sua utilização pelo corpo. Os nutrientes podem ser pelos tecidos do corpo para a obtenção de energia para a manutenção dos tecidos vitais, e para outras tarefas (comer, andar, ruminar, etc.). Os nutrientes também podem ser utilizados como precursores para a síntese de tecidos (músculo, gordura) e no caso das vacas de leite, para a síntese do leite.

RECADOS FINAIS

- Os animais ruminantes podem utilizar uma variedade maior de fontes alimentares que os animais não ruminantes. Os micróbios do retículo-rúmen permitem com que os ruminantes transformem fibras em alimento (forragens, resíduos de plantio e sub-produtos industriais) e nitrogênio não proteico (amônia, uréia) em alimentos altamente nutritivos e palatáveis para humanos (leite, carne).
- Os alimentos fibrosos são necessários para a saúde da vaca pois les mantém a ruminação e a produção de saliva que são necessários para o correto funcionamento do rúmen e para a obtenção de uma população bacteriana adequada no rúmen.
- Uma vaca pode comer forragens (alimentos de pouca energia) e concentrados (alimentos de alta energia). Contudo, a adição de grandes quantidades de concentrados na dieta deve ser gradual (maior que um período de 4 a 5 dias) para permitir que a população bacteriana no rúmen se adapte à nova dieta.
- As fezes de ruminantes são ricas em material orgânica e inorgânica, e podem servir como excelentes fertilizantes.