

C 92459952

**BIBLIOTECA
UNEMAT**

Campus Universitário de Pontes e Lacerda-MT

RG: N° 00143801

Data: 15 / 06 / 2011

() Compra (X) Doação () Permuta

**BIBLIOTECA
UNEMAT**

Campus Universitário de Pontes e Lacerda-MT

RG N.º 0107

Data 06 / 03 / 2006

() Compra (X) Doação () Permuta

NILMAR RODRIGUES DA CUNHA

PROTEÍNA IDEAL PARA FRANGOS DE CORTE

Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

**PONTES E LACERDA-MT
2006**

636.5
[972]p
Ex.01

NILMAR RODRIGUES DA CUNHA

PROTEÍNA IDEAL PARA FRANGOS DE CORTE

Monografia de conclusão do curso de Zootecnia, apresentada ao Departamento de Zootecnia da Universidade do Estado de Mato Grosso – Campus Universitário de Pontes e Lacerda, como requisito parcial para a obtenção do título de Zootecnista.

Aprovada em:

Prof. Dra. Luciana Cardoso Cancherini – UNEMAT
(Orientadora)

Prof. Dra. Fabiana Cordeiro Rosa – UNEMAT
(Membro)

Prof. Ricardo Porfírio da Rocha – UNEMAT
(Membro)

PONTES E LACERDA-MT
2006

AGRADECIMENTOS

A Universidade do Estado de Mato Grosso, pela oportunidade oferecida para realização do curso.

A professora Luciana Cardoso Cancherini, pela paciência e grande disposição em orientar-me.

A todos os meus familiares pela grande ajuda e incentivo durante a minha graduação.

Ao departamento de Zootecnia, bem como ao quadro de professores a ele vinculados, em especial a professora Fabiana Cordeiro Rosa, que não mediu esforços quanto à colaboração para que este trabalho fosse realizado.

Aos funcionários da Instituição pela colaboração durante a minha vida acadêmica.

A todos os meus amigos, em especial a Sandra Maria, Danilo Petri, Ana Luiza Távora, Valteir Rosa, Marcelo Sabino, Marcos Aurélio Brancher, "Tedy", "Kako" e Thaísa Araújo, e principalmente às minhas irmãs, Catarina Rodrigues da Cunha e Luziane Fátima Rodrigues da Cunha e ao meu cunhado Roberto Gimenes pela inestimável colaboração nas diversas etapas de minha graduação.

A todos aqueles, que de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

Obrigado!

**Dedico este ensaio monográfico
aos meus pais, as minhas irmãs,
ao meu sobrinho, e em especial a
minha avó.**

RESUMO

PROTEÍNA IDEAL PARA FRANGOS DE CORTE. Nilmar Rodrigues da Cunha (Acadêmico do Departamento de Zootecnia – UNEMAT, Pontes e Lacerda-MT). Prof^ª. Orientadora, Dra. Luciana Cardoso Cancherini, Departamento de Zootecnia – UNEMAT, Pontes e Lacerda-MT.

Na busca da redução do custo de formulação de dietas para frangos de corte, o nutricionista tem disponibilizado de fontes alternativas de ingredientes distintos ao milho e farelo de soja, como o sorgo, o milheto, trigo, farinha de vísceras, farinha de penas e farinha de carne e/ou ossos, que são ingredientes que apresentam variabilidade nas suas composições nutricionais, sendo que aqueles técnicos que desconhecem as suas composições nutricionais exata tendem a trabalhar com margens maiores de segurança nas suas matrizes de exigências nutricionais, que sem dúvida alguma, encarecem os custos finais de produção. A implementação do conceito de proteína ideal assegura que quando alterada as combinações de ingredientes a qualidade nutricional da dieta permanece inalterada e capaz de proporcionar performance desejável aos animais.

Palavras-Chaves: Aminoácidos digestíveis, Aminoácidos totais, Digestibilidade dos alimentos, Frangos de corte, Redução do nível protéico.

SUMÁRIO

RESUMO	i
I. INTRODUÇÃO	1
II. REVISÃO TEÓRICA	3
2.1. Proteínas	3
2.2. Digestão	4
2.2.1. Estômago	4
2.2.2. Intestino Delgado	5
2.3. Absorção	6
2.4. Imbalanço de aminoácidos	7
2.5. Conceito e vantagens da proteína ideal	8
2.6. Disponibilidade dos alimentos	12
2.7. Aplicação prática do uso do conceito de proteína ideal	14
III. CONSIDERAÇÕES FINAIS	17
IV. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18

“Lute diante das coisas mais difíceis da sua vida com **AMOR** e **SABEDORIA** para que um dia você possa olhar para trás e dizer: foi difícil mais valeu.”

Autor Desconhecido.

I. INTRODUÇÃO

A nutrição avícola caminha para a adoção de práticas que visam à redução de custos com matérias-primas tradicionais (milho e farelo de soja) em dietas para frangos de corte.

Economicamente, a alimentação dos monogástricos é muito expressiva, enfrentando problemas, por estar condicionado à produção agrícola, que devido às flutuações de mercado torna a prática de arração um processo oneroso. Segundo Andriguetto (2002) as possíveis soluções para isso são numerosas, em virtude da quantidade e qualidade de ingredientes que podem ser utilizados para suprir as necessidades nutricionais dos animais.

Portanto, o nutricionista tem várias opções de ingredientes distintos aos tradicionais, como o sorgo, milheto, trigo, farinha de vísceras, farinha de penas, farinha de carnes e/ou ossos e outros. Importante destacar que esses ingredientes costumam apresentar variabilidades na suas composições nutricionais (digestibilidade), que se forem utilizados em dietas para aves sem levar em consideração essas variações, podem sub ou super estimar a composição química dos ingredientes, prejudicando assim o desempenho animal e encarecendo o custo de produção.

Trabalhos de Araújo et al. (2001) mostram que quando se utilizam outros ingredientes, além do milho e farelo de soja é importante considerar as diferenças na digestibilidade desses ingredientes, principalmente se a formulação for baseada na proteína ideal.

No entanto, a implementação do conceito de proteína ideal na formulação de dietas para frangos de corte, assegura que quando se altera as combinações dos ingredientes, a qualidade nutricional da dieta permanece inalterada e capaz de proporcionar performance desejável aos animais.

Formulações de dietas com níveis inferiores de proteína bruta, e com níveis de aminoácidos mais próximos das necessidades do animal, ficaram mais fáceis com a disponibilidade e viabilidade econômica dos aminoácidos industriais (L-lisina, DL-metionina, L-treonina e L-triptofano).

A utilização de dietas com altos níveis de proteína bruta, acarretar uma sobrecarga ao fígado e rins que necessitam eliminar o nitrogênio em excesso, e não traz aumentos na produção que justifiquem a sua economicidade, pois os alimentos ricos em proteína são mais caros que os energéticos, uma vez que, o excesso de proteína é desaminada e a cadeia carbônica será utilizada como fonte de energia.

Inúmeras pesquisas de autores como Penz Jr. (1996), Goldflus (2000), Rostagno et al. (2005) entre outros, têm demonstrado que a utilização de dietas baseadas no conceito de

proteína ideal vem tendo avanços significativos, pois tem como finalidade utilizar aminoácidos industriais com a finalidade da redução do nível de proteína bruta, aumentando o uso de aminoácidos para a síntese protéica e o mínimo como fonte de energia.

II. REVISÃO TEÓRICA

2.1. Proteínas

As proteínas são compostos orgânicos extremamente complexos, de natureza coloidal, formados fundamentalmente por C, H, O e N, sendo consideradas como as moléculas mais abundantes e funcionalmente diversas nos sistemas biológicos (CHAMPE & HARVEY, 1996), é o centro da ação nos processos vitais, onde praticamente todas as transformações moleculares que definem o metabolismo celular acontecem mediante a sua ação (VOET et al., 2000). Por exemplo, as enzimas e hormônios polipeptídios dirigem e regulam o metabolismo corporal, enquanto as proteínas contráteis musculares permitem o movimento (CHAMPE & HARVEY, 1996).

Estruturalmente as moléculas protéicas segundo Stryer (1996) são constituídas por aminoácidos, sendo extraordinário a forma com que todas as proteínas com suas propriedades e funções tão diferentes, sejam construídas com o mesmo grupo de 20 aminoácidos (LEHNINGER et al., 1995).

Consideram-se os aminoácidos como o alfabeto das proteínas (ANDRIGUETTO, 2002) podendo ser definido, como um composto orgânico (Figura 1) que é constituído de um grupamento amina, uma carboxila, um átomo de hidrogênio e um grupamento R (radical) diferenciado, todos eles ligados a um átomo de carbono (CHAMPE & HARVEY, 1996; VOET et al. 2000).

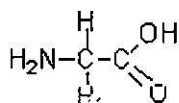


Figura 1. Estrutura básica dos aminoácidos.

Os 20 aminoácidos comumente encontrados nas proteínas estão ligados entre si por ligações peptídicas. A sequência linear dos aminoácidos ligados contém informações necessárias para gerar uma molécula protéica com uma estrutura tridimensional única.

Segundo Champe & Harvey (1996) e Stryer (1996) a ligação peptídica ocorre quando a carboxila de um aminoácido une-se a amina de outro aminoácido, com a perda de uma molécula de água (Figura 2).

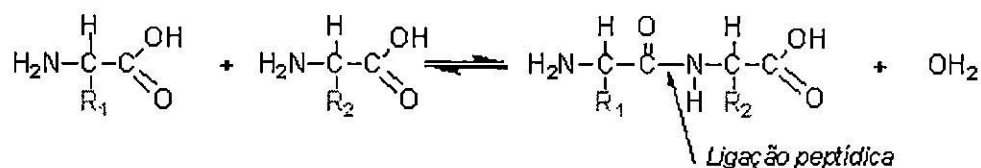


Figura 2. Esquema de ligação peptídica.

2.2. Digestão

Na sua quase totalidade, os alimentos apresentam em formas combinadas de macromoléculas que, para serem utilizadas pelo organismo, precisam ser transformadas em formas menores e absorvíveis (ANDRIGUETTO, 2002).

Bertechini (1998) e Cunningham (2000) conceituam digestão como o processo que compreende todas as mudanças físicas e químicas que os alimentos sofrem antes de serem absorvidos no intestino. A redução física do tamanho da partícula alimentar é importante, não só por permitir o trânsito do alimento através do tubo digestório relativamente estreito, mas também por aumentar a área superficial das partículas alimentares, portanto aumentando a área exposta às ações de enzimas digestivas (CUNNINGHAM, 2000).

A digestão das proteínas, como os demais nutrientes, ocorre por ação de processos mecânicos, químicos e/ou microbiológicos sobre os alimentos ingeridos (PENZ Jr, 1996).

Como as proteínas são de fundamental importância para os animais, por estarem intimamente relacionadas com os processos vitais das células e conseqüentemente do organismo, faz-se necessário que estas antes do processo de absorção sejam degradadas para originar seus aminoácidos constituintes, para que estes estejam prontos para serem absorvidos (CUNNINGHAM, 2000).

Nada ocorre quanto à digestão das proteínas e a absorção de aminoácidos na boca, no esôfago e no papo das aves. É no proventrículo, também chamado de estômago glandular, onde começa a digestão das proteínas, neste local tem-se início a secreção de ácido clorídrico e do pepsinogênio.

Como as proteínas são constituídas de infinitas combinações de até 20 tipos diferentes de aminoácidos, tornam-se necessários vários tipos de enzimas proteolíticas, que ficam responsáveis pela degradação das proteínas em aminoácidos livres. Esses tipos de enzimas são produzidos por três órgãos diferentes: o estômago, pâncreas e intestino delgado (CHAMPE & HARVEY, 1996; CUNNINGHAM, 2000).

2.2.1. Estômago

O estômago ou proventrículo representa o primeiro sítio de digestão das proteínas propriamente dito (BERTECHINI, 1998), nele é secretado o suco gástrico, que é uma solução especial contendo ácido clorídrico (HCl) e a proenzima pepsinogênio (CHAMPE & HARVEY, 1996).

O ácido clorídrico é secretado pelas células parietais presente nas glândulas gástricas no estômago (CUNNINGHAM, 2000). Ele apresenta-se no estômago em pH 2-3, onde atua matando algumas bactérias e desnaturando as proteínas, tornando-as mais susceptíveis a uma hidrólise subsequente realizada pelas proteases pancreáticas (CHAMPE & HARVEY, 1996). Segundo Bertechini (1998) durante o processo de desnaturação gástrica, a estrutura secundária, terciária e quaternária das proteínas é modificada pelo rompimento de suas ligações eletrostáticas entre as cadeias polipeptídicas.

O ambiente ácido que é proporcionado pelo estômago é ideal para a atividade da pepsina, por esta ser estável em pH ácido, normalmente entre 1 a 3 (CUNNINGHAM, 2000). O pepsinogênio chega ao lúmen do proventrículo sendo secretado pelas células serosas do estômago como um zimogênio inativo. A ativação dos zimogênios ocorre na luz intestinal, onde o zimogênio ou pepsinogênio é ativado em pepsina pelo HCl ou por autocatálise, ou seja, por outras moléculas de pepsina que já foram ativadas (CHAMPE & HARVEY, 1996).

A digestão peptídica ocorre preferencialmente na moela. O ácido clorídrico promove a ruptura das estruturas 2°, 3° e 4° das proteínas, enquanto que a pepsina, que é uma endopeptidase, isto é, rompe somente as ligações peptídicas entre os aminoácidos leucina - valina, tirosina - leucina, fenilalanina - fenilalanina e fenilalanina-tirosina (PENZ Jr, 1996).

2.2.2. Intestino delgado

As proteínas, já em processo de digestão promovido pelo suco gástrico e pela ação mecânica da moela, passam para o intestino delgado onde recebem as secreções pancreáticas e intestinais (PENZ Jr, 1996). O intestino delgado representa o maior sítio de digestão das proteínas (BERTECHINI, 1998), pois ao entrar no intestino delgado os polipeptídeos produzidos no estômago pela ação da pepsina são subsequentemente clivados a oligopeptídeos e aminoácidos por um grupo de proteases pancreáticas (CHAMPE & HARVEY, 1996).

De acordo com Bertechini (1998), as proteases pancreáticas podem ser divididas em endopeptidases (tripsina, quimiotripsina e elastase) e exopeptidases (carboxipeptidases A, carboxipeptidases B). Sendo que as endopeptidases atuam no interior da cadeia carbônica quebrando as suas ligações peptídicas e as exopeptidases por sua vez atuam na terminação carboxílica da cadeia carbônica, retirando os aminoácidos do final da cadeia.

As enzimas proteolíticas são secretas inativas nas formas de tripsinogênio, quimiotripsinogênio e procarboxipeptidase que, pela ação da enteroquinase, elaborada na mucosa duodenal, e ainda por autocatálise, são ativadas em tripsina, quimiotripsina e carboxipeptidases (BERTECHINI, 1998; ANDRIGUETTO, 2002).

Para Penz Jr (1996) a substância mais importante da secreção intestinal é a enteroquinase, pois esta enzima ativa o tripsinogênio pancreático que chega inativado no lúmen do intestino, transformando-o em tripsina (forma ativa), a qual é responsável pela ativação das demais enzimas proteolíticas secretadas pelo pâncreas (Figura 3).

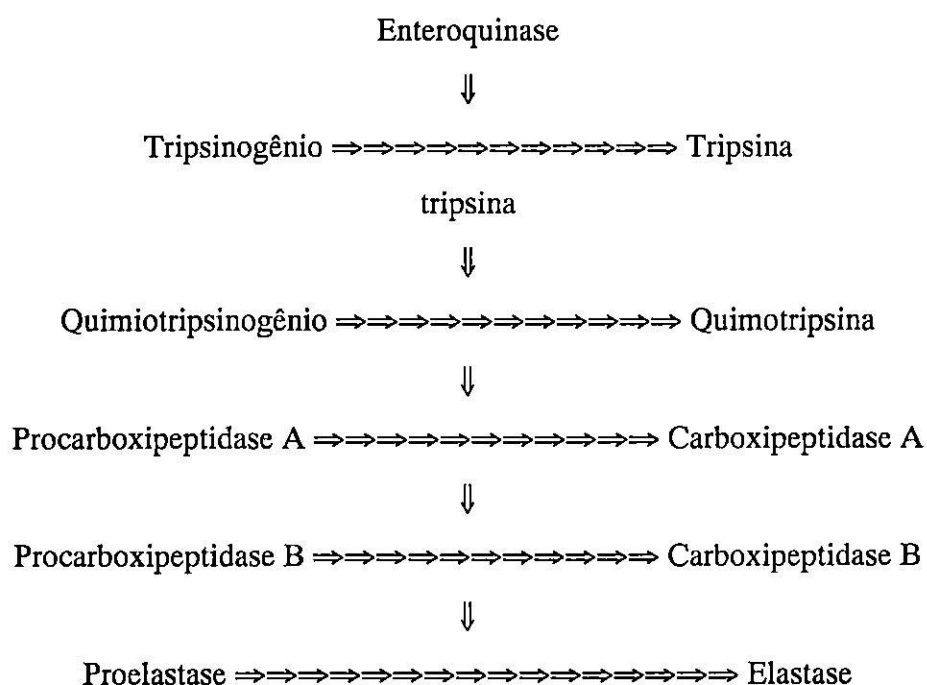


Figura 3. Ativação de zimogênios pancreáticos.

2.3. Absorção

Absorção é a passagem de substâncias vindo do meio externo para o interior do organismo (ANDRIGUETTO, 2002), refere-se ao movimento de produtos da digestão através

da mucosa intestinal para dentro do sistema vascular, para posterior distribuição pelo organismo.

O principal sítio de absorção dos aminoácidos é no íleo, contudo no duodeno, cólon, cecos e reto não são identificados mecanismos ativos de absorção (KAN, 1975 citado por PENZ Jr, 1996).

Para Cunningham (2000) os aminoácidos são absorvidos pelo co-transporte de sódio, que acontecem após a digestão das proteínas em aminoácidos livres, onde estes se ligam as proteínas transportadoras de aminoácidos específicas que estão localizadas na membrana apical dos enterócitos. Já o mecanismo de transporte para di e tripeptídeos possivelmente envolve o co-transporte de sódio, mas Cunningham (2000) ainda considera que este mecanismo não está bem definido. Porém o que se sabe é que o produto absorvido pelo sangue é aminoácido livre (Figura 4).

Após a absorção, Andriguetto (2002) ressalta que os aminoácidos são transportados para o fígado pela via porta, sendo em pouca quantidade pela via linfática. No fígado os aminoácidos são fixados em parte pelas células hepáticas, sendo que o restante vai para a corrente sanguínea onde constitui um “pool” de aminoácidos do qual o organismo se serve de acordo com suas necessidades. Com a entrada dos aminoácidos nas células, eles são transformados em proteínas celulares. Já que não há armazenamento de aminoácidos livres, só há armazenamento de proteínas.

Quando a concentração de aminoácidos no plasma diminui, muitas proteínas celulares podem ser novamente decompostas a aminoácidos (enzimas, e algumas proteínas funcionais).

Existe um limite máximo de proteínas que a célula pode armazenar, depois de atingido o limite máximo, o excesso de aminoácidos na circulação é degradado em outros produtos ou usado para a produção de energia e/ou armazenados como gordura.

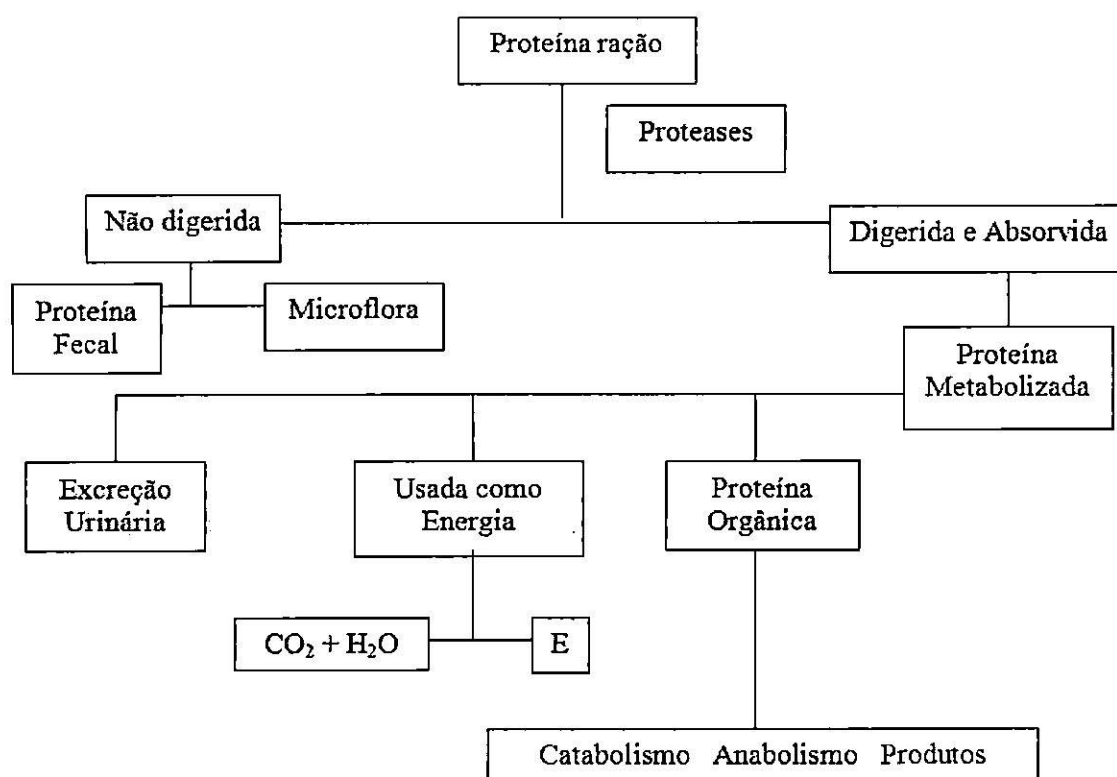


Figura 4 – Destinos metabólicos da proteína da dieta, Segundo Bertechini, 1998.

2.4. Imbalanceo de aminoácidos

A otimização do metabolismo e a maximização do desempenho das aves dependem de uma nutrição adequada. Partindo deste princípio, cabe salientar a incapacidade dos animais monogástricos em sintetizar determinados tipos de aminoácidos, necessitando assim, receber uma suplementação protéica de qualidade, uma vez que, a deficiência destes aminoácidos influência negativamente os resultados finais de produção.

Sabemos que o organismo não é capaz de fazer reserva protéica como os glicídios e lipídios. Portanto, para a formação de novas proteínas e para a reparação dos gastos protéicos normais deve haver um aporte mínimo suficiente de proteínas pela dieta (BERTECHINI, 1998). Contudo, mais importante que a quantidade de proteína na dieta, são seus aminoácidos constituintes.

Andriguetto (2002) classifica os aminoácidos em essenciais e não essenciais e conceitua os aminoácidos essenciais como àqueles que o organismo é capaz de sintetizar, porém, não em tempo e quantidade suficiente para garantir um desenvolvimento rápido ou uma produção abundante. Já os aminoácidos não essenciais, são aqueles sintetizados em

quantidades satisfatórias pelo organismo. Fassani (2000) destaca que aqueles classificados como nutricionalmente essenciais devem estar presentes na dieta, em quantidades suficientes para atender as exigências dos animais para máximo crescimento, produção ou manutenção.

O termo aminoácido não essencial não significa que o mesmo seja indispensável, já que, se não houver proteína e/ou nitrogênio protéico suficiente na dieta para a síntese destes, ocorrerá a mobilização de um aminoácido essencial para a síntese de um aminoácido não essencial, ou seja, o organismo sintetiza um aminoácido não essencial a partir de um essencial (ANDRIGUETTO, 2002).

Uma dieta ou uma proteína, que propicie aminoácidos em proporções aproximadas as exigidas pelo organismo animal, é chamada de dieta balanceada ou proteína balanceada em aminoácidos. Um desequilíbrio entre as proporções de aminoácidos, leva ao desbalanço de aminoácidos (FASSANI, 2000).

O autor refere-se à desbalanço como sendo uma alteração no padrão de aminoácidos de uma dieta, provocando depressões no consumo alimentar e no crescimento. O desbalanço de aminoácidos pode ser corrigido com a suplementação dos aminoácidos limitantes da dieta ou ainda através do uso do conceito de proteína ideal.

2.5. Conceito e vantagens da proteína ideal

Por muitos anos a formulação de rações para aves foi baseada no conceito de proteína bruta (quantidade de nitrogênio x 6,25) resultando em dietas com níveis de aminoácidos, na maioria das vezes, acima das exigências dos animais, levando a um aumento na excreção de nitrogênio (ROSA, 2000).

A disponibilidade dos aminoácidos industriais como, lisina, metionina, treonina e triptofano a preços competitivos, têm possibilitado os nutricionistas a formularem dietas com níveis inferiores de proteína e com níveis de aminoácidos mais próximos das necessidades do animal. Somando-se a isto, o uso do conceito de proteína ideal oferece uma perspectiva promissora para a redução dos níveis de proteína da dieta de frangos de corte sem efeitos negativos sobre o desempenho ou sobre os custos.

A proteína ideal foi melhor definida por Mitchell (1964) citado Parsons e Baker (1994) que por sua vez foram citados em trabalhos de Cancherini (2005), como uma mistura de aminoácidos ou de proteínas com total disponibilidade na digestão e no metabolismo, cuja composição é idêntica às exigências para manutenção, crescimento e produção animal. Desta

forma, pode-se afirmar que o conceito de proteína ideal não é uma novidade, mas ainda está distante a possibilidade de se tornar genericamente utilizado (PENZ Jr, 1996).

Para ser ideal a proteína não deve possuir aminoácidos em excesso, portanto todos os 20 aminoácidos devem estar presentes na dieta, exatamente nos níveis exigidos para a manutenção e para a máxima deposição protéica (PENZ Jr, 1996). Contudo uma proteína ideal não existe na prática, o que deve ser almejado é aproximar ao máximo os níveis de aminoácidos com as exigências das aves nas diferentes fases de produção, minimizando o excesso de aminoácidos das dietas (PENZ Jr, 1996).

A proposta da proteína ideal é que cada aminoácido essencial seja expresso como relação ou percentual de um aminoácido referência. Isto possibilita estimar rapidamente a exigência de todos os aminoácidos quando a exigência do aminoácido referência estiver estabelecida (PENZ Jr, 1996). Esta proposta também permite manter uma proporcionalidade entre todos os aminoácidos da dieta, sendo que para Rostagno et al. (2005) os níveis dos aminoácidos, devem ser bem próximos dos níveis recomendados, evitando-se assim excessos de aminoácidos na dieta.

Entre os aminoácidos essenciais, a lisina foi escolhida como o aminoácido referência pelas seguintes razões (PACK, 1995 e ZAVIEZO, 2000 citados por CANCHERINI, 2001):

- A lisina é o 2º aminoácido limitante na maioria das dietas para aves depois dos aminoácidos sulfurados;
- Ao contrário dos aminoácidos sulfurados, a análise de lisina é simples e direta. Portanto, existem muitas informações sobre sua concentração e digestibilidade nos alimentos;
- A lisina apresenta apenas uma função no organismo, que é a deposição protéica;
- Encontra-se disponível economicamente em forma cristalina para ser utilizada nas rações dos animais;
- Existe uma grande quantidade de informações publicadas sobre as exigências de lisina pelas aves com diferentes composições corporais e sob diferentes condições alimentares.

As exigências de lisina foram estabelecidas segundo Rostagno et al. (2005) através de vários experimentos de dose-resposta com aves, sendo que, basicamente as exigências nutricionais das aves são definidas em estudos baseados neste método, o qual se determina a exigência com base na resposta do desempenho das aves a variados níveis de ingestão dos nutrientes. Embora este seja o método tradicionalmente utilizado, muitas vezes é necessário repetir as pesquisas em várias condições, uma vez que fatores como ambiente, clima, genética e outros afetam as exigências, dificultando o estabelecimento dos níveis nutricionais (SAKOMURA, 1998).

O maior benefício da aplicação do conceito de proteína ideal na formulação de dietas é a simplificação do processo, pois uma vez estabelecida a exigência de lisina (aminoácido referência), as exigências para os demais aminoácidos são facilmente estimadas, como pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1. Relação aminoácidos / lisina, segundo Rostagno et al. (2005).

Aminoácidos		Idades, dias					
		1 - 21		22 - 42		43 - 56	
		Dig.	Total	Dig.	Total	Dig.	Total
Lisina	%	100	100	100	100	100	100
Metionina	%	39	39	40	40	40	40
Metionina + Cistina	%	71	71	72	72	72	72
Triptofano	%	16	16	17	17	17	17
Treonina	%	65	68	65	68	65	68
Arginina	%	105	102	105	102	105	102
Glicina + Serina	%	-	150	-	140	-	135
Valina	%	75	76	77	78	77	78
Isoleucina	%	65	66	67	68	67	68
Leucina	%	108	108	109	109	109	109
Histidina	%	36	36	36	36	36	36
Fenilalanina	%	63	63	63	63	63	63
Fenilalanina + Tirosina	%	115	114	115	114	115	114

As exigências nutricionais de aminoácidos digestíveis (ROSTAGNO et al., 2005) para frangos de corte machos se encontram na Tabela 2, os valores foram calculados com base na relação aminoácido/lisina da Tabela 1.

Outro benefício em se utilizar o conceito da proteína ideal na formulação de dietas para aves, é o de assegurar que alteradas as combinações de ingredientes, a qualidade da proteína da dieta permanece inalterada e capaz de proporcionar performance desejável aos animais (HANSEN, 1992 citado por CANCHERINI, 2005).

Baker et al. (1993) citado por Penz Jr (1996), destaca que há três fatores importantes que precisam ser considerados no uso do conceito de proteína ideal para a formulação de rações para aves:

1. A relação ideal dos aminoácidos para aves foi determinada em numerosos estudos feitos com dietas purificadas. Desta forma, o padrão ideal de aminoácidos está baseado em níveis de aminoácidos digestíveis;
2. A relação ideal dos aminoácidos se modifica na medida em que os animais aumentam a idade e peso, incrementando-se a proporção de metionina, cistina,

treonina e triptofano à lisina, porque existe uma demanda maior por esses aminoácidos para manutenção;

3. Uma informação precisa sobre a necessidade de lisina digestível pela ave é fundamental, pois todos os outros aminoácidos estão relacionados com a lisina. Qualquer erro na sua determinação resultará em erros nas necessidades de todos os outros aminoácidos.

Tabela 2. Exigências nutricionais de aminoácidos digestíveis para frango de corte.

Exigências		Idade, dias				
		1-7	8-21	22-33	32-42	43-46
Peso Médio	kg	0,12	0,437	1,25	2,066	2,515
Ganho	g/dia	18,5	40,5	74,1	82	80,6
Consumo	g/dia	22,2	60	130,2	170,3	190
Exigencia Lis.Dig	g/dia	0,289	0,668	1,366	1,69	1,765
Lisina	%	1,302	1,113	1,049	0,992	0,929
Metionina	%	0,508	0,434	0,42	0,397	0,372
Metionina + Cistina	%	0,924	0,79	0,755	0,714	0,669
Triptofano	%	0,208	0,178	0,178	0,169	0,158
Treonina	%	0,846	0,723	0,682	0,645	0,604
Arginina	%	1,367	1,169	1,101	1,042	0,975
Valina	%	0,977	0,835	0,808	0,764	0,715
Isoleucina	%	0,846	0,723	0,703	0,665	0,622
Leucina	%	1,406	1,202	1,143	1,081	1,013
Histidina	%	0,469	0,401	0,378	0,357	0,334
Fenilalanina	%	0,82	0,701	0,661	0,625	0,585
Fenilalanina + Tirosina	%	1,497	1,28	1,206	1,141	1,068

2.6. Digestibilidade dos alimentos

Na busca da redução do custo de formulação de ração, o nutricionista tem disponibilizado de “fontes alternativas” de ingredientes baratos, distintos ao milho e farelo de soja como, o sorgo, milheto, trigo, farelo de arroz, farinha de penas, farinha de carnes e ossos e outros que costumam apresentar variabilidades nas suas composições (GOLDFLUS, 2000) como pode ser observado na Tabela 3.

Ao formular os aminoácidos dietéticos com base em aminoácidos digestíveis, contempla-se unicamente aquela porção retida pelo animal. Desta forma, permite-se um melhor uso de ingredientes alternativos, habilitando e aumentando suas faixas de incorporação nos alimentos acabados (GOLDFLUS, 2000).

Emmert e Baker (1997) citados por Cancherini (2005) atribuem que mesmo para dietas à base de milho e farelo de soja, é conveniente que na sua formulação sejam utilizados aminoácidos digestíveis, pois quando aminoácidos industriais são incorporados, estes são considerados 100% digestíveis, enquanto que a digestibilidade dos provenientes do milho e do farelo de soja são de aproximadamente 89%. Com isso, a formulação com base em aminoácidos totais, favorece dietas com aminoácidos digestíveis em excesso.

Tabela 3. Conteúdo de Aminoácidos total e digestível verdadeiro dos alimentos para aves.

Nutriente	Farelo soja	Farinha Carne/ossos	Milheto	Farinha penas	Sorgo	Trigo
Aminoácido Total*						
	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor
Proteína bruta %	13,24	41	13,1	74,7	8,94	11,49
Lisina %	0,63	1,98	0,38	2,29	0,2	0,35
Metionina %	0,26	0,51	0,27	0,64	0,15	0,2
Met ¹ + Cis ² %	0,52	0,8	0,49	3,74	0,32	0,49
Triptofano %	0,16	0,19	0,15	0,53	0,09	0,15
Treonina %	0,49	1,15	0,49	3,73	0,31	0,37
Arginina %	1	3,18	0,52	5,07	0,35	0,61
Gli ³ + Ser ⁴ %	1,33	8,49	1,01	14,37	0,71	1,17
Valina %	0,71	1,47	0,66	5,7	0,47	0,55
Isoleucina %	0,47	0,98	0,67	3,68	0,37	0,45
Leucina %	0,96	2,14	1,25	6,56	1,2	0,87
Histidina %	0,34	0,63	0,3	1,06	0,21	0,31
fenilalanina %	0,61	1,24	0,6	3,84	0,51	0,6
Fen ⁵ + Tir ⁶ %	0,98	1,88	0,87	6,03	0,96	0,91
Aminoácido digestível verdadeiro*						
	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor
Lisina %	0,48	1,67	0,35	1,65	0,17	0,29
Metionina %	0,2	0,38	0,25	0,5	0,13	0,18
Met ¹ +Cis ² %	0,38	0,59	0,43	2,19	0,27	0,43
Triptofano %	0,12	0,16	0,14	0,4	0,08	0,12
Treonina %	0,35	0,88	0,42	2,55	0,26	0,3
Arginina %	0,87	2,61	0,5	4,22	0,31	0,55
Valina %	0,54	1,35	0,59	4,29	0,42	0,47
Isoleucina %	0,35	0,79	0,62	2,95	0,34	0,4
Leucina %	0,72	1,79	1,18	5,09	1,12	0,78
Histidina %	0,29	0,41	0,29	0,76	0,18	0,27
Fenilalanina %	0,46	1,04	0,57	3,12	0,48	0,54
Fen ⁵ + Tir ⁶ %	0,76	1,53	0,81	5,00	0,92	0,81

¹Metionina; ²Cistina; ³Glicina; ⁴Serina; ⁵Fenilalanina; ⁶Tirosina.

* Valores segundo Rostagno et al. (2005).

2.7. Aplicação prática do uso do conceito de proteína ideal

Para Parsons (1992) citado por Penz Jr (1996), formular dietas baseadas em aminoácidos totais é o mesmo que formular dietas para aves baseadas em energia bruta, pois dietas formuladas com base em proteína bruta (PB) ou aminoácidos totais pode não atender as necessidades nutricionais das aves.

Maiorka et al. (1997) citado por Goldflus (2000) constataram que frangos de corte alimentados com dietas formuladas com base em exigências de aminoácidos digestíveis obtiveram melhores ganhos de peso, em relação às aves alimentadas com dietas baseadas em aminoácidos totais.

Prosseguindo, Dari e Penz (1996) citados por Goldflus (2000) conduziram dois experimentos com frangos de corte, da terceira a sexta semana de idade, onde avaliaram dietas formuladas com ingredientes de baixa digestibilidade, considerados subprodutos (6,5% de farelo de trigo, 5% de farinha de carne e ossos e 5% de farinha de penas) com base em aminoácidos totais e digestíveis. Os autores verificaram que em ambos os experimentos, o ganho de peso foi melhor nas aves alimentadas com dietas formuladas com base nos aminoácidos digestíveis. Resultado semelhante foi encontrado por Wang e Parsons (1998) citados por Penz Jr (1996) que utilizando fontes protéicas de origem animal de boa e má qualidade (farinha de carne e ossos) observaram vantagens em formularem dietas com base em aminoácidos digestíveis em relação a aminoácidos totais.

Um trabalho realizado por Han et al. (1996) citado por Penz Jr (1996) na Universidade de Illinois demonstrou que pintos com idade entre 1 a 21 dias de idade, alimentados com dietas à base de milho e farelo de soja, com 19% PB e suplementadas com metionina, lisina, treonina, arginina e valina, bem como o aminoácido não essencial ácido glutâmico, tiveram um desempenho equivalente àqueles alimentados com a dieta controle com 23% PB. No período 22 aos 42 dias de idade as aves que receberam 16% PB suplementadas com os mesmos aminoácidos, tiveram um desempenho similar àquelas que receberam a dieta controle com 20% PB. Do mesmo modo, Brum (1994) citado por Goldflus (2000) relata que não encontrou prejuízos no desempenho de reprodutoras de frango de corte quando reduziu o teor de PB da dieta de 18% para 12%.

Com o objetivo de avaliar o desempenho de frangos de corte, alimentados com dietas formuladas com base nas proteínas ideal ou bruta, Araújo et al. (2001) verificaram que a proteína ideal resultou em melhor ganho de peso, maior consumo de ração e nenhum efeito sobre a conversão alimentar. Por outro lado, Hussein (2001) citado por Cancherini (2005) ao

comparar dietas com 23% e 17,7% de proteína bruta, suplementadas com aminoácidos essenciais, verificaram redução no ganho de peso, aumento no consumo de ração e piora na conversão alimentar com redução da proteína bruta.

Han (sd) citado por Penz Jr (1996), comparando a tabela de exigência de aminoácidos digestíveis sugerida pela Universidade de Illinois para frangos de corte, de 1 a 21 dias de idade, com as exigências sugeridas pelo NRC 1984 e de 1994, constatou que as aves alimentadas com dietas formuladas com base nos valores de Illinois e do NRC 1994 tiveram um ganho de peso similar e superior àquelas baseadas nos valores sugeridos pelo NRC 1984.

Dale (1992) citado por Cancherini (2005) acredita que na formulação de dietas, baseadas nos valores de aminoácidos totais, ao invés de valores digestíveis, as possibilidades de erros são grandes, pois se considera que os aminoácidos industriais e os presentes no alimento, possuam os mesmos valores relativos, menosprezando-se desta forma, o valor da fonte sintética, qual geralmente possui uma disponibilidade ao redor de 100%, enquanto nas fontes naturais a disponibilidade é inferior.

Em experimentos, Fernandez et al. (1994) citado por Cancherini (2005), utilizaram dietas formuladas pelo conceito de proteína ideal e constataram que os três primeiros aminoácidos limitantes do milho foram respectivamente a lisina, treonina e triptofano, e no farelo de soja, a metionina + cistina, treonina e lisina. Assim, teoricamente, os aminoácidos industriais disponíveis no mercado, possibilitam boa margem para redução do teor de proteína bruta, uma vez que eles compreendem os quatro primeiros aminoácidos limitantes nos ingredientes mais utilizados, em dietas para aves no Brasil.

Rostagno et al. (1995) citado por Cancherini (2005) demonstraram que aves submetidas a dietas formuladas com aminoácidos digestíveis apresentaram melhor conversão alimentar e ganho de peso e melhores resultados econômicos quando comparados às dietas formuladas com base em aminoácidos totais.

Douglas e Parsons (1999) citados por Cancherini (2005) em estudos com farinha de galinha de descarte, avaliaram desempenho de frangos, de 8 a 20 dias de idade, alimentados com dietas contendo 15% de farinha de galinha de descarte, formuladas com base em aminoácido totais (AAT) e digestíveis (AAD). Observaram certas superioridades das dietas formuladas com base em AAD, deduzindo que a inclusão de 15% da farinha de galinha de descarte não afetou negativamente o desempenho das aves, mas que as dietas deveriam conter níveis adequados de aminoácidos digestíveis.

Comparando dietas contendo farinha de vísceras e formuladas com base nas proteínas ideal ou bruta para frangos de 1 a 21 dias, Bellaver et al. (2001), concluíram que as

formulações com base na proteína ideal produziram melhores resultados de desempenho e que a substituição do farelo de soja por farinha de vísceras em até 20% melhorou o desempenho das aves. Já Cancherini (2001) trabalhando com subproduto de origem animal (farinha de sangue e de vísceras), não verificou efeito sobre o desempenho de frangos alimentados com dietas baseadas em aminoácidos totais e digestíveis.

Faria Filho (2003) trabalhando com dietas formuladas no conceito de proteína ideal (20 e 18% de proteína), comparando com dieta formulada no conceito de proteína bruta (21,5% PB) em frangos de corte de 7 a 21 dias de idade, observou que o desempenho e o rendimento de peito foram prejudicados pela redução dos níveis de proteína quando comparados à dieta controle (21,5% PB).

III. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para uma nutrição protéica adequada o nutricionista deve atentar para os seguintes aspectos:

- Formular dietas com base em aminoácidos digestíveis, principalmente quando presente alimentos alternativos aos tradicionais (milho e farelo de soja);
- Reduzir o nível protéico da dieta desde que haja a suplementação adequada com aminoácidos industriais (L-lisina, DL-metionina, L-treonina e L-triptofano) disponíveis no mercado a preços competitivos. Reduzir até certo ponto, pois as aves precisam de uma quantidade de proteína bruta na dieta, para assegurar uma reserva de nitrogênio para síntese de aminoácidos não essenciais;
- Nunca deixar de observar as necessidades mínimas dos aminoácidos que não estão disponíveis na forma industrial e que, estes devem ser supridos pelas proteínas dos ingredientes, caso contrário afetará o desempenho animal.

IV. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRIGUETTO, J. M.; PERLY, L.; MINARDI, I.; GEMAEL, A.; FLEMMING, J. S.; de SOUZA, G. A.; BONAFILHO, A. **Nutrição animal**. Nobel, São Paulo, 2002. Vol. 1. 363p.

ARAÚJO, L. F.; JUNQUEIRA, O. M.; ARAÚJO, C. S. S.; LAURENTIZ, A. C.; ALMEIDA, J. G.; SERRANO, P. P. **Proteína bruta e proteína ideal para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade**. Revista Brasileira de Ciências Avícola, v. 3, n 2, p. 157-162, 2001.

BELLAVER, C.; BRUM, P. A. R.; LIMA, G. M. M.; BOFF, J.; KERBER, J. **Substituição parcial do farelo de soja pela farinha de vísceras de aves em dietas balanceadas com base na proteína e em aminoácidos totais ou digestíveis para frangos de corte**. Revista Brasileira de Ciências Agrícola, v. 3, p. 233-240, 2001.

BERTECHINI, A. G. **Fisiologia digestiva de suínos e aves**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. 141p.

CANCHERINI, L. C. **Utilização de subprodutos de arroz, em dietas para frangos de corte, com base nos conceitos de proteína bruta e ideal**. 2005. 68 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

CANCHERINI, L. C. **Utilização de subprodutos de origem animal em rações para frangos de corte com base no conceito de proteína bruta e ideal**. 2001. 59 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

CHAMPE, P. C.; HARVEY, R. A. **Bioquímica ilustrativa**. 2 ed. Traduzido por BOLNER, A. R. Artes Médicas Sul, Porto Alegre, 1996. 446p.

CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de Fisiologia Veterinária**. 3 ed. Traduzido por ROCHA, N. C. p. 242-305. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2000. 528p.

FARIA FILHO, D. E. **Efeito de dietas com baixo teor protéico, formuladas usando o conceito de proteína ideal, para frangos de corte criados em temperaturas fria, termoneutra e quente.** 2003. 85 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

FASSANI, É. J. **Balanco e Imbalanco de Aminoácidos.** Universidade Federal de Lavras. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Lavras – MG, 2003. 17p.

GOLDFLUS, F. **Aplicação do conceito de proteína ideal em dietas avícolas e suínolas: Aspectos técnicos e econômicos.** São Paulo: ADM Bioproducts, 2000, 32p.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica.** 2 ed. Traduzido por SIMÕES, A. A.; LODI, W. R. N. Savier, São Paulo, 1995. 839p.

PENZ Jr, A. M. **O uso do conceito de proteína ideal para monogástricos.** In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ZOOTECNIA, 1996, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: FARSUL/SENAR, 1996. 71-85p.

ROSA, F. C. **Proteína ideal.** In: TRABALHOS ACADÊMICOS, 2000. Lavras: UFLA, Departamento de Zootecnia, 2000. 15p.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DÖNZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais.** 2 ed. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2005. 186p.

SAKOMURA, N, K. **Conceitos aplicáveis à nutrição de não ruminantes.** Cadernos técnicos da Escola de Veterinária da UFMG, Belo Horizonte, v. 22, p. 125-146, 1998.

STRYER, L. **Bioquímica.** 4 ed. Traduzido por MOREIRA, A. J. M.; CAMPOS, J. P.; MACEDO, L. F.; MOTTA, P. A.; ELIAS, P. R. P. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 1996. 1000p.

VOET, D.; VOET, J. G.; PRATT, C. W. **Fundamentos de bioquímica**. 1 ed. Traduzido por VAINSTEIN, M. p.124-160. Artes Médicas Sul, Porto Alegre, 2000. 931p.