

LÍDSON RAMOS NERY

VALORES DE ENERGIA METABOLIZÁVEL E DE AMINOÁCIDOS  
DIGESTÍVEIS DE ALGUNS ALIMENTOS PARA AVES

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de "Magister Scientiae".

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2005

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

N456v  
2005

Nery, Lídson Ramos, 1975-  
Valores de energia metabolizável e de aminoácidos  
digestíveis de alguns alimentos para aves / Lídson Ramos  
Nery. – Viçosa : UFV, 2005.  
xi, 87f. : il. ; 29cm.

Inclui apêndice.

Orientador: Luiz Fernando Teixeira Albino.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de  
Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 77-83.

1. Frango de corte - Alimentação e rações. 2. Energia  
metabolizável. 3. Aminoácidos na nutrição animal.  
4. Alimentos - composição. 5. Alimentos - Teor protéico.  
6. Alimentos - teor calórico. I. Universidade Federal de  
Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 636.5085

LÍDSON RAMOS NERY

VALORES DE ENERGIA METABOLIZÁVEL E AMINOÁCIDOS  
DIGESTÍVEIS DE ALGUNS ALIMENTOS PARA AVES

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de "Magister Scientiae".

APROVADA: 17 de fevereiro de 2005

---

Prof. Aloísio Soares Ferreira  
(Conselheiro)

---

Prof. Sérgio Luiz de Toledo Barreto  
(Conselheiro)

---

Prof. José Geraldo Vargas Júnior

---

Prof. Horacio Santiago Rostagno

---

Prof. Luiz Fernando Teixeira Albino  
(Orientador)

*A Deus, pois é ele que me guia.*  
*A minha querida mãe por tudo que sou.*  
*A Luciana pelo amor, carinho e compreensão.*  
*A minha família pela alegria.*  
*Aos animais pela pureza do olhar.*

## **AGRADECIMENTOS**

A Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Zootecnia pela realização do curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de estudo.

Ao professor Luiz Fernando Teixeira Albino pela orientação, confiança e amizade atribuída.

Ao professor Horácio Santiago Rostagno pelos conselhos durante a realização deste trabalho.

Aos professores Aloísio Soares Ferreira e Sérgio Luiz de Toledo Barreto pelas orientações e apoio.

A minha mãe Teresa Ramos por ser responsável por tudo que sou.

A Luciana pela compreensão e carinho nos momentos de ausência, dificuldades e nos momentos felizes.

A minha família pelo carinho e felicidade na vida.

A Débora Cristine O. Carvalho pelo fundamental apoio e conselhos durante este trabalho.

Aos colegas e companheiros de trabalho Carla, Fernando, Claudson, Anastácia, Maurício, Flávio Hashimoto, Silvano, Marli, Rafaela, Renata e Sandra pela convivência, amizade e contribuições.

As empresas Degussa – Brasil LTDA e Aginomoto Nutrição Animal pelas análises laboratoriais realizadas.

Aos funcionários do aviário Adriano, Elísio, Josélinho e Tiozinho e o responsável pela fábrica de rações Mauro pela atenção e ajuda atribuída.

Aos funcionários do laboratório de nutrição animal, em especial a Vera e Valdir pela ajuda durante as análises.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

## **BIOGRAFIA**

LÍDSON RAMOS NERY, filho de Teresa Maria Ramos Nery e José Edson Sá Fortes Nery nasceu em Santos Dumont, em 13 de julho de 1975.

Em 1998, ingressou no curso de Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, colando grau em 7 de março de 2003.

Em março de 2003, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, desenvolvendo estudos na área de Nutrição de Monogástricos, submetendo-se a defesa de tese em 17 de fevereiro de 2005.

## CONTEÚDO

RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xiii
1) INTRODUÇÃO.....	1
2) REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Energia metabolizável.....	3
2.2 Digestibilidade de aminoácidos.....	7
CAPÍTULO 1	
VALORES DE ENERGIA METABOLIZÁVEL APARENTE E APARENTE CORRIGIDA DE DIFERENTES ALIMENTOS DE ORIGEM VEGETAL PARA FRANGOS DE CORTE	
1) Introdução.....	9
2) Material e métodos.....	11
3) Resultados e discussão	
3.1 Composição química e energética .....	15
3.2 Valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn).....	20
4) Resumo e conclusão.....	23
CAPÍTULO 2	
VALORES DE ENERGIA METABOLIZÁVEL APARENTE E APARENTE CORRIGIDA DE DIFERENTES ALIMENTOS DE ORIGEM ANIMAL PARA FRANGOS DE CORTE	
1) Introdução.....	25
2) Material e métodos.....	27

3) Resultados e discussão	
3.1 Composição química e energética .....	31
3.2 Valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn).....	35
4) Resumo e conclusão.....	37
CAPÍTULO 3	
DETERMINAÇÃO DOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE VERDADEIRA DOS AMINOÁCIDOS DE ALGUNS ALIMENTOS DE ORIGEM VEGETAL PARA FRANGOS DE CORTE	
1) Introdução.....	39
2) Material e métodos.....	41
3) Resultados e discussão	
3.1 Composição em aminoácidos totais.....	44
3.2 Coeficientes de digestibilidade verdadeiro e aminoácidos digestíveis.....	48
4) Resumo e conclusão.....	56
CAPÍTULO 4	
DETERMINAÇÃO DOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE VERDADEIRA DOS AMINOÁCIDOS DE ALGUNS ALIMENTOS DE ORIGEM ANIMAL PARA FRANGOS DE CORTE	
1) Introdução.....	58
2) Material e métodos.....	60
3) Resultados e discussão	
3.1 Composição em aminoácidos totais.....	63
3.2 Coeficientes de digestibilidade verdadeiro e aminoácidos digestíveis.....	67
4) Resumo e conclusão.....	74
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77
APÊNDICES.....	84

## RESUMO

NERY, Lídson Ramos, M.S. Universidade Federal de Viçosa, fevereiro 2005.  
**Valores de energia metabolizável e de aminoácidos digestíveis de alguns alimentos para aves.** Orientador: Luiz Fernando Teixeira Albino  
Conselheiros: Aloísio Soares Ferreira e Sérgio Luiz de Toledo Barreto.

Dois experimentos foram realizados no setor de avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, a fim de avaliar os valores energéticos e de aminoácidos digestíveis de alguns alimentos passíveis de serem utilizados na formulação de rações para frangos. O primeiro experimento objetivou a determinação dos valores de energia metabolizável aparente (EMA) e de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn), além da determinação da composição química destes alimentos. Foi utilizado o método tradicional de coletas de excretas com pintos de corte da marca comercial Ross, no período de 21 a 31 dias de idade. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado onde cada tratamento foi composto por seis repetições seis animais por repetição. Cada alimento substituiu uma ração referência nos níveis de 15 ou 25 ou 40% dependendo do tipo de alimento. Os pintos foram alojados em baterias metálicas com bandejas para coleta das excretas. Os valores de EMAn dos alimentos de origem vegetal como milho 1, 2 e 3; milho de alta gordura, farinha de gérmen de milho, farelo de arroz, pasta integral de maracujá, soja integral, casca de soja, farelo de soja de alta proteína, farinha integral de soja

micronizada 1, 2 e 3; e levedura, respectivamente 3679; 3636; 3730; 3702; 3325; 2614; 3283; 3627; 833; 2250; 3773; 3892; 2043 e 2475 kcal/kg de matéria seca. Os valores de EMAn dos alimentos de origem animal como farinha de carne, farinha de vísceras, farinha de vísceras de aves, farinha de vísceras suínas, na farinha de penas 1 e 2, plasma sanguíneo e hemáceas, respectivamente 2506; 3027; 2229; 2779; 2523; 2753,18; 3312 e 3585 kcal/kg de matéria seca. No segundo experimento foram determinados os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos, utilizando-se o método de alimentação forçada com galos adultos cecectomizados. Os galos foram alojados individualmente em baterias metálicas com bandejas coletoras de excretas. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado onde cada tratamento foi composto por seis repetições e um animal por unidade experimental. Os valores médios dos coeficientes de digestibilidade verdadeira da lisina e metionina, respectivamente, no milho 1 foram 81,51 e 92,12; no milho 2 foram 85,06 e 98,53; no milho 3 foram 83,23 e 96,15; no milho de alta gordura foram 91,51 e 93,97, na farinha de gérmen de milho 1 foram 58,71 e 67,99; na farinha de gérmen de milho 2 foram 57,85 e 71,52; na farinha de gérmen de milho 3 foram 81,84 e 87,62; na pasta integral de maracujá foram 71,92 e 89,50; na soja integral tostada foram 90,30 e 88,15; na farinha integral de soja micronizada 1 foram 89,49 e 88,02; na farinha integral de soja micronizada 2 foram 92,38 e 92,14; na farinha integral de soja micronizada 3 foram 74,53 e 60,36; no farelo de soja de alta proteína foram 95,74 e 94,19; na casca de soja foram 66,16 e 67,54; e no farelo de arroz foram 88,68 e 83,68 %. Os valores médios dos coeficientes de digestibilidade verdadeira da lisina e metionina, respectivamente, na farinha de carne foram 82,55 e 79,80; na farinha de vísceras foram 91,73 e 81,17; na farinha de vísceras suínas foram 86,64 e 85,96; na farinha de vísceras de aves foram 91,93 e 88,22; na farinha de penas 1 foram 81,69 e 82,68; na farinha de penas 2 foram 80,61 e 76,35; na farinha de sangue 1 foram 92,41 e 88,70; na farinha de sangue 2 foram 88,51 e 95,43; na farinha de sangue 3 foram 94,05 e 89,62 e do plasma sanguíneo foram 90,15 e 89,19 %.

## ABSTRACT

NERY, Lídson Ramos, M.S. Universidade Federal de Viçosa, February 2005.  
**Values of metabolizable energy and amino acids digestible of some victuals for broilers.** Adviser: Luiz Fernando Teixeira Albino. Committee Members: Aloísio Soares Ferreira and Sérgio Luiz de Toledo Barreto.

Two experiments were accomplished in the section of aviculture of the Department of Zootecnia of the Federal University of Viçosa, in order to evaluate the energy values and of amino acids digestible of some victuals that can be used in the formulation of rations for poultry. The first objectified the determination of the values of apparent metabolizable energy (AME) and nitrogen corrected apparent metabolizable energy (AMEn), besides the determination of the composition chemical of these feedstuffs. The traditional method of collections was used of you excrete with broilers of court of the commercial mark Ross, in the period of 21 to 31 days of age. A completely randomized experimental design was used where each treatment was composed by six repetitions six animals by repetition. Each food substituted a ration reference in the levels of 15 or 25 or 40% depending on the food type. The broilers were housed in metallic batteries with trays for collection of the excreted. The values of EMAN of the victuals of vegetable origin as corn 1, 2 and 3; corn of high fat, flour of corn germ, flour of rice, grazes integral of maracujá, integral soybean, soybean hulls, meal soybean of high protein, integral flour of soybean processed 1, 2 and 3; and yeast, respectively 3679; 3636; 3730; 3702; 3325; 2614; 3283; 3627; 833; 2250; 3773;

3892; 2043e 2475 kcal/kg of dry matter. The values of EMAn of the victuals of animal origin as meat flour, flour of visceras, flour of visceras of birds, flour of visceras swine, two flours of feathers, it shapes sanguine and hemáceas, respectively 2506; 3027; 2229; 2779; 2523; 2753,18; 3312 and 3585 kcal/kg of dry matter. In the second experiment they were certain the coefficients of true digestibility of the amino acids, the feeding method forced with roosters adult cecectomized being used. The roosters were housed individually in metallic batteries with trays collection of you excrete. A completely randomized experimental design was used where each treatment was composed by six repetitions and an animal by experimental unit. The medium values of the coefficients of true digestibility of the lisina and metionina, respectively, in the corn 1 they were 81,51 and 92,12; in the corn 2 they were 85,06 and 98,53; in the corn 3 they were 83,23 and 96,15; in the corn of high fat they were 91,51 and 93,97, in the flour of germ of corn 1 they were 58,71 and 67,99; in the flour of germ of corn 2 they were 57,85 and 71,52; in the flour of germ of corn 3 they were 81,84 and 87,62; in the integral paste of maracujá they were 71,92 and 89,50; in the toasted integral soybean they were 90,30 and 88,15; in the integral flour of soybean micronizada 1 they were 89,49 and 88,02; in the integral flour of soybean micronizada 2 they were 92,38 and 92,14; in the integral flour of soybean micronizada 3 they were 74,53 and 60,36; in the meal soybean of high protein they were 95,74 and 94,19; in the soybean hulls they were 66,16 and 67,54; and in the meal of rice they were 88,68 and 83,68%. The medium values of the coefficients of true digestibility of the lisina and metionina, respectively, in the meat flour they were 82,55 and 79,80; in the flour of visceras they were 91,73 and 81,17; in the flour of visceras swine they were 86,64 and 85,96; in the flour of visceras of birds they were 91,93 and 88,22; in the flour of feathers 1 they were 81,69 and 82,68; in the flour of feathers 2 they were 80,61 and 76,35; in the flour of blood 1 they were 92,41 and 88,70; in the flour of blood 2 they were 88,51 and 95,43; in the flour of blood 3 they were 94,05 and 89,62 and of the shapes sanguine they were 90,15 and 89,19%.

## 1. INTRODUÇÃO

O segmento avícola teve um grande impulso nos últimos anos, tornando-se importante segmento na economia nacional e mundial. O consumo da carne de frango no mundo aumentou significativamente a partir dos anos 80 e hoje já ultrapassa o consumo de carne bovina. A previsão é que o consumo total de carne de frango em 2007 alcance o patamar de 49,5 milhões de toneladas a nível mundial e no Brasil seria de 6,6 milhões de toneladas (UBA - 2004).

O aumento do consumo se dá pelo fato da carne de frango ser excelente fonte de proteína, de preço baixo, de disponibilidade e acesso a classes econômicas de menor poder aquisitivo.

Apenas de janeiro a setembro de 2004 a produção de carne de frango no Brasil foi de 6,23 milhões de toneladas. No mesmo período as exportações brasileiras chegaram a 1,77 milhões de toneladas gerando importantes divisas para a economia nacional (BIEGAI - Safras & mercados 2004).

Este grande crescimento da avicultura é baseado no desenvolvimento da nutrição, do melhoramento genético, da sanidade, do manejo e de instalações.

A alimentação animal é um importante setor da agroindústria brasileira, consumindo cerca de 65% da produção nacional de milho e 45% da produção de farelo de soja (PERFIL - 2001).

Considerando que a alimentação representa a maior parte dos custos na produção avícola, medidas para reduzir estes custos podem significar aumento de lucros para o setor. A utilização de matérias-primas de composição conhecida, atendendo o requerimento nutricional dos animais com programas de

alimentação adequados a custos mínimos, são medidas que resultam em maior eficiência na produção (CARVALHO 2002).

Portanto, quando se deseja maiores eficiências na produção, é necessário pesquisas relacionadas a composição química dos alimentos e aos valores de digestibilidade dos nutrientes. O conhecimento da composição (conteúdo de proteína, amido, energia, gordura, fibra e aminoácidos entre outros) e de digestibilidade e/ou disponibilidade dos nutrientes permite atingir os requerimentos nutricionais resultando em melhor desempenho zootécnico das aves (ROSTAGNO 1990).

É necessário novas pesquisas para atualização dos dados, pois é inevitável que ocorram variações na composição química dos alimentos, além de surgir novos subprodutos industriais e de alimentos geneticamente modificados (DALE 1999).

Dessa forma, objetivou-se neste trabalho determinar a composição química, os valores de energia metabolizável aparente e os coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos de alguns alimentos utilizados nas formulações de rações para aves.

## **2 – REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 – ENERGIA METABOLIZÁVEL**

SIBBALD (1982), afirma que a energia é requerimento decisivo para as aves e componente importante em todos os alimentos. Portanto, para o controle da produtividade, da eficiência e da rentabilidade é necessário o conhecimento detalhado dos valores energéticos dos alimentos bem como das exigências nutricionais dos animais.

Existem várias formas de expressar a energia presente nos alimentos. Dentre elas estão a energia bruta, a digestível, a metabolizável e a líquida. A energia bruta indica apenas a energia presente no alimento. A energia digestível aparente é aquela determinada pela diferença entre a energia ingerida menos a energia excretada nas fezes. A energia metabolizável aparente é a energia bruta consumida do alimento menos a energia bruta contida nas fezes, urina e produtos gasosos da digestão. Quando são consideradas as perdas endógenas e metabólicas, obtém-se a energia metabolizável verdadeira. A energia líquida é a energia metabolizável menos a energia perdida como incremento calórico. Para determiná-la é necessário um conhecimento detalhado de nutrientes digestíveis e as dificuldades de medi-los é a maior limitação. Assim, o valor de energia metabolizável (EM) é o que melhor representa a quantidade de energia disponível no alimento para aves.

Em estudos preliminares, realizados por HILL e ANDERSON (1958), verificou-se que os valores de energia metabolizável variavam menos do que os valores de energia produtiva. Desta forma, a energia metabolizável é considerada a melhor medida para expressar a energia disponível dos alimentos para aves,

sendo estes valores utilizados até hoje (HILL e ANDERSON, 1958; MATTERSON et al., 1965; SIBBALD, 1976).

Existem várias maneiras para se determinar a energia metabolizável dos alimentos para aves, dentre elas temos os ensaios biológicos como a coleta total de excretas (SIBBALD E SLINGER, 1963), a alimentação precisa (SIBBALD, 1976) e o método rápido (FARREL, 1978). Temos ainda os ensaios não biológicos que são as determinações *in vitro* e as equações de predição dos valores energéticos (NRC, 1994 e ROSTAGNO, 1996).

Cada método tem suas vantagens e suas desvantagens sendo importante o conhecimento das limitações de cada um.

O método de coleta total possui algumas críticas, sendo a principal delas a não consideração das perdas metabólicas e endógenas. Sabe-se que a energia fecal das aves é composta pela energia dos resíduos do alimento não digerido e da energia metabólica, que consiste da energia proveniente da bile, de escamações das células da parede intestinal e dos sucos digestivos, enquanto que a energia da urina é constituída do alimento que não foi utilizado, da energia endógena resultante de subprodutos nitrogenados dos tecidos que estão em renovação e da energia metabólica originada de subprodutos nitrogenados da utilização de nutrientes (NASCIMENTO, 2000).

Em 1976 SIBBALD desenvolveu uma metodologia denominada de Alimentação Precisa para se determinar os valores de energia metabolizável. Este método considera as perdas endógenas e metabólicas (energia fecal metabólica, EFm e energia endógena urinária, EUe) que são obtidas utilizando aves em jejum no período de coleta das excretas. Esta metodologia possui a vantagem de ser rápida e requer pequenas quantidades do alimento a ser testado, aproximadamente 30 gramas. No entanto apresenta algumas desvantagens nas quais podemos citar: 1- Esta metodologia impõe um período de jejum para esvaziamento do trato digestivo ocasionando um estado fisiológico anormal no animal (NRC, 1994); 2- A baixa quantidade de alimento torna mais expressivo os valores de EFm e EUe (BORGES et al. 1998). 3- Os valores de energia endógena e metabólica são considerados constantes, independente do consumo do

alimento, tanto em quantidade como em qualidade. Outras críticas referem-se ao descarte do possível sinergismo ou antagonismo existentes com os ingredientes da ração na utilização de energia.

Na determinação da EM é comum corrigir os valores de EMA ou de EMV pelo balanço de nitrogênio (BN), pois este estima com precisão a retenção ou perda de nitrogênio pelo animal (WOLYNETZ e SIBBALD, 1984). O nitrogênio retido como tecido, se catabolizado, contribuirá para as perdas de energia urinária endógena e, conseqüentemente, variações na retenção de nitrogênio contribuirão para variações nos valores de EMA e EMV. As correções pelo nitrogênio visam reduzir essas variações, admitindo-se que as estimativas de EMAn e EMVn são independentes da retenção de nitrogênio.

O nitrogênio dietético retido no corpo, se catabolizado, é excretado na forma de compostos que contém energia, tal como o ácido úrico. Assim, HILL e ANDERSON (1958) propuseram um valor de correção de 8,22 kcal por grama de nitrogênio retido, em razão desta ser a energia obtida quando o ácido úrico é completamente oxidado. Essa constante tornou-se universalmente utilizada, pois cerca de 80% do nitrogênio encontrado na urina das aves está na forma de ácido úrico (NRC, 1994).

Alguns fatores podem influenciar na determinação da EMA como, por exemplo, o consumo de alimentos, a idade da ave, o nível de inclusão do alimento teste na ração referência pelo método de coleta total de excretas, além do conteúdo de extrato etéreo e fibras, dos fatores antinutricionais, da digestibilidade dos nutrientes, do processamento e do armazenamento do alimento.

ALBINO et al. (1992), estudando nove alimentos para determinar a EMA utilizando duas técnicas, alimentação precisa e coleta total de excretas, observaram que os valores de EMA provenientes do método da alimentação precisa foram inferiores aos do método de coleta total de excretas. No entanto ao se corrigir pelo balanço de nitrogênio observaram aumento nos valores de EMA obtidos pela técnica de alimentação precisa. Isto ocorreu devido a maior influência das energias fecais e urinárias em baixos consumos de alimentos

evidenciando a necessidade da correção dos valores da EMA pelo BN, além de mostrar que o método de coleta total é mais vantajoso por ser menos sujeito a erros e influências para se determinar da EMA.

De acordo com WOLYNETZ e SIBBALD (1984) o consumo de alimentos influencia os valores de energia metabolizável. Quanto maior o consumo de alimento maior será a precisão dos valores de energia metabolizável em função da menor influência da Efm e Eue, como acontece no método de coleta total de excretas.

BARTOV (1982) trabalhando com frangos alimentados com milho previamente armazenado por 96 dias e contendo 13% de umidade, constatou redução significativa na energia metabolizável da ração, resultando em considerável queda no desempenho das aves.

A idade da ave é fator de importância para se determinar a EMA, pois com o avançar da idade ocorrem mudanças nas atividades enzimáticas bem como modificações na taxa de passagem da digesta no trato digestivo. NOY e SKLAN (1995) verificaram aumento na digestão do nitrogênio de 78 para 92% e, para os ácidos graxos e o amido, de 82 para 89%, no período de 4 a 21 dias de idade dos frangos de corte. Estes autores atribuíram esta diferença a um possível aumento de secreções biliares e de atividade das enzimas pancreáticas com o avançar da idade. SCOTT et al. (1998) avaliando a EMA do trigo e da cevada, observaram que os valores de EMA foram mais baixos quando a coleta era feita aos 8 dias de idade em relação aos 16 ou 17 dias. Para SCHUTTE (1998) aves jovens apresentam baixa atividade da lipase e pequena concentração de ácidos biliares, sendo esses fatores limitantes na digestibilidade das gorduras. O teor de fibra bruta também pode afetar os resultados uma vez que aves mais velhas possuem maior atividade microbiana ao nível do ceco de acordo com FISCHER e McNAB (1987).

Outro fator de grande relevância na determinação da EMA é o nível de inclusão do alimento teste à ração referência. Utilizando método de coleta total de excretas PESTI et al. (1986), observaram que os valores de EM corrigida

diminuíram em 12,1% quando a substituição da farinha de vísceras de aves passou de 20 para 40%, em uma dieta basal.

DOLZ e DE BLAS (1992) estudando o efeito de níveis de substituição da farinha de carne e ossos na determinação de EMAn encontraram diferença significativa em apenas duas de oito amostras testadas. Quando o nível de inclusão passou de 6 para 12%, ocorreu diminuição de 5,5% nos valores de EMAn e, entre 12 e 24%, não observaram diferença para EMAn.

A determinação dos valores de energia metabolizável (EM) dos alimentos é de grande importância uma vez que permite o fornecimento adequado de energia para o animal. Esta é a forma mais precisa e a sua utilização é necessária para se obter ótima produtividade e máxima rentabilidade com menor custo possível (ALBINO, 1991).

## **2.2 DIGESTIBILIDADE DOS AMINOÁCIDOS**

Sabe-se que os alimentos ingeridos não são digeridos em sua totalidade. O conhecimento da digestibilidade dos nutrientes permite formular dietas mais precisas e mais econômicas. Conhecer a disponibilidade dos aminoácidos é tão importante quanto o conhecimento da disponibilidade de energia uma vez que o animal deve ingerir quantidade de aminoácidos compatíveis com sua exigência nutricional. A formulação de rações com base nos aminoácidos digestíveis traz maiores benefícios, devido às diferenças de digestibilidade entre os diversos ingredientes (NRC, 1994; WANG E PARSONS, 1998; ROSTAGNO, 1999).

PUPA (1995) avaliando o desempenho de frangos de corte, utilizando dietas a base de valores de aminoácidos totais, observou piora no desempenho e no rendimento de carcaça evidenciando a importância de se elaborar rações com base em aminoácidos digestíveis. WANG e PARSONS (1998) utilizando alimentos alternativos formularam dietas com base em aminoácidos totais, digestíveis e disponíveis. Concluíram que as dietas formuladas com base em aminoácidos digestíveis são semelhantes às formuladas com aminoácidos

disponíveis, no entanto são superiores às formuladas com base em aminoácidos totais.

A proteína ideal é definida como uma proteína composta por aminoácidos ou proteínas, de total disponibilidade na digestão e no metabolismo, onde a composição seria idêntica ao requisito normal para crescimento e manutenção do animal, não havendo excessos (LIPSTEIN et al, 1975; COLE & VAN LUNEN, 1994). Para o conceito de proteína ideal ser utilizado de forma eficiente, é importante considerar a digestibilidade dos aminoácidos. Dietas formuladas com base na proteína ideal mas sem ênfase na digestibilidade, geralmente não atenderão as necessidades dos animais em aminoácidos (MACNAB, 1994; PACK, 1994; PARSONS et al., 1994).

O processamento e o armazenamento dos alimentos interferem diretamente na digestibilidade dos nutrientes, podendo então como consequência causar variações no conteúdo energético dos alimentos. Muitos subprodutos da indústria alimentícia como as farinhas de carne e ossos apresentam variações na composição química e energética, tal fato pode ser atribuído a falta de padronização do processamento que a matéria-prima é submetida.

Dentre os ensaios biológicos de digestibilidade, os métodos mais usados são a alimentação forçada com galos inteiros ou cecectomizados, a alimentação *ad libitum* com pintos intactos para estimativa da digestibilidade ileal, e a coleta total de excretas com pintos. Segundo ROSTAGNO et al. (1999) a metodologia mais utilizada é a digestibilidade porque representa o que realmente o animal está aproveitando apesar da metodologia que calcula a disponibilidade de aminoácidos ser considerada mais precisa.

O uso de galos cecectomizados elimina a interferência da ação microbiana no intestino grosso na excreção dos aminoácidos PARSONS (1991) e CARVALHO (2002). Para KIENER (1989) a degradação de aminoácidos, pela microflora do *cecus*, pode contribuir para superestimar dos valores do coeficiente de digestibilidade. Estima-se que 20-25% dos aminoácidos excretados nas fezes são de origem microbiana, que tem sua maior concentração no *cecus*.

## **CAPÍTULO 1**

### **VALORES DE ENERGIA METABOLIZÁVEL APARENTE E APARENTE CORRIGIDA DE DIFERENTES ALIMENTOS DE ORIGEM VEGETAL PARA FRANGOS DE CORTE**

#### **1. INTRODUÇÃO**

O setor avícola se encontra em lugar de destaque no cenário nacional e internacional. Nos últimos anos observa-se o crescimento na produção e no consumo de carne de frango.

No Brasil existe grande diversidade de alimentos e de subprodutos que são utilizados na alimentação animal. Esta diversidade proporciona diferenças na composição dos alimentos, podendo ser provenientes de vários fatores como a composição do solo, o regime hídrico, a variedade que está sendo cultivada, o tempo de armazenamento dentre outros.

Assim, trabalhos têm sido constantemente desenvolvidos (ROSTAGNO, 1990; ALBINO, 1991; PUPA, 1995; BRUGALLI, 1996; FISCHER JR., 1997; VIEITES, 2000a; NASCIMENTO 2000; NUNES, 2001a; RODRIGUES 2001a) com o objetivo de atualizar os valores nutricionais dos alimentos comumente utilizados nas rações das aves e também de conhecer o valor nutritivo de novos alimentos.

Desse modo, objetivou-se neste trabalho determinar a composição química, os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e os valores de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) de diferentes alimentos de origem vegetal passíveis de serem empregados nas rações de frangos de corte.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizado um ensaio biológico no setor de avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa - MG, com finalidade de determinar os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) de dezesseis alimentos de origem vegetal.

Os alimentos testados foram: três milhos de diferentes origens, milho de alta gordura, três farinhas de gérmen de milho, farelo de arroz, pasta integral de maracujá, levedura, três farinhas integrais de soja micronizada, farelo de soja de alta proteína, casca de soja, e soja integral tostada. (Apêndice A)

Para a determinação da composição química e energética dos alimentos avaliados foram realizadas as análises de matéria seca, energia bruta, nitrogênio, extrato etéreo, fibra bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, matéria mineral, cálcio e fósforo no Laboratório de Nutrição Animal de Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, segundo técnicas descritas por SILVA (1990).

Para a determinação dos valores de energia metabolizável foi utilizado o método tradicional de coleta total de excretas, com pintos em crescimento, no período de 21 a 31 dias de idade. Os pintos foram alojados do primeiro ao 20º dia de idade em um galpão de alvenaria, sendo posteriormente transferidos para as gaiolas de metabolismo, onde foram realizados os ensaios biológicos. O período

experimental foi de dez dias, sendo cinco dias para adaptação dos animais às rações experimentais e às baterias e cinco dias para coleta de excretas.

Foram utilizados 540 frangos machos, da linhagem comercial Ross com peso médio de 818 gramas, cada tratamento possuía 6 repetições e 6 aves por unidade experimental, distribuídos em delineamento inteiramente ao acaso, sendo quinze tratamentos para as rações testes e um para a ração referência.

Os alimentos foram adicionados a uma ração referência, descrita na Tabela 1, na proporção de 15, 25 ou 40%. Os alimentos energéticos substituíram 40% da ração referência, os alimentos protéicos substituíram 25% da ração referência e a pasta integral de maracujá substituiu 15% da ração referência.

Rações e água foram fornecidas à vontade durante o período experimental. As aves receberam luz natural e/ou luz artificial durante as 24 horas do dia. As coletas de excretas foram feitas duas vezes ao dia com intervalos de 12 horas entre cada coleta. Para evitar contaminações e perda de amostra experimental as bandejas foram revestidas com plástico, colocadas sob o piso de cada unidade experimental.

As excretas coletadas foram colocadas em sacos plásticos, devidamente identificadas, pesadas e armazenadas em freezer até o final do período de coleta. Quando então foram homogeneizadas e retiradas alíquotas, que foram colocadas em estufa de circulação de ar a temperatura de 60°C para a pré-secagem. Posteriormente foram realizadas as devidas análises laboratoriais (matéria seca, nitrogênio, energia bruta), no Laboratório de Nutrição Animal de Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, segundo técnicas descritas por SILVA (1990).

Ao término do experimento, foi determinada a quantidade de ração consumida por unidade experimental, durante os cinco dias de coleta.

Uma vez obtidos os resultados das análises laboratoriais dos alimentos, da ração-referência, das rações testes e das excretas, foram calculados os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida (EMAn), por meio de equações propostas por MATTERSON et al. (1965):

$$EMA_{RT} = \frac{EB_{ing.} - EB_{exc.}}{MS_{ing.}}$$

$$EMA_{RR} = \frac{EB_{ing.} - EB_{exc.}}{MS_{ing.}}$$

$$EMA_{Alim.} = EMA_{RR} + \frac{(EMA_{RT} - EMA_{RR})}{\% \text{ subst.}}$$

$$EMAn_{RT} = \frac{(EB_{ing.} - EB_{exc.}) \pm 8,22 \times BN}{MS_{ing.}}$$

$$EMAn_{RR} = \frac{(EB_{ing.} - EB_{exc.}) \pm 8,22 \times BN}{MS_{ing.}}$$

$$EMAn_{ALIM} = EMAn_{RR} + \frac{(EMAn_{RT} - EMAn_{RR})}{\% \text{ subst.}}$$

$$BN = N_{ing.} - (N_{exc.} - N_{exc. \text{ End.}})$$

Em que:

$EMA_{RT}$  = energia metabolizável aparente da ração-teste;

$EMA_{RR}$  = energia metabolizável aparente da ração referência;

$EMA_{ALIM}$  = energia metabolizável aparente do alimento;

$EMAn_{RT}$  = energia metabolizável aparente corrigida da ração teste;

$EMAn_{RR}$  = energia metabolizável aparente corrigida da ração referência;

$EMAn_{ALIM}$  = energia metabolizável aparente corrigida do alimento;

$EB_{ing.}$  = energia bruta ingerida;

$EB_{exc.}$  = energia bruta excretada;

$MS_{ing.}$  = matéria seca ingerida;

$BN$  = balanço de nitrogênio;

$N_{ing.}$  = Nitrogênio ingerido;

$N_{exc.}$  = Nitrogênio excretado e,

$N_{exc. End.}$  = Nitrogênio excretado de origem endógena.

Tabela 1: Composição percentual e valores nutricionais da ração referência:

<b>Ingredientes</b>	<b>(%)</b>
Milho	58,163
Farelo de soja	35,000
Óleo de soja	3,000
Fosfato bicálcico	1,799
Calcário	0,978
Sal comum	0,459
DL-Metionina 99%	0,200
L-lisina HCl 99%	0,120
Premix mineral <sup>1</sup>	0,050
Premix vitamínico <sup>2</sup>	0,100
Anticoccidiano (Salinomocina 12%)	0,055
Promotor (Avilamicina 10%)	0,006
Cloreto de colina 47%	0,060
BHT <sup>3</sup>	0,010
<b>Total</b>	<b>100,000</b>
<b>Composição Calculada</b>	
Energia metabolizável Kcal/Kg	3000
Proteína Bruta, %	21,10
Cálcio, %	0,960
Fósforo disponível, %	0,450
Sódio, %	0,222
Metionina + Cistina, %	0,860
Metionina + Cistina Digestível, %	0,760
Lisina total, %	1,180
Lisina digestível, %	1,061
Treonina total, %	0,812
Treonina digestível, %	0,707
Triptofano total, %	0,262
Triptofano digestível, %	0,236

1: Mistura mineral (Kg do produto) – Ferro, 80g; cobre, 10g; cobalto, 2g; manganês, 80g; zinco, 50g; iodo, 1g; e Excipiente qsp., 500g

2: Mistura vitamínica (Kg do produto) - Suplemento vitamínico contendo: Vit. A - 10.000.000 U.I.; Vit. D<sub>3</sub> - 2.000.000 U.I.; Vit. E - 30.000 U.I.; Vit. B<sub>1</sub> - 2,0 g; Vit. B<sub>2</sub> - 6,0 g; Vit. B<sub>6</sub> - 4,0 g; Vit. B<sub>12</sub> - 0,015 g; Ác. pantotênico - 12,0 g; Biotina - 0,1 g; Vit. K<sub>3</sub> - 3,0 g; Ác. fólico - 1,0 g; Ác. nicotínico - 50,0 g; Selênio - 250,0 mg; e Excipiente q.s.p. - 1000 g;

3: Antioxidante (Butil hidroxi tolueno)

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Composição química e energética

A temperatura média no interior da sala de metabolismo durante a fase experimental, registrada às 8:00 e 17:00 hs, estão apresentadas na tabela 2.

Tabela 2 – Valores de temperatura máxima e mínima e seus respectivos desvios padrão

Horários	Temperaturas (°C)	
	Máxima	Mínima
08:00	24,6 ± 2,1	21,8 ± 1,4
17:00	25,0 ± 1,6	20,2 ± 1,9

A composição química e os valores de energia bruta dos alimentos avaliados encontram-se apresentados na tabela 3.

Observou-se grande variação na composição química entre os alimentos estudados. Esta variação é normal, principalmente em se tratando de alimentos de diferentes origens, condições de cultivo e de solo, clima, cultivares e classificação (ALBINO e SILVA 1996). No entanto, entre os mesmos alimentos (milho grão 1, 2 e 3; farinha de gérmen de milho 1, 2 e 3; farinha integral de soja

micronizada 1, 2 e 3) as diferenças foram tão discrepantes aos demais resultados na literatura .

Em função do teor de proteína bruta (PB) os alimentos podem ser classificados em protéicos (com mais de 20% de PB) e energéticos (com menos de 20% de PB). Dentre os alimentos protéicos os maiores valores foram obtidos com o farelo de soja de alta proteína com 49,70% de PB, seguido da farinha integral de soja micronizada 1 com 39,06% e o menor valor foi obtido com a levedura com 34,36% de PB. Dentre os alimentos considerados energéticos os valores de PB variaram de 5,96 obtidos com o milho 1 à 16,20% na casca de soja.

Para os milhos 1, 2 e 3, os valores médios de PB são inferiores aos descritos por ROSTAGNO et al. (2000), RODRIGUES et al. (2001a), CARVALHO et al. (2004) e, semelhantes aos valores citados por NUNES (2003) e D'AGOSTINI et al. (2004). O milho de alta gordura possuiu valores inferiores aos descritos na Tabela FEDNA (Composição e Valor Nutritivo de Alimentos - 2003). Já os valores encontrados para as farinhas de gérmen de milho 1, 2 e 3 são superiores aos citados por ROSTAGNO et al. (2000), RODRIGUES et al. (2001a).

A casca de soja apresentou valores de PB 35% superiores aos encontrados na tabela da Empresa brasileira de pesquisa agropecuária – EMBRAPA (1991) e 20% superiores aos encontrados na tabela FEDNA (2003).

O farelo de arroz integral apresentou valores de PB inferiores aos descritos por ALBINO et al. (1992) e superiores aos encontrados na tabela EMBRAPA (1991).

Os valores de PB da levedura quando comparados aos valores obtidos por ROSTAGNO et al. (2000) foram apenas 2% superiores.

Tabela 3 - Composição química e valores de energia bruta dos alimentos, expressos na matéria natural<sup>1,2</sup>

Alimentos	MS(%)	PB(%)	EE(%)	MM (%)	Ca (%)	P (%)	FB(%)	FDN(%)	FDA(%)	HEMI(%)	EB(Kcal/Kg)
Milho grão 1	89,79	7,26	3,25	1,22	0,01	0,17	1,86	11,45	3,51	7,94	3939
Milho grão 2	89,24	7,58	3,50	1,37	0,04	0,27	1,95	11,92	3,82	8,10	3822
Milho grão 3	89,05	7,62	3,37	1,20	0,03	0,20	1,74	12,02	3,94	8,08	3992
Milho de alta gordura	88,34	8,15	6,20	1,14	0,02	0,26	2,93	10,80	3,35	7,45	4216
Far. de gérmen de milho 1	89,21	10,65	9,96	3,36	0,02	0,52	7,89	43,78	13,19	30,59	4234
Far. de gérmen de milho 2	89,82	12,16	10,72	4,08	0,03	0,78	5,82	37,17	11,85	25,32	4414
Far. de gérmen de milho 3	88,28	10,13	9,96	2,62	0,02	0,41	2,18	30,25	9,09	21,16	4216
Pasta Integral de maracujá	90,69	12,42	6,04	1,14	0,05	0,25	34,85	68,04	64,92	3,12	5435
Soja Integral tostada	90,42	36,40	18,75	4,46	0,28	0,50	8,38	14,71	14,00	0,71	5154
Far. int. de soja micronizada 1	91,48	39,06	21,26	4,44	0,19	0,45	1,56	13,72	1,28	12,44	5373
Far. int. de soja micronizada 2	91,44	38,43	20,56	4,43	0,17	0,47	0,70	28,93	3,60	25,33	5370
Far. int. de soja micronizada 3	90,79	38,12	21,17	4,44	0,16	0,49	1,62	33,20	14,69	18,51	5332
Farelo de soja de alta proteína	88,18	49,70	1,34	5,09	0,27	0,52	3,70	26,58	25,44	1,15	4142
Casca de soja	89,00	16,20	3,53	4,51	0,56	0,17	31,72	58,01	47,90	10,11	4274
Farelo de arroz integral	89,41	13,30	15,71	8,41	0,04	1,81	7,65	24,50	9,12	15,38	4389
Levedura	93,43	34,36	0,53	3,52	0,19	0,69	0,38	Nd <sup>3</sup>	Nd <sup>3</sup>	Nd <sup>3</sup>	4143

<sup>1</sup>Análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

<sup>2</sup>MS = matéria seca; PB= proteína bruta; EE= extrato etéreo; MM=matéria mineral; Ca= cálcio; P= fósforo total; FB= fibra bruta; FDN= fibra em detergente neutro; FDA= fibra em detergente ácido; Hemi = hemicelulose (Hemi = FDN – FDA) e EB = energia bruta.

<sup>3</sup> Nd = Não determinado

Os valores médios de extrato etéreo (EE) encontrados para os milhos 1, 2 e 3 são superiores aos valores citados por RODRIGUES et al. (2001a) e, semelhantes aos valores encontrados no NRC (1994), ROSTAGNO et al. (2000) e NUNES (2003), e ainda, inferiores aos descritos por CARVALHO et al. (2004) evidenciando as diferenças que podem ser ocasionadas por diferentes origens, condições de solo, clima, cultivares dentre outras conforme já mencionado. O milho de alta gordura obteve valor médio de extrato etéreo 58% superior aos valores médios obtidos com os três milhos avaliados neste trabalho. Os valores médios encontrados para as farinhas de gérmen de milho 1, 2 e 3 foram superiores aos descritos por ROSTAGNO et al. (2000) e RODRIGUES et al. (2001a).

Já os valores de EE encontrados para o farelo de arroz integral foram em média 10,5% superiores aos encontrados na tabela EMBRAPA (1991) e 14% superiores aos descritos por ROSTAGNO et al. (2000) permitindo que ele seja classificado como farelo de arroz integral.

Os valores de EE obtidos com a casca de soja foram 37% superiores aos encontrados na tabela EMBRAPA (1991) e semelhantes aos encontrados na tabela FEDNA (2003).

Os alimentos de característica protéica como a soja integral tostada, farelo de soja de alta proteína, as farinhas de soja micronizada possuem valores de EE semelhantes aos descritos por ROSTAGNO et al. (2000) e RODRIGUES et al. (2002a).

Os valores de extrato EE na levedura foram 31% inferiores aos da tabela EMBRAPA (1991) e 19% superiores aos descritos por ROSTAGNO et al. (2000).

Dentre os valores médios determinados para fibra bruta (FB) os maiores foram 34,85 e 31,72% encontrados respectivamente na pasta integral de maracujá e na casca de soja, o que já era esperado, devido a alta concentração de cascas presentes neste alimento resultando em um material fibroso e refletindo nos maiores valores de FDA para estes alimentos. Foi observado que a casca de soja apresentou valores semelhantes aos encontrados na tabela EMBRAPA (1991) e

na tabela FEDNA (2003). Também, foram consideráveis os valores de FB encontrados para as farinhas de gérmen de milho 1 e 2, estes valores são superiores aos descritos por ROSTAGNO et al. (2000) e RODRIGUES et al. (2001a). No entanto a farinha de gérmen de milho 3 apresentou valores semelhantes aos citados por estes mesmos autores citados.

O valor de energia bruta (EB) dos três milhos foi semelhante aos descritos por ROSTAGNO et al. (2000), RODRIGUES et al. (2001a), NUNES (2003) e CARVALHO et al. (2004). O milho de alta gordura apresentou maiores valores de EB em relação aos três milhos normais. Este maior valor já era esperado devido o maior conteúdo de EE. Segundo descrições da tabela FEDNA (2003) para cada acréscimo de 1% a mais de gordura no alimento ocorre aumento de aproximadamente 37 a 40 Kcal nos valores de EM. As três farinhas de gérmen de milho apresentaram valores energéticos similares aos obtidos por ROSTAGNO et al. (2000) e RODRIGUES et al. (2001a).

A soja integral tostada apresentou valores de EB inferiores aos da tabela EMBRAPA (1991) e similares aos obtidos por ROSTAGNO et al. (2000) e RODRIGUES et al. (2002a). As três farinhas integrais de soja micronizada avaliadas obtiveram valores energéticos superiores aos obtidos por ROSTAGNO et al. (2000) e semelhantes aos descritos por RODRIGUES et al. (2002a). A casca de soja obteve valores de EB superiores aos encontrados na tabela EMBRAPA (1991).

O farelo de arroz integral obteve valores energéticos superiores aos encontrados na tabela EMBRAPA (1991), no entanto, foram inferiores aos obtidos por ALBINO et al. (1992) e similares aos descritos por ROSTAGNO et al. (2000).

Comparando-se os valores de EB obtidos da levedura avaliada neste trabalho com os valores descritos na tabela EMBRAPA (1991) e por ROSTAGNO et al. (2000) nota-se que ambos foram similares aos valores do alimento avaliado neste trabalho.

A pasta integral de maracujá apresentou valores de EB semelhante aos encontrados nas farinhas integrais de soja micronizada e valores de proteína

semelhante a soja integral evidenciando o seu caráter protéico. No entanto a principal limitação para a sua utilização seria o considerável valor de fibra bruta encontrados neste alimento.

### 3.2. Valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn)

Os valores de EMA e EMAn e seus respectivos desvios-padrão estão representados na Tabela 4.

Houve diferença nos valores de EMA e de EMAn, entre os alimentos devido às variações encontradas em sua composição química.

Não foi possível a determinação dos valores de EMA e EMAn das farinhas de gérmen de milho 1 e 2 devido a pequena quantidade dos alimentos que foi enviada pelos fabricantes.

Tabela 4 - Valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn), expressos na matéria seca, e seus respectivos desvios-padrão (DP).

Alimentos	EMA (Kcal/Kg)	EMAn (Kcal/Kg)
Milho grão 1	3815 ± 153	3779 ± 149
Milho grão 2	3769 ± 189	3736 ± 180
Milho grão 3	3862 ± 118	3830 ± 116
Milho de alta gordura	4106 ± 83	4070 ± 80
F. de gérmen de milho 3	3420 ± 104	3325 ± 101
Pasta Integral de maracujá	3452 ± 145	3283 ± 138
Soja Integral tostada	3781 ± 110	3627 ± 98
F. int. de soja micronizada 1	3945 ± 140	3773 ± 131
F. int. de soja micronizada 2	4106 ± 342	3892 ± 320
F. int. de soja micronizada 3	2139 ± 159	2043 ± 156
Farelo de soja de alta proteína	2348 ± 54	2250 ± 40
Casca de soja	915 ± 91	833 ± 87
Farelo arroz	2657 ± 87	2614 ± 82
Levedura	2630 ± 88	2475 ± 83

Os alimentos considerados energéticos tiveram seus valores de EMA variando de 2657 a 4106 kcal/kg e EMAn variando de 2614 a 4070 kcal/kg de

matéria seca. Já os alimentos considerados protéicos tiveram seus valores de EMA variando de 2139 a 4106 kcal/kg de EMAn variando de 2043 a 3892 kcal/kg de matéria seca.

Os valores de EMA foram em média 3,19% superiores aos de EMAn, isto significa que os valores de EMA foram em média 101 Kcal superiores em relação aos valores de EMAn. Esta é uma característica normal quando os valores de energia metabolizável são determinados com aves em crescimento, pois nesta fase ocorre maior retenção de nitrogênio para que ocorra deposição de tecido protéico, e esta é mais acentuada quando se faz correção pelas perdas endógenas e metabólicas.

De acordo com LEESON & SUMMERS (2001) e NUNES (2003), é necessário corrigir os valores estimados de energia pelo balanço de nitrogênio. Pois durante um ensaio de metabolismo, é impossível assegurar que todas as aves apresentem a mesma taxa de crescimento, tornando-se necessário à correção para o balanço de nitrogênio. De acordo com LEESON & SUMMERS (2001), os valores de energia metabolizável, quando corrigidos pelo balanço de nitrogênio, tendem a ser sempre menores, desde que as aves apresentem balanço de nitrogênio positivo, ou seja, não houve perda de peso e conseqüente degradação de tecido muscular, o que explica os menores valores de EMAn encontrados neste trabalho.

Os valores encontrados de EMAn dos milhos 1, 2 e 3 foram superiores aos obtidos por ROSTAGNO et al. (2000) e semelhantes aos valores apresentados por RODRIGUES et al. (2001a), no entanto, foram inferiores aos resultados obtidos por NUNES (2003) e CARVALHO et al. (2004). Já o valor obtido com o milho de alta gordura foi 6,8% superior ao encontrado na tabela FEDNA (2003).

Os resultados obtidos com a farinha de gérmen de milho 3 foram em média 11,5% superiores aos obtidos por ROSTAGNO et al. (2000) e semelhantes aos resultados obtidos por RODRIGUES et al. (2001a).

Os valores energéticos obtidos com a soja integral tostada foram superiores aos valores obtidos por CAFÉ (1993), ROSTAGNO et al. (2000), RODRIGUES

et al. (2002a) e NUNES (2003). Comparando as farinhas integrais de soja micronizada 1, 2 e 3 nota-se que a farinha integral de soja micronizada 2 foi a que apresentou maior valor de EMA e de EMAn. Estas farinhas integrais de soja micronizada 1, 2 e 3 apresentavam 4, 6 e 8% de umidade respectivamente, como declarado pelo fabricante. Estes valores refletem possivelmente ao processamento no qual estes alimentos foram submetidos. Desse modo pode-se afirmar que o melhor processamento ocorreu com a farinha integral de soja micronizada 2, e as farinhas integrais de soja micronizada 1 e 3 foram super e sub-processadas, respectivamente. Os valores obtidos com a farinha integral de soja micronizada 2 foram semelhante aos resultados obtidos por ROSTAGNO et al. (2000) e RODRIGUES et al. (2002a).

Os valores obtidos com a casca de soja foram de 915,54 e 833,35 kcal/kg de matéria seca para EMA e EMAn respectivamente. Estes valores estão em acordo com os valores encontrados na tabela FEDNA (2003). Os baixos valores encontrados já eram esperados uma vez que a maior parte da fibra presente possui baixa degradação, resultando em uma degradação incompleta no sistema digestivo das aves devido a elevada taxa de passagem dos alimentos.

Os resultados obtidos com o farelo de arroz foram 21% inferiores aos citados por ALBINO et al. (1992) e 7,6% superiores aos citados por ROSTAGNO et al. (2000).

A levedura apresentou valores de EMAn 16 e 2,4% inferiores aos encontrados na tabela EMBRAPA (1991) e os descritos por ROSTAGNO et al. (2000).

A pasta integral de maracujá apresentou consideráveis valores de EMAn sendo semelhantes aos valores da farinha de gérmen de milho.

#### **4. RESUMO E CONCLUSÃO**

A presente pesquisa foi conduzida no setor de avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, com duração de 10 dias. Foi realizado um ensaio biológico em baterias metálicas, utilizando o método tradicional de coleta total de excretas, com o objetivo de determinar os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn) de 14 alimentos de origem vegetal passíveis de serem utilizados para a alimentação de aves. Os alimentos testados foram três amostras de milhos, milho de alta gordura, farinha de gérmen de milho, farelo de arroz, pasta integral de maracujá, soja integral tostada, casca de soja, farelo de soja de alta proteína, três farinhas integrais de soja micronizada e levedura. Foram utilizados 540 pintos machos da marca comercial ROSS, com 21 dias de idade, distribuídos em um delineamento inteiramente ao acaso, com 14 rações-teste e uma ração-referência, cada tratamento era composto por seis repetições com seis aves por unidade experimental. As aves receberam ração e água à vontade durante todos os dez dias do período experimental, os cinco dias iniciais foram destinados para adaptação as rações experimentais e ao ambiente. Os cinco dias finais foram destinados à coleta de excretas de cada unidade experimental. As coletas foram realizadas duas vezes por dia. Pode-se concluir que os valores de EMA foram em média, para os alimentos milho 1, 2 e 3; milho de alta gordura, farinha de gérmen de milho, farelo de arroz, pasta integral de maracujá, soja integral, casca de soja, farelo de soja de alta proteína, farinha integral de soja micronizada 1, 2 e 3; e

levedura, respectivamente 3715; 3669; 3762; 3738; 3420,04; 2657; 3452; 3781; 915; 2348; 3945; 4106; 2139 e 2630 kcal/kg de matéria seca. Os valores de EMAn foram em média, para os alimentos milho 1, 2 e 3; milho de alta gordura, farinha de gérmen de milho, farelo de arroz, pasta integral de maracujá, soja integral, casca de soja, farelo de soja de alta proteína, farinha integral de soja micronizada 1, 2 e 3; e levedura, respectivamente 3679; 3636; 3730; 3702; 3325; 2614; 3283; 3627; 833; 2250; 3773; 3892; 2043 e 2475 kcal/kg de matéria seca. Foi observada diferenças na composição química e nos valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn) nos alimentos em função de variações decorrentes da composição do solo, do regime hídrico, da variedade que está sendo cultivada, do tempo de armazenamento dentre outros. Desta forma pode-se concluir que devido estas variações nos valores de EMA e de EMAn apresentados neste trabalho existe a necessidade de constantes pesquisas que determinem e atualizem estes valores.

## **CAPÍTULO 2**

### **VALORES DE ENERGIA METABOLIZÁVEL APARENTE E APARENTE CORRIGIDA DE DIFERENTES ALIMENTOS DE ORIGEM ANIMAL PARA FRANGOS DE CORTE**

#### **1. INTRODUÇÃO**

No Brasil existem grandes redes de indústrias de abatedouros que tornam os resíduos do abate e do processamento disponível em todas as épocas do ano não apresentando os efeitos de sazonalidade.

O grande número de animais abatidos gera altas quantidades de resíduos de abatedouro. Os subprodutos de abatedouros avícolas são compostos principalmente por sangue, penas, vísceras (intestinos e pulmões), pés, cabeças, carcaças condenadas, aves mortas durante o transporte e ossos provenientes da separação da carne (JORGE NETO, 1994).

Os alimentos de uma maneira geral apresentam variações na composição. Particularmente os alimentos de origem animal apresentam variações maiores devido diferenças nas quantidades dos subprodutos utilizados originando diferentes farinhas, evidenciando a necessidade de pesquisas relacionadas à determinação destes valores (ALBINO et al.1996).

O processamento dos subprodutos de abatedouros tem como principal finalidade a redução da carga poluente e a redução da população de microorganismos patogênicos. Este processamento permite melhorar a utilização destes subprodutos, aumentando o tempo de estoque e melhorando a digestibilidade dos nutrientes. A qualidade dos subprodutos de origem animal depende da eficiência do processo hidrolítico durante o processamento que ocorre em digestores onde são combinados tempo, temperatura, umidade e pressão (McCASLAND e RICHARDSON, 1966).

Quando se utilizam os subprodutos de abatedouros, atenção especial deve ser dada à composição química e ao conteúdo energético, uma vez que existe dificuldade nas seções de graxaria de abatedouros em adotar um padrão contínuo no material produzido devido as diferenças no processamento, ao tipo e a proporção dos constituintes das farinhas (ALBINO et al. 1996).

Devido as diferenças encontradas nestes alimentos pesquisas devem ser feitas para se determinar a composição e os valores energéticos destes alimentos.

Desse modo, objetivou-se neste determinar os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) de diferentes alimentos de origem animal para aves.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

Foi realizado um ensaio biológico no setor de avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa - MG, com finalidade de determinar os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) de oito alimentos de origem animal.

Os alimentos testados foram: farinha de carne, farinha de vísceras mista, farinha de vísceras suínas, farinha de vísceras de aves, farinha de penas 1, farinha de penas 2, plasma sanguíneo e hemáceas. (Apêndice B)

Para a determinação da composição química e energética dos alimentos avaliados foram realizadas as análises de matéria seca, energia bruta, nitrogênio, extrato etéreo, fibra bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, matéria mineral, cálcio e fósforo no Laboratório de Nutrição Animal de Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, segundo técnicas descritas por SILVA (1990).

Foi utilizado o método tradicional de coleta total de excretas, com pintos em crescimento, no período de 21 a 31 dias de idade. Os pintos foram alojados do primeiro ao 20<sup>o</sup> dia de idade em um galpão de alvenaria, sendo posteriormente transferidos para as gaiolas de metabolismo, onde foram realizados os ensaios biológicos.

O período experimental foi de dez dias, sendo cinco dias para adaptação dos animais às rações experimentais e às baterias e cinco dias para coleta de excretas.

Foram utilizados 324 pintos de corte em crescimento machos, da linhagem comercial Ross, com peso médio de 825 gramas, cada tratamento possuía 6 repetições e 6 aves por unidade experimental, distribuídos em delineamento inteiramente ao acaso, sendo oito tratamentos para as rações testes e um para a ração referência.

Os alimentos foram adicionados a uma ração referência descrita na Tabela 1 na proporção de 25 ou 30%. Todos os alimentos substituíram a ração referência em 25%, exceto o plasma que substituiu a ração referência em 30%.

Rações e água foram fornecidas à vontade durante todo o experimental. As aves receberam luz natural e ou luz artificial durante as 24 horas do dia. As coletas de excretas foram feitas duas vezes ao dia com intervalos de 12 horas entre cada coleta. Para evitar contaminações e perda de amostra experimental as bandejas foram revestidas com plástico, colocadas sob o piso de cada unidade experimental.

As excretas coletadas foram acondicionadas em sacos plásticos, devidamente identificadas, pesadas e armazenadas em freezer até o final do período de coleta. Quando então foram homogeneizadas e retiradas alíquotas nas quais foram realizadas pré-secagem (em estufa de circulação de ar a temperatura de 60°C) e as devidas análises laboratoriais (matéria seca, nitrogênio, energia bruta) realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa segundo metodologia descrita por SILVA (1990).

No final do experimento, determinou-se a quantidade de ração consumida por unidade experimental, durante os cinco dias de coleta.

Uma vez obtidos os resultados das análises laboratoriais dos alimentos, da ração-referência, das rações testes e das excretas, foram calculados os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida (EMAn), por meio de equações propostas por MATTERSON et al. (1965):

$$EMA_{RT} = \frac{EB_{ing.} - EB_{exc.}}{MSing.}$$

$$EMA_{RR} = \frac{EB_{ing.} - EB_{exc.}}{MSing.}$$

$$EMA_{Alim.} = EMA_{RR} + \frac{(EMA_{RT} - EMA_{RR})}{\% \text{ subst.}}$$

$$EMAn_{RT} = \frac{(EB \text{ ing.} - EB \text{ exc.}) \pm 8,22 \times BN}{MSing.}$$

$$EMAn_{RR} = \frac{(EB \text{ ing.} - EB \text{ exc.}) \pm 8,22 \times BN}{MSing.}$$

$$EMAn_{ALIM} = EMAn_{RR} + \frac{(EMAn_{RT} - EMAn_{RR})}{\% \text{ subst.}}$$

$$BN = N_{ing.} - (N_{exc.} - N_{exc. \text{ End.}})$$

Em que:

$EMA_{RT}$  = energia metabolizável aparente da ração-teste;

$EMA_{RR}$  = energia metabolizável aparente da ração referência;

$EMA_{ALIM}$  = energia metabolizável aparente do alimento;

$EMAn_{RT}$  = energia metabolizável aparente corrigida da ração teste;

$EMAn_{RR}$  = energia metabolizável aparente corrigida da ração referência;

$EMAn_{ALIM}$  = energia metabolizável aparente corrigida do alimento;

EB ing. = energia bruta ingerida;

EB exc. = energia bruta excretada;

MS ing. = matéria seca ingerida;

BN = balanço de nitrogênio;

N ing. = Nitrogênio ingerido;

N exc. = Nitrogênio excretado e,

N exc. end. = Nitrogênio excretado de origem endógena.

Tabela 1: Composição percentual e valores nutricionais da ração referência:

<b>Ingredientes</b>	<b>(%)</b>
Milho	58,163
Farelo de soja	35,000
Óleo de soja	3,000
Fosfato bicálcico	1,799
Calcário	0,978
Sal comum	0,459
DL-Metionina 99%	0,200
L-lisina HCl 99%	0,120
Premix mineral <sup>1</sup>	0,050
Premix vitamínico <sup>2</sup>	0,100
Anticoccidiano (Salinomicina 12%)	0,055
Promotor (Avilamicina 10%)	0,006
Cloreto de colina 47%	0,060
BHT <sup>3</sup>	0,010
<b>Total</b>	<b>100,000</b>
<b>Composição Calculada</b>	
Energia metabolizável Kcal/Kg	3000
Proteína Bruta, %	21,10
Cálcio, %	0,960
Fósforo disponível, %	0,450
Sódio, %	0,222
Metionina + Cistina, %	0,860
Metionina + Cistina Digestível, %	0,760
Lisina total, %	1,180
Lisina digestível, %	1,061
Treonina total, %	0,812
Treonina digestível, %	0,707
Triptofano total, %	0,262
Triptofano digestível, %	0,236

1: Mistura mineral (Kg do produto) – Ferro, 80g; cobre, 10g; cobalto, 2g; manganês, 80g; zinco, 50g; iodo, 1g; e Excipiente qsp., 500g

2: Mistura vitamínica (Kg do produto) - Suplemento vitamínico contendo: Vit. A - 10.000.000 U.I.; Vit. D<sub>3</sub> - 2.000.000 U.I.; Vit. E - 30.000 U.I.; Vit. B<sub>1</sub> - 2,0 g; Vit. B<sub>2</sub> - 6,0 g; Vit. B<sub>6</sub> - 4,0 g; Vit. B<sub>12</sub> - 0,015 g; Ác. pantotênico - 12,0 g; Biotina - 0,1 g; Vit. K<sub>3</sub> - 3,0 g; Ác. fólico - 1,0 g; Ác. nicotínico - 50,0 g; Selênio - 250,0 mg; e Excipiente q.s.p. - 1000 g;

3: Antioxidante (Butil hidroxi tolueno)

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Composição química e energética

A temperatura média no interior da sala de metabolismo, durante a fase experimental, registrada às 8:00 e 17:00 hs, estão demonstradas na Tabela 2.

Tabela 2 – Valores de temperatura máxima e mínima e seus respectivos desvios padrão

Horários	Temperaturas (°C)	
	Máxima	Mínima
08:00	24,6 ± 2,1	21,8 ± 1,4
17:00	25,0 ± 1,6	20,2 ± 1,9

Os valores de composição química e de energia bruta dos alimentos encontram-se na Tabela 3.

A composição química e energética dos alimentos variou entre os mesmos, o que já era esperado devido diferenças nos alimentos e a não padronização dos métodos de processamento destes.

Os valores de proteína bruta (PB) obtidos com a farinha de carne estão próximos aos valores de uma das farinhas de carne e ossos testadas por VIEITES et al. (2000a) e a farinha de carne e ossos (55%) obtidos por ROSTAGNO et al. (2000). No entanto, os valores estão em média 24,3% superiores aos descritos

por NUNES (2003) e em acordo com o art. 322-D do RIISPOA (Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal), no qual estabelece que a farinha de carne e ossos deve possuir um conteúdo mínimo de 40% em proteína bruta.

A farinha de vísceras de aves, a farinha de vísceras suínas e as farinhas de penas tiveram os valores de PB inferiores aos encontrados por ROSTAGNO et al. (2000), no entanto, estão dentro da magnitude de valores citados por NASCIMENTO et al. (2002) e NUNES (2003). Todas as farinhas de vísceras testadas neste trabalho não estão de acordo com os padrões da ANFAR – Associação Nacional dos Fabricantes de Ração - (1998) que determinam um mínimo de 58% de proteína bruta. O mesmo ocorre com as duas farinhas de penas testadas, que não possuíam o mínimo de 80% de proteína bruta exigido conforme padrões estabelecidos por ANFAR (1998).

Tabela 3 - Composição química e energética dos alimentos expressos na matéria natural<sup>1,2</sup>

Alimentos	MS(%)	PB(%)	EE(%)	Ca (%)	P (%)	MM (%)	FB(%)	EB(Kcal/Kg)
Far. carne	91,73	53,63	9,88	6,63	3,20	22,85	1,26	4306
Far.vísceras mista	95,22	56,12	13,16	4,36	2,28	15,36	1,17	4453
Far. vísc. suínas	89,23	46,17	12,82	5,75	3,48	22,64	1,17	4292
Far. vísc. aves	92,98	50,44	14,43	3,06	2,52	10,22	3,60	4573
Far. Penas 1	91,60	70,97	3,74	2,00	1,52	7,20	0,97	5184
Far. Penas 2	91,71	73,78	5,60	0,55	0,94	2,36	4,57	5244
Plasma sanguíneo	92,07	68,19	3,95	0,11	0,16	8,83	0,05	4768
Hemáceas	90,89	76,15	0,68	0,14	0,28	4,53	0,03	5061
Far. sangue 1	93,92	77,36	0,26	0,16	0,21	3,49	0,05	5025
Far. sangue 2	95,04	80,82	0,34	0,16	0,23	3,72	0,07	5072
Far. sangue 3	93,56	78,00	0,25	0,15	0,20	3,66	0,05	5022

<sup>1</sup> Análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

<sup>2</sup> MS = matéria seca; PB= proteína bruta; EE= extrato etéreo; MM=matéria mineral; Ca= cálcio; P= fósforo total; FB= fibra bruta e EB = energia bruta.

Os resultados obtidos com as farinhas de sangue 1, 2 e 3 foram ligeiramente superiores aos descritos por ROSTAGNO et al. (2000).

Os resultados de proteína bruta (PB) obtidos com o plasma foram 2,6 e 8,1% inferiores aos valores descritos na tabela FEDNA (composição e valor nutritivo de alimentos - 2003) e por D'AGOSTINI et al. (2004) respectivamente.

Os valores de extrato etéreo (EE) encontrados na farinha de carne é inferior aos obtidos por VIEITES et al. (2000a), por ROSTAGNO et al. (2000) e nas tabelas da Empresa brasileira de pesquisa agropecuária – EMBRAPA (1991), mas semelhante a uma das farinhas de carne testadas por NUNES (2003).

Todas as farinhas de vísceras estão dentro do nível mínimo aceitável de 10% de EE e semelhantes aos valores relatados por NASCIMENTO et al. (2002) e NUNES (2003), no entanto, foram inferiores aos obtidos por ROSTAGNO et al. (2000) e por D'AGOSTINI et al. (2004).

Os resultados das farinhas de penas avaliadas neste trabalho foram semelhantes aos valores de EE obtidos por NASCIMENTO et al. (2002) e superiores aos citados por NUNES (2003). O nível mínimo aceitável de EE para farinha de penas é de 2% conforme os padrões da ANFAR (1998).

As farinhas de sangue 1, 2 e 3 apresentaram um teor de EE inferior ao descritos por ROSTAGNO et al. (2000) e na tabela FEDNA (2003). O plasma apresentou valores superiores aos descritos por ROSTAGNO et al. (2000) e D'AGOSTINI et al. (2004).

Os valores de matéria mineral (MM) obtidos nas farinhas de carne, de vísceras, vísceras de aves e de vísceras suínas foram inferiores aos obtidos por VIEITES et al. (2000a), ROSTAGNO et al. (2000) e NASCIMENTO et al. (2002).

Para a farinha de penas o teor máximo aceitável de matéria mineral (MM) é de 3%. Apenas a farinha de penas 2 está dentro do padrão mínimo de 3% de MM. Os valores obtidos com este alimento foram superiores aos descritos por ROSTAGNO et al. (2000) e semelhantes aos descritos por NASCIMENTO et al. (2002).

Os valores de MM do plasma sanguíneo foram inferiores aos apresentados por ROSTAGNO et al. (2000) e semelhantes aos obtidos por D'AGOSTINI et al. (2004).

As três farinhas de sangue obtiveram valores de MM inferiores aos encontrados na tabela EMBRAPA (1991) e semelhantes aos obtidos por ROSTAGNO et al. (2000).

Quando comparamos os valores de MM das hemáceas estes foram 27% superiores aos valores referentes à hemoglobina encontrados na tabela FEDNA (2003).

Os valores de MM do plasma sanguíneo foram superiores aos apresentados por D'AGOSTINI et al. (2004).

Os valores de energia bruta (EB) correlacionam-se negativamente com os teores de matéria mineral. Os valores obtidos de EB com a farinha de carne foram superiores aos descritos por ALBINO et al. (1992) e VIEITES et al. (2000a) e semelhantes aos valores citados para as farinhas de carne e ossos 60% por ROSTAGNO et al. (2000). Os valores obtidos com as farinhas de vísceras, farinhas de vísceras de aves, farinhas de vísceras suínas e farinhas de penas estão de acordo com os dados obtidos por ROSTAGNO et al. (2000) e NASCIMENTO et al. (2002).

As três farinhas de sangue apresentaram valores de EB semelhantes aos encontrados por ROSTAGNO et al. (2000) e 2,4% superiores aos descritos na tabela FEDNA (2003).

O valor de EB do plasma foi inferior ao encontrado por ROSTAGNO et al. (2000) e superior ao encontrado por D'AGOSTINI et al (2004).

Estas diferenças na composição química e energética dos alimentos de origem animal eram esperadas e enfatiza a importância de se determinar estes valores para que sejam utilizados para calcular dietas mais precisas que atendam adequadamente as exigências dos animais.

### **3.2. Valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn)**

Os valores de EMA, EMAn, e seus respectivos desvios-padrão estão representados na Tabela 4.

Houve variação entre os valores de EMA e de EMAn e entre os alimentos estudados devido, provavelmente, às variações encontradas em sua composição química. Os valores variaram de 2311 a 3686 e 2229 a 3585 kcal/kg da matéria seca, para EMA e EMAn, respectivamente.

Não foi possível a determinação dos valores de EMA e de EMAn das farinhas de sangue 1, 2 e 3 devido a pequena quantidade dos alimentos que foi enviada pelos fabricantes.

Os valores de EMA foram em média 4% superiores aos de EMAn, representando em média 118 Kcal a mais. Isto é uma característica normal aos valores de EM quando determinados pelo método tradicional com pintos, pois esta fase é caracterizada por uma maior retenção de nitrogênio pelas aves, o qual se torna mais acentuado com a correção pelas perdas endógenas e metabólicas.

A redução nos valores de EMA, quando corrigidos pelo balanço de nitrogênio, é proporcionada pelo efeito positivo das aves na retenção de nitrogênio, quando alimentadas à vontade.

Analisando diferentes farinhas de vísceras e farinhas de penas, NASCIMENTO et al. (2002) encontraram redução nos valores de EMAn das farinhas de vísceras, quando comparadas com a EMA. No entanto, para farinhas de penas os valores médios de EMAn foram superiores ao EMA, o que demonstrou claramente a interferência do balanço de nitrogênio nos valores energéticos dos alimentos.

Os resultados obtidos com a farinha de carne foram superiores aos valores descritos por VIEITES et al. (2000a), ROSTAGNO et al. (2000) e NUNES (2003).

Tabela 4 - Valores de energia metabolizável aparente (EMA) e de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn), expressos na matéria seca, e seus respectivos desvios-padrão.

Alimentos	EMA (Kcal/Kg)	EMAn (Kcal/Kg)
Far. carne	2599 ± 167	2506 ± 155
Far. vísceras mista	3121 ± 146	3027 ± 134
Far. vísc. suínas	2311 ± 91	2229 ± 106
Far. vísc. aves	2846 ± 113	2779 ± 111
Far. penas 1	2688 ± 132	2523 ± 124
Far. penas 2	2815 ± 93	2753 ± 106
Plasma sanguíneo	3597 ± 362	3312 ± 293
Hemáceas	3686 ± 260	3585 ± 182

Os valores de EMA e EMAn obtidos com as farinhas de vísceras foram semelhantes aos obtidos por ROSTAGNO et al. (2000) e inferiores aos obtidos por NASCIMENTO et al. (2002). Quando comparamos os resultados encontrados neste trabalho com os encontrados por NUNES (2003), a farinha de vísceras de aves apresentou valor semelhante, mas os valores de EMA e EMAn obtidos com a farinha de vísceras suínas foram em média 16,9% superiores aos encontrados pelo referido autor.

As farinhas de penas 1 e 2 tiveram valores semelhantes aos descritos por ROSTAGNO et al. (2000) e inferiores aos encontrados por NASCIMENTO et al. (2002), já os resultados obtidos por NUNES (2003) foram inferiores aos resultados obtidos com as duas farinhas de penas testadas neste trabalho.

Os valores de EMA e EMAn da hemáceas foi superior aos encontrados na tabela FEDNA (2003).

Os valores de EMA do plasma sanguíneo foram similares aos encontrados por D'AGOSTINI et al. (2004), no entanto, os valores de EMAn foram 4,6% inferiores aos valores descritos pelo referido autor, evidenciando a importância da correção pelo balanço de nitrogênio afim de obter valores mais precisos.

Os valores de EMAn são utilizados diretamente na formulação de rações e são encontrados com maior frequência nas tabelas de composição química dos alimentos.

#### **4. RESUMO E CONCLUSÃO**

A presente pesquisa foi conduzida no setor de avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, com duração de 10 dias. Foi realizado ensaio biológico em baterias metálicas, utilizando o método tradicional de coleta total de excretas, com o objetivo de determinar os valores de energia metabolizável aparente (EMA), e de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) de 8 alimentos de origem animal passíveis de serem utilizados na alimentação de aves. Os alimentos testados foram farinha de carne, farinha de vísceras, farinha de vísceras de aves, farinha de vísceras suínas, duas farinhas de penas, plasma sanguíneo e hemáceas. Foram utilizados 324 pintos machos da marca comercial ROSS, com 21 dias de idade, distribuídos em um delineamento inteiramente ao acaso, com 8 rações-teste e uma ração-referência, com seis repetições e seis aves por unidade experimental. As aves receberam ração e água à vontade durante todos os dez dias do período experimental, os cinco dias iniciais foram destinados para adaptação as rações experimentais e ao ambiente. Os cinco dias finais foram destinados à coleta de excretas de cada unidade experimental. As coletas foram realizadas duas vezes por dia. Os valores médios de EMA foram para a farinha de carne, farinha de vísceras, farinha de vísceras de aves, farinha de vísceras suínas, farinha de penas 1 e 2, plasma sanguíneo e hemáceas, respectivamente 2599, 3121, 2311, 2846,72; 2688, 2815, 3597 e 3686 kcal/kg de matéria seca. Os valores médios de EMAn foram para a farinha de carne, farinha de vísceras, farinha de vísceras de aves, farinha de vísceras suínas, farinha de penas 1 e 2, plasma sanguíneo e hemáceas, respectivamente

2506, 3027, 2229, 2779, 2523, 2753, 3312, e 3585 kcal/kg de matéria seca. Foi observada uma grande variação na composição química e nos valores de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) nos alimentos testados. Estes resultados podem ser em função de variações na composição e no processamento destes subprodutos por uma não padronização destes processos. Desta forma pode-se concluir que devido estas variações nos valores de EMA e de EMAn apresentados neste trabalho existe a necessidade de constantes pesquisas que determinem e atualizem estes valores.

## **CAPÍTULO 3**

### **DETERMINAÇÃO DOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE VERDADEIRA DOS AMINOÁCIDOS DE ALGUNS ALIMENTOS DE ORIGEM VEGETAL PARA FRANGOS DE CORTE**

#### **1. INTRODUÇÃO**

Após a década de 60 os nutricionistas passaram a formular as rações com base na digestibilidade dos aminoácidos para atender a necessidade proteica dos animais. Os valores de digestibilidade dos aminoácidos expressam melhor o conteúdo disponível para as aves melhorando o desempenho além de reduzir o custo das dietas.

Outra vantagem é o correto balanceamento dos aminoácidos uma vez que, o animal que recebe dieta com excesso ou com deficiência de aminoácidos tem sua eficiência produtiva reduzida. Isto porque em níveis mais elevados os aminoácidos são eliminados pelo organismo a um custo elevado de energia que poderia ser destinada a produção, além do nitrogênio ser liberado nas excretas podendo levar a uma poluição ambiental. Por outro lado em níveis mais baixos, a deficiência de um aminoácido prejudica a absorção dos demais aminoácidos e da mesma forma reduziria os índices produtivos.

O conhecimento da digestibilidade dos nutrientes representa uma melhora na eficiência de utilização dos alimentos e um aumento na precisão na formulação das rações (ROSTAGNO et al. 1999). Quando houver a substituição de alimentos tradicionais por alimentos alternativos pode resultar em rações deficientes em consequência das diferenças na digestibilidade dos aminoácidos. ROSTAGNO (1990), recomenda-se que se façam correções na digestibilidade dos nutrientes, quando são usados alimentos não convencionais ou alternativos.

Com isto objetivou-se neste trabalho determinar os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos e os valores de e aminoácidos digestíveis de alguns alimentos de origem vegetal para aves.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados quatro ensaios biológicos no setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa – MG, nos quais utilizou-se o método de alimentação forçada com galos Leghorn adultos, cecectomizados, pesando em média  $2,40 \text{ Kg} \pm 50\text{g}$ . Com o intuito de eliminar possíveis interferências no resultado foram realizadas cirurgias de cecectomia nos galos, usando-se a técnica descrita por PUPA et al. (1998) que consiste de uma laparoscopia abdominal com anestesia local.

Os alimentos testados foram: três milhos, milho de alta gordura, três farinhas de gérmen de milho, farelo de arroz, pasta integral de maracujá, três amostras de farinha integral de soja micronizada, farelo de soja de alta proteína, casca de soja, e soja integral tostada.

Em cada ensaio biológico utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, onde cada tratamento era composto por seis repetições e um galo por unidade experimental. Simultaneamente seis galos foram mantidos, nas mesmas condições experimentais, em jejum completo para determinação das perdas endógenas e metabólicas dos aminoácidos.

Os galos foram alojados individualmente em gaiolas metálicas e, durante o período de adaptação de cinco dias, receberam a alimentação em dois turnos de uma hora cada, sendo uma pela manhã e outra a tarde. Esta alimentação de uma hora tem o objetivo de dilatar o papo a fim de se evitar regurgitações. Posteriormente os galos foram submetidos a um período de 36 horas de jejum

para o completo esvaziamento do trato digestivo. Após o jejum, os galos foram forçados a consumir 30 gramas do alimento teste, por meio de um funil via esôfago até o papo, que foram divididos em dois períodos de fornecimentos 7h e 17h.

A temperatura máxima e mínima no interior da sala experimental foram registradas diariamente as 8:00 e 17:00 com o auxílio de um termômetro de máxima e mínima ao nível das aves conforme estão demonstradas na Tabela 1.

Tabela 1 – Valores de temperatura máxima e mínima e seus respectivos desvios padrão

Horários	Temperaturas (°C)	
	Máxima	Mínima
08:00	25,6 ± 2,3	20,9 ± 1,6
17:00	27,1 ± 1,4	21,2 ± 1,8

A coleta das excretas foi realizada em intervalos de 12 horas, em bandejas revestidas com plástico, sob o piso de cada unidade experimental, por um período de 56 horas após o fornecimento da primeira porção de alimento. As excretas coletadas foram colocadas em potes plásticos, devidamente identificados, pesados e armazenadas em freezer até o final do período de coleta. Quando então as amostras foram secas em estufa ventilada a 52<sup>o</sup> C e retiradas alíquotas, para as devidas análises laboratoriais (matéria seca e nitrogênio).

As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, segundo metodologia descrita por SILVA (1990) e as análises dos aminoácidos dos alimentos e das excretas foram realizados nos laboratórios das empresas Degussa – Brasil LTDA e Aginomoto Nutrição Animal.

Conhecendo-se as quantidades de aminoácidos ingeridos e excretados, bem como a fração endógena obtida com galos em jejum (APÊNDICE C), foram determinados os coeficientes de digestibilidade verdadeira de cada aminoácido

nos alimentos, por meio da fórmula proposta por ROSTAGNO E FEATHERSTON (1977):

$$CDV_{aa} = \frac{aa_{ing.} - (aa_{exc.} - aa_{end.})}{aa_{ing.}} \times 100$$

Em que:

$CDV_{aa}$  = coeficiente de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos;

$aa_{ing.}$  = quantidade em g de aminoácido ingerido;

$aa_{exc.}$  = quantidade em g de aminoácido excretado;

$aa_{end.}$  = quantidade em g de aminoácido endógeno;

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1 Composição em aminoácidos totais**

A composição de proteína e aminoacídica dos alimentos testados encontram-se nas Tabelas 2 e 3.

Nota-se que as amostras de milho apresentaram ligeira variação em relação aos valores descritos por ALBINO (1991), NRC (1994) e ROSTAGNO et al. (2000), no entanto, foram ligeiramente inferiores aos valores descritos por RODRIGUES et al. (2001b) e por CARVALHO (2002), mas superiores aos valores descritos na tabela da Empresa brasileira de pesquisa agropecuária (EMBRAPA 1991) e por D'AGOSTINI (2001).

As três farinhas de gérmen de milho apresentaram valores superiores aos obtidos com o mesmo tipo de alimento testado por ROSTAGNO et al. (2000) e por RODRIGUES et al. (2001b).

Os valores obtidos com as três farinhas integrais de soja micronizada foram ligeiramente superiores aos relatados por ROSTAGNO et al. (2000) e RODRIGUES et al. (2002b) e inferiores aos descritos na tabela FEDNA (2003) de composição e valor nutritivo de alimentos.

O farelo de soja de alta proteína apresentou, como já era esperado, as maiores percentagens de aminoácidos, exceto para a metionina, quando comparados aos farelos de sojas normais descritos por ROSTAGNO et al. (2000) e por RODRIGUES et al. (2002b). Neste alimento, os níveis de lisina

foram em média 8,11 e 5,19% superiores aos valores descritos pelos autores supracitados.

A composição aminoacídica da soja integral tostada foi semelhante aos descritos na tabela EMBRAPA (1991) e por FISCHER JR (1997), ROSTAGNO et al. (2000) e RODRIGUES et al. (2002b). O farelo de arroz apresentou resultados superiores aos descritos na tabela EMBRAPA (1991), no entanto, houve pequena variação nos valores de AA's totais do farelo de arroz quando comparados aos valores encontrados por ALBINO (1991) e ROSTAGNO et al. (2000).

Tabela 2 – Valores de matéria seca, proteína bruta e aminoácidos essenciais totais dos alimentos, expressos em porcentagem na matéria natural.

	MS %	PB %	Aminoácidos (%)									
			Lis	Arg	Ile	Leu	Met	M + C	Phe	Tre	Val	His
Milho grão 1	89,79	7,26	0,27	0,44	0,27	0,94	0,18	0,36	0,35	0,31	0,39	0,26
Milho grão 2	89,24	7,58	0,25	0,39	0,25	0,9	0,17	0,35	0,36	0,29	0,36	0,24
Milho grão 3	89,05	7,62	0,23	0,40	0,26	0,97	0,19	0,38	0,39	0,29	0,38	0,28
Milho alta gordura	88,34	8,15	0,31	0,49	0,32	1,09	0,18	0,39	0,44	0,33	0,46	0,30
Far. gérmen de milho 1	89,21	10,65	0,50	0,76	0,34	0,85	0,19	0,41	0,43	0,38	0,52	0,32
Far. gérmen de milho 2	89,82	12,16	0,53	0,87	0,40	0,91	0,22	0,45	0,49	0,43	0,61	0,35
Far. gérmen de milho 3	88,28	10,13	0,57	0,82	0,40	1,00	0,20	0,43	0,51	0,44	0,58	0,36
Pasta integral de maracujá	90,69	12,42	0,26	1,50	0,31	0,65	0,30	0,50	0,85	0,33	0,43	0,25
Soja integral tostada	90,42	36,40	2,23	2,81	1,63	2,9	0,51	1,04	1,92	1,43	1,72	0,97
Far.Int. soja microniz. 1	91,48	39,06	2,56	3,25	1,93	3,22	0,52	1,11	2,15	1,54	1,99	1,11
Far.Int. soja microniz. 2	91,44	38,43	2,62	3,26	1,96	3,22	0,52	1,13	2,19	1,54	2,02	1,12
Far.Int. soja microniz. 3	90,79	38,12	2,56	3,08	1,89	3,13	0,51	1,11	2,11	1,50	1,94	1,06
Far. soja alta proteína	88,18	49,70	3,08	3,77	2,28	3,77	0,63	1,33	2,51	1,85	2,36	1,34
Casca de soja	89,00	16,20	1,04	0,96	0,64	1,05	0,18	0,42	0,65	0,55	0,73	0,44
Farelo de arroz	89,41	13,30	0,63	0,95	0,44	0,93	0,25	0,51	0,58	0,49	0,70	0,35

<sup>1</sup> Lis (lisina), Arg (arginina), Ile (isoleucina), Leu (leucina), Met (metionina), M + C (metionina + cistina), Phe (fenilalanina), Tre (treonina), Val (valina), His (histidina)

Tabela 3 – Valores de matéria seca, de proteína bruta e dos aminoácidos não-essenciais totais dos alimentos, expressos em porcentagem na matéria natural.

	MS %	PB %	Aminoácidos (%)						
			Ala	Asp	Glu	Cis	Tir	Pro	Ser
Milho grão 1	89,79	5,96	0,59	0,56	1,47	0,19	0,30	nd	0,40
Milho grão 2	89,24	7,58	0,58	0,51	1,35	0,18	0,29	nd	0,39
Milho grão 3	89,05	7,62	0,59	0,53	1,40	0,20	0,29	nd	0,41
Milho alta gordura	88,34	8,15	0,68	0,6	1,7	0,21	nd	0,94	0,44
Far. gérmen de milho 1	89,21	10,65	0,68	0,6	1,7	0,21	nd	0,94	0,44
Far. gérmen de milho 2	89,82	12,16	0,71	0,75	1,52	0,22	nd	0,73	0,47
Far. gérmen de milho 3	88,28	10,13	0,76	0,91	1,76	0,24	nd	0,74	0,53
Pasta integral de maracujá	90,69	12,42	0,46	0,96	2,31	0,20	0,20	nd	0,57
Soja integral tostada	90,42	36,40	1,63	4,29	6,78	0,53	1,34	nd	1,98
Far.Int. soja microniz. 1	91,48	39,06	1,82	4,74	7,81	0,59	nd	2,18	2,09
Far.Int. soja microniz. 2	91,44	38,43	1,82	4,76	7,83	0,61	nd	2,19	2,08
Far.Int. soja microniz. 3	90,79	38,12	1,77	4,60	7,53	0,60	nd	2,09	2,01
Far. soja alta proteína	88,18	49,70	2,20	5,56	9,05	0,70	nd	2,58	2,44
Casca de soja	89,00	16,20	0,70	1,55	2,23	0,24	nd	0,82	0,81
Farelo de arroz	89,41	13,30	0,82	1,27	1,76	0,25	0,40	nd	0,61

<sup>1</sup> Ala (alanina), Asp (ac. aspártico), Glu (ac glutâmico), Cis (cistina), Tir (tirosina), Pro (prolina), Ser (serina).

## **2. Coeficientes de digestibilidade e aminoácidos digestíveis verdadeiros**

Os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos dos alimentos estudados estão apresentados nas tabelas 4, 5 e 6.

Nota-se grande variação no coeficiente de digestibilidade dos aminoácidos entre os alimentos. Estas variações ocorrem em função da composição química e também por variações nos valores de excreção endógena dos aminoácidos, o que não padroniza as perdas endógenas (FISCHER JR, 1997) determinados com aves em jejum (Apêndice C).

Quando comparamos os coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos essenciais e não essenciais dos milhos estudados, observa-se variação nestes valores. Estas, são em função de diferentes lotes, variedades, processamento, tempo de estocagem dentre outros. Para LEESON et al. (1993) além da energia outros nutrientes podem afetar a digestibilidade dos aminoácidos. Estes valores médios obtidos com os três milhos estão semelhantes aos valores encontrados por RODRIGUES et al. (2001b), CARVALHO (2001) e D'AGOSTINI (2001). Os coeficientes de digestibilidade obtidos com as farinhas de gérmen de milho apresentaram resultados distintos. Quando comparados entre si, observa-se que os coeficientes das farinhas de gérmen de milho 1 e 2 foram inferiores aos da farinha de gérmen de milho 3. Isto muito provavelmente foi em função da composição química destes alimentos, uma vez que os níveis de fibra em detergente ácido (FDA) das farinhas 1 e 2 foram em média 27% superiores aos níveis de FDA encontrados na farinha de gérmen de milho 3 e, este último alimento citado obteve valores de coeficientes de digestibilidade inferiores aos citados por RODRIGUES et al. (2001b).

A soja integral tostada obteve coeficientes de digestibilidade inferiores aos descritos por RODRIGUES et al. (2002b), isto muito provavelmente é função dos maiores teores de fibra bruta encontrados neste alimento, sendo em média 25% superiores aos relatados pelo autor supracitado.

O alto teor de fibra bruta também influenciou para os baixos valores dos coeficientes de digestibilidade da pasta integral de maracujá e da casca de soja,

uma vez que estes alimentos possuíam em média 34,85 e 31,7% de fibra bruta respectivamente. A baixa velocidade de degradação das fibras pelas aves, aliada a uma elevada taxa de passagem dos alimentos pelo trato digestivos das aves, contribuem para a obtenção dos baixos valores dos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos em alimentos com elevado teor fibroso, principalmente aqueles compostos por cascas de sementes.

Ao avaliar as três farinhas integrais de soja micronizada verificou-se que os maiores valores dos coeficientes de digestibilidade e de aminoácidos digestíveis foram obtidos com a farinha integral de soja micronizada 2. Estes valores são inferiores aos encontrados por RODRIGUES et al. (2002b). Por outro lado, os menores coeficientes de digestibilidade e de aminoácidos digestíveis foram encontrados na farinha integral de soja micronizada 3, provavelmente em função da maior umidade deste alimento, 8% de umidade declarada pelo fabricante, implicando em um sub-processamento deste alimento e conseqüente não destruição completa dos fatores antinutricionais presentes na soja.

Dentre todos os alimentos estudados, o que apresentou os maiores coeficientes de digestibilidade foi o farelo de soja de alta proteína, estes valores encontrados são em função de um processamento adequado da soja.

Os resultados obtidos com o farelo de arroz foram superiores aos coeficientes descritos por ALBINO (1991).

Tabela 4 - Valores médios dos coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos essenciais dos alimentos, expressos em percentagem, com seus respectivos desvios - padrão.

	Coeficientes de digestibilidade verdadeira (%)									
	Lis	Arg	Ile	Leu	Met	M + C	Phe	Tre	Val	His
Milho grão 1	81,51 (8,63)	94,30 (6,76)	86,59 (3,78)	93,28 (4,22)	92,12 (4,99)	87,90 (7,98)	89,84 (3,60)	76,98 (8,19)	87,35 (6,40)	83,13 (6,73)
Milho grão 2	85,06 (7,60)	98,28 (4,40)	95,98 (4,90)	96,83 (2,47)	98,53 (4,13)	95,22 (5,67)	97,51 (3,66)	72,81 (11,68)	91,71 (5,47)	83,12 (5,48)
Milho grão 3	83,23 (8,00)	95,29 (5,82)	94,33 (5,55)	96,22 (2,65)	96,15 (7,46)	95,94 (7,72)	94,09 (4,35)	81,08 (3,41)	91,14 (4,92)	80,47 (5,58)
Milho alta gordura	90,51 (4,62)	93,29 (4,26)	82,34 (6,74)	92,05 (3,19)	93,97 (3,02)	89,16 (4,47)	88,07 (5,29)	83,76 (7,80)	79,85 (5,96)	91,40 (4,23)
F. gérmen de milho 1	58,71 (3,36)	77,55 (1,83)	49,88 (3,36)	65,25 (1,85)	67,99 (4,34)	26,45 (4,95)	58,12 (0,89)	39,43 (6,51)	51,05 (1,49)	49,19 (4,16)
F. gérmen de milho 2	57,85 (3,06)	52,72 (4,18)	51,60 (4,76)	63,27 (3,57)	71,52 (2,58)	47,45 (3,91)	61,56 (3,57)	52,72 (4,18)	55,49 (3,09)	56,81 (4,07)
F. gérmen de milho 3	81,84 (2,60)	92,00 (2,93)	79,05 (3,76)	86,00 (2,62)	87,62 (2,49)	78,25 (4,19)	81,93 (2,40)	74,98 (3,91)	79,06 (3,62)	78,27 (5,72)

<sup>1</sup> Lis (lisina), Arg (arginina), Ile (isoleucina), Leu (leucina), Met (metionina), M + C (metionina + cistina), Phe (fenilalanina), Tre (treonina), Val (valina), His (histidina).

Tabela 5 - Valores médios dos coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos essenciais dos alimentos, expressos em percentagem, com seus respectivos desvios – padrão.

	Coeficientes de digestibilidade verdadeira (%)									
	Lis	Arg	Ile	Leu	Met	M + C	Phe	Tre	Val	His
Pasta integral de maracujá	71,92 (11,29)	93,86 (2,09)	78,19 (7,52)	82,43 (6,19)	89,5 (3,35)	56,53 (15,41)	91,55 (2,95)	59,15 (16,62)	75,75 (8,56)	79,97 (8,09)
Soja integral tostada	90,30 (4,07)	92,76 (3,63)	87,61 (5,08)	88,27 (4,83)	88,15 (5,36)	82,19 (7,53)	89,28 (4,42)	81,75 (9,65)	85,03 (6,13)	86,60 (6,80)
Far.Int.soja micronizada 1	89,49 (1,38)	80,86 (2,26)	88,36 (1,50)	90,27 (2,67)	88,02 (2,66)	84,36 (2,60)	89,22 (1,09)	77,23 (3,35)	84,20 (1,80)	34,05 (7,37)
Far.Int.soja micronizada 2	92,38 (3,17)	95,69 (1,92)	90,53 (3,25)	90,83 (3,17)	92,14 (4,01)	85,33 (5,65)	89,87 (2,08)	80,07 (5,33)	87,23 (4,01)	84,09 (7,23)
Far.Int.soja micronizada 3	74,53 (4,01)	80,36 (4,10)	62,82 (6,11)	66,52 (5,62)	60,36 (5,70)	47,61 (10,07)	67,60 (6,44)	49,81 (13,59)	59,01 (7,36)	62,82 (5,55)
Farelo de soja de alta proteína	95,74 (0,56)	97,66 (0,39)	95,57 (0,71)	95,57 (0,65)	94,19 (0,93)	90,70 (1,17)	95,37 (0,98)	90,46 (3,18)	93,68 (1,27)	91,52 (1,09)
Casca de soja	66,16 (6,59)	79,04 (4,16)	64,45 (4,55)	66,34 (3,87)	67,54 (6,01)	52,12 (5,36)	66,66 (2,89)	49,45 (6,25)	59,81 (6,29)	50,00 (6,17)
Farelo de arroz	88,68 (2,16)	92,44 (1,54)	85,21 (2,43)	85,85 (2,30)	83,68 (2,36)	81,65 (2,95)	85,98 (2,35)	82,96 (3,73)	85,83 (2,33)	88,76 (3,40)

<sup>1</sup> Lis (lisina), Arg (arginina), Ile (isoleucina), Leu (leucina), Met (metionina), M + C (metionina + cistina), Phe (fenilalanina), Tre (treonina), Val (valina), His (histidina).

Tabela 6 - Valores médios dos coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos não-essenciais dos alimentos, expressos em porcentagem, com seus respectivos desvios - padrão.

	Coeficientes de digestibilidade verdadeira						
	Ala	Asp	Glu	Cis	Tir	Pro	Ser
Milho grão 1	87,71 (5,87)	81,67 (8,75)	91,83 (5,01)	83,91 (5,20)	88,36 (4,68)	nd	88,04 (7,63)
Milho grão 2	92,69 (4,34)	84,84 (6,47)	93,73 (3,94)	92,02 (7,39)	94,58 (4,47)	nd	89,43 (7,51)
Milho grão 3	91,99 (4,44)	82,13 (7,49)	91,97 (3,87)	90,38 (6,77)	90,08 (5,00)	nd	88,63 (6,98)
Milho alta gordura	86,29 (4,89)	79,78 (5,75)	92,26 (3,95)	86,36 (6,12)	nd	nd	80,04 (5,96)
Far. gérmen de milho 1	57,20 (2,39)	56,56 (2,39)	70,79 (2,74)	23,14 (4,95)	nd	nd	38,15 (2,31)
Far. gérmen de milho 2	50,34 (2,88)	63,49 (3,03)	72,46 (2,10)	28,53 (9,47)	nd	nd	45,86 (4,17)
Far. gérmen de milho 3	79,11 (2,41)	82,70 (3,54)	88,96 (1,93)	70,77 (6,45)	nd	nd	73,29 (3,53)
Pasta integral de maracujá	75,67 (8,09)	79,91 (6,76)	87,39 (3,84)	72,31 (10,49)	73,41 (10,05)	nd	76,84 (8,59)
Soja integral tostada	81,90 (6,56)	87,72 (5,25)	89,94 (4,39)	80,44 (6,13)	89,16 (4,58)	nd	84,41 (6,81)
Far.Int.soja micronizada 1	79,57 (2,26)	88,44 (1,30)	92,52 (0,83)	69,38 (3,83)	nd	nd	89,25 (1,09)
Far.Int.soja micronizada 2	83,23 (6,12)	91,25 (2,66)	94,55 (2,12)	76,58 (7,94)	nd	nd	85,26 (3,25)
Far.Int.soja micronizada 3	49,12 (8,13)	70,70 (6,26)	80,45 (3,97)	42,58 (8,25)	nd	nd	59,90 (8,49)
Farelo de soja de alta proteína	91,48 (1,38)	96,17 (0,67)	96,80 (0,47)	87,95 (1,44)	nd	nd	93,08 (1,57)
Casca de soja	49,00 (4,52)	65,25 (4,04)	72,77 (3,72)	41,70 (5,19)	nd	nd	54,79 (9,12)
Farelo de arroz	85,44 (2,07)	86,93 (2,15)	85,08 (2,32)	79,69 (3,94)	86,91 (2,17)	nd	84,65 (3,02)

<sup>1</sup> Ala (alanina), Asp (ac. aspártico), Glu (ac glutâmico), Cis (cistina), Tir (tirosina), Pro (prolina), Ser (serina).

A composição de proteína bruta, aminoácidos digestíveis essenciais e não essenciais dos alimentos estão apresentados nas Tabelas 7 e 8.

Os valores de aminoácidos dos alimentos devem ser expressos em termos de aminoácidos digestíveis, e não totais, pois estes valores são mais precisos para a

formulação de rações, garantindo o fornecimento adequado de aminoácidos ROSTAGNO et al. (1999).

Os três milhos estudados apresentaram similaridade nos resultados, exceto para a arginina que apresentou valores inferiores no milho 2. Os valores médios dos aminoácidos digestíveis destes três milhos foram semelhantes aos descritos por ROSTAGNO et al. (2000) e superiores aos encontrados na tabela FEDNA (2003). No milho de alta gordura foi verificado valores de aminoácidos digestíveis superiores aos encontrados na tabela FEDNA (2003), onde os valores para lisina e metionina foram superiores em 32,1 e 5,8%, respectivamente.

A soja integral tostada apresentou valores de aminoácidos digestíveis inferiores aos encontrados por RODRIGUES et al. (2002b), Estes valores superiores encontrados pelo referido autor são explicados pelos maiores valores de aminoácidos totais presentes no alimento testado.

As farinhas de gérmen de milho 1 e 2 apresentaram os menores valores de aminoácidos digestíveis, quando comparados a farinha de gérmen de milho 3, em função dos maiores teores de fibra bruta, resultando em menores coeficientes de digestibilidade destes aminoácidos.

A pasta integral de maracujá e a casca de soja também apresentaram baixos valores de aminoácidos digestíveis em função dos altos valores de fibra bruta apresentados, no entanto, a casca de soja apresentou valores de aminoácidos digestíveis superiores aos encontrados na tabela (2003).

Tabela 7 - Valores médios de composição de proteína bruta e aminoácidos digestíveis essenciais dos alimentos, expressos em porcentagem na matéria natural.

	MS %	PB %	Aminoácidos (%)									
			Lis	Arg	Ile	Leu	Met	M + C	Phe	Tre	Val	His
Milho grão 1	89,79	5,96	0,21	0,41	0,23	0,87	0,16	0,32	0,31	0,24	0,34	0,21
Milho grão 2	89,24	7,58	0,21	0,17	0,24	0,86	0,17	0,33	0,35	0,21	0,33	0,19
Milho grão 3	89,05	7,62	0,19	0,38	0,24	0,93	0,18	0,37	0,36	0,23	0,38	0,22
Milho alta gordura	88,34	8,15	0,28	0,46	0,26	1,00	0,17	0,35	0,39	0,28	0,35	0,27
F. gérmen de milho 1	89,21	10,65	0,29	0,59	0,17	0,55	0,13	0,11	0,25	0,15	0,27	0,16
F. gérmen de milho 2	89,82	12,16	0,31	0,46	0,21	0,58	0,16	0,21	0,30	0,23	0,34	0,20
F. gérmen de milho 3	88,28	10,13	0,47	0,75	0,32	0,86	0,18	0,34	0,42	0,33	0,46	0,28
Pasta integral de maracujá	90,69	12,42	0,18	1,41	0,24	0,53	0,27	0,28	0,78	0,20	0,33	0,20
Soja integral tostada	90,42	36,40	2,02	2,61	1,43	2,56	0,45	0,86	1,71	1,17	1,46	0,84
F.I.soja micronizada 1	91,48	39,06	2,29	2,63	1,71	2,91	0,46	0,94	1,92	1,19	1,68	0,38
F.I.soja micronizada 2	91,44	38,43	2,42	3,12	1,77	2,92	0,48	0,96	1,97	1,23	1,76	0,94
F.I.soja micronizada 3	90,79	38,12	1,91	2,48	1,19	2,08	0,31	0,53	1,43	0,75	1,14	0,67
F. soja alta proteína	88,18	49,70	2,95	3,68	2,18	3,60	0,59	1,21	2,39	1,67	2,21	1,23
Casca de soja	89,00	16,20	0,69	0,76	0,41	0,70	0,12	0,22	0,43	0,27	0,44	0,22
Farelo de arroz	89,41	13,30	0,55	0,88	0,38	0,79	0,21	0,41	0,50	0,41	0,60	0,31

<sup>1</sup> Lis (lisina), Arg (arginina), Ile (isoleucina), Leu (leucina), Met (metionina), M + C (metionina + cistina), Phe (fenilalanina), Tre (treonina), Val (valina), His (histidina)

Tabela 8 - Valores médios de composição de proteína bruta e aminoácidos digestíveis não essenciais dos alimentos, expressos em porcentagem na matéria natural.

	MS %	PB %	Aminoácidos (%)						
			Ala	Asp	Glu	Cis	Tir	Pro	Ser
Milho grão 1	89,79	5,96	0,52	0,45	1,33	0,15	0,26	nd	0,35
Milho grão 2	89,24	7,58	0,53	0,43	1,25	0,16	0,27	nd	0,34
Milho grão 3	89,05	7,62	0,54	0,43	1,28	0,18	0,26	nd	0,36
Milho alta gordura	88,34	8,15	0,59	0,48	1,57	0,18	nd	nd	0,35
F. gérmen de milho 1	89,21	10,65	0,41	0,42	1,08	0,05	nd	nd	0,18
F. gérmen de milho 2	89,82	12,16	0,38	0,58	1,28	0,07	nd	nd	0,24
F. gérmen de milho 3	88,28	10,13	0,60	0,75	1,65	0,16	nd	nd	0,40
Pasta integral de maracujá	90,69	12,42	0,35	0,77	2,02	0,14	0,15	nd	0,44
Soja integral tostada	90,42	36,4	1,33	3,77	6,09	0,42	1,19	nd	1,67
F.I.soja Micronizada 1	91,48	39,06	1,45	4,19	7,23	0,41	nd	nd	1,87
F.I.soja Micronizada 2	91,44	38,43	1,51	4,34	7,40	0,47	nd	nd	1,77
F.I.soja Micronizada 3	90,79	38,12	0,87	3,25	6,06	0,26	nd	nd	1,20
F. soja alta proteína	88,18	49,7	2,01	5,35	8,76	0,62	nd	nd	2,27
Casca de soja	89,00	16,2	0,34	1,01	1,62	0,10	nd	nd	0,44
Farelo de arroz	89,41	13,3	0,70	1,11	1,50	0,20	0,35	nd	0,52

<sup>1</sup> Ala (alanina), Asp (ac. aspártico), Glu (ac glutâmico), Cis (cistina), Tir (tirosina), Pro (prolina), Ser (serina).

#### **4 - RESUMO E CONCLUSÃO**

Foram realizados ensaios biológicos no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, com o objetivo de determinar os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos e os valores de aminoácidos digestíveis de quinze alimentos de origem vegetal passíveis de serem utilizados na alimentação de frangos de corte. Utilizou-se a metodologia da alimentação forçada descrita por SIBBALD (1979) com galos Leghorn adultos cecectomizados, pesando em média 2.400 g  $\pm$  50 g. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado constituído por quinze tratamentos e seis repetições com um galo por unidade experimental. Os tratamentos eram representados então pelos alimentos avaliados e cada repetição por foi constituída por um galo. Os galos foram mantidos por um período de 36 horas em jejum, para esvaziar o trato digestivo, e em seguida os galos foram forçados a consumirem 30 g do alimento dividido em dois períodos (8 e 16 horas). As coletas foram realizadas durante período de 56 horas, as coletas foram realizadas duas vezes ao dia. Simultaneamente, foram mantidos seis galos em jejum para realizar as correções das perdas metabólicas e endógenas de aminoácidos, totalizando 96 galos utilizados durante o ensaio. Ao final das coletas, as excretas obtidas foram descongeladas, pesadas, homogeneizadas, secas e em seguida foram realizadas as análises laboratoriais (matéria seca, nitrogênio e aminoácidos) e determinados os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos.

De forma geral os valores dos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos essenciais e não essenciais dos alimentos apresentaram variações esperadas em função das diferentes origens, composições químicas, processamentos e o tempo de armazenamento dos alimentos.

Os valores médios dos coeficientes de digestibilidade verdadeira da lisina e metionina, respectivamente, no milho 1 foram 81,51 e 92,12; no milho 2 foram 85,06 e 98,53; no milho 3 foram 83,23 e 96,15; no milho de alta gordura foram 91,51 e 93,97, na farinha de gérmen de milho 1 foram 58,71 e 67,99; na farinha de gérmen de milho 2 foram 57,85 e 71,52; na farinha de gérmen de milho 3 foram 81,84 e 87,62; na pasta integral de maracujá foram 71,92 e 89,50; na soja integral tostada foram 90,30 e 88,15; na farinha integral de soja micronizada 1 foram 89,49 e 88,02; na farinha integral de soja micronizada 2 foram 92,38 e 92,14; na farinha integral de soja micronizada 3 foram 74,53 e 60,36; no farelo de soja de alta proteína foram 95,74 e 94,19; na casca de soja foram 66,16 e 67,54; e no farelo de arroz foram 88,68 e 83,68 %.

O conteúdo da maioria dos aminoácidos essenciais e não essenciais totais dos alimentos testados apresentam variações em função das diferentes origens, composição química, variedade cultivada, condição do solo, tempo de armazenamento dentre outros.

Os coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos essenciais e dos não essenciais apresentaram variações entre os alimentos testados em função das diferentes composições químicas e bromatológicas.

Quando ocorrer a substituição de um alimento tradicional como o milho e/ou o farelo de soja por alimentos alternativos, deve-se utilizar os valores de aminoácidos digestíveis para a formulação de dietas mais precisas, que atendam as exigências nutricionais das aves e, com um menor custo.

Devido as variações encontradas entre os alimentos estudados neste trabalho fica evidente a importância destes ensaios a fim de esclarecer os valores de digestibilidade dos nutrientes dos alimentos.

## **CAPÍTULO 4**

### **DETERMINAÇÃO DOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE VERDADEIRA DOS AMINOÁCIDOS DE ALGUNS ALIMENTOS DE ORIGEM ANIMAL PARA FRANGOS DE CORTE**

#### **1. INTRODUÇÃO**

Para que a produção de carne de frango e ovos tenha competitividade a nível comercial, a formulação das rações para estes animais deve ser correta e precisa. Desta forma, o conhecimento exato do conteúdo total de aminoácidos dos alimentos e da digestibilidade dos nutrientes é importante para que os requerimentos nutricionais dos animais sejam plenamente satisfeitos.

A utilização dos subprodutos de abatedouros é uma realidade devido a grande disponibilidade destes alimentos para que possam ser incluídos nas formulações de rações. Da mesma forma que é grande a disponibilidade, também é grande a variação da composição química e da digestibilidade dos nutrientes presentes nestes subprodutos. Esta variação ocorre em função da não padronização das misturas e do processamento dos subprodutos. O processamento destes subprodutos normalmente é feito em digestores que

combinam tempo, temperatura, umidade e pressão que devem ser aplicados na proporção adequada.

De acordo com NASCIMENTO (2000) se houver processamento excessivo pode-se ter um produto com baixo teor protéico, ocorrendo perdas dos aminoácidos sulfurados (cistina é transformada em lantionina). Em uma situação de processamento insuficiente poderá não ocorrer uma hidrólise completa, e quando fornecido para os animais pode ocasionar baixos desempenhos zootécnicos, devido a baixa digestibilidade dos nutrientes.

PAPADOPOULOS et al. (1986) avaliando a influência do tempo de processamento (50 a 70 minutos) e o conteúdo de umidade (50 a 70%), em uma mesma temperatura para farinhas de penas concluíram que, com o aumento do tempo de processamento houve diminuição da cistina e elevação da solubilidade do nitrogênio. Estas mesmas características foram influenciadas negativamente com o aumento da umidade.

Diante do exposto, este trabalho foi conduzido com o objetivo de determinar os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos e os valores de aminoácidos digestíveis de alimentos de origem animal para frangos de corte.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados quatro ensaios biológicos no setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa – MG, utilizando o método de alimentação forçada com galos Leghorn adultos, cecectomizados, pesando em média  $2,40 \text{ Kg} \pm 50\text{g}$ . Com o intuito de eliminar possíveis interferências no resultado foram realizadas cirurgias de cecectomia nos galos usando a metodologia descrita por PUPA et al. (1998) que consiste de laparoscopia abdominal com anestesia local.

Os alimentos testados foram: Farinha de carne farinha de vísceras, farinha de vísceras suínas, farinha de vísceras de aves, duas farinhas de penas, três farinhas de sangue e plasma. Em cada ensaio biológico foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, onde cada tratamento era composto por seis repetições com um galo por unidade experimental. Simultaneamente seis galos foram mantidos em jejum completo para determinação das perdas endógenas e metabólicas dos aminoácidos. (Apêndice C).

Os galos foram alojados em gaiolas metálicas e, durante o período de adaptação de cinco dias, receberam a alimentação em dois turnos de uma hora cada, sendo uma pela manhã e outra a tarde. Esta alimentação de uma hora tem o objetivo de dilatar o papo a fim de se evitar regurgitações. Posteriormente os galos foram submetidos a um período de 36 horas para o completo esvaziamento do trato digestivo. Após o jejum, foram forçados a consumir 30 gramas do

alimento teste, por meio de um funil via esôfago até o papo, que foram divididos em dois períodos de fornecimentos 7h e 17h.

A temperatura média no interior da sala de metabolismo, durante a fase experimental, registrada às 8:00 e 17:00 hs, estão demonstradas na Tabela 1

Tabela 1 – Valores de temperatura máxima e mínima e seus respectivos desvios padrão

Horários	Temperaturas (°C)	
	Máxima	Mínima
08:00	25,6 ± 2,3	20,9 ± 1,6
17:00	27,1 ± 1,4	21,2 ± 1,8

A coleta das excretas foi feita em intervalos de 12 horas, em bandejas revestidas com plástico, colocadas sob o piso de cada unidade experimental, por um período de 56 horas após o fornecimento da primeira porção de alimento. As excretas coletadas foram colocadas em sacos plásticos, devidamente identificados, pesados e posteriormente armazenadas em freezer até o final do período de coleta. Quando então as amostras foram secas em estufa ventilada a 52°C retiradas alíquotas, para as devidas análises laboratoriais (matéria seca e nitrogênio). As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, segundo metodologia descrita por SILVA (1990) e as análises dos aminoácidos dos alimentos e das excretas foram realizados nos laboratórios das empresas Degussa – Brasil LTDA e Aginomoto Nutrição Animal.

Conhecendo-se as quantidades de aminoácidos ingeridos e excretados, bem como a fração endógena obtida com galos em jejum, foram determinados os coeficientes de digestibilidade verdadeira de cada aminoácido nos alimentos, por meio da seguinte fórmula proposta por ROSTAGNO E FEATHERSTON (1977):

$$CDV_{aa} = \frac{aa_{ing.} - (aa_{exc.} - aa_{end.})}{aa_{ing.}} \times 100$$

Em que:

$CDV_{aa}$  = coeficiente de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos;

$aa_{ing.}$  = quantidade em g de aminoácido ingerido;

$aa_{exc.}$  = quantidade em g de aminoácido excretado;

$aa_{end.}$  = quantidade em g de aminoácido ingerido;

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1 Composição em aminoácidos totais**

A composição de proteína e dos aminoácidos dos alimentos testados encontram-se nas Tabelas 2 e 3.

Nota-se que existe variação no conteúdo aminoacídico entre os alimentos. Estas variações ocorrem em função das diferentes composições químicas dos alimentos e da não padronização do processamento dos subprodutos.

Os valores de aminoácidos totais da farinha de carne foram superiores aos relatados por ALBINO (1991), EMBRAPA (1991) e na tabela FEDNA (2003), entretanto foram semelhantes aos descritos por VIEITES et al. (2000b).

Estudando diferentes alimentos NASCIMENTO (2000) e D'AGOSTINI (2001) observaram valores de aminoácidos totais para a farinha de vísceras superiores aos descritos neste trabalho.

Os valores de aminoácidos totais obtidos com a farinha de vísceras suínas e a farinha de vísceras de aves foram superiores aos descritos por EMBRAPA (1991) e por NASCIMENTO (2000) e, a farinha de vísceras de aves também apresentou resultados superiores aos descritos por ROSTAGNO et. al. (2000). Por outro lado quanto comparados com os valores descritos no NRC (1994) a farinha de vísceras de aves avaliada neste trabalho apresentou percentagens inferiores de lisina e metionina.

Comparando-se os valores de aminoácidos totais das duas farinhas de penas nota-se que existe muita diferença entre os aminoácidos devido a não padronização do processamento destes alimentos. Observou-se também que os valores de lisina e metionina foram superiores aos descritos por EMBRAPA (1991), NRC (1994) e NASCIMENTO (2000), ROSTAGNO et al. (2000) e FEDNA (2003).

As três farinhas de sangue apresentaram valores de aminoácidos totais superiores aos descritos por EMBRAPA (1991) e NRC (1994) e similares aos resultados obtidos por ROSTAGNO et al. (2000).

Quanto aos valores de aminoácidos totais do plasma sanguíneo pode-se inferir que foram inferiores aos descritos por ROSTAGNO et al. (2000), D'AGOSTINI (2001) e FEDNA (2003).

Tabela 2 – Valores de matéria seca, proteína bruta e aminoácidos essenciais totais dos alimentos, expressos em percentagem na matéria natural.

	MS %	PB %	Aminoácidos (%)									
			Lis	Arg	Ile	Leu	Met	M + C	Phe	Tre	Val	His
F. carne	91,73	53,63	3,30	3,49	1,32	4,37	0,69	1,08	2,28	1,77	2,29	1,60
F. vísceras	95,22	56,12	3,04	1,78	1,82	2,78	0,65	0,97	1,60	2,16	2,21	0,81
F. vísceras suínas	89,23	46,17	2,38	4,76	3,14	5,99	0,75	3,35	3,34	3,28	4,88	1,00
F. vísceras aves	92,98	50,44	2,73	5,44	3,60	7,40	0,81	3,90	4,03	3,94	5,96	1,31
F. penas 1	91,60	70,97	3,47	3,91	2,01	3,92	1,14	1,78	2,13	2,28	2,56	1,12
F. penas 2	91,71	73,78	2,88	3,14	1,38	3,85	0,72	1,22	2,10	1,83	2,51	1,40
F. sangue 1	93,92	77,36	7,55	3,25	0,66	11,58	0,86	1,53	5,85	3,76	7,10	5,50
F. sangue 2	95,04	80,82	8,43	3,31	0,47	11,92	1,23	1,72	6,75	4,34	7,25	5,53
F. sangue 3	93,56	78,00	8,96	3,33	0,40	12,81	1,29	1,84	6,98	4,40	8,20	5,80
Plasma sanguíneo	92,07	68,19	5,17	4,12	2,86	5,58	0,82	3,66	3,73	3,65	4,32	1,82

<sup>1</sup> Lis (lisina), Arg (arginina), Ile (isoleucina), Leu (leucina), Met (metionina), M + C (metionina + cistina), Phe (fenilalanina), Tre (treonina), Val (valina), His (histidina).

Tabela 3 – Valores de matéria seca, proteína bruta e aminoácidos não essenciais totais dos alimentos expressos em porcentagem na matéria natural.

	MS %	PB %	Aminoácidos (%)						
			Ala	Asp	Glu	Cis	Tir	Pro	Ser
F. carne	91,73	53,63	4,53	4,73	6,59	0,39	1,32	nd	2,26
F. vísceras	95,22	56,12	2,47	3,89	4,14	0,32	1,39	nd	2,23
F. vísceras suínas	89,23	46,17	4,18	5,13	7,90	2,60	2,21	nd	7,32
F. vísceras aves	92,98	50,44	4,69	6,11	9,08	3,09	2,52	nd	8,91
F. penas 1	91,6	70,97	3,91	4,78	7,28	0,64	1,74	nd	2,44
F. penas 2	91,71	73,78	3,87	4,22	5,84	0,49	1,28	nd	2,16
F. sangue 1	93,92	77,36	7,13	8,73	7,60	0,67	2,55	nd	4,57
F. sangue 2	95,04	80,82	8,23	9,23	7,26	0,49	2,50	nd	4,84
F. sangue 3	93,56	78,00	8,88	9,52	7,29	0,54	2,54	nd	4,81
Plasma sanguíneo	92,07	68,19	3,66	7,46	9,20	2,38	nd	3,68	4,60

<sup>1</sup> Ala (alanina), Asp (ac. aspártico), Glu (ac glutâmico), Cis (cistina), Tir (tirosina), Pro (prolina), Ser (serina).

<sup>2</sup> nd = Não determinado

### **3.2 Coeficientes de digestibilidade e aminoácidos digestíveis verdadeiros**

Os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos dos alimentos estão apresentados nas Tabelas 4 e 5, respectivamente.

As diferenças entre os coeficientes de digestibilidade já eram esperados em razão da não padronização do processamento destes subprodutos de abatedouros. Segundo (NASCIMENTO 2000) o processamento tem grande influência sobre a digestibilidade dos nutrientes, caso os subprodutos sejam processados excessivamente, estes podem resultar em produtos deficientes em aminoácidos sulfurados, principalmente a cistina, que é convertida a lantionina e este possui baixo valor nutricional. Caso o processamento seja insuficiente pode não haver a hidrólise completa das penas e essas não serão digeridas pelos animais.

Podem existir também diferenças nas percentagens dos componentes das misturas que compõem estes alimentos e desta forma, resultando em alimentos com valores de digestibilidade distintos.

Os valores médios dos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos encontrados na farinha de carne apresentam algumas diferenças em relação aos valores descritos por ALBINO (1991) e semelhantes aos valores encontrados por VIEITES et al. (2000b).

Os coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos da farinha de vísceras foram similares aos encontrados por ALBINO (1991), NASCIMENTO (2000) e, com exceção de met+cis, os resultados assemelham-se aos obtidos por D'AGOSTINI (2001). A farinha de vísceras suínas apresentou pequenas variações nos valores quando comparados aos obtidos por NASCIMENTO (2000). Este mesmo autor obteve valores de coeficiente de digestibilidade para a farinha de vísceras de aves inferiores aos apresentados neste trabalho.

Os coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos da farinha de penas 2 foram em média 4,6% inferior ao da farinha de penas 1. Neste alimento os menores valores de coeficiente de digestibilidade foram de met + cis e da cistina. Isto ocorreu provavelmente em função do processamento excessivo e a possível

formação de lantionina resultando em redução da digestibilidade dos aminoácidos.

Resultados semelhantes foram obtidos com as farinhas de sangue 2 e 3, onde os valores dos coeficientes de digestibilidade da cistina foram em média 23,7 e 16,25%, respectivamente, inferiores aos valores obtidos com a farinha de sangue 1.

Os valores dos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos essenciais do plasma sanguíneo foram em média 7,9% inferiores aos encontrados por D'AGOSTINI (2001).

A composição de proteína bruta (PB) e aminoácidos digestíveis essenciais dos alimentos estudados estão apresentados nas Tabelas 6 e 7.

Os valores dos aminoácidos digestíveis encontrados na farinha de carne foram similares aos encontrados por ROSTAGNO et al. (2000) e superiores aos descritos pela FEDNA (2003). Estes resultados foram superiores aos da referida tabela mesmo apresentando valores de aminoácidos totais inferiores, isto ocorreu em função dos maiores coeficientes de digestibilidade obtidos com a farinha de carne avaliada neste alimento.

Entre as três farinhas de vísceras avaliadas neste trabalho, embora sejam de origens e tipos diferentes, nota-se que os maiores valores de aminoácidos digestíveis foram obtidos com a farinha de vísceras de aves, decorrente dos maiores coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos obtidos neste alimento, esta variação pode ser explicada por possíveis diferenças ocorridas durante o processamento destas farinhas.

Os maiores valores de aminoácidos digestíveis das farinhas de penas foram obtidos na farinha de pena 1 quando comparados com a farinha de pena 2, tal fato já era esperado em decorrência dos maiores valores de aminoácidos totais.

Os valores médios dos aminoácidos digestíveis das três farinhas de sangue avaliadas foram superiores aos valores descritos por ROSTAGNO et al. (2000) pela FEDNA (2003).

Os valores de aminoácidos digestíveis do plasma sanguíneo foram inferiores aos descritos por D'AGOSTINI (2001) em virtude dos menores conteúdos de

aminoácidos totais e dos menores coeficientes de digestibilidade deste alimento quando comparados com o referido autor citado.

Tabela 4 - Valores médios dos coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos essenciais dos alimentos, expressos em porcentagem, com seus respectivos desvios - padrão.

	Coeficientes de digestibilidade verdadeira (%)									
	Lis	Arg	Ile	Leu	Met	M + C	Phe	Tre	Val	His
F. carne	82,55 (2,41)	83,95 (2,67)	78,14 (2,82)	83,38 (2,34)	79,80 (2,72)	73,91 (3,23)	83,06 (2,65)	74,98 (2,75)	80,00 (2,54)	78,82 (3,03)
F. vísceras	91,73 (2,96)	85,60 (4,59)	85,64 (3,75)	86,21 (4,20)	81,17 (5,18)	68,31 (6,70)	86,49 (3,78)	83,76 (5,55)	83,09 (4,33)	81,83 (6,85)
F. vísceras suínas	86,64 (3,78)	92,75 (2,26)	92,64 (1,99)	92,54 (2,17)	85,96 (4,05)	91,54 (2,22)	92,23 (2,17)	90,18 (3,02)	91,95 (2,28)	82,44 (4,90)
F. vísceras aves	91,93 (3,08)	95,03 (2,08)	93,34 (2,28)	94,98 (1,85)	88,22 (3,92)	93,28 (2,25)	94,11 (2,18)	93,7 (2,28)	94,18 (2,24)	90,56 (3,27)
F. penas 1	81,69 (1,45)	80,40 (2,55)	69,32 (2,89)	62,55 (3,82)	82,68 (1,27)	21,10 (9,85)	71,20 (3,22)	55,27 (6,97)	55,56 (4,00)	69,86 (2,69)
F. penas 2	80,61 (2,37)	76,67 (3,68)	57,98 (5,53)	66,60 (4,65)	76,35 (3,54)	19,25 (25,30)	70,83 (3,95)	51,08 (8,28)	55,64 (5,69)	77,20 (3,64)
F. sangue 1	92,41 (2,03)	90,13 (3,50)	74,76 (7,31)	94,65 (2,11)	88,70 (3,56)	80,08 (5,65)	94,13 (2,03)	87,19 (3,27)	92,68 (2,66)	92,23 (2,43)
F. sangue 2	88,51 (8,33)	89,80 (3,63)	59,69 (26,18)	87,18 (8,75)	95,43 (2,21)	74,92 (8,33)	88,06 (7,90)	83,39 (8,24)	83,40 (10,19)	87,12 (6,38)
F. sangue 3	94,05 (1,90)	89,14 (3,06)	49,14 (5,65)	94,83 (1,51)	89,62 (2,82)	80,20 (4,44)	94,59 (1,25)	87,18 (3,46)	92,90 (1,93)	91,23 (3,67)
Plasma sangüíneo	90,15 (3,21)	92,04 (2,95)	85,40 (1,75)	88,24 (2,11)	89,19 (2,32)	86,12 (3,77)	88,90 (2,40)	88,73 (3,05)	88,45 (2,45)	89,64 (2,95)

<sup>1</sup> Lis (lisina), Arg (arginina), Ile (isoleucina), Leu (leucina), Met (metionina), M + C (metionina + cistina), Phe (fenilalanina), Tre (treonina), Val (valina), His (histidina).

Tabela 5 - Valores médios dos coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos não essenciais dos alimentos, expressos em porcentagem, com seus respectivos desvios - padrão.

	Coeficientes de digestibilidade verdadeira (%)						
	Ala	Asp	Glu	Cis	Tir	Pro	Ser
F. carne	80,89 (2,42)	69,92 (2,36)	77,68 (2,77)	63,34 (4,34)	81,20 (3,04)	nd	76,88 (2,65)
F. vísceras	78,02 (6,43)	73,68 (8,85)	77,28 (5,81)	41,96 (10,56)	87,78 (2,46)	nd	83,29 (5,81)
F. vísceras suínas	86,91 (3,88)	84,60 (4,93)	87,79 (3,77)	93,14 (1,87)	92,02 (2,11)	nd	95,37 (1,46)
F. vísceras aves	91,86 (3,26)	90,37 (3,71)	92,16 (2,98)	94,60 (1,82)	92,05 (2,73)	nd	96,73 (1,19)
F. penas 1	72,17 (2,67)	41,57 (5,80)	67,94 (4,03)	88,17 (26,65)	74,99 (3,01)	nd	29,05 (9,84)
F. penas 2	75,00 (4,37)	45,89 (9,26)	61,17 (4,99)	85,54 (9,26)	70,39 (4,01)	nd	24,32 (12,7)
F. sangue 1	93,19 (2,49)	92,04 (2,88)	86,91 (3,48)	68,96 (8,77)	91,64 (2,10)	nd	91,55 (2,57)
F. sangue 2	86,33 (8,22)	92,01 (4,07)	86,45 (4,67)	52,60 (11,62)	86,33 (5,12)	nd	88,68 (5,07)
F. sangue 3	89,14 (3,06)	94,01 (1,01)	85,26 (2,27)	57,75 (8,61)	89,99 (1,19)	nd	91,67 (1,60)
Plasma sanguíneo	86,02 (2,98)	89,46 (2,35)	91,44 (3,06)	84,25 (2,90)	nd	88,15 (2,79)	89,90 (2,81)

<sup>1</sup> Ala (alanina), Asp (ac. aspártico), Glu (ac glutâmico), Cis (cistina), Tir (tirosina), Pro (prolina), Ser (serina).

<sup>2</sup> nd = Não determinado

Tabela 6 – Valores de matéria seca, proteína bruta e aminoácidos essenciais digestíveis dos alimentos, expressos em porcentagem na matéria natural.

	MS	PB	Aminoácidos (%)									
	%	%	Lis	Arg	Ile	Leu	Met	M + C	Phe	Tre	Val	His
F. carne	91,73	53,63	2,72	2,93	1,03	3,64	0,55	0,80	1,89	1,33	1,83	1,26
F. vísceras	95,22	56,12	2,79	1,52	1,56	2,40	0,53	0,66	1,38	1,81	1,84	0,66
F. vísceras suínas	89,23	46,17	2,06	4,41	2,90	5,54	0,64	3,06	3,08	2,96	4,49	0,82
F. vísceras aves	92,98	50,44	2,51	5,17	3,36	7,03	0,71	3,64	3,79	3,69	5,62	1,19
F. penas 1	91,60	70,97	2,83	3,14	1,39	2,45	0,94	0,37	1,51	1,26	1,42	0,78
F. penas 2	91,71	73,78	2,32	2,41	0,80	2,56	0,55	0,23	1,49	0,94	1,40	1,08
F. sangue 1	93,92	77,36	6,98	2,93	0,49	10,96	0,76	1,22	5,50	3,27	6,58	5,07
F. sangue 2	95,04	80,82	7,46	2,97	0,28	10,39	1,17	1,29	5,95	3,61	6,05	4,81
F. sangue 3	93,56	78,00	8,43	2,96	0,20	12,15	1,16	1,47	6,60	3,84	7,62	5,29
Plasma sanguíneo	92,07	68,19	4,66	3,79	2,44	4,92	0,73	3,15	3,32	3,24	3,82	1,63

<sup>1</sup> Lis (lisina), Arg (arginina), Ile (isoleucina), Leu (leucina), Met (metionina), M + C (metionina + cistina), Phe (fenilalanina), Tre (treonina), Val (valina), His (histidina).

<sup>2</sup> nd = Não determinado

Tabela 7 – Valores de matéria seca, proteína bruta e aminoácidos não essenciais digestíveis dos alimentos, expressos em porcentagem na matéria natural.

	MS %	PB %	Aminoácidos (%)						
			Ala	Asp	Glu	Cis	Tir	Pro	Ser
F. carne	91,73	53,63	3,67	3,31	5,12	0,25	1,07	nd	1,74
F. vísceras	95,22	56,12	1,93	2,86	3,20	0,13	1,22	nd	1,86
F. vísc. suínas	89,23	46,17	3,63	4,34	6,94	2,42	2,04	nd	6,98
F. vísc. aves	92,98	50,44	4,30	5,52	8,37	2,92	2,32	nd	8,62
F. penas 1	91,60	70,97	2,82	1,99	4,95	0,56	1,31	nd	0,71
F. penas 2	91,71	73,78	2,90	1,94	3,57	0,42	0,90	nd	0,52
F. sangue 1	93,92	77,36	6,64	8,04	6,61	0,46	2,33	nd	4,18
F. sangue 2	95,04	80,82	7,10	8,49	6,27	0,26	2,16	nd	4,29
F. sangue 3	93,56	78,00	7,91	8,95	6,21	0,31	2,29	nd	4,41
Plasma sanguíneo	92,07	68,19	3,15	6,67	8,41	2,01	3,24	4,14	3,15

<sup>11</sup> Ala (alanina), Asp (ac. aspártico), Glu (ac glutâmico), Cis (cistina), Tir (tirosina), Pro (prolina), Ser (serina).

<sup>2</sup> nd = Não determinado

#### **4. RESUMO E CONCLUSÃO**

Foram realizados ensaios biológicos no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, com o objetivo de determinar os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos e os valores de aminoácidos digestíveis de alguns alimentos de origem animal passíveis de serem utilizados na alimentação de frangos. Utilizou-se a metodologia da alimentação forçada descrita por SIBBALD (1979) com galos Leghorn adultos cecectomizados, pesando em média 2.400 g  $\pm$  50 g. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado constituído por quinze tratamentos e seis repetições com um galo por unidade experimental. Os tratamentos eram representados então pelos alimentos avaliados e cada repetição por foi constituída por um galo. Os galos foram mantidos por um período de 36 horas em jejum, para esvaziar o trato digestivo, e em seguida os galos foram forçados a consumirem 30 g do alimento dividido em dois períodos (8 e 16 horas). As coletas foram realizadas durante período de 56 horas, as coletas foram realizadas duas vezes ao dia. Simultaneamente, foram mantidos seis galos em jejum para realizar as correções das perdas metabólicas e endógenas de aminoácidos, totalizando 96 galos utilizados durante o ensaio. Ao final das coletas, as excretas obtidas foram descongeladas, pesadas, homogeneizadas, secas e em seguida foram realizadas as análises laboratoriais (matéria seca, nitrogênio e aminoácidos) e determinados os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos.

De forma geral os valores dos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos essenciais e não essenciais dos alimentos apresentaram variações esperadas em função das diferentes origens, composições químicas, processamentos, tempo de armazenamento dos alimentos.

Os valores médios dos coeficientes de digestibilidade verdadeira da lisina e metionina, respectivamente, na farinha de carne foram 82,55 e 79,80; na farinha de vísceras foram 91,73 e 81,17; na farinha de vísceras suínas foram 86,64 e 85,96; na farinha de vísceras de aves foram 91,93 e 88,22; na farinha de penas 1 foram 81,69 e 82,68; na farinha de penas 2 foram 80,61 e 76,35; na farinha de sangue 1 foram 92,41 e 88,70; na farinha de sangue 2 foram 88,51 e 95,43; na farinha de sangue 3 foram 94,05 e 89,62 e do plasma sanguíneo foram 90,15 e 89,19; %.

O conteúdo da maioria dos aminoácidos essenciais e não essenciais totais dos alimentos testados apresentam variações em função das diferentes origens, composição química e bromatológica, processamento, tempo de armazenamento dentre outros.

Os coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos essenciais e dos não essenciais apresentaram variações entre os alimentos testados em função das diferentes composições químicas, bromatológicas e o processamento no qual os alimentos sofreram.

Os aminoácidos sulfurados, como a cistina por exemplo, são os mais afetados pelo processamento inadequado, reduzindo a digestibilidade e prejudicando o desempenho zootécnico do animal.

Os subprodutos de abatedouros e os demais alimentos de origem animal podem ser utilizados como fonte protéica em substituição aos alimentos convencionais desde que as rações sejam formuladas baseadas nos valores de aminoácidos digestíveis e, se necessário, ocorra a suplementação com aminoácidos sintéticos para o completo atendimento das exigências nutricionais das aves.

Devido as variações encontradas entre os alimentos estudados neste trabalho fica evidente a importância destes ensaios a fim de esclarecer os valores de digestibilidade dos nutrientes dos alimentos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBINO, L.F.T. **Sistemas de avaliação nutricional de alimentos e suas aplicações na formulação de rações para frangos de corte.** Viçosa, UFV, 1991. 141p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1991.
- ALBINO, L.F.T., ROSTAGNO, H.S., TAFURI, M.L., FONSECA, J.B. Determinação dos valores de energia metabolizável aparente e verdadeira de alguns alimentos para aves, usando diferentes métodos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.6, p.1047-1058, 1992.
- ALBINO, L.F.T., SILVA, M.A. Valores nutritivos de alimentos para aves e suínos determinados no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS. Viçosa, 1996. **Anais...** Viçosa: UFV, 1996, p. 303-318.
- ANFAR. **Matérias-primas para alimentação animal padrão.** ANFAR. 4. ed., 65p. 1985.
- BARTOV, P., N. LISKER. N. The nutritional value of moldy grains for broiler chicks. **Poultry Science**, v.61, p. 2247-2254, 1982.
- BORGES, F.M. de O., ROSTAGNO, H.S., RODRIGUEZ, N.M.et al. Metodologia de alimentação forçada em aves. I - Efeito dos níveis de consumo de alimento na avaliação da energia metabolizável. In: REUNIÃO da SOCIEDADE BRASILEIRA de ZOOTECNIA. Botucatu, 35, 1998. **Anais...** Botucatu: FMVZ-UNESP, 1998 p. 389-391.
- BRASIL, RIISPOA – Regulamento de inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Decreto nº 29.651 de 8 de junho de 1951.

- BRUGALLI, I.; SILVA, D. J.; ALBINO, L. F. T. et al., Exigência de Fósforo Disponível e Efeito da Granulometria na Biodisponibilidade de Fósforo da Farinha de Carne e Ossos para Pintos de Corte. **Rev. Soc. Bras. Zootec.**, jul/ago. 1996, vol.28, no.6, p.1288-1296.
- CARVALHO, D. C. O; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S. Composição química e energética de amostras de milho submetidas a diferentes temperaturas de secagem e períodos de armazenamento. **Rev. Soc. Bras. Zootec.**, mar./abr. 2004, vol.33, no.2, p.358-364.
- CARVALHO, D.C.O. **Valor nutritivo do milho para aves, submetido a diferentes temperaturas de secagem e tempo de armazenamento** Viçosa, UFV, 2002.78p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- CAFÉ, M., B. **Estudo do valor nutricional da soja integral processada para aves.** Jaboticabal, Unesp 1993.97p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Estadual paulista, 1993.
- COLE, D.J.A; VAN LUNEN, T.A. Ideal amino acid patterns. In: amino acid in animal farm nutrition. **Wallingford: CAB international 1994**, p. 91 – 112.
- D'AGOSTINI P.; GOMES, P. C.; ALBINO, L. F. T. Valores de composição química e energética de alguns alimentos para aves. **Rev. Soc. Bras. Zootec.**, jan./fev. 2004, vol.33, no.1, p.128-134.
- D'AGOSTINI, P. **Composição química, energia metabolizável e aminoácidos digestíveis de alguns alimentos para aves.** Viçosa, UFV, 2001.64p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- DALE, N. **Ingredient analysis table: 1999** edition. Feedstuffs, Minneapolis, v.71, n.31, 1999, p.24 - 31.
- DOLZ, S., DE BLAS, C. Metabolizable energy of meat and bone meal from Spanish rendering plants as influenced by level of substitution and method of determination. **Poultry Science**, Champaign, v.71, n.2, p.316-322, 1992.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves (CNPASA) - EMBRAPA-CNPASA. **Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves.** 3º ed. Concórdia-SC, EMBRAPA-CNPASA, 1991, 97p. [Documento 19].
- FARREL, D.J. Rapid determination of metabolizable energy of foods using cockerels. **British Poultry Science**, Oxford, v. 19, n. 1, p.303-308, 1978.

- FISCHER JR., A.A. **Valores de energia metabolizável e de aminoácidos digestíveis de alguns alimentos para aves.** Viçosa, UFV, 1997. 55p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- FISCHER, C., McNAB, J.M. Techniques for determining the metabolizable energy content of poultry feeds. In: COLE, D.J.A., HAZELSIGN, W. (Eds.) **Recent developments in poultry nutrition.** Butterworths, 1987. P.54-69.
- FUNDACIÓN ESPAÑOLA PARA EL DESARROLLO DE LA NUTRICIÓN ANIMAL (FEDNA) **Tablas de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos**, 2ª ed, jul. 2003, 423 p.
- HILL, F.W., ANDERSON, D.L. Comparison of metabolizable energy and productive energy determinations whit growing chicks. **J. Nutrition**, Davis, v.64, n.3, p.587-604, 1958.
- JORGE NETO, G. Qualidade nutricional do subproduto de graxaria avícola. Abate e processamento de frangos. **Coleção FACTA**, p. 119 – 128, 1994.
- LIPISTEIN, B.;BORSTEIN, S.;BARTOV,I..The replacement of some of the soybean meal by the first-limiting amino acids in practical broiler diets. **Br. Poult. Sci.**,V.16, 1975 p. 627 – 635.
- LESSIRE, M., LECLERCQ, B., CONAN, L., HALLIOUIS, J. A methodological study of the relationship between the metabolizable energy values of two meat meals and their level of inclusion in the diet. **Poult. Sci.**, v.64, p.1721 – 1728, 1985.
- LEESON; S., YERSIN, A., VOLKER, L. Nutritive value of the 1992 corn grop., **Journal Applied Poultry Research**, Athens, v.2, 1993, p.208 – 213.
- LEESON; S., SUMMERS, J.D. **Scott's Nutrition of the Chicken.** Ed. University Books. 4ª ed. 591p. 2001.
- McCASLAND, W.M.E., RICHARDSON, L.R. Methods for determing the nutritive value of feather meals. **Poult. Sci.**, v.45, p.1231 – 1236, 1996.
- MACNAB, J.M. Amino acid digestibility and availability studies with poultry. In: Amino acid in animal farm nutrition. **Wallingford: CAB international**, 1994, p.185 – 203.

- MATTERSON, L.D., POTTER, L.M., STUTZ, M.W., SINGSEN, E.P. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **University of Connecticut Storrs. Agricultural Experiment Station Research Report**, v.11, 11p, 1965.
- NASCIMENTO, A. H.; GOMES, P. C.; ALBINO, L. F. T. Composição Química e Valores de Energia Metabolizável das Farinhas de Penas e Vísceras Determinados por Diferentes Metodologias para Aves. **Rev. Soc. Bras. Zootec.**, jun. 2002, vol.31, no.3, p.1409-1417.
- NASCIMENTO, A.H. **Determinação do valor nutritivo da farinha de vísceras e da farinha de penas para aves utilizando diferentes metodologias.** Viçosa, UFV, 2000. 106p. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Committee on Animal Nutrition. Subcommittee on Poultry Nutrition. Washington, EUA. **Nutriente Requirements of Poultry**, 9.ed. Washington, National Academy of Sciences, 1994. 155p.
- NOY, Y. e SKLAN, D. Digestion and absorption in the young chick. **Poultry Science**, v.74, p.366 - 373, 1995.
- NUNES, R.V. **Digestibilidade de nutrientes e valores energéticos de alguns alimentos para aves.** Viçosa, UFV, 2003. 113p. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- PACK, M. Últimos avances en los sistemas de valoración de aminoácidos para la alimentación de aves. **In: Curso de especialización, 1994 Madrid. FEDNA**, p.9 – 28.
- PAPADOPOULOS, M.C., BOUSHY, A.R., KETELAARS, E.H. Effect of different processing conditions on amino acid digestibility of feather meal determined by chick assay. **Poult. Sci.**, v. 64, p. 1729 – 1741, 1986.
- PATTERSON, P.H., ACAR, N., CLEMAN, W.C. Feeding value of poultry by-products extruded with cassava, barley and wheat middlings for broiler chicks: The effect of ensiling poultry by-products as a preservation method prior to extrusion. **Poult. Sci.**, v.73, p.1107 – 1115, 1994.
- PERFIL 2001. Indústria Brasileira de Alimentação Animal. **Informativo**. 2001

- PESTI, G.M., FAUST, L.O., FULLER, H.L., DALE, N.M. Nutritive value of poultry by-product meal. 1. Metabolizable energy values as influenced by method of determination and level substitution. **Poult. Sci**, v.65, n.12, p. 2258-2267, 1986.
- PUPA, J. M. R. **Rações para frangos de corte formuladas com valores de aminoácidos digestíveis verdadeiros, determinados com galos cecectomizados**. Viçosa, MG:UFV, 1995, 63p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa / Minas Gerais, 1995.
- PUPA, J. M. R., LEÃO, M. I., CARVALHO, A. U., POMPERMAYERT, L. G., ROSTAGNO, H. S. Cecectomia em galos sob anestesia local e incisão abdominal. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 50, no. 5, p. 531 - 535, 1998.
- RODRIGUES, P. B.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T. Valores energéticos do milho e subprodutos do milho determinados com frangos de corte e galos adultos. **Rev. Soc. Bras. Zootec.**, nov/dez. 2001a, vol.30, no.6, p.1767. ISSN 1516-3598.
- RODRIGUES, P. B.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T. Aminoácidos digestíveis do milho e subprodutos do milho determinados com galos adultos cecectomizados. **Rev. Soc. Bras. Zootec.**, nov/dez. 2001b, vol.30, no.6, p.2046.
- RODRIGUES, P. B.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T. Valores Energéticos da Soja e Subprodutos da Soja, Determinados com Frangos de Corte e Galos Adultos. **Rev. Soc. Bras. Zootec.**, maio/jun. 2002a, vol.31, no.3, supl, p.1771-1782.
- RODRIGUES, P. B.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T. Aminoácidos digestíveis verdadeiros da soja e subprodutos, determinados com galos cecectomizados. **Rev. Soc. Bras. Zootec.**, abr. 2002b, vol.31, no.2, supl, p.970-981.
- ROSTAGNO, H. S., FEATHERSTON, W.R. Estudo de Métodos de Determinação de Disponibilidade de Aminoácidos em Pintos. **Rev. Soc. Bras. Zootec.**, v.6, p.64-75, 1977.
- ROSTAGNO, H.S. Valores de composição de alimentos e exigências nutricionais utilizados na formulação de rações para aves. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECCIA, 27, Piracicaba, 1990. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1990, p. 11-30.

- ROSTAGNO, H.S., BARBARINO JR, P., BARBOZA, W.A. Exigências nutricionais das aves determinadas no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 1996, Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG, 1996. P.361-388.
- ROSTAGNO, H. S., NASCIMENTO, A. H., ALBINO, L. F. T. Aminoácidos totais e digestíveis para aves. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, Campinas, SP, 1999. **Anais...** Campinas: FACTA, p. 65-83, 1999.
- ROSTAGNO, H.S., ALBINO, L.F.T., DONZELE, J.L., et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos. Composição de alimentos e exigências nutricionais.** Viçosa: UFV. 2000. 141p.
- SCHUTTE, J.B. **Differences in dietary energy value of feedstuffs between young and adult birds.** In: MINI SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, Viçosa, 1998. **Anais...** Viçosa - MG, 1998, p.7-14.
- SCOTT, T. A., SILVERSIDES, F. G. CLASSEN, H. L. SWIFT, M. L., BEDFORD, M. R. Comparison of sample source (excreta or ileal digesta) and age of broiler chick on measurement of apparent digestible energy or wheat and barley. **Poult. Sci**, v.77, p.456-463, 1998.
- SIBBALD, I.R. A bioassay for metabolizable energy in feedingstuffs. **Poult. Sci**, v.55, n.1, p.303-308, 1976.
- SIBBALD, I.R., SLINGER, S.J. A biological assay for metabolizable energy in poultry feed ingredients together with findings which demonstrate some of the problems associated with evaluation of fats. **Poult. Sci**, v. 42, n. 1, p. 13-25, 1963.
- SIBBALD, I.R. Measurement of bioavailable energy in poultry feedingstuffs: a review. **Can. J. An. Sci.** 62:(4)983-1048, 1982.
- SILVA, D. J. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos.** 2. Ed. Viçosa, MG: UFV, 1990. 165p.
- UBA, União brasileira de avicultura. **Produção nacional de ração 2004.** <http://www.uba.org.br> acesso dia 02-10-2004
- VIEITES, F. M.; ALBINO, L. F. T.; SOARES, P. R. Valores de energia metabolizável aparente da farinha de carne e ossos para aves . **Rev. Soc. Bras. Zootec.** nov/dez. 2000a, vol.29, no.6, p.2291.

- VIEITES, F. M.; ALBINO, L. F. T.; SOARES, P. R.. Valores de aminoácidos digestíveis da farinha de carne e ossos para aves . **Rev. Soc. Bras. Zootec.**, nov/dez. 2000b, vol.29, no.6, p.2301. ISSN 1516-3598.
- WANG, X. e PARSONS, C. M. Dietary Formulation with meat and bone meal on a total versus a digestible or bioavailable amino acid basis. **Poult. Sci**, v. 77, p. 1010 - 1015, 1998.
- WOLYNETZ, M.N., SIBBALD, I.R. Relationships between apparent na true metabolizable energy and the effects of a nitrogen correction. **Poult. Sci**, v.63, n.7, p.1386-1399, 1984.

## **Apêndices**

## Apêndice A

Quadro 1 – Descrição dos alimentos de origem vegetal avaliados neste trabalho

Alimentos	Descrição
Milho grão 1	Amostra de milho em grão normal
Milho grão 2	
Milho grão 3	
Milho alta gordura	Amostra de milho de alta gordura em grão normal
F. gérmen de milho 1	Obtido a partir da retirada do amido do grão do milho, apresenta grande proporção de gorduras, proteínas e moderado teor de carboidratos
F. gérmen de milho 2	
F. gérmen de milho 3	
Pasta integral de maracujá	Resíduo da fabricação dos sucos, composto por resíduos de polpa e sementes trituradas
Soja integral	Amostra de grão de soja tostados
F.I.soja Micronizada 1	Obtido a partir do tratamento térmico, por vapor indireto, dos grãos de soja selecionados, limpos e sem a casca. Seguida de moagem por rolos para obtenção de um produto com granulometria em torno de 30 microns (micronização)
F.I.soja Micronizada 2	
F.I.soja Micronizada 3	
F. soja alta proteína	Amostra de farelo de soja tostado
Casca de soja	Subproduto da extração do óleo pelo esmagamento do grão, as cascas são retiradas por aspiração
Levedura	Subproduto da fermentação alcoólica da cana de açúcar, centrifugada e desidratada
Farelo de arroz	Subproduto do beneficiamento do grão de arroz

## Apêndice B

Quadro 2 – Descrição dos alimentos de origem animal avaliados neste trabalho

Alimentos	Descrição
Farinha de carne	Subproduto de abatedouro seco e triturado resultante do cozimento a seco de cortes em geral, aparas e limpezas de carcaças ( ligamentos, mucosas, orelhas, pontas de caldas etc)
Farinha de vísceras	Elaborada a partir de vísceras e gordura de aves e suínos
Farinha de vísceras suínas	Elaborada a partir de gordura, vísceras e ossos de suínos
Farinha de vísceras de aves	Elaborada a partir de víscers, cabeças, pés, moela, intestinos e pulmões, carcaças e partes condenadas
Farinha de penas 1	Elaborada a partir da cocção, sob pressão, de penas de aves
Farinha de penas 2	
Farinha de sangue 1	Elaborada a partir da cocção, sob pressão, e seguida de desidratação por spray dried
Farinha de sangue 2	
Farinha de sangue 3	
Plasma sanguíneo	Obtido a partir do sangue, o plasma é separado do sangue por centrifugação e filtração seguida de desidratação por spray dried

## Apêndice C

Quadro 3 – Valores médios de excreção endógena de aminoácidos determinados com galos cecectomizados, expressos com base na matéria natural.

Aminoácido	g AA endógeno/ave <sup>1,2,7</sup>	CARVALHO (2001) g AA endógeno/ave <sup>3,7</sup>	D'AGOSTINI (2001) g AA endógeno/ave <sup>4,7</sup>	VIEITES (1999) g AA endógeno/ave <sup>5,7</sup>	FISHER JR. (1997) g AA endógeno/ave <sup>6,7</sup>
Lisina	0,03489	0,03756	0,03756	0,03694	0,03400
Arginina	0,03353	0,04395	0,03973	0,04138	0,03270
Isoleucina	0,02710	0,02995	0,02664	0,02691	0,02640
Leucina	0,04751	0,04804	0,05160	0,05149	0,04610
Metionina	0,01624	0,01454	0,02140	0,01314	0,01860
Met+cis	0,03893	0,04439	0,02532	0,05490	0,03340
Fenilalanina	0,03067	0,03310	0,02708	0,03165	0,02730
Treonina	0,03320	0,04850	0,03478	0,05343	0,03160
Glicina	0,05005	0,05999	0,05673	0,11122	0,05400
Valina	0,04558	0,04159	0,03613	0,05304	0,03890
Histidina	0,02604	0,01579	0,01275	0,04138	0,01410
Alanina	0,03795	0,04243	0,03532	0,04029	0,03130
Ac. Aspártico	0,04961	0,05482	0,05198	0,06121	0,38300
Ac. Glutâmico	0,08852	0,92906	0,08249	0,09146	0,07090
Cistina	0,07155	0,02985	0,00392	0,02955	0,01480
Tirosina	0,02794	0,02715	0,02953	0,02621	0,03830
Serina	0,05106	0,05659	0,04677	0,05507	0,03480

<sup>1</sup> Valores médios determinado neste trabalho,

<sup>2</sup> Peso médio dos galos = 2,40 Kg; jejum de 36 horas para limpeza do trato digestivo e 56 horas de coleta das excretas

<sup>3</sup> Peso médio dos galos = 2,30 Kg; jejum de 36 horas para limpeza do trato digestivo e 56 horas de coleta das excretas

<sup>4</sup> Peso médio dos galos = 2,15 Kg; jejum de 36 horas para limpeza do trato digestivo e 56 horas de coleta das excretas

<sup>5</sup> Peso médio dos galos = 2,42 Kg; jejum de 36 horas para limpeza do trato digestivo e 56 horas de coleta das excretas

<sup>6</sup> Peso médio dos galos = 2,30 Kg; jejum de 24 horas para limpeza do trato digestivo e 56 horas de coleta das excretas

<sup>7</sup> Gramas de aminoácido endógeno