



ARTIGO 263

REFLEXÃO E IMPACTO DA UTILIZAÇÃO DE PROTEÍNA IDEAL NA NUTRIÇÃO DE BOVINOS

Reflection and impact of using ideal protein in the nutrition of cattle

Cibelle Borges Figueiredo¹, Hermógenes Almeida de Santana Júnior², Elizângela Oliveira Cardoso Santana³, Antônio Hosmylton Carvalho Ferreira², Marilene dos Santos Maciel¹, Zeliana Fernandes de Oliveira¹, Elves Souza Cardoso¹, Alex Lopes da Silva¹

RESUMO: Formular uma dieta com base na proteína ideal significa suprir o mínimo, mas equilibrada quantidade de AAs na dieta para obter o melhor crescimento. Para o atendimento das exigências de AAs em ruminantes, cita-se o balanceamento com os AAs dos alimentos disponíveis para a absorção intestinal (sem desconsiderar as implicações do metabolismo da proteína inerente aos ruminantes) e o balanceamento com AAs protegidos. Em situações de fornecimento de AAs para proteína ideal, verifica-se vantagens econômicas (redução no teor de proteína bruta da dieta) e produtivas (melhorias dos índices zootécnicos). Estudos tendenciam a afirmar que o perfil de AAs com base na proteína bruta é menos acurado que o perfil com base na proteína não degradada no rúmen, pois essa contribuirá realmente, junto com proteína microbiana (PBM), com o atendimento de AAs para absorção intestinal. Considerando que além do perfil de AAs da PBM ser semelhante ao perfil da proteína do leite e tecidos, a PBM é a principal fonte de proteína metabolizável para ruminantes. Sendo assim, otimizar a síntese de proteína microbiana é primordial para a eficácia do programa de nutrição de ruminantes. Tendo em vista a importância da utilização da proteína ideal em ruminantes, recomendam-se mais pesquisas para determinar com precisão, as exigências de AAs, principalmente em condições tropicais, visando uma nutrição proteica de precisão.

Palavras Chaves: Aminoácido. Alimentação. Digestão. Metabolismo. Ruminantes.

ABSTRACT: Formulating a diet based on ideal protein supply means the least, but balanced amount of AA in the diet for optimal growth. To meet the requirements of AA in ruminants, mentions the balancing AAs with food available for intestinal absorption (without ignoring the implications of protein metabolism inherent in ruminants) and the balance with AAs protected. In case of supply of AAs for protein ideal, there are economic advantages (reduction in crude protein content of the diet) and productive (improvement of indexes). Studies tendency to say that the profile of AAs based on the crude protein is less accurate than the profile based on rumen undegradable protein, because that really contribute, along with microbial protein (MPB), with the attendance of AA for intestinal absorption. Whereas the addition of AA profile MPB be similar to the profile of the milk protein and tissues, the MPB is the main source of metabolizable protein for ruminants. Therefore, to optimize microbial protein synthesis is essential for program effectiveness ruminant nutrition. Given the importance of using ideal protein in ruminants are recommended more research to determine accurately the requirements of AAs, especially in tropical conditions, aiming at a precision nutrition protein.

Keywords: Amino Acids. Feeding. Digestion. Metabolism. Ruminants.

¹Graduando em Zootecnia na Universidade Estadual do Piauí, *Campus* Dep. Jesualdo Cavalcanti de Barros, Corrente/PI. ²Professor Adjunto da Universidade Estadual do Piauí, *Campus* Dep. Jesualdo Cavalcanti de Barros, Corrente/PI. E-mail: hsantanajunior@hotmail.com ³Doutoranda em Zootecnia na Universidade Estadual do Sudoeste Bahia, *Campus* Juvino Oliveira, Itapetinga/BA



INTRODUÇÃO

A proteína é constituída de 21 AAs principais, sendo que normalmente dez são considerados como “essenciais” ou “indispensáveis” (NRC, 2001), devendo constar na dieta. Se algum desses estiver em deficiência na dieta, a animal não crescerá satisfatoriamente. Há uma sequência de prioridades entre os AAs da dieta, onde estabeleceu-se um conceito de balanço ideal de AAs na dieta, que convencionou-se chamar de proteína ideal.

Formular uma dieta com base na proteína ideal significa suprir o mínimo, mas equilibrada quantidade de AAs na dieta para obter o melhor crescimento. Esse balanço, naturalmente depende da disponibilidade dos AAs nos ingredientes e deve ser considerado na formulação das dietas.

A evolução na área da nutrição protéica de vacas de leite de alta produção passou por uma fase onde foram estudados os níveis de PB da dieta, seguida pelos estudos sobre degradabilidade ruminal de fontes protéicas, e finalmente a nutrição de AAs essenciais (Santos, 1997).

Basicamente, existem três fatores que podem promover um déficit de AAs, sendo eles, a síntese inadequada nos tecidos, a ausência de síntese pelo organismo e a quantidade insuficiente para níveis de produção mais elevados ou fase de crescimento (mais exigente em AAs).

Salienta-se que apesar dos AAs serem divididos em essenciais e não essenciais, ambos os grupos são necessários para os ruminantes, inclusive os AAs não essenciais. Sobretudo, os AAs não essenciais podem ser desconsiderados no balanceamento da dieta, pois os mesmos são produzidos pelos tecidos.

Desse modo, com relação às necessidades de AAs dos ruminantes, consideram-se como essenciais os mesmos

que em monogástricos: arginina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e valina. Chalupa & Sniffen (1991) também consideram a tirosina e cisteína como AAs essenciais para a produção de leite.

Segundo Heger & Frydrych (1989), quanto mais semelhante for o perfil dos AAs essenciais disponíveis para absorção no intestino delgado da exigência animal, maior será a eficiência do uso dos AAs para síntese protéica e menores as exigências para AAs totais.

Objetivou-se com a revisão, compilar e interpretar estudos sobre a utilização de aminoácidos na dieta de bovinos, refletindo sobre o conceito de proteína ideal.

REVISÃO DE LITERATURA

Pesquisas com AAs

Referenciando o gado de corte, o NRC (1996) e Valadares Filho (2000) afirmaram que existe uma enorme carência de pesquisas em exigências de AAs para animais com esta aptidão. Em revisão na literatura nacional, apenas um estudo foi encontrado, que é de Silva et al. (2002) que determinaram as exigências líquidas de AAs para ganho em peso de bovinos Nelore não castrados em condições tropicais.

Em bovinos de leite já existem alguns trabalhos que começam a nortear o entendimento e criar tendências, mesmo assim o NRC (2001) considerou que os conhecimentos atuais são insuficientes para estabelecer recomendações de AAs para vacas de leite. Para uma utilização mais ampla será necessário avanços na determinação dos AAs nos alimentos, pois ainda é muito escassos os dados, principalmente em condições tropicais, entretanto em alguns alimentos já foram determinados os AAs (TABELA I).



TABELA I – Teores de proteína bruta (PB), proteína bypass, metionina e lisina

| Item | PB (%MS) | Proteína bypass (% PB) | Metionina (% PB bypass) | Lisina (% PB bypass) |
|---------------------------|-----------------|------------------------|-------------------------|----------------------|
| Bactéria ruminal | 38 ¹ | 100 | 2,80 ² | 8,20 ² |
| Farinha de peixe | 68 | 70 | 2,84 | 7,13 |
| Farelo de soja | 55 | 32 | 1,39 | 6,49 |
| Farinha de sangue | 93 | 80 | 1,07 | 9,34 |
| Farinha de carne | 58 | 72 | 0,84 | 5,60 |
| Farelo de glúten de milho | 65 | 69 | 2,09 | 1,24 |
| Farinha de canola | 40 | 34 | 1,40 | 6,67 |
| Uréia | 281 | 0 | 0 | 0 |

¹Proteína verdadeira bacteriana corrigida para nitrogênio, ácido nucléico e proteína de parede celular indigestível.

²Metionina e lisina foram expressos em % da proteína verdadeira bacteriana.

Fonte: Chalupa & Sniffen (2006).

Absorção dos AAs e síntese de PBM

A proteína microbiana (PBM) é normalmente a principal fonte de Pmet para ruminantes, na maioria das situações produtivas. Ela pode representar ao redor de 45% a 55% da Pmet no intestino de vacas leiteiras de alta produção, 55% a 65% em bovinos de corte confinados com rações ricas em energia e mais de 65% em bovinos mantidos exclusivamente em pastagens (Santos, 2006).

O AFRC (1993) considera que 85% de absorção verdadeira para os AAs bacterianos no intestino delgado. Já o CNCPS considera que apenas 60% da proteína microbiana estão na forma de AAs disponíveis para a absorção, cujo valor utilizado para a mesma é de 100% de digestibilidade. Portanto o NRC (2001) considera o conteúdo em proteína verdadeira da proteína microbiana de 80% e sua digestibilidade intestinal é igualmente de 80%, totalizando então 64% de absorção verdadeira para PBM. Já a proteína não degrada no rúmen (PNDR) é considerada 100% proteína verdadeira, com digestibilidade variando de 50% a 100%

dependendo da fonte protéica. O NRC (1996) não considera a proteína endógena e assume valor constante de digestibilidade da PNDR de 80%.

Com relação à eficiência de síntese da proteína microbiana, o AFRC (1993) expressa a eficiência em termos de PBM sintetizada por MJ de energia metabolizável (EM) fermentada no rúmen e apresenta valores de 9,0 a 11,0 g de PBM/MJ de EM fermentada no rúmen. O CNCPS, descrito por Russel et al. (1992), considera uma eficiência de síntese microbiana de 400 g de MS microbiana.kg⁻¹ de carboidratos totais degradados no rúmen (CHODR), já o NRC (1996 e 2001) considera a produção de PBM em função do nutrientes digestíveis totais (NDT), sendo que há uma produção estimada de 130 g de PBM.kg⁻¹ de NDT corrigido. Apesar desses dois sistemas (NRC, 1996 e 2001) calcularem a produção microbiana com a mesma fórmula, os cálculos de exigência de proteína degradada no rúmen (PDR) diferem entre eles. O NRC (1996) considera que para cada kg de PBM produzida no rúmen, é necessário 1 kg de PDR. Já o NRC (2001) requer 1,18 kg de



PDR para cada kg de PBM produzida no rúmen. Caso essa quantidade de PDR não seja suprida, esse sistema adota a seguinte fórmula: $PBM (kg) = PDR (kg) \times 0,85$.

Degradabilidade dos AAs

Ao planejar a suplementação das rações com AAs puros de origem sintética, torna-se necessário conhecer o valor de sua degradabilidade no rúmen. A concentração de AAs livres no rúmen é um resultado da proteólise da proteína ingerida, possuindo concentração baixa, que indica um rápido desaparecimento dos AAs do alimento no rúmen, sugerindo uma rápida degradação (utilização) pelos microrganismos ruminais que os incorporam às suas proteínas ou desaminam produzindo uma elevação do nitrogênio amoniacal (Alves, 2004).

Chalupa (1976) classificou os AAs segundo a velocidade de degradação ruminal, a partir de resultados obtidos *in vitro*, e considerou arginina e treonina como sendo AAs de degradação rápida; lisina, fenilalanina, leucina e isoleucina de degradação média e valina e metionina de degradação lenta.

Chalupa (1976) trabalhando com doses fisiológicas de AAs, salientou que não tem sentido a suplementação de doses baixas de AAs sintéticos, em função dos valores de degradabilidade obtidos, com exceção da metionina que escaparia do rúmen em maior quantidade. Cottle & Velle (1989), trabalhando com doses altas de AAs infundidos no rúmen, sugerem que uma quantidade importante de AAs na forma protegida pode escapar do rúmen inalterada.

Cottle & Velle (1989) e Velle et al. (1997) observaram que ao aumentar as doses de AAs infundidos no rúmen há uma diminuição substancial na degradação ruminal de alguns AAs. Por esta razão, ambos os autores sugerem que dependendo do custo dos AAs sintéticos pode ser interessante suplementar AAs não protegidos aos ruminantes, tendo em vista

que com doses altas se consegue quantidades apreciáveis de AAs no duodeno. Salienta-se que estudos observaram que os AAs são degradados mais rapidamente quando administrados isoladamente, em comparação a administração coletiva de AAs (Chalupa, 1976; Velle et al., 1997).

Considerando a elevada degradação da maior parte dos AAs nas doses de aplicação recomendadas, inúmeros trabalhos têm sido desenvolvidos com AAs protegidos da degradação ruminal (Alves, 2004). Os principais métodos usados pela indústria para proteger os AAs são:

- produção de AAs análogos;
- recobrimento com gordura, misturas de gorduras e proteínas, proteínas tratadas com formaldeído, sabões cálcicos de ácidos graxos de cadeia longa;
- encapsulamento com compostos poliméricos resistentes à degradação ruminal, mas que são hidrolisados no abomaso.

Balanceamento de AAs

Para o atendimento das exigências de AAs em ruminantes, cita-se o balanceamento com os AAs dos alimentos disponíveis para a absorção intestinal (sem desconsiderar as implicações do metabolismo da proteína inerente aos ruminantes) e o balanceamento com AAs protegidos (Alves, 2004).

NRC (2001), Rulquin et al. (2001) e Sniffen et al. (2001) abordam alguns valores de exigência de AAs para maximizar os teores de proteína no leite (TABELA II).

Segundo o NRC (2001), a máxima eficiência da proteína metabolizável (Pmet) para manutenção e lactação é com 7,2% de lisina e 2,4% de metionina, ambos com base na Pmet. A mesma referência afirma que a relação de 3:1 de lisina:metionina também promove uma máxima eficiência, sendo que esta relação considera as proporções de lisina e metionina no tecido



muscular e no leite. Valadares Filho et al. (1990) e Schwab (1996) apontaram a proteína bacteriana com uma relação lisina e metionina semelhante àquela encontrada no tecido muscular e no leite. Sendo assim, Schingoethe (1996) demonstra através da TABELA III o comparativo entre a qualidade da proteína de suplementos proteicos e a proteína do leite. O escore é

determinado com referência ao primeiro AA limitante, por exemplo, a proteína microbiana possui escore da proteína do leite igual a 0,78, ou seja, a proteína microbiana possui 78% da histidina requerida para a síntese da proteína do leite. Da mesma forma que a farinha de pena possui apenas 19% da histidina requerida para a síntese proteica do leite.

TABELA II – Composição de aminoácidos na proteína do tecido e do leite¹

| Aminoácido | Carne ² | Leite ³ | NRC ⁴ | Rulquin ⁴ | Sniffen ⁴ |
|--------------|--------------------|--------------------|------------------|----------------------|----------------------|
| Metionina | 1,97 | 2,71 | 2,4 | 2,5 | 2,0 |
| Lisina | 6,37 | 7,62 | 7,24 | 7,3 | 7,1 |
| Treonina | 3,90 | 3,72 | --- | > 4,3 | 4,5 |
| Valina | 4,03 | 5,89 | --- | > 5,3 | 5,8 |
| Leucina | 6,70 | 9,18 | --- | < 8,8 | 8,4 |
| Isoleucina | 2,84 | 5,79 | --- | > 5,0 | 4,7 |
| Fenilalanina | 3,53 | 4,75 | --- | 4,9 | 5,1 |
| Triptofano | 0,49 | 1,51 | --- | --- | 1,4 |
| Histidina | 2,47 | 2,74 | --- | 3,2 | 2,7 |
| Arginina | 3,30 | 3,40 | --- | 4,3 | 6,2 |

¹Composição de aminoácidos em g 100g⁻¹ proteína;

²Média de três estudos compilados por Ainslie et al. (1993);

³Waghorn & Baldwin (1984);

⁴Percentual da proteína metabolizável (NRC, 2001; Rulquin et al., 2001; Sniffen et al., 2001).

Fonte: Adaptado de Chalupa & Sniffen (2006).

A lisina e a metionina tem sido destaca como primeiros limitantes entre os AAs. Considerando o balanceamento de lisina e metionina, Sloan et al. (1998) abordam duas possibilidades de formular dietas para esses AAs digestíveis:

- sistema francês (Proteína Digestível no Intestino - PDI);

- sistema americano (Cornell Penn Minor - CPM), originário do CNCPS.

Sloan et al. (1998) citaram que para maximizar o retorno econômico, recomendaram utilizar 6,82 e 2,19% da proteína metabolizável para os respectivos teores de lisina e metionina digestíveis e

que uma relação de 3,1:1 de lisina para metionina digestíveis deve ser respeitada. Além disso, os autores também recomendaram usar o custo por grama de metionina digestível em vez do custo do kg do produto contendo metionina protegida. Ambos os modelos citados pelos autores (PDI e CNCPS) reconhecem que o ajuste completo do balanço de AA para altos níveis de produção de leite pode requerer o uso de AAs protegidos.

A histidina parece ser o AA limitante depois da lisina e metionina, sendo que a carnosina pode atuar como fonte de histidina, o que reduz sua limitação



(Schingoethe, 1996). Xu et al. (1998) e Robinson et al. (1998) concluíram que, em rações a base de silagem de gramíneas, a histidina pode ser mais limitante que lisina e metionina. Outros trabalhos indicam que a arginina (Xu et al., 1998) e fenilalanina (Nichols et al., 1998), em rações a base de

silagem de milho e feno de alfafa, são claramente limitantes além da lisina e metionina. Em relação aos efeitos da adição de lisina e metionina, muitos trabalhos têm sido realizados estudando os efeitos dose/resposta a fim de propor um valor de recomendação prática.

TABELA III – Qualidade da proteína de suplementos proteicos, em termos de escore em relação à proteína do leite

| Fonte protéica | Escore | Aminoácido limitante | | |
|----------------------------|--------|----------------------|-----|-----|
| | | 1º | 2º | 3º |
| Proteína microbiana | 0,78 | His | Leu | Val |
| Farinha de peixe | 0,75 | Leu | Trp | Ile |
| Farelo de soja | 0,46 | Met | Val | Ile |
| Farelo de girassol | 0,46 | Lis | Leu | Met |
| Farelo de algodão | 0,46 | Met | Ile | Lis |
| Farinha de carne e osso | 0,43 | Trp | Ile | Met |
| Farinha de sangue | 0,42 | Ile | Met | Trp |
| Resíduo seco de cervejaria | 0,40 | Lis | Met | His |
| Farelo de glúten de milho | 0,21 | Lis | Trp | Ile |
| Farinha de pena | 0,19 | His | Met | Lis |

His – histidina; Leu – leucina; Val – valina; Trp – triptofano; Ile – isoleucina; Met – metionina; Lis – lisina.
Fonte: Schingoethe (1996).

Rulquin (1992) e Rulquin & Vérité (1993), a partir dos dados de 57 trabalhos com 164 rações onde foram utilizados diferentes níveis de lisina e metionina, concluíram que a relação dose/resposta produtiva é ótima quando se tem as doses de lisina e metionina, respectivamente de 7,3 e 2,5% PDI (proteína digestível no intestino). Com valores de PDI de lisina e metionina abaixo de 6,8 e 2,0%, respectivamente, a produção diária de proteína e leite decresce rapidamente. Por outro lado, Chalupa & Sniffen (1991) concluíram que as respostas máximas são obtidas com 16-30 g dia⁻¹ de lisina e 10-15 g dia⁻¹ de metionina. Schwab (1996) estimou que as exigências de lisina e

metionina, expressas em percentual de AA essenciais que chega no duodeno, correspondem a valores de 15 e 5%, respectivamente.

A metionina também parece melhorar o estado metabólico geral da vaca no início da lactação já que desempenha um papel fundamental na gliconeogênese do fígado, especialmente em vacas com balanço energético negativo (Rulquin & Delaby, 1997).

Respostas ao balanceamento de AAs

Sloan et al. (1998) concluíram que o balanceamento de rações para lisina e metionina geralmente resulta em elevações nos teores de proteína do leite de 0,1 a 0,2%



e a produção de leite em até 4% no início da lactação.

Rulquin & Vérité (1993) compilaram dados de 121 experimentos de suplementação com rações para vacas leiteiras que continha lisina e metionina ou ambos, e observaram elevações médias para produção de leite de 100 g.dia^{-1} (-2300 a +2200 g.dia^{-1}), produção de proteína de 29 g.dia^{-1} (-131 a +118 g.dia^{-1}), teor de proteína de $0,9 \text{ g.kg}^{-1}$ (-0,6 a +3,6 g.kg^{-1}) e teor de gordura de $0,1 \text{ g.kg}^{-1}$ (-4,3 a +5,6 g.kg^{-1}). Os resultados são pouco concludentes devido à variabilidade de respostas observadas, que em muitos casos não foram significativas. Os autores, entretanto, identificaram alguns dos principais fatores que podem explicar a variabilidade nas respostas produtivas à suplementação de lisina e metionina.

Rulquin (1992) concluiu que o efeito da suplementação com metionina e lisina incrementa significativamente a proteína do leite ($0,5$ a $1,0 \text{ g.kg}^{-1}$) e a produção total de proteína (50 a 70 g.dia^{-1}), sem modificar os demais componentes. Maiores efeitos são obtidos em rações a base de milho e menores, em rações a base de gramíneas, em que os AA limitantes podem ser outros, que não lisina e metionina. Contrariamente, Overton et al. (1996) observaram que a suplementação com metionina aumenta o teor de gordura do leite.

Segundo Robinson et al. (1998), a metionina pode ter a capacidade de estimular a síntese dos componentes do leite, independente de ser ou não o AA limitante. Neste sentido, Sharma & Erdman (1988) indicaram que a colina sintetizada a partir da metionina pode ser responsável pelo aumento do teor de gordura do leite.

Weekes & Cant (2000) determinaram o efeito do desequilíbrio de AA na produção de proteína do leite de vacas lactantes, recebendo dieta basal e as seguintes soluções pelo método de infusão abomasal: 1 - basal (solução isotônica 3%),

2 - 15% AAs do perfil do leite, 3 - 15% AAs do perfil do leite, menos metionina, 4 - 15% AAs do perfil do leite, menos lisina, 5 - 15% AAs do perfil do leite, menos histidina, 6 - 15% AAs do perfil do leite, menos leucina, isoleucina, valina. Os autores verificaram aumento na produção de proteína do leite (585 g.dia^{-1} vs. 698 g.dia^{-1} para o tratamento 1 e 2, respectivamente). A remoção de lisina ou metionina ou histidina, reduziu a produção de proteína do leite para os níveis do controle (585 g/dia), a remoção dos AAs de cadeia ramificada não teve efeito. Refletindo sobre estes resultados, levanta-se a hipótese de maior importância no perfil dos AAs do que em um AA isoladamente.

Klemesrud et al. (2000) avaliaram a o efeito do nível de lisina e metionina protegida no desempenho de bezerros (237 kg de peso inicial) em terminação, sem resposta a suplementação de metionina sozinha, contudo, o tratamento com 4 g de lisina e $1,2 \text{ g}$ de metionina protegida, aumentou o ganho médio diário em peso vivo dos animais, especialmente no início do período de alimentação (1 a 56 dias).

Santos (2006) compilou quatro experimentos utilizando animais que foram confinados (dois na recria e terminação e dois só na terminação). A suplementação com lisina e metionina protegidas da degradação ruminal melhorou o desempenho animal apenas na fase de crescimento. Durante a fase de terminação, não houve efeito positivo da suplementação.

Uma avaliação mais precisa da qualidade da proteína dos alimentos é a determinação do perfil de AAs da proteína não degrada no rúmen (PNDR), tendo em vista que a composição de AAs dos microrganismos é menos variável, e serão estas as duas fontes de AAs disponíveis para a absorção intestinal (Assis & Rangel, 2005).

Os resultados no NRC (2001) e CNCPS verificaram que o balanceamento



no teores de lisina e metionina promove aumento médio de 1,7 kg de leite/vaca/dia (variando de 0,1 a 3,9 kg) e 0,1% em proteína no leite (variando de 0 a 0,29%) com reduções de até 1% de proteína bruta (PB) na dieta.

Fatores que otimizam a resposta do balanceamento de AAs

Alguns fatores devem ser analisados sobre o ponto de vista econômico, sabendo que os mesmos maximizam a resposta a suplementação de AAs (Rulquin & Vérité, 1993):

- suplementação conjuntamente de lisina e metionina;
- suplementações com rações à base de milho;
- suplementações com elevado teor de proteína;
- vacas com elevada produção leiteira;
- vacas no início da lactação.

Diante do que foi discutido, fica clara a importância de se otimizar a síntese de PBM no rúmen, pois isto representa uso eficiente da PDR, menor perda de amônia e menor excreção de uréia, menor necessidade de PNDR na ração e maior fluxo de proteína metabolizável com melhor perfil de AAs essenciais para o intestino (Santos, 2006).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mesmo com variações da resposta em função da dieta basal, recomenda-se a suplementação conjunta de lisina e metionina independente da dieta. Em situações de fornecimento de AAs para proteína ideal, verifica-se vantagens econômicas (redução no teor de proteína bruta da dieta) e produtivas (melhorias dos índices zootécnicos).

Estudos tendem a afirmar que o perfil de AAs com base na proteína bruta é menos acurado que o perfil com base na proteína não degradada no rúmen, pois essa contribuirá realmente, junto com proteína microbiana, com o atendimento de AAs para absorção intestinal.

Considerando que além do perfil de AAs da proteína microbiana ser semelhante ao perfil da proteína do leite e tecidos, a proteína microbiana é a principal fonte de proteína metabolizável para ruminantes. Sendo assim, otimizar a síntese de proteína microbiana é primordial para a eficácia do programa de nutrição de ruminantes.

Tendo em vista a importância da utilização da proteína ideal em ruminantes, recomendam-se mais pesquisas para determinar com precisão, as exigências de AAs, principalmente em condições tropicais, visando uma nutrição protéica de precisão.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. Energy and protein requirements of ruminants. Wallingford: CAB international, 1993. 159 p.

AINSLIE, S.J., FOX, D.G., PERRY, T.C., KETCHEN, D.J.; BARRY, M.C. Predicting amino acid adequacy of diets fed to Holstein steers. *Journal of Animal Science*, v.71, p.1312-1319, 1993.

ALVES, D.D. Nutrição aminoacídica de bovinos. *Revista Brasileira de Agrociência*, v.10, n. 3, p. 265-271, jul-set, 2004.

ASSIS, A.J.; RANGEL, A.H.N. 2005. Aminoácidos, principais fontes e seu metabolismo em vacas leiteiras. Disponível em <www.milkpoint.com.br>. Acessado em 15/10/2011 às 15:43.



CHALUPA, W. Degradation of amino acids by the mixed rumen microbial population. *Journal of Animal Science*, v.43, n.4, p.828-834, 1976.

CHALUPA, W.; SNIFFEN, C.J. Balancing Rations on the Basis of Amino Acids: The CPM-Dairy Approach. In: 21st Annual Southwest Nutrition & Management Conference, February, 2006.

CHALUPA, W.; SNIFFEN, C.J. Protein and amino acid nutrition of lactating dairy cattle. *Dairy nutrition management. The Veterinary Clinics of North America*. v.7, n.2, 1991.

COTTLE, D.J.; VELLE, W. Degradation and outflow of amino acids from the rumen of sheep. *The British Journal of Nutrition*, v.61, n.2, p.397-408, 1989.

HEGER, J.; FRYDRYCH, Z. Efficiency of utilization of amino acids. Absorption and utilization of amino acids, 1989, v.1, p.31-56, Friedman, ed. CRC Press, Inc., Boca Raton, FL.

KLEMESRUD, M.J., KLOPFENSTEIN, T.J., STOCK, R.A. et al. Effect of dietary concentration of metabolizable lysine on finishing cattle performance. *Journal of Animal Science*, v.78, p.1060-1066, 2000.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of beef cattle. 7.ed. Washington: National Academic Press, 1996. 242p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of dairy cattle. 7.ed. Washington: National Academic Press, 2001. 381p.

NICHOLS, J.R.; SCHINGOETHE, D.J.; MAIGA, H.A. et al. Evaluation of corn distillers grains and ruminally protected lysine and methionine for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.81, n.2, p.482-491, 1998.

OVERTON, T.R.; LACOUNT, D.W.; CICELA, T.M. et al. Evaluation of a ruminally protected methionine for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.79, n.4, p.631-638, 1996.

ROBINSON, P.H.; CHALUPA, W.; SNIFFEN, C.J. et al. Ruminally protected lysine or lysine and methionine for lactating dairy cows fed a ration designed to meet requirements for microbial and pos-ruminal protein. *Journal of Dairy Science*, v.81, n.5, p.1364-1373, 1998.

RULQUIN, H. Intérêts et limites d'un apport de méthionine et de lysine dans l'alimentation des vaches laitières. *INRA Productions Animales*, v.5, n.1, p.29-36, 1992.

RULQUIN, H.; DELABY, L. Effects of the energy balance of dairy cows on lactational responses to rumen-protected methionine. *Journal of Dairy Science*, v.80, n.10, p.2513- 2522, 1997.

RULQUIN, H.; VÉRITÉ, R. Amino acid nutrition of dairy cows: productive effects and animal requirements. In: GARNSWORTHY, P.C., COLE, D.J.A. (Ed.). *Recent advances in animal nutrition*. Nottingham: Nottingham University Press, 1993. p.55-77.



RULQUIN, H.; VERITE, R.; GUINARD-FLAMENT, J.; PISULEWSKI, PM. INRA Productions Animales, v.14, p.201, 2001.

SANTOS, F.A.P. Conceitos atuais de nutrição protéica. In: PEIXOTO, A.M., MOURA, J.C., FARIA, V.P. (Ed.). Confinamento de bovinos. Piracicaba: FEALQ, 1997. p.51-68.

SANTOS, F.A.P. Metabolismo de proteínas. In: Nutrição de Ruminantes. 1. ed. Jaboticabal: Telma Teresinha Berchielli, Alexandere Vaz Pires e Simone Gisele de Oliveira, 2006. cap.10, p.255-284.

SCHINGOETHE, D.J. Balancing the amino acid needs of the dairy cow. Animal Feed Science Technology. v. 60, p.153 - 160, 1996.

SCHWAB, C.G. Amino acid nutrition of the dairy cow: current status. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURES, 58, 1996, Ithaca. Proceedings..., Ithaca: Cornell University, 1996. p.184-198.

SHARMA, B.K.; ERDMAN, R.A. Abomasal infusion of choline and methionine with or without 2-amino-2-methyl-1-propanol for lactating dairy cows. Journal of Dairy Science, v.71, n.9, p.2406-2411, 1988.

SLOAN, B.K.; GARTHWAITE, B.D.; SCHWAB, C.G. Practical formulation of dairy cow diets for digestible amino acids to improve nitrogen efficiency and the bottom line. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 60, 1998, Ithaca. Proceedings..., Ithaca: Cornell University, 1998. p.51-61.

SNIFFEN, C.J., CHALUPA, W.H., UEDA, T. et al. Amino acid nutrition of the lactating cow. In: Proceedings of the Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers. New York State College of Agriculture and Life Sciences, Cornell University, Rochester, New York, p.188-197, 2001.

VALADARES FILHO, S.C. Nutrição, avaliação de alimentos e tabelas de composição de alimentos para bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27., 2000, Viçosa. Anais... Viçosa: SBZ, 2000, p.267-338.

VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F.; SANT'ANNA., R. et al. Composição de bactérias ruminais e absorção de aminoácidos microbianos no intestino delgado de novilhos holandeses, nelores e búfalos mestiços. Revista Brasileira de Zootecnia, v.19, n.5, p.431-440, 1990.

VELLE, W.; SJAASTAD, O.V.; AULIE, A. et al. Rumen escape and apparent degradation of amino acids after individual intraruminal administration to cows. Journal of Dairy Science, v.80, n.12, p.3325-3332, 1997.

XU, S.; HARRISON, J.H.; CHALUPA, W. et al. The effect of ruminal bypass lysine and methionine on milk yield and composition of lactating cows. Journal of Dairy Science, v.81, n.4, p.1062-1077, 1998.