

Por que as vacas mastigam o tempo todo?

Nos sítios e fazendas que têm criação de gado, os bois e vacas se espalham pelo pasto e têm hora certa para ir ao cocho receber o “trato”. O “trato” pode incluir capim, cana-de-açúcar, outros vegetais, sal grosso e sais de amônia. Se você reparar, o gado passa boa parte do dia comendo. Mas, olhando com mais atenção, percebemos que durante várias horas, mesmo sem estar ingerindo alimento, os bois e vacas permanecem mastigando.

Por que o gado mastiga tanto se não está ingerindo alimento?

A base da alimentação do gado são folhas de vegetais. Em aulas anteriores, você já aprendeu que folhas também são bons alimentos para nós. Na Aula 8 vimos que quem deseja emagrecer deve incluir vegetais, especialmente folhas, em sua dieta, porque este é um alimento que fornece pequena quantidade de calorias.

Mas será que o gado também emagrece comendo apenas vegetais? Os criadores de gado certamente não se interessam por manter o gado com pouco peso. Pelo contrário, o interesse deles é que os animais ganhem peso e com isso proporcionem bons resultados comerciais.

Mas como explicar que para nós as folhas ajudam a perder peso e para o gado ajudam a ganhar peso?

Nesta aula vamos acompanhar de perto como se dá a alimentação de bois e vacas.

As folhas dos vegetais são alimentos ricos em uma substância chamada **celulose**. A celulose está presente no envoltório da maioria das células vegetais.

Nós, e todos os vertebrados, **não** temos enzimas para digerir celulose. Assim, toda celulose que ingerimos não pode ser digerida, e por essa razão não chega a ser transformada em glicose. Em consequência, esse material não é absorvido por nós como nutriente. Por isso as folhas de vegetais são alimentos pouco calóricos para nós. Na verdade, quando comemos folhas podemos aproveitar relativamente pouco do material que ingerimos.

Exercício 1

Em aulas anteriores, vimos que algumas enzimas têm o nome parecido com o da substância sobre a qual atuam, tendo a terminação “**ase**”. Por exemplo, a enzima que digere amido chama-se amilase, a que digere proteína recebe o nome de protease, a que digere lipídeos, lipase.

Que nome deve ter a enzima que digere celulose?

.....

Os bois e vacas, assim como outros herbívoros, têm características que lhes permitem aproveitar a celulose das folhas dos vegetais. Uma dessas peculiaridades é uma associação com **microrganismos** que ficam no estômago desses animais.

Esses microrganismos, ao contrário dos vertebrados, **são** capazes de produzir uma enzima que digere a celulose, a **celulase**, e, assim, aproveitar o material e as calorias que ela pode fornecer.

O estômago dos bois tem divisões especiais que facilitam a atuação dos microrganismos. Observe a figura abaixo:

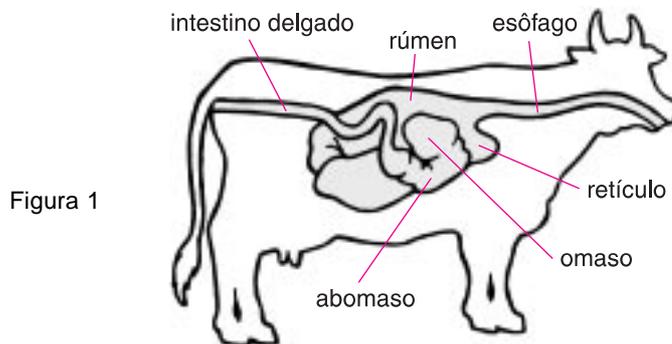


Figura 1

Nessa figura não é muito fácil identificar todos os compartimentos do estômago do boi, pois dentro do corpo eles ficam sobrepostos. Para facilitar a compreensão, vamos isolar o estômago e “abri-lo”. Se fizéssemos isso, teríamos um estrutura semelhante à da Figura 2:

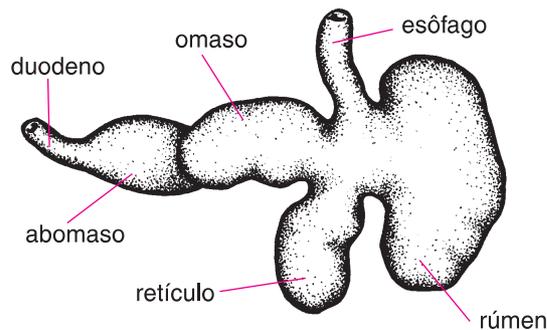


Figura 2: esquema do estômago do boi com os quatro compartimentos.

Quando estão pastando, os bois arrancam grandes pedaços de folhas, mastigam rapidamente e engolem. Esse alimento mal mastigado vai para o rúmen. No rúmen há grande quantidade de microrganismos e, durante algum tempo, o alimento fica aí armazenado.

Nesse momento, os microrganismos já começam a atuar sobre a celulose, digerindo-a; uma parte da glicose resultante será usada pelos próprios microrganismos que, dispondo de alimento, se multiplicam rapidamente.

Depois de algum tempo o alimento passa para o retículo e do retículo volta para a boca. De volta à boca, o alimento é demoradamente mastigado, as folhas são trituradas em partículas bem pequenas e misturam-se à saliva abundante. Este processo é chamado de **ruminação**.

Exercícios

Exercício 2

Usando lápis ou caneta vermelha, cubra as linhas pontilhadas da Figura 3 indicando a parte do percurso do alimento descrita nos três parágrafos anteriores.

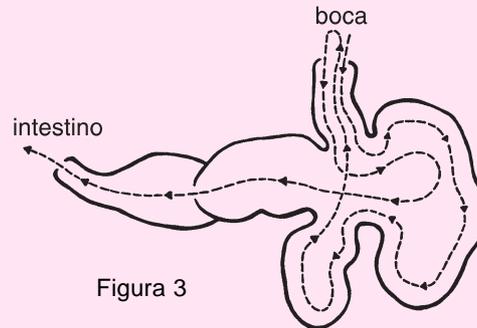


Figura 3

Exercício 3

Escreva, em seqüência, o nome dos compartimentos do estômago por onde o alimento passa nessa primeira etapa.

.....

Depois da ruminação o alimento é deglutido (engolido) novamente e volta para o rúmen, onde fica por várias horas. Durante esse tempo, os microrganismos digerem praticamente toda a celulose dos vegetais que foram triturados.

Em partículas bem pequenas os alimentos podem ser mais bem digeridos, já que aumenta a superfície de contato entre eles e as enzimas digestivas. Na Aula 14 você aprendeu como é importante uma grande superfície de contato entre alimentos e enzimas digestivas.

Ao final de algum tempo, a maior parte da celulose ingerida pelo boi foi transformada em **glicose** pelas enzimas dos microrganismos. Os microrganismos usam parte dessa glicose para seu metabolismo e produzem **ácidos orgânicos** que para eles são inúteis.

Os microrganismos também produzem **vitamina B** e **proteínas**; essas proteínas são sintetizadas a partir de substâncias não nitrogenadas e sais de amônia.

Todos os seres vivos são capazes de sintetizar proteínas a partir de aminoácidos. É o que fazemos quando absorvemos aminoácidos resultantes da digestão de proteínas e os reorganizamos nas nossas próprias proteínas. Você pode rever a Aula 5 para lembrar esse processo.

O que acontece de interessante com os microrganismos dos ruminantes é que eles são capazes de utilizar sais nitrogenados e sintetizar aminoácidos e proteínas.

Na Aula 32 você estudou o ciclo do nitrogênio e viu que as plantas também são capazes de sintetizar proteínas a partir de substâncias nitrogenadas como a amônia, por exemplo. Os animais não fazem isso. As proteínas que os microrganismos sintetizam também servem de alimento para os bois.

Vamos conferir alguns dos constituintes do rúmen ao final dessa primeira etapa:

- glicose (produzida pela digestão da celulose feita pelos microrganismos);
- ácidos orgânicos (produzidos pelos microrganismos);
- vitamina B (produzida pelos microrganismos);
- proteínas (produzidas pelos microrganismos);
- microrganismos;
- celulose não digerida.

Todo esse material constitui o bolo alimentar que passa para os demais compartimentos do estômago antes de atingir o intestino.

Algumas dessas substâncias podem ser absorvidas diretamente pelo boi. Glicose, ácidos orgânicos e vitamina B podem ser absorvidos pelas células que revestem o intestino e entrar na corrente sanguínea do animal.

As proteínas e os microrganismos também são alimento para o boi, mas antes de serem absorvidos precisam ser digeridos. É o que acontece quando porções desse bolo alimentar chegam ao abomaso. O abomaso é a única porção do estômago do boi que contém glândulas produtoras de enzimas digestivas.

Exercício 4

Usando lápis ou caneta azul, cubra as linhas pontilhadas da Figura 3 que indicam o percurso do alimento depois que ele é engolido pela segunda vez.

Exercício 5

Qual a vantagem, para a nutrição do boi, de o alimento passar por uma segunda mastigação até ficar muito triturado?

.....

.....

.....

Exercício 6

Qual a vantagem de o alimento ficar horas no rúmen?

.....

.....

.....

Exercício 7

A celulase atua melhor na primeira ou na segunda vez que o alimento passa pelo rúmen? Por quê?

.....

.....

Exercícios

Exercício 8

Que constituintes do bolo alimentar, que sai do rúmen para o abomaso, sofrerão a ação das enzimas digestivas produzidas pelo boi?

.....
.....

Exercício 9

Que nutrientes o boi deixaria de ter caso não pudesse contar com a associação dos microrganismos?

.....
.....

No rúmen os microrganismos encontram condições ideais para crescer e se multiplicar. Por essa razão, mesmo sendo digeridos pelo boi, sempre há microrganismos no rúmen. Eles são tão numerosos que chegam a constituir dois quilos do conteúdo estomacal dos bois.

Os ácidos orgânicos produzidos pelos microrganismos e absorvidos pelo boi são utilizados em reações que fornecem energia. Estima-se que cerca de 70% da energia necessária para o boi é obtida a partir dessas substâncias.

Para os bois, torna-se indispensável a associação deles com os microrganismos. Os criadores, mesmo os que não sabem disso, tiram proveito dessa associação. É muito comum o criador fornecer sais de amônia (uréia) para o gado. Esses sais serão usados pelos microrganismos para a produção de proteínas que servirão de alimento para o boi. É daí que vem a parte mais significativa dos aminoácidos necessários ao boi.

Assim como nós, os bois precisam de uma dieta rica em carboidratos, proteínas e lipídeos. As proteínas são especialmente necessárias quando se pretende que a criação de gado forneça leite e carne.

Outros exemplos

No início da aula afirmamos que os vertebrados não possuem enzimas para digerir celulose. Apesar disso, os bois conseguem crescer e ganhar peso comendo apenas vegetais graças a uma associação com microrganismos. **Será que todo animal que se alimenta exclusivamente de vegetais tem associação com microrganismos?**

Cabras, carneiros, camelos, coelhos, cavalos são exemplos de animais que se alimentam de vegetais. Cabras, carneiros e camelos têm a digestão muito parecida com a dos bois, pois também são ruminantes.

Coelhos e cavalos, embora não sejam ruminantes, também têm associação com microrganismos.

Os cavalos têm uma das partes do intestino grosso chamada de **ceco**. No ceco há microrganismos capazes de produzir enzimas que digerem celulose.

Os coelhos também têm microrganismos no ceco intestinal. Esses animais produzem, além das fezes que são eliminadas normalmente, um outro tipo de fezes com material proveniente do ceco (celulose não digerida e microrganismos). Esse segundo tipo de fezes é ingerido novamente pelo animal e passa uma segunda vez pelo tubo digestivo, tornando possível um melhor aproveitamento da celulose contida no alimento.

Há ainda os cupins, que se alimentam exclusivamente de madeira, ou seja, celulose. É também graças a associação com microrganismos que os cupins conseguem se alimentar.

Protozoários que vivem no intestino dos cupins produzem a enzima necessária para digerir celulose, e bactérias, também associadas, fornecem as substâncias nitrogenadas necessárias para sua sobrevivência.

Nem todas as partes dos vegetais são constituídas só de celulose. Ingerimos muitos vegetais sem precisar de associação com microrganismos. Nas Aulas 1 e 5 você estudou vários alimentos de origem vegetal que fornecem muitas calorias. É o caso de sementes como feijão, arroz, trigo, milho, que armazenam reservas na forma de amido. Para digerir amido não precisamos da enzima que transforma celulose. Há também sementes ricas em óleos como soja, algodão, girassol. Frutos armazenam substâncias como glicose e outros açúcares que também não precisam da celulase para serem digeridos. A cana-de-açúcar é um caule que armazena sacarose, o nosso conhecido açúcar comum. Por isso tantos vegetais nos servem de alimentos e são também bastante calóricos, isto é, fornecem muitas calorias.

Animais que não têm associação com microrganismos não podem se alimentar exclusivamente de vegetais; pelo menos não unicamente das partes vegetais que são extremamente ricas em celulose. Para sobreviver, complementam sua dieta com outros alimentos.

Quem ganha nessa associação?

Durante a aula vimos que a associação entre bois e microrganismos traz muitas vantagens para o boi.

Exercício 10

Relacione as vantagens que os bois têm com a associação com os microrganismos.

.....

Vamos analisar agora o que essa associação representa para os microrganismos.

No rúmen dos bois a temperatura é constante e adequada ao funcionamento das enzimas; há umidade suficiente e proteção contra agentes externos.

Exercícios

Exercícios

Exercício 11

O rúmen dos bois é uma boa “casa” para os microrganismos?

.....
.....

Os bois ingerem uma grande quantidade de alimento rico em celulose e, por meio da ruminação, transformam esse alimento numa pasta muito triturada e umedecida pela saliva. Há, portanto, um suprimento constante de celulose.

Exercício 12

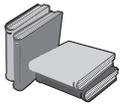
Os microrganismos encontram alimento com facilidade dentro do rúmen dos bois?

.....
.....

Exercício 13

A associação com os bois é vantajosa para os microrganismos?

.....
.....



Associações entre duas espécies diferentes de seres vivos são relativamente comuns na natureza. Sempre que há vantagens para as duas espécies envolvidas, essa associação é chamada de **mutualismo**.

Associações entre espécies diferentes que representam vantagens para as duas espécies envolvidas recebem o nome de **mutualismo**.

Essa interação é tão importante para os bois que sem os microrganismos eles não conseguiriam sobreviver. Para os microrganismos também há vantagens: fora do rúmen eles não encontrariam alimento nem condições para viver.

Os bezerros não nascem com os microrganismos. Mas, sem eles, não podem digerir os alimentos vegetais. Logo que o bezerro nasce, a vaca lambe o corpo da cria; na saliva dela existe grande quantidade de microrganismos.

O bezerro também se lambe e, assim, porções da saliva da mãe passam para dentro do estômago dele. Juntamente com a saliva vão alguns microrganismos.

No estômago do bezerro os microrganismos “ganhos” da mãe encontram ambiente adequado e logo se multiplicam.

Determinadas algas vivem associadas a certos tipos de fungos. As algas fazem fotossíntese e “compartilham” o alimento produzido com o fungo. O fungo dá sustentação à alga e retém umidade entre suas fibras, impedindo que a alga se resseque.

Essa associação forma o **líquen**, que pode viver em árvores, rochas, solo nu e mesmo em regiões desérticas (Figura 4).

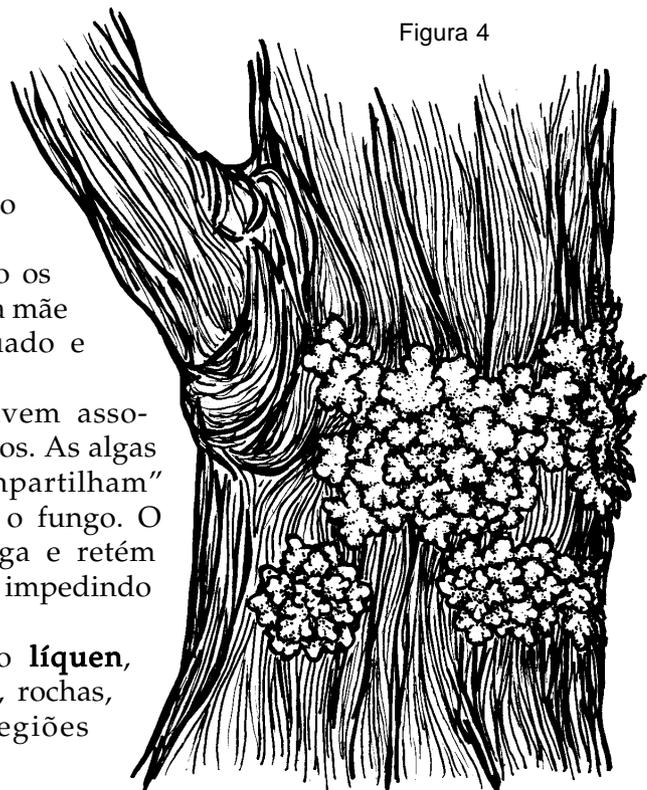


Figura 4

- a)** Os ruminantes são capazes de digerir celulose?
.....
.....
- b)** De onde vêm as enzimas para digerir a celulose que constitui a maior parte dos alimentos dos ruminantes?
.....
.....
- c)** Qual o produto da digestão da celulose?
.....
.....
- d)** Além de digerir a celulose, que outra contribuição os microrganismos dão à alimentação dos ruminantes?
.....
.....
- e)** Qual o percurso do alimento no estômago dos bois?
.....
.....
- f)** Quantas vezes o alimento passa pela boca?
.....
.....
- g)** Quantas vezes o alimento passa pelo rúmen?
.....
.....
- h)** Qual a vantagem de o alimento ficar horas no rúmen depois de ter sido triturado durante a ruminação?
.....
.....