

PRINCÍPIOS BÁSICOS DA NUTRIÇÃO ANIMAL

Ives Cláudio da Silva Bueno

INTRODUÇÃO

A nutrição animal é um tema muito importante para a criação de animais, independente de qual o objetivo desta criação. Animais de estimação, animais de produção, animais silvestres e selvagens necessitam alimentação adequada para seu bom desenvolvimento e até mesmo para a sua sanidade. Uma vez fora de seu habitat natural, a alimentação destes animais depende quase que exclusivamente da interferência do homem, que deve planejar de forma racional o fornecimento de alimentos adequados e nas quantidades e proporções corretas para que o animal possa manter-se saudável e produtivo, quando for o caso.

Há muitos termos usados rotineiramente quando falamos em alimentação e nutrição animal que por vezes são empregados de forma incorreta. Sendo assim, passaremos a conceituar de forma muito resumida alguns destes termos para que haja a compreensão correta durante a leitura deste livro. O uso da linguagem correta, escrita e falada, é necessário para a evolução dos conceitos e interpretações da nutrição e da alimentação animal de forma adequada.

Alimento - toda substância que, uma vez consumida por um indivíduo, é capaz de

contribuir para assegurar o ciclo regular de sua vida e a sobrevivência da espécie à qual pertence (Jacquot apud Andriguetto et al., 2002).

Nutriente - componente do alimento, representando uma entidade química definida e que, ao participar do metabolismo celular do animal, contribui para manutenção da vida do animal (Morrison apud Andriguetto et al., 2002). Dentre os nutrientes, temos a água, as proteínas, os carboidratos, os lipídios, as vitaminas e os minerais. Como o que efetivamente nutre os animais são os nutrientes contidos nos alimentos e não o alimento em si, todos os alimentos são substituíveis, tendo como base o suprimento de nutrientes aos animais.

Alimentação animal – representa uma série de ações, desde o estudo da composição dos alimentos e dos padrões de exigências nutricionais, mas também as formas de fornecimento dos alimentos e a formulação de dietas para alimentar os animais de forma econômica e nutritiva (Teixeira, 1998). O objetivo da alimentação, portanto, é suprir nutrientes aos animais para atender a manutenção e a produção racionalmente.

A importância da alimentação para a saúde animal é incomensurável, mas se não bastasse isso, há uma importância econômica muito significativa, pois, dependendo do sistema de produção animal adotado, o custo da alimentação pode representar de 60 a 80% do custo total de produção. De forma bastante simplificada poder-se-ia dizer que a alimentação animal corresponde à administração racional de alimento(s) aos animais. Para isso, a boa alimentação dos animais deve levar em consideração as especificidades da espécie e da categoria animal.

Nutrição – processo de fornecimento às células do corpo animal de condições químicas necessárias para as reações metabólicas envolvidas na manutenção, crescimento, produção e reprodução. A nutrição envolve um conjunto de processos que vão desde a ingestão até a assimilação de nutrientes pelas células.

Digestão - compreende os processos químicos e físicos que são responsáveis pela transformação do alimento em seus nutrientes, e os mecanismos de absorção dos nutrientes pelas células do trato gastrointestinal e seu transporte pela circulação sanguínea ou linfática até o local de seu metabolismo. A digestão envolve um conjunto de reações catabólicas e anabólicas que permitem o funcionamento normal das células e consequentemente da vida do animal. A digestão e absorção são

processos complementares.

Anabolismo – transformações químicas de caráter construtivo para a síntese de novos produtos.

Catabolismo – transformações químicas contrárias ao anabolismo, ou seja, representa um processo de desconstrução de moléculas mais complexas em moléculas menores e mais simples.

Excreção – eliminação das partes dos alimentos não absorvidas ou dos resultantes das reações metabólicas.

Ração - quantidade total de alimento fornecido e consumido por um indivíduo em um período de 24 horas. Há grande confusão quanto ao uso desta palavra pois quase sempre é empregada de forma errônea para descrever alimento concentrado completo para oferecimento direto aos animais.

Dieta – conjunto de alimentos, incluindo as respectivas quantidades de cada um, indicadas para determinada categoria animal. Há dietas balanceadas, restritivas, hipocalóricas, hipercalóricas, etc. Portanto, mencionar que algum animal está em dieta não diz absolutamente nada.

Ração balanceada – quantidade de alimento(s) fornecida e consumida e que supre equilibradamente todos os nutrientes aos animais.

Dieta balanceada – proporção (formulação) de ingredientes presentes na alimentação que possui a mesma composição nutricional que as exigências de determinado animal.

É estimada, portanto, com base nas exigências dos animais e nas composições dos ingredientes usados na formulação de determinada dieta.

Ingrediente – qualquer matéria-prima utilizável na composição de uma ração, dieta, concentrado ou suplemento nutricional. Todos os alimentos são ingredientes de uma dieta, mas nem todo ingrediente é um alimento. Os ingredientes podem ser classificados como alimentos volumosos, alimentos concentrados, suplementos e aditivos.

Alimento volumoso - alimento que contém um teor de FDN $\geq 25\%$ da MS (ou teor de FB $\geq 18\%$ da MS). Como possui alto teor de fibras, os teores de proteínas, lipídios e carboidratos não estruturais tendem a ser menores que os de alimentos concentrados.

Alimento concentrado - alimento que contém um teor de FDN $< 25\%$ da MS (ou teor de FB $< 18\%$ MS). Ao contrário dos alimentos volumosos, o alimento concentrado tende a ser mais rico em proteínas e/ou energia. Os alimentos concentrados com teor de proteína superior a 20% da MS são chamados alimentos concentrados proteicos e aqueles com teor de proteína inferior a 20% são os alimentos concentrados energéticos.

Suplemento alimentar – ingrediente, ou mistura de ingredientes, capaz de suprir a ração ou o concentrado em aminoácidos, vitaminas e minerais, sendo permitida a presença de

aditivos.

Aditivos – substâncias não nutritivas, adicionadas aos alimentos para melhorar suas propriedades e/ou o seu aproveitamento. São exemplos de aditivos: corantes, edulcorantes, conservantes, antioxidantes, estabilizantes, fármacos, emulsionantes, etc.

Conversão alimentar - capacidade de o animal converter o alimento em uma unidade de produto animal. Um exemplo de cálculo da conversão alimentar (CA), para um animal em engorda é:

$$CA = \frac{\text{consumo de alimento}}{\text{ganho de peso}}$$

Quanto maior a conversão alimentar, significa que este animal necessita de mais alimentos para produzir uma unidade de produto (carne, leite, etc.), ou seja, quanto maior a conversão alimentar, menor será a eficiência de transformação do alimento em produto animal.

Eficiência alimentar – quantidade de produto animal obtida por quantidade unitária de alimento. É o inverso da conversão alimentar. No mesmo exemplo anterior, é dada como:

$$EA = \frac{\text{ganho de peso}}{\text{consumo de alimento}}$$

Exigência nutricional – quantidade de cada nutriente, exigida por determinada categoria animal, para a sua manutenção, produção e reprodução eficientes.

Deficiência nutricional – fornecimento ou ingestão insuficiente de um ou mais nutrientes essenciais para o bom desenvolvimento do animal.

Carência nutricional – quadro sintomático apresentado em decorrência da deficiência nutricional prolongada. O animal pode, portanto, estar em deficiência nutricional sem ainda apresentar este quadro sintomático. Isso pode ser em decorrência de ter estado em deficiência nutricional por curto período ou por esta deficiência ser apenas marginal.

A DIGESTÃO DOS ALIMENTOS

Quando nos referimos à digestão, o conceito mais recorrente e presente em nosso pensamento é a digestão que ocorre nos seres humanos e que em muitos aspectos pode se assemelhar àquela dos animais domésticos. Cabe, no entanto, lembrar que existem diversos tipos de digestão que podem ocorrer. Alguns organismos, como os protozoários por exemplo, possuem digestão intracelular, ou seja, as transformações do substrato usado como seu alimento ocorrem internamente em vacúolos alimentares e no citosol. Entretanto, para organismos mais complexos, a digestão prevalente é a extracelular. Alguns insetos e aracnídeos possuem tipo de digestão que é extracelular extracorpórea. Eles secretam enzimas no alimento e após a atuação destas enzimas digestivas, ingerem o alimento, para absorver seus nutrientes. Nos animais

domésticos e no ser humano, a digestão é extracelular intracorpórea e ocorre principalmente na luz do trato gastrointestinal. O processo digestivo compreende uma série de transformações físicas e químicas até que os nutrientes presentes nos alimentos possam ser absorvidos e metabolizados pelo animal.

Quando avaliamos a digestão de alimentos pelos animais, devemos nos lembrar que o trato digestório das diferentes espécies animais possuem particularidades que alteram consideravelmente o modo como ocorre a digestão. O trato digestório, de modo simplório, é um tubo oco que se inicia na boca e termina no ânus. O comprimento, o volume, os compartimentos variam bastante de acordo com a espécie animal, mas alguns aspectos são comuns às principais espécies domésticas de interesse.

Processos físicos da digestão

A digestão, como mencionado, envolve processos físicos e químicos responsáveis pela transformação do alimento até que ocorra a liberação de seus nutrientes para a absorção e metabolismo. A primeira transformação que o alimento sofre é física e esta transformação se inicia na forma como os animais apreendem os alimentos para ingeri-lo. Equídeos e pequenos ruminantes captam a forragem com os lábios. Enquanto os equídeos prendem o pasto com os incisivos e cortam-no mediante a um movimento lateral com a cabeça, os pequenos ruminantes arrancam o pasto por pressão dos incisivos

inferiores contra a placa dental. Os grandes ruminantes colhem o pasto com a língua, levam-no à boca e o cortam ou o arrancam por pressão dos incisivos inferiores contra a placa dentária. Cães e gatos tomam os alimentos com os incisivos e molares e cortam ou arrancam pedaços (no caso de alimentação pastosa, língua e lábios têm maior participação). Os suínos têm um focinho peculiar, com função tátil, e com movimentos dos lábios e da língua os alimentos são introduzidos à boca. Os suínos sorvem os alimentos líquidos pelo acoplamento do lábio superior com o inferior. Nas aves, a preensão dos alimentos é variável, dependendo das particularidades anatômicas do bico. Existe grande adaptação entre a forma do bico e o regime alimentar. Os alimentos são ingeridos e deglutidos por movimentos bruscos da cabeça, auxiliados pela força da gravidade.

Nos animais com dentes, após a preensão dos alimentos, ocorre a mastigação que está diretamente relacionada com o tipo de dentição. A principal finalidade da mastigação é fragmentar e insalivar os alimentos. Cães e gatos cortam e trituram os alimentos durante a mastigação. Já os herbívoros, moem e trituram os alimentos, com movimentos circulares de suas mandíbulas. Os ruminantes apresentam duas mastigações: a primeira é mais rápida, logo após a preensão do alimento e visa principalmente possibilitar a deglutição. A segunda, também chamada de mastigação merérica, é mais demorada e ocorre após a regurgitação do conteúdo alimentar do rúmen.

Após a mastigação, os alimentos triturados e insalivados são deglutidos. A deglutição inicia-se

de maneira voluntária e termina de maneira reflexa.

Processos químicos da digestão

As transformações químicas dos alimentos durante a digestão ocorrem em decorrência da ação dos sucos digestivos sobre os alimentos. De modo geral, os sucos digestivos secretados pelos animais domésticos são: a saliva, o suco gástrico, o suco duodenal e o suco intestinal.

Saliva

A saliva é primeira secreção líquida que entra em contato com o alimento e sua principal função é mecânica. A água e a mucina, presentes na saliva, ajudam a formar o bolo alimentar e facilitam a deglutição, atuando como um lubrificante natural. Além de água e mucina, a saliva possui em sua composição ureia, amônia, sais de sódio, fosfatos, Cl, K, Ca e SO_2 e amilase. A amilase salivar, também chamada de ptialina, atua sobre o amido, mas sua ação é incompleta, principalmente porque o tempo de atuação é muito reduzido. Esta amilase salivar está ausente na saliva do cão, do gato e dos ruminantes.

Nos ruminantes, a saliva possui grande poder tampão, devido a altos teores de bicarbonato de sódio e de fosfatos. A mastigação merérica destes animais é responsável pela maior quantidade de saliva secretada, podendo estes animais secretarem de 50 a 150 litros de saliva por dia, equivalendo até a aproximadamente $250 \text{ g Na}_2\text{H}_3\text{PO}_4/\text{dia}$.

Suco gástrico

Secretado na mucosa do estômago, é constituído por ácido clorídrico, mucina, pepsina, lipase gástrica, renina, catepsina e outros compostos. O ácido clorídrico é secretado em concentração variável dependendo da quantidade e do tipo de alimento ingerido. Este ácido solubiliza minerais, ativa a pepsina, determina a secreção de secretina, que, por sua vez, regula secreção de suco pancreático. O ácido clorídrico também possui ação antisséptica protetora muito importante, pois os alimentos possuem uma grande população microbiana, o que poderia ser nocivo ao animal.

Outro componente muito importante do suco gástrico é a mucina, composto bastante viscoso e tem como principal função, neste caso, como protetor do epitélio, neutralizando o ácido clorídrico e inativando enzimas.

As principais enzimas digestivas presentes no suco gástrico são a pepsina, a catepsina, a renina e a lipase gástrica.

A pepsina é secretada na sua forma inativa – pepsinogênio – e é ativada pelo ácido clorídrico e pela própria pepsina. É a mais ativa enzima proteolítica do suco gástrico. Degrada proteína a polipeptídeos (proteosomas e peptonas), mas não atua sobre protaminas, queratinas, mucina e ovomucoide. Sua ação ocorre em pH ácido, variando de 1,5 a 2,5. Quando o pH do conteúdo gástrico não cai tanto, outra enzima proteolítica assume este papel. É a catepsina, que possui ação semelhante, mas menor que a da pepsina. A faixa de pH de ação da catepsina está entre 3 e 5. Outra enzima proteolítica que pode compor o suco

gástrico é a renina, presente principalmente em ruminantes lactentes, pois sua atuação é sobre a caseína, proteína do leite.

A lipase gástrica hidrolisa gorduras com baixo ponto de fusão, mas sua ação sobre as gorduras da dieta é menos intensa e menos eficaz que a da lipase pancreática.

Suco pancreático

O suco pancreático é um fluido claro com pH entre 7,8 a 8,2 e é responsável pela presença de quase todas as enzimas necessárias para degradação completa dos alimentos. É composto por enzimas proteolíticas inativas (tripsinogênio, quimiotripsinogênio, procarboxipeptidase) que são ativadas pela enteroquinase. Além desta ação proteolítica, o suco pancreático possui a amilase pancreática, a lipase pancreática e a lecitase.

Uma vez ativadas, as enzimas proteolíticas passam a atuar sobre as proteínas e sobre os produtos de sua digestão parcial após terem sofrido ação das enzimas gástricas. A tripsina tem atividade máxima em pH 8-9 e hidrolisa praticamente todas as proteínas resultando em polipeptídeos e alguns aminoácidos. A quimiotripsina tem ação semelhante àquela da tripsina e também atua na coagulação do leite, desempenhando papel semelhante ao da renina e da pepsina do suco gástrico. A carboxipeptidase ataca a ligação peptídica do aminoácido terminal com carboxila livre.

A amilase pancreática tem ação semelhante a da amilase salivar, porém, é mais efetiva, pois seu tempo de atuação é mais longo.

Desdobra o amido em dextrina e depois em maltose.

A lipase pancreática desdobra lipídios em di- ou monoglicerídios ou em ácidos graxos e álcoois que são passíveis de absorção. Tem sua ação potencializada pela presença de sais biliares, íons de Ca e peptídios.

A lecitase, ou colesteroesterase, esterifica os ácidos graxos, resultando em ésteres de colesterol e glicerofosfato de colina.

Suco entérico

O suco entérico é um líquido viscoso, turvo e/ou amarelado, levemente ácido (pH 5,5-6,0 nas porções proximais e 6,0-6,5 nas distais), com alto teor de muco e células da descamação da mucosa. Na realidade, é constituído pela mistura de dois sucos digestivos: o duodenal e o intestinal.

O suco duodenal tem pH alcalino (8,2-9,3), é transparente, rico em mucina e possui amilase e enteroquinase (ativa as proteinases do suco pancreático). O suco intestinal, por sua vez, é amarelado, composto por sais, mucina, diversas enzimas, lipídios (fosfolipídios e gorduras) e colesterol.

As principais enzimas do suco entérico são as aminopeptidases, as tripeptidases, as dipeptidases, as nucleotidases, as nucleosidases, as maltases e a lipase intestinal. As aminopeptidases atuam sobre ligações peptídicas terminais das proteínas e peptídeos. As tri e dipeptidases atuam sobre as ligações peptídicas dos tri e dipeptídeos, liberando seus aminoácidos. As nucleotidases, ou nucleofosfatases, liberam o

ácido fosfórico dos nucleotídios, originando os nucleosídios, que por sua vez são desdobrados pelas nucleosidases, ou glucosidases, em bases púricas e pirimídicas. As maltases desdobram a maltose em duas moléculas de glicose. A lipase intestinal atua sobre os lipídios, mas possui pequena ação se comparada à da lipase pancreática.

A digestão no intestino grosso

O intestino grosso dos animais é colonizado por uma população microbiana bastante variável. As diferentes espécies animais possuem microbiotas intestinais muito distintas o que as diferencia muito quanto à capacidade de digestão microbiana nesta porção do trato gastrointestinal. Também ocorre diferenciação dos microrganismos nas diferentes porções do intestino grosso. Em algumas espécies animais, esta digestão microbiana no intestino grosso pode contribuir consideravelmente para a digestão total. É o caso de ruminantes, equídeos e coelhos, por exemplo. A ação destas populações microbianas no intestino grosso também é responsável pela síntese de vitaminas B e K, mas as quantidades quase sempre não satisfazem às exigências dos animais.

Particularidades digestivas

Equídeos

Os equídeos possuem processos

enzimáticos semelhantes aos onívoros, mas distinguem-se por apresentarem uma intensa digestão microbiana no intestino grosso. A secreção salivar, embora apresente uma enzima amilolítica (ptialina), esta é pouco eficaz e praticamente não tem tempo para atuar. Sendo assim, a principal função da saliva nestes animais é umedecer os alimentos, lubrificando-os para facilitar a deglutição. A quantidade de saliva produzida por estes animais é muito significativa, podendo chegar a 50 litros diários para cada 10 kg MS consumidos.

Tendo como base seu tamanho corporal, o estômago destes animais é relativamente pequeno, sendo ocupado praticamente em dois terços. O esvaziamento gástrico ocorre de 6 a 8 vezes ao dia, o que implica em rápida passagem. Aliado a esta rápida passagem, o pH gástrico também não muito baixo, o que implica em baixa eficiência das enzimas digestivas neste compartimento.

A digestão no intestino delgado é semelhante àquela descrita para dos demais animais. O que os diferencia realmente é a digestão no intestino grosso, onde o bolo alimentar pode permanecer por aproximadamente 24 h. A ação dos microrganismos presentes neste compartimento é semelhante à ação microbiana que ocorre no rúmen de animais poligástricos. A população microbiana no cólon é menor que no ceco. Em condições normais de alimentação, apenas cerca de 30% dos carboidratos solúveis e do amido chegam ao intestino grosso. A maioria dos carboidratos que chega ao intestino grosso são os fibrosos. Este pool de carboidratos sofre

ataque enzimático microbiano, fermentando-os e produzindo ácidos orgânicos (ácidos graxos de cadeia curta, principalmente ácidos acético, propiônico e butírico). Estes ácidos podem ser absorvidos e são importante fonte de energia para o animal.

A digestão de proteínas se processa no estômago e no intestino delgado, com a ação das enzimas digestivas do próprio animal. No intestino grosso, os microrganismos usam o N disponível para produzir proteína microbiana. A utilização desta proteína pelo equídeo é bastante discutível, pois embora haja síntese proteica, estas proteínas não sofrerão ataque enzimático para liberar seus aminoácidos para absorção e além disso, não há sítios eficientes de absorção de aminoácidos nesta porção do trato gastrointestinal. Portanto, o uso de nitrogênio não proteico na dieta de equídeos deve ser evitado, pois estes compostos por serem hidrolisados e absorvidos antes de alcançar o ID, levando a um quadro de intoxicação pela amônia.

A ação microbiana no intestino grosso de equídeos gera a síntese de vitaminas do complexo B e K. No entanto, esta síntese tardia é pouco aproveitada, pois não há sítios de absorção eficiente, sendo assim há a necessidade de suplementação.

Aves

Diferentemente dos demais animais domésticos, as aves não possuem dentes. A preensão do alimento depende de particularidades anatômicas do bico, que podem por vezes cortar ou quebrar partes dos alimentos, mas não

possibilita mastigação. A gustação é pouco desenvolvida e olfato é rudimentar. As aves não secretam amilase salivar, com exceção do ganso. A deglutição é puramente mecânica, promovida principalmente por movimentos bruscos da cabeça.

Anatomicamente também se diferencia dos demais animais domésticos por possuírem papo ou ingluvie no final do esôfago. Este tem atividade glandular variável de acordo com a espécie, sendo ausente em frangos, mas presente em pombos, cuja secreção é erroneamente chamada de leite de pombo. Os alimentos úmidos passam mais rapidamente pelo ingluvie que os secos.

O estômago das aves compreende duas partes distintas: uma glandular, chamada proventrículo, responsável pela secreção do suco gástrico; e outra muscular, chamada moela, que permite a ação do suco gástrico secretado no proventrículo e também promove ação mecânica de esmagamento, muito importante dada a incapacidade de estes animais diminuírem o tamanho das partículas dos alimentos pela mastigação.

Os sucos digestivos do intestino são semelhantes aos dos outros animais. Na porção terminal do intestino, os cecos têm a função de absorção de água. Nos cecos, pode ocorrer alguma fermentação, porém, desprezível quanto à contribuição nutricional.

Ruminantes

A mastigação dos alimentos pelos ruminantes compreende duas etapas. A primeira é

a mastigação propriamente dita, mais rápida e cuja finalidade é preparar o alimento para a deglutição. A segunda, chamada mastigação merérica, mais demorada, podendo ser repetida diversas vezes após regurgitações. Neste processo, além da redução do tamanho das partículas dos alimentos há significativo aporte de saliva à massa mastigada. Esta saliva terá papel fundamental na manutenção das condições ambientais do rúmen para a permanência da atividade microbiana.

Os ruminantes são animais poligástricos, ou seja, seu “estômago” é multicavitário, formando quatro compartimentos bastante diferenciados anatomicamente e funcionalmente. Os quatro compartimentos são rúmen, retículo, omaso e abomaso. Este último é o que mais se assemelha ao estômago glandular propriamente dito.

Ao nascer, embora claramente diferenciados, os pré-estômagos são pouco desenvolvidos. A atividade dos pré-estômagos normalmente se inicia nas duas primeiras semanas de vida e, com 10-12 semanas, em geral, já estão completamente desenvolvidos.

É no rúmen e no retículo que se inicia a digestão microbiana. O animal não tem controle sobre estes processos digestivos. No omaso, ocorre grande parte a absorção de água (não ocorre fermentação neste compartimento). O abomaso é o estômago verdadeiro, onde ocorre o início da digestão propriamente dita (ácida e enzimática).

O rúmen é uma grande câmara de fermentação, onde o alimento permanece por longos períodos sofrendo ação de enzimas microbianas capazes de digerir grande parte dos

nutrientes dos alimentos, inclusive algumas frações que seriam indigestíveis por enzimas do próprio animal, como celulose e hemicelulose. A digestão microbiana destes compostos e de outros carboidratos gera como produtos finais da fermentação os ácidos graxos de cadeia curta (AGCC – anteriormente eram chamados ácidos graxos voláteis, ou na forma abreviada AGV): acético, propiônico, butírico, valérico, caproico, isobutírico, e outros, sendo que os mais importantes por serem produzidos em maiores quantidades são os ácidos acético, propiônico e butírico. Para animais em pastejo ou com dietas ricas em alimentos volumosos e sob condições normais de alimentação a proporção destes ácidos é próxima a 70% acético, 20% propiônico, 10% butírico. Estes AGCC são a principal fonte energética do ruminante, e o que o diferencia de outros animais, que necessitam de constante aporte de monossacarídeos como fonte energética principal.

Além disso, a proteína dietética é em grande parte digerida por enzimas microbianas e seus compostos dão origem a proteínas de origem microbiana. Os microrganismos presentes no rúmen também são capazes de sintetizar proteínas a partir de compostos mais simples como a amônia. Isso possibilita o uso de nitrogênio não proteico na dieta de ruminantes. No entanto, a inclusão de nitrogênio não proteico deve ser feita com muito cuidado para que a amônia liberada seja aproveitada pelos microrganismos e não absorvida pelo animal, o que poderia intoxicá-lo. O organismo do ruminante necessita assim como o dos monogástricos, receber aminoácidos essenciais. Estes aminoácidos provêm de duas

fontes: da proteína microbiana produzida no rúmen e da proteína do alimento, não degradada no rúmen. Em condições normais, até cerca de 85% da proteína metabolizável é de origem microbiana, o que denota a grande importância que há nesta simbiose entre o hospedeiro e sua microbiota.