

RODOLFO ALVES VIEIRA

**VALORES ENERGÉTICOS E DE AMINOÁCIDOS DIGESTÍVEIS DE
ALGUNS ALIMENTOS PARA AVES**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientae*.

**VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2011**

RODOLFO ALVES VIEIRA

**VALORES ENERGÉTICOS E DE AMINOÁCIDOS DIGESTÍVEIS DE
ALGUNS ALIMENTOS PARA AVES**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientae*.

Aprovada: 21 de Fevereiro de 2011

Prof. Horacio Santiago Rostagno
(Coorientador)

Prof. Paulo Cezar Gomes
(Coorientador)

Dra. Melissa Izabel Hannas

Prof. Luiz Fernando Teixeira Albino
(Orientador)

Dedico,

À minha mãe, pelo amor, dedicação e incentivo.

Ao meu saudoso pai, pelos momentos vividos

À minha irmã, pela ajuda e pelo carinho.

Aos meus amigos, pela convivência.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela oportunidade de aprendizado.

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

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

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

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

Ao professor Paulo César Gomes pela orientação e apoio.

A minha mãe e minha irmã, pelos ensinamentos, pela dedicação, pelas palavras e ações de incentivo.

A minha família pelo apoio e carinho.

Aos amigos Rodrigo, Valdir, Paulo Roberto, Sabrina, Maycon, Thales, Gabriela e Sandra pelos momentos felizes e pela amizade sincera.

Aos colegas e companheiros de trabalho Anastácia, Bruno, Carla, Diego, Elce, Fernando, Gabriel, Leandro, Macaé, Hélivio, Jorge Armando, Jorge Cunha, Knop, Guilherme, João Paulo, Matheus, Paulo Roberto, Richard, Rosana, Rodrigo, Sandra, Tiago, Thony, Valdir e Wagner pela convivência, amizade e contribuições.

A empresa Ajinomoto Nutrição Animal pelas análises laboratoriais realizadas.

As empresas Cargil e Sadia pelo fornecimento do material de trabalho.

Aos funcionários do Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da UFV, em especial Adriano, Elísio, Joselino e Pedrinho e ao Zootecnista Mauro Godoi responsável pela fábrica de rações, pela atenção e ajuda atribuída.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, em especial Celeste e Fernanda, pela paciência e dedicação;

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

BIOGRAFIA

RODOLFO ALVES VIEIRA, filho de Maria Cristina Alves Vieira e Edson Vilela Vieira, nasceu em Minduri – MG, em 2 de maio de 1986.

Em 2005, ingressou no curso de Zootecnia, da Universidade Federal de Viçosa, colando grau em 24 de julho de 2009.

Em agosto de 2009, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia, da Universidade Federal de Viçosa – MG, na área de Nutrição e Alimentação de Monogástricos, submetendo-se a defesa de dissertação em 21 de fevereiro de 2011.

SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	ix
1) INTRODUÇÃO.....	1
2) REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Composição Química dos Alimentos.....	3
2.2. Determinação da energia metabolizável.....	5
2.3. Métodos de determinar a energia Metabolizável.....	6
2.4. Fatores que afetam a utilização da energia.....	9
2.5. Digestibilidade dos aminoácidos.....	11
2.6. Métodos para determinar a digestibilidade de aminoácidos.....	12
2.7. Fatores que interferem na digestibilidade dos aminoácidos.....	14

CAPÍTULO 1

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E VALORES DE ENERGIA METABOLIZÁVEL APARENTE E APARENTE CORRIGIDA DE ALGUNS ALIMENTOS ENERGÉTICOS DETERMINADOS COM FRANGO DE CORTE

1) Introdução.....	16
2) Material e Métodos.....	18
3) Resultados e Discussão	
3.1) Composição Química e Energética.....	22
3.2) Valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn).....	27
4) Resumo e Conclusão.....	30

CAPÍTULO 2

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E VALORES DE ENERGIA METABOLIZÁVEL APARENTE E APARENTE CORRIGIDA DE ALGUNS ALIMENTOS PROTÉICOS DETERMINADOS COM FRANGO DE CORTE

1) Introdução.....	31
2) Material e Métodos.....	33
3) Resultados e Discussão	
3.1) Composição Química e Energética.....	37
3.2) Valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn).....	40
4) Resumo e Conclusão.....	43

CAPÍTULO 3

DETERMINAÇÃO DOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE VERDADEIRA DOS AMINOÁCIDOS DE ALGUNS ALIMENTOS ENERGÉTICOS PARA AVES

1) Introdução.....	44
2) Material e Métodos.....	46
3) Resultados e Discussão	
3.1) Composição em aminoácidos totais.....	50
3.2) Coeficientes de digestibilidade verdadeiro e aminoácidos digestíveis.....	53
4) Resumo e Conclusão.....	60

CAPÍTULO 4

DETERMINAÇÃO DOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE VERDADEIRA DOS AMINOÁCIDOS DE ALGUNS ALIMENTOS PROTÉICOS PARA AVES

1) Introdução.....	61
2) Material e Métodos.....	63
3) Resultados e Discussão	
3.1) Composição em aminoácidos totais.....	66
3.2) Coeficientes de digestibilidade verdadeiro e aminoácidos digestíveis.	
4) Resumo e Conclusão.....	69

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77
---------------------------------	----

APÊNDICES.....	89
----------------	----

RESUMO

VIEIRA, Rodolfo Alves, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2011.
Valores energéticos e de aminoácidos digestíveis de alguns alimentos para aves. Orientador: Luiz Fernando Teixeira Albino. Coorientadores: Horacio Santiago Rostagno e Paulo Cezar Gomes.

Dois experimentos foram realizados no setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, com o objetivo de determinar os valores energéticos e de aminoácidos digestíveis de alguns alimentos para frangos de corte. No primeiro experimento objetivou-se a determinação dos valores de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn), além da determinação da composição química dos alimentos. Foi utilizado o método tradicional de coleta de excretas com pintos de corte no período de 14 a 24 dias de idade. Os animais foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado onde cada tratamentos foi composto por seis repetições com seis aves por unidade experimental. Cada alimento substituiu a ração referência nos níveis de 20, 30 e 40%, dependendo do tipo de alimento. Os pintos foram alojados em baterias metálicas equipadas com bandejas para coleta das excretas. Os valores de EMAn (kcal/kg) na matéria natural dos alimentos energéticos avaliados foram: milho inteiro, 3136 kcal/kg; milho moído grosso, 3152 kcal/kg; milho moído fino, 3170 kcal/kg; milho1, 3247 kcal/kg; milho2, 3368 kcal/kg; milho gelatinizado, 3029 kcal/kg; sorgo; 3221 kcal/kg; casca de soja, 913 kcal/kg; farelo de arroz parboilizado, 1774 kcal/kg e farelo de arroz integral, 2493 kcal/kg. Já os valores de EMAn (kcal/kg) na matéria natural dos alimentos protéicos avaliados foram: farinha de vísceras de ave, 3197 kcal/kg; farinha de sangue e penas de aves, 2637 kcal/kg; farinha de carne e ossos suína, 2242 kcal/kg; soja desativada, 3220 kcal/kg; farelo de soja, 2053 kcal/kg; soja integral extrusada parcialmente desengordurada1, 2470 kcal/kg e soja integral extrusada parcialmente desengordurada2, 2522 kcal/kg. No segundo experimento objetivou-se determinar os coeficientes de digestibilidade e os valores de aminoácidos digestíveis verdadeiros, dos mesmos alimentos, utilizando o método de coleta ileal. Foram utilizados animais dos 25 aos 30 dias de idade distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado. As aves foram submetidas a um período de adaptação às

dietas experimentais (dieta isenta de proteína (DIP) e DIP com adição dos alimentos testados em substituição ao amido). Após este período todas as aves de cada repetição foram abatidas por deslocamento cervical, abertas na cavidade abdominal para coleta do conteúdo na porção do íleo terminal. Foi utilizada uma dieta isenta de proteína com 1% de cinza ácida insolúvel, como indicador para determinação da digestibilidade dos aminoácidos e excreção endógena de proteína e de aminoácidos. Ao final, as digestas obtidas foram pesadas, liofilizadas, processadas e então, realizadas as análises laboratoriais e determinados os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos. Os valores de coeficientes de digestibilidade verdadeira da lisina e metionina em porcentagem para os alimentos energéticos foram respectivamente: 86,89 e 93,65 para o milho inteiro; 88,09 e 90,96 para o milho moído grosso; 88,89 e 95,54 para o milho moído fino; 95,99 e 94,61 para o milho1; 84,12 e 93,87 para o milho2; 82,16 e 88,83 para o milho gelatinizado; 82,16 e 88,83 para o sorgo; 52,5 e 61,47 para a casca de soja; 73,57 e 73,09 para o farelo de arroz parboilizado e 86,35 e 84,62 para o farelo de arroz integral. Os valores de coeficientes de digestibilidade verdadeira da lisina e metionina em porcentagem para os alimentos protéicos foram respectivamente: 78,99 e 81,72 para a farinha de vísceras de ave, 60,96 e 76,29 para a farinha de sangue e penas de aves, 88,66 e 89,62 para a farinha de carne e ossos suína, 93,49 e 95,48 para a soja desativada, 89,43 e 94,33 para o farelo de soja, 91,88 e 97,11 para a soja integral extrusada parcialmente desengordurada1 e 90,75 e 95,78 para soja integral extrusada parcialmente desengordurada2.

ABSTRACT

VIEIRA, Rodolfo Alves, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2011.
Values of metabolizable energy and of digestible amino acids of some feedstuffs for poultry. Adviser: Luiz Fernando Teixeira Albino. Co-Advisers: Horacio Santiago Rostagno and Paulo Cezar Gomes.

Two experiments were conducted in the Poultry Sector of the Animal Science Department of the National University of Viçosa in order to evaluate the energy values and the digestible amino acids of some feedstuffs for broilers. The first experiment aimed to determinate the values of apparent metabolizable energy (AME) and apparent metabolizable energy corrected by the nitrogen balance (AMEn), besides the determination of the chemical composition of the feedstuffs. The traditional method of excrete collection was used on broiler chicks, in the period from 14 to 24 days of age. The animals were distributed in a completely randomized design where each treatment consisted of six replicates of six birds each. Each food substituted the reference ration in the levels of 20, 30 or 40%, depending on the food type. The broilers were housed in metallic batteries with trays for excrete collection. The values of AMEn (Kcal/kg) based on the natural matter of the energetic foods were: Whole Millet, 3136 kcal / kg coarsely ground millet, 3152 kcal / kg, finely ground millet, 3170 kcal / kg; corn1, 3247 kcal / kg; corn2, 3368 kcal / kg; gelatinized corn, 3029 kcal / kg, sorghum, 3221 kcal / kg, soybean hulls, 913 kcal / kg parboiled rice, 1,774 kcal / kg and brown rice, 2493 kcal / kg. The values of AMEn (Kcal/kg) based on the natural matter of the protein foods were: Poultry offal meal, 3,197 kcal / kg, blood and feathers meal, 2637 kcal / kg, swine meat and bone meal, 2242 kcal / kg, soybean disabled, 3220 kcal / kg, soybean meal, 2053 kcal / kg; extruded soybean partly defatted 1, 2470 kcal / kg and extruded soybean partly defatted 2, 2522 kcal / kg. The second trial was aimed to determine the coefficients of digestibility and the values of true digestible amino acids of the same foods using the ileal collection method. It were used animals 25 to 30 days old distributed in a completely randomized design. The birds were subjected to a period of adaptation to experimental diets (protein-free diet (PFD) and PFD with the addition

of the feedstuffs in exchange with starch). After this period all birds from each replicate were slaughtered by cervical dislocation and opened at the abdominal cavity to collect the contents in the portion of the terminal ileum. It was used a protein-free diet with 1% acid insoluble ash as an indicator to determine the amino acid digestibility and endogenous excretion of protein and amino acids. Ultimately, the digests obtained were weighed, frozen, dried, processed and then performed the laboratory analysis to determine the amino acids true digestibility coefficients. The values of lysine and methionine true digestibility in percentage for energetic food sources were respectively 86.89 and 93.65 for the whole millet, 88.09 and 90.96 for the coarsely ground millet, 88.89 and 95.54 for the finely ground millet, 95.99 and 94.61 for the corn1, 84.12 and 93.87 for the corn2, 82.16 and 88.83 for the gelatinized corn, 82.16 and 88.83 for the sorghum, 52.5 and 61.47 for the soybean hulls, 73.57 and 73.09 for the parboiled rice and 86.35 and 84.62 for the brown rice. The values of lysine and methionine true digestibility in percent for the protein feeds were respectively 78.99 and 81.72 for the poultry offal meal, 60.96 and 76.29 for the blood and feather meal, 88.66 and 89.62 for the swine meat and bones meal, 93.49 and 95.48 for the soybean disabled, 89.43 and 94.33 for the soybean meal, 91.88 and 97.11 for the extruded soybean partly defatted 1 and 90.75 and 95.78 for the extruded soybean partly defatted 2.

1. INTRODUÇÃO

A avicultura brasileira se apresenta no cenário mundial em uma posição de destaque, principalmente quanto à produção de frango de corte. Em 2010 o Brasil produziu cerca de 12,23 milhões de toneladas de carne de frango, um incremento de 11,38% em relação ao ano de 2009, e exportou aproximadamente 3,819 milhões de toneladas para quase 150 países. Com essa produção o Brasil lidera o ranking das exportações e é qualificado como o terceiro maior produtor mundial, atrás apenas dos Estados Unidos e China. O consumo por habitante/ano foi de 44,5kg, sendo a carne mais consumida no Brasil.

Este expressivo crescimento da avicultura nacional baseia-se no desenvolvimento da nutrição, do melhoramento genético, da sanidade, do manejo e das instalações e ambiência. Dentre todas essas áreas, aquela que sem dúvida possui maior impacto na rentabilidade do valor investido é a nutrição; visto que a ração consumida pelas aves corresponde a aproximadamente 70% do custo de produção. De acordo com as várias pesquisas no campo nutricional, é possível usar diferentes estratégias alimentares para se obter um bom desempenho ao menor custo possível.

O Brasil possui uma diversidade de alimentos que precisam ser mais estudados, principalmente aqueles que apresentam grande variabilidade nutricional devido às diferentes formas de processamentos, como os alimentos de origem animal. O uso de matérias-primas de valor nutricional conhecido, possibilita formular as rações de forma precisa, atendendo o requerimento nutricional dos animais e, conseqüentemente, promovendo maior produtividade e menor custo de produção.

À medida que os custos de produção aumentam os alimentos alternativos, como subprodutos de origem animal e vegetal, passam a ser mais utilizados na alimentação animal como alternativa ao uso do milho e da soja, podendo reduzir os custos de produção e o volume de contaminantes lançados no meio ambiente.

A energia disponibilizada pelos alimentos esta envolvida em todos os processos produtivos das aves e é um dos fatores limitantes do consumo (ALBINO, 1991). A quantidade de energia presente nos alimentos normalmente é expressa como energia metabolizável aparente (EMA), sendo importante nas formulações de rações.

A determinação dos valores de EMA apresenta dificuldades, devido às metodologias utilizadas e ao tempo necessário para realizar o ensaio de metabolismo,

bem como a existência de variações na composição química de um mesmo alimento. Devido a essas dificuldades torna-se necessário gerar mais informações sobre o valor energético dos alimentos.

Além da energia e da composição química dos alimentos é necessário conhecer o teor de aminoácidos digestíveis, uma vez que os aminoácidos que compõem a proteína dos alimentos não estão totalmente disponíveis para o animal. A formulação de rações com base em aminoácidos digestíveis proporciona melhor desempenho das aves, quando comparada a dietas com base em aminoácidos totais (ROSTAGNO et al. 1995).

Quando se deseja maior eficiência na produção é necessário conhecer a composição química, a disponibilidade e a digestibilidade dos nutrientes, assim como o conteúdo energético dos alimentos.

Dessa forma, objetivou-se determinar a composição química, os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) e os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos de alguns alimentos utilizados nas formulações de rações para aves.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Composição Química dos Alimentos

O valor nutritivo do alimento está diretamente relacionado com sua composição química e energética, que são importantes no balanceamento das rações.

As tabelas nacionais de composição dos alimentos e de exigências nutricionais têm contribuído para o avanço da avicultura no Brasil, proporcionando informações mais precisas, o que tem permitido melhor utilização, principalmente, dos alimentos não-convencionais. Entretanto, é importante que essas informações sejam constantemente atualizadas, proporcionando assim informações com maior confiabilidade, que irão permitir aos nutricionistas a formulação de rações mais eficientes para que as aves possam expressar todo o seu potencial genético.

Muitos são os fatores que interferem na composição química dos alimentos; dentre eles pode-se citar: regiões geográficas, condições de plantio, fertilidade do solo, variabilidade genética dos cultivares, formas de armazenamento e processamento dos grãos vegetais, além da composição e forma de obtenção de produtos de origem animal. Assim, trabalhos têm sido desenvolvidos com os objetivos de atualizar os valores nutricionais dos alimentos comumente utilizados em rações para aves e conhecer o valor nutritivo de novos alimentos, o que torna as tabelas mais completas e com valores mais precisos (GENEROSO et al. 2008).

De acordo com TUCCI et al. (2003), estas variações que ocorrem na composição química e no valor energético dos ingredientes, são mais evidentes nos subprodutos, pois a obtenção desses nem sempre é padronizada.

Alguns alimentos rotineiramente utilizados nas rações apresentam certa padronização em seu processamento, o que confere características nutricionais semelhantes a estes ingredientes. Entretanto, os alimentos não convencionais, de modo geral, não apresentam padronização em sua forma de obtenção, composição e processamento, podendo variar de acordo com o fornecedor (MELLO, 2007).

De acordo com SANTOS et al. (2005), o conhecimento dos dados de composição química, dos valores de digestibilidade e da disponibilidade de nutrientes é importante no balanceamento de rações técnicas, economicamente viáveis, uma vez que a precisão dos valores de composição química e energética e da digestibilidade de nutrientes são primordiais na busca de reduzidos custos de produtividade.

BRUMANO et al. (2006), ao avaliarem a composição química de alguns alimentos protéicos, tanto de origem animal quanto vegetal, relataram que os dados obtidos quando comparados aos descritos na literatura apresentaram variações entre os valores de composição química dos alimentos, tanto nas tabelas nacionais (ROSTAGNO et al. 2000; EMBRAPA, 1991) quanto nas estrangeiras (BLAS et al. 2003; NRC, 1994 e 1998).

DOLZ & DE BLAS (1992), analisando vinte diferentes amostras de farinha de carne e ossos, afirmaram que, dependendo do tipo de matéria prima e do processamento a que foram submetidos, os níveis de proteína, de gordura e de cinzas desse produto mostram-se extremamente variáveis.

VIEITES et al. (1999) ao trabalharem com seis farinhas de carne e ossos, observaram grande variabilidade nos valores de composição química desses alimentos, que ocorreram provavelmente devido ao processamento e pelas diferenças das matérias-primas que foram utilizadas.

Além do conhecimento da composição química, LIMA (1988) afirmou que um dos aspectos mais importantes para se obter sucesso em um programa de alimentação é o fornecimento de energia em quantidade adequada.

Determinar a quantidade de energia contida no alimento é uma prática fácil e rápida, entretanto não estima com precisão a quantidade de energia que o animal é capaz de aproveitar efetivamente. Dessa forma, ensaios biológicos devem ser realizados para se mensurar a energia metabolizável dos alimentos (SCOTT et al. 1998). Tal método, além de oneroso, é demorado e trabalhoso, levando ao uso constante de tabelas de composição química.

No passado as rações eram formuladas utilizando dados de tabelas estrangeiras, como as do NRC (1994) cujos dados, em função de condições adversas, diferem dos citados nas condições brasileiras, (EMBRAPA, 1991) e ROSTAGNO et al. (2005).

De acordo com BRUGALLI (1999), a composição química dos alimentos é um dos fatores que determina seu valor nutricional, tornando-se importante a determinação do conteúdo e a disponibilidade dos nutrientes. A contínua avaliação dos ingredientes é extremamente necessária para manter atualizado um banco de dados que possibilite melhorar as estimativas dos nutrientes que são utilizados nas dietas de aves.

2.2. Determinação da energia metabolizável

A energia do alimento é o resultado da oxidação dos nutrientes (proteína, carboidrato e gordura) durante o metabolismo animal, sendo o principal fator limitante para o ótimo desempenho das aves.

SIBBALD (1982), afirmou 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.

O desempenho das aves sofre ação direta do nível energético das dietas, pois a energia presente na dieta é um dos fatores limitantes do consumo, sendo utilizada nos diferentes processos que envolvem desde a manutenção até o máximo potencial produtivo. A precisão na determinação dos valores de energia metabolizável (EM) é importante para o ótimo desempenho das aves, uma vez que pode refletir em acréscimos no ganho de peso e na conversão alimentar (DALE & FULLER, 1982).

O termo energia foi utilizado até 1960, como energia produtiva, segundo TITUS (1955) é a energia líquida medida pela comparação da energia depositada no corpo da ave, em função de diferentes quantidades de alimentos consumidos pelas aves em crescimento ou engorda. Porém, HILL & ANDERSON (1958), demonstraram que os valores de energia metabolizável variavam menos do que os valores de energia produtiva.

Existem várias formas de se expressar a energia presente no alimento. Dentre elas estão a energia bruta, a digestível, a metabolizável e a líquida. A energia bruta (EB) indica simplesmente a energia presente no alimento. A energia digestível (ED) é determinada pela diferença entre a energia bruta consumida e a energia bruta contida nas fezes, como as aves excretam as fezes junto com a urina, esse método se torna inviável. A energia metabolizável (EM) é a energia bruta consumida menos a energia bruta contida nas fezes e urina (excreta) e nos produtos gasosos da digestão. Para aves domésticas os produtos gasosos são geralmente insignificantes, assim, a energia metabolizável representa a energia bruta da alimentação menos a energia bruta da excreta. A energia metabolizável aparente consiste na diferença entre energia consumida menos energia excretada, não considerando que parte da energia da excreta seja proveniente de material endógeno, já a energia metabolizável verdadeira quantifica

a energia proveniente de perdas endógenas e considera esse valor nos cálculos. Por fim, a energia líquida é a energia metabolizável menos a energia perdida como incremento calórico. No entanto, o alto custo dos equipamentos junto às dificuldades de medição são as maiores limitações. De acordo com MATTERSON et al. (1965) o valor de energia metabolizável é o que melhor representa a quantidade de energia disponível no alimento para aves.

2.3. Métodos de determinar a energia metabolizável

Atualmente existem várias metodologias comumente utilizadas na determinação dos valores de energia metabolizável dos alimentos destacando-se os ensaios biológicos, como: métodos tradicionais de coleta total (SIBBALD & SLINGER, 1963), método de alimentação precisa (SIBBALD, 1976) e método rápido (FARRELL, 1978). Existem também os métodos não-biológicos, que consistem nos métodos *in vitro* e no uso de equações de predição através da composição química do alimento (NRC, 1994 e ROSTAGNO et al, 1996). A utilização destes métodos permite a determinação de valores de energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (BN) (EMA_n), energia metabolizável verdadeira (EMV) e energia metabolizável verdadeira corrigida pelo BN (EMV_n), FISCHER JR. (1997). Todos esses métodos podem ser utilizados na determinação dos valores energéticos dos alimentos, mas é necessário conhecer as vantagens e desvantagens de cada metodologia.

Entre os métodos biológicos, o método de coleta total de excretas é o mais utilizado. Este método considera a energia metabolizável aparente como sendo a energia consumida subtraída da energia excretada pelas aves. Para isso, utiliza-se uma ração referência a qual é misturada ao alimento a ser testado e fornecido ao animal. O consumo é a vontade e realiza-se a coleta total das excretas por um período de cinco dias. As principais críticas quanto a este método são devido à diminuição dos valores da EMA à medida que se diminui o consumo de alimento, BORGES et al. (1998), e ao fato de que nem toda energia perdida na excreta ser proveniente do alimento, afinal, existem perdas metabólicas e endógenas do animal, que podem subestimar os valores de EMA dos alimentos (ALBINO, 1991).

RODRIGUES et al. (2005), ao relacionarem o tempo de coleta e a metodologia sobre a digestibilidade e o valor energético de rações para aves, concluíram que, para o método tradicional, três dias de coleta são suficientes para se determinar os valores de coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS) e a EMAn de rações a base de milho e de farelo de soja.

Nesse método é possível utilizar indicadores fecais, não sendo necessária a coleta total de excretas, dessa forma, realiza-se apenas a coleta do material que não estiver contaminado com ração e pena.

Em razão dessas críticas, SIBBALD (1976) desenvolveu o método de alimentação forçada ou precisa para se obter a EMV. O alimento a ser testado é diretamente administrado, por meio de um funil sonda, no papo de galos adultos em quantidades conhecidas, que podem variar de 20 a 30g. Os galos antes de serem entubados devem passar por um período de jejum de 48 horas e, após a alimentação, é realizada a coleta total de excretas por um período de 48 horas. Este método considera as perdas endógenas e metabólicas através de alguns galos mantidos em jejum por um período de 48 horas. FARREL e RAHARJO (1982) comentam que, neste método, tem-se o rápido tempo para execução da metodologia e uma pequena quantidade de alimento é utilizada, entretanto, este método apresenta desvantagens, pois considera constantes os valores de energia endógena e metabólica excretados, independente do consumo de alimento (quantidade e qualidade), além de descartar o possível sinergismo ou antagonismo que ocorre entre os ingredientes da ração na utilização da energia. Além disso, ao submeter as aves a um período de jejum, antes de serem forçadas a ingerir o alimento teste, ocorrem modificações do seu estado fisiológico (NRC, 1994). Desta forma, como os valores de energia metabolizável dos alimentos variam com a idade das aves, o método de alimentação precisa não pode ser mais considerado como verdadeiro e definitivo (PENZ JR et al., 1999)

Sendo assim, FARREL (1981) desenvolveu o método que consiste no uso de galos adultos treinados a consumir 80 a 100g de ração em uma hora. O alimento a ser testado é misturado em uma ração referência em partes iguais e esta mistura deve ser peletizada. O período de coleta é de 48 horas, após o consumo, e os maiores problemas relacionados com essa técnica, segundo SCHANG & HAMILTON (1982), ocorrem devido a muitas aves não conseguirem consumir em uma hora essa quantidade de alimento, ocasionando alta variabilidade nos resultados.

BORGES et al. (1998) relataram que o método de alimentação forçada, apesar de ser mais rápido, está sujeito a erros devido ao baixo conteúdo de alimento ingerido, ao passo que o método tradicional, com pintos, parece ser mais preciso na estimativa de EM para aves, apresentando menor influência da energia fecal metabólica (EFm) e energia urinária endógena (EUE).

ALBINO (1991), ao utilizar o método tradicional de coleta total e o método de alimentação forçada com galos, observou que tanto a EMAn quanto a EMVn fornecem valores adequados para formular rações para aves, porém a maior limitação em se utilizar o sistema de EMV é o fato de todos os padrões nutricionais brasileiros serem baseados em EMA.

A EMA também pode ser determinada utilizando equações de predição com base na composição química dos alimentos, entretanto, essa metodologia pode ocasionar superestimação dos valores de EMA de alguns alimentos por considerar que todos os alimentos são igualmente digestíveis.

ALBINO & SILVA (1996) relataram que o método indireto de determinação da EMA através de equações de predição pode ser uma importante ferramenta na prática para aumentar a precisão no processo de formulação de rações, podendo melhorar a precisão dos valores energéticos de acordo com a variação na composição química dos alimentos.

Durante um ensaio experimental o animal pode reter ao perder nitrogênio fazendo com que modifique os valores de energia excretada. O nitrogênio retido na forma de tecido animal, quando catabolizado, contribui para as perdas de energia urinária endógena, portanto, variações na retenção de nitrogênio contribuirão para variações nos valores de EMA. Sendo assim, o uso da correção dos valores de EM pelo balanço de nitrogênio (BN) é recomendado para que se possa estimar com precisão a retenção ou perda de nitrogênio pelo animal. O BN consiste na diferença entre as quantidades de nitrogênio ingerido e excretado pelo animal. O total de nitrogênio retido ou perdido pelo animal ajusta a EMA obtendo-se a energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn). O fator de 8,22 kcal por grama de nitrogênio retido representa a energia equivalente quando o ácido úrico é completamente oxidado (NRC 1981), 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).

Quando se compara a EMA do mesmo alimento para animais de diferentes idades ou espécies é essencial que o valor esteja corrigido para BN, pois animais de diferentes idades ou espécies apresentam retenção de nitrogênio diferente.

Segundo PENZ JR. et al. (1999) a energia metabolizável corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) foi uma forma de padronizar a EMA dos alimentos, embora subestime a energia do alimento utilizada pelas aves.

O BN tende a ser positivo para frangos em crescimento, devido a estes estarem retendo nitrogênio para a deposição de proteína corporal. ANDREOTTI et al. (2004) verificaram que frangos em crescimento, com idade de 22 a 30 dias, apresentam maior retenção se comparados com frangos na fase final, 42 a 50 dias.

2.4. Fatores que afetam a utilização da energia

Além do BN, outros fatores também podem afetar os valores de EM dos alimentos.

Animais jovens apresentam um trato digestivo menor se comparado aos animais adultos, isso faz com que a capacidade de digestibilidade e aproveitamento da energia sejam menores nos animais mais jovens. Na medida em que o trato digestivo se desenvolve aumenta a capacidade de aproveitamento dos nutrientes e conseqüentemente, melhora o aproveitamento da energia. BRUMANO et al. (2006b) trabalhando com frangos de corte em diferentes idades, encontraram valores de EMA e EMAn dos alimentos estudados no período de 41 a 50 dias de idade 12,95% superiores aos valores obtidos no período de 21 a 30 dias de idade. MELLO et al. (2009) ao trabalharem com oito diferentes alimentos para frango de corte, verificaram aumento nos valores da EMA em seis alimentos à medida em que se aumentou a idade. Segundo MELLO et al. (2009), ao formular rações para aves, deve-se considerar que os valores energéticos dos alimentos diferem para cada idade do animal.

O peso corporal do animal também interfere na utilização da energia, segundo NOBLET & MILGEN (2004), a digestão da fibra dietética se torna mais eficiente com o aumento do peso corporal, este fato está correlacionado ao fato de animais mais velhos tenderem a apresentar maior peso corporal.

SAKOMURA et al.(2004) ao avaliarem a idade do frango sobre a atividade das enzimas pancreáticas e a digestibilidade do alimento verificaram que nas três primeiras semanas de idade das aves ocorreram menores valores de EM, isso pode ser justificado

pelos baixos coeficientes de digestibilidade do extrato etéreo verificados nessa fase, assim como pelas atividades da amilase e da lipase o que indica que nessas semanas a capacidade de digestão das aves não está totalmente desenvolvida, fato que limita o aproveitamento dos nutrientes das dietas, principalmente das gorduras.

O processamento e o armazenamento dos alimentos interferem na digestibilidade de seus nutrientes, podendo alterar o seu valor energético. CARVALHO et al. (2004), ao trabalharem com milhos submetidos a diferentes temperaturas de secagem (80, 100 e 120°C) e diferentes tempos de armazenamento (0, 60, 120 e 180 dias) observaram redução linear dos valores de EMA e EMAn com o aumento do tempo de armazenamento. VIEIRA et al. (2010) trabalhando com milhos submetidos a diferentes condições de armazenamento (convencional, aerado com ar natural e aerado com ar resfriado) a diferentes tempos de armazenamento (0, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias) observaram uma redução linear nos valores de EMAn com o aumento do tempo em todas as formas de armazenamento.

A granulometria do alimento também interfere nos valores de EMA e EMAn, BRUGALLI et al. (1999) trabalhando com diferentes granulometrias da farinha de carne e ossos, verificaram que as partículas médias e finas apresentaram maiores valores de EMA e EMAn que as partículas grossas.

O nível de inclusão do alimento teste à ração é outro fator de grande relevância na determinação da energia metabolizável dos alimentos. Estudos realizados por DOLZ & DE BLAS (1992) verificaram, ao aumentar o nível de inclusão da farinha de carne e ossos de 6 para 12%, diminuição de 5,5% nos valores de EMAn e, entre 12 e 24%, não observaram diferença para EMAn.

Outro fator que pode interferir na eficiência de utilização da energia é o sexo das aves. NASCIF et al (2004) encontraram maiores valores de EMA e EMAn de alguns tipos de gordura para pintos machos, sendo que para as fêmeas os valores foram 98% daqueles encontrados para os machos.

De acordo com ALBINO (1991) as variações do conteúdo de energia dos alimentos estão diretamente relacionadas com o consumo de alimento, sendo assim, quando há redução do consumo de alimento ocorre uma redução nos valores de EMA, subestimando seu valor. BORGES et al.(2004) verificaram que os animais que consumiram 25g apresentaram valores de EMA e EMAn inferiores aos dos animais que consumiram 50g de alimento. A explicação para esse fato é devido o alto consumo fazer com que a influencia das perdas endógenas se tornem menores.

Níveis de cálcio e fósforo, deficiência de aminoácidos e vitaminas, nível de inclusão do ingrediente teste, entre outros fatores, influenciam os valores de EM dos alimentos (COELHO, 1983). ÁVILA et al. (2006) verificaram que as correções dos níveis de o cloreto de colina e dos suplementos minerais e vitamínicos na ração teste, resultaram em maiores valores de EMA e EMAn, quando comparados aos valores determinados com o uso da ração sem essas correções nutricionais.

PERSIA et al. (2006) observaram que frangos acometidos pela coccidiose apresentaram valores de EMAn menores em relação aos animais não portadores da doença.

São inúmeros os fatores que ocasionam discrepância nos valores energéticos dos alimentos utilizados na alimentação das aves. Sendo assim, é imprescindível a realização de inúmeros ensaios de campo de forma a aumentar a precisão dos valores de energia, possibilitando obter melhores produtividades e rentabilidade na produção de aves.

2.5. Digestibilidade dos aminoácidos

No Brasil existe uma diversidade de alimentos que precisam ser melhor estudados, principalmente alimentos de origem animal, que segundo AZEVEDO (1997), apresentam valores nutritivos muito variados devido ao uso de diferentes processamentos.

A formulação de rações com base em aminoácidos digestíveis pode trazer maiores benefícios devido às diferenças de digestibilidade entre os diversos ingredientes, desta forma, os animais poderão ingerir quantidades de aminoácidos compatíveis com suas exigências (NRC, 1994; WANG & PARSON, 1998; ROSTAGNO et al, 1999).

As tabelas de exigências nutricionais tem sido a base para os cálculos de necessidades nutricionais para as aves e são expressas tanto nas necessidades dos animais, como nos valores nutritivos dos alimentos. Dessa forma, é necessário estimativas precisas tanto das exigências das aves em termos de necessidade metabólica, quanto do valor potencial do alimento.

A formulação de rações baseada em aminoácidos digestíveis tem sido utilizada pelos nutricionistas, principalmente, pela necessidade de se otimizar o uso de matérias-primas de alto custo e ainda pelo fato de possibilitar a substituição do milho e da soja

por ingredientes alternativos, garantindo um aporte equivalente de aminoácidos digestíveis pela correção das deficiências com a suplementação de aminoácidos industriais (SAKOMURA & ROSTAGNO, 2007).

Em experimento com frangos de corte, PUPA (1995) observou que dietas elaboradas com valores de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos de alimentos alternativos, suplementadas com aminoácidos sintéticos, resultaram em animais com desempenho semelhantes e com uma dieta de menor custo, em relação aos que receberam dietas à base de milho e farelo de soja (alimentos convencionais).

Segundo BRUMANO et al. (2006) o uso dos termos digestibilidade e disponibilidade de aminoácidos muitas vezes são expressos de forma incorreta. Digestibilidade é determinada pela simples diferença entre a quantidade de aminoácidos consumidos e o excretado, já a disponibilidade de aminoácidos inclui os processos de digestão, absorção e metabolismo, ou seja, é a quantidade de aminoácidos absorvidos e utilizados pelo animal (SAKOMURA & ROSTAGNO, 2007).

Utilizando alimentos alternativos, WANG & PARSONS (1998) formularam dietas com base em aminoácidos totais, digestíveis e disponíveis. Os autores concluíram que as dietas formuladas com base em aminoácidos digestíveis foram semelhantes às formuladas com aminoácidos disponíveis e promoveram resultados superiores às formuladas com base em aminoácidos totais.

Com o crescente interesse em determinar o valor de digestibilidade dos aminoácidos nos diversos alimentos que podem compor as rações para aves, vários estudos vêm sendo desenvolvidos ao longo dos anos com o intuito de avaliar o melhor método a ser empregado nos ensaios de digestibilidade (SCOTT et al. 1998).

2.6. Métodos para determinar a digestibilidade de aminoácidos

Existem diversas formas e maneiras de se determinar a digestibilidade e disponibilidade dos aminoácidos. Basicamente esses métodos podem ser divididos em método *in vitro* e métodos *in vivo*. Os testes *in vitro* geralmente são rápidos, baratos e conseguem detectar diferenças na digestibilidade dos aminoácidos, porém a grande crítica quanto a esse método é devido à incapacidade de reproduzir as condições dinâmicas encontradas nos animais. Sendo assim, os ensaios *in vivo*, ou biológico, são considerados os mais precisos para avaliar a digestibilidade dos aminoácidos (PARSONS, 1991).

Os ensaios biológicos que mais se destacam são: método de alimentação forçada com galos inteiros ou cecectomizados, alimentação *ad libitum* com galos ou pintos intactos para determinar a digestibilidade ileal e coleta total de excretas com pintos.

O uso de galos cecectomizados elimina a interferência da ação microbiana no intestino grosso na excreção dos aminoácidos, PARSONS (1991) e CARVALHO (2002). Essa técnica é uma adaptação do método descrito por SIBBALD (1976) e apresenta como vantagem a rapidez, a precisão e o baixo custo para determinar os valores do coeficiente de digestibilidade dos aminoácidos. Os galos são submetidos a procedimentos cirúrgicos, descrito por PUPA et al. (1998) para retirada dos cecos (cecectomia). Como os cecos representam a maior parte do intestino grosso das aves, sua extirpação elimina os efeitos das bactérias neste local sobre os aminoácidos que serão excretados. Para KIENER (1989) a degradação de aminoácidos, pela microflora presente no ceco, pode contribuir para superestimar os valores do coeficiente de digestibilidade. Estima-se que cerca de 20 a 25% dos aminoácidos excretados nas fezes são de origem microbiana, que tem sua maior concentração no ceco. Atualmente esta metodologia não tem sido utilizada devido às restrições do bem-estar animal.

No método de coleta total de excretas o alimento avaliado substitui em 30 a 40% a ração referência formando-se uma ração teste, assim, determina-se a digestibilidade dos aminoácidos pela diferença do conteúdo em aminoácidos ingerido do excretado. O uso de indicador fecal pode ser utilizado para determinar o início e fim do período de coleta. Segundo ROSTAGNO et al. (1999) é recomendável realizar este método com aves com idade inferior a 16 dias de idade, pois com essa idade os cecos das aves ainda não estão completamente desenvolvidos e a fermentação da digesta é pequena, proporcionando resultados satisfatórios nos valores de digestibilidade de aminoácidos.

São inúmeros os procedimentos realizados para reduzir os efeitos da microbiota presente nos cecos, a coleta da digesta ileal é um exemplo. Na técnica de coleta da digesta ileal, a determinação da digestibilidade considera que os aminoácidos são absorvidos no intestino delgado, enquanto proteínas, peptídeos e aminoácidos não digeridos são desdobrados por microrganismos, no intestino grosso, sendo absorvidos como amônia, aminas ou amidas, portanto não são utilizados na síntese protéica (ROSTAGNO et al. 2000). Dentre os inconvenientes desta técnica, existe a necessidade de sacrificar as aves e a quantidade de amostra coletada no íleo terminal pode ser considerada insuficiente ou pequena, necessitando um grande número de animais para se retirar uma amostra representativa.

Entretanto, em função da dificuldade de administrar alimentação forçada, assim como de retirar os cecos, a técnica de coleta da porção ileal é a mais adequada para animais de pequeno porte como pintos de corte.

2.7. Fatores que interferem na digestibilidade dos aminoácidos

O alimento e o animal podem interagir alterando os valores de digestibilidade dos aminoácidos. Além dos fatores ligados à fisiologia animal e da metodologia empregada, os alimentos possuem características que interferem na digestibilidade dos aminoácidos. COON (1991) cita alguns fatores referentes aos alimentos, que diminuem a digestibilidade dos aminoácidos: inibidores de protease, presença de taninos, reação de Maillard, produtos da oxidação da gordura e interação proteína-proteína. Muitos destes fatores são próprios dos alimentos ou adquiridos pelo processamento inadequado.

A fibra contida nos alimentos pode aumentar a taxa de passagem, ocasionando aumento da descamação das células do epitélio intestinal, levando a menores valores de digestibilidade aparente dos aminoácidos, em função de maior excreção do endógeno (ROSTAGNO & FEATHERSTON, 1977).

O processamento (temperaturas de secagem dos grãos) e o tempo e as formas de armazenamento dos produtos também podem ser causas de variação dos valores de digestibilidade dos aminoácidos. CARVALHO et al. (2009) ao trabalharem com milhos submetidos à diferentes temperaturas de secagem (80, 100 e 120°C) e diversos tempos de armazenagem (0, 60, 120 e 180 dias), observaram que a temperatura de secagem reduziu a digestibilidade da maioria dos aminoácidos, sendo a metionina, a lisina, a metionina + cistina, o triptofano, a fenilalanina e a isoleucina os mais afetados.

Segundo ZUPRIZAL et al. (1993), a digestibilidade dos alimentos pode ser afetada também pela temperatura ambiente, foi observada redução de 5% na digestibilidade verdadeira da proteína e dos aminoácidos digestíveis do farelo de soja, quando a temperatura ambiente aumentou de 21°C para 32°C.

Alguns fatores antinutricionais, como inibidores de tripsina e quimotripsina, lectinas, compostos fenólicos e saponinas presentes em diversas sementes prejudicam a digestibilidade e utilização da proteína, PUPA (1995). Segundo D'AGOSTINI (2001), a quantidade e a qualidade dos aminoácidos também podem alterar a digestibilidade de determinados aminoácidos em razão de haver competição por sítio de absorção.

O uso de aves em jejum para determinar as perdas de energia fecal metabólica (EFm) e de energia urinária endógena (EUE) são bastante questionáveis no sentido de que o tipo de galo utilizado nos ensaios biológicos pode afetar a digestibilidade dos aminoácidos. Como alternativa à mensuração das perdas endógenas pelo animal, foi proposto o uso de dieta isenta de proteína. Afinal, estudos supõem que tanto a fibra quanto a energia presente na ração podem afetar as perdas endógenas. MUZTAR & SLINGER (1980), ao trabalharem com dietas isentas de proteína verificaram que os animais em jejum apresentaram menores perdas metabólicas.

A fibra, quando em elevados níveis na dieta das aves, promove um aumento da excreção de aminoácidos devido a um aumento na produção de muco na mucosa intestinal que além de aumentar as perdas endógenas, diminui a disponibilidade dos aminoácidos, em razão da viscosidade formada sobre a digesta que dificulta a atuação das enzimas, COON (1991).

CAPÍTULO I

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E VALORES DE ENERGIA METABOLIZÁVEL APARENTE E APARENTE CORRIGIDA DE ALGUNS ALIMENTOS ENERGÉTICOS DETERMINADOS COM FRANGO DE CORTE

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um país de destaque mundial pela sua produção de frangos de corte, sendo a busca por maior produtividade com menor custo um desafio constante para os nutricionistas.

As rações formuladas para aves usam basicamente milho e farelo de soja, entretanto, a disponibilidade desses alimentos é muito variável em razão da região e época do ano, o que ocasiona variações no custo dessa matéria prima e, conseqüentemente, prejudica a lucratividade.

O Brasil apresenta uma grande diversidade de alimentos e de subprodutos que podem ser utilizados na alimentação animal. Porém, variações em suas composições nutricionais são comuns devido às variações regionais, formas de armazenamento, genética do cultivar, fertilidade do solo, processamento dos grãos vegetais, entre outros fatores.

Atender de forma adequada às necessidades nutricionais dos animais é fundamental para o sucesso da produção animal, sendo dessa forma, necessárias constantes avaliações do valor nutritivo e energético dos alimentos a serem utilizados nas formulações de rações.

A energia presente nos alimentos é um dos fatores limitantes do consumo e está envolvida em todos os processos produtivos das aves (ALBINO 1991). A energia metabolizável aparente (EMA) dos alimentos tem sido utilizada para expressar a quantidade de energia disponível dos alimentos para aves, sendo importante nas formulações de rações.

Desse modo, objetivou-se determinar a composição química e os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) de alguns alimentos energéticos 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, no período de 02/11/2009 a 12/11/2009, com a finalidade de determinar a EMA e a EMAn de dez alimentos energéticos. Utilizou-se o método tradicional de coleta total de excretas, com pintos em crescimento, no período de 14 a 24 dias de idade. Os animais foram alojados do primeiro aos 13 dias de idade em um galpão de alvenaria e então transferidos para baterias, onde foi realizado o ensaio biológico.

Foram utilizados 396 frangos de corte, machos, da linhagem Cobb, com peso médio de 425g, distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com 11 tratamentos (dez rações testes e uma ração referência) e seis repetições de seis aves por unidade experimental.

A média das temperaturas máximas e mínimas, durante todo o período experimental foi 26 e 20°C respectivamente.

A ração referência foi à base de milho e de farelo de soja (tabela 1). Os alimentos: milheto integral, milheto moído grosso, milheto moído fino, milho1, milho2, milho gelatinizado e sorgo substituíram a ração referência na proporção de 40%, já a casca de soja, o farelo de arroz parboilizado e o farelo de arroz integral substituíram a ração referência na proporção de 30%, constituindo as rações testes.

As rações foram fornecidas à vontade por um período de dez dias, sendo os primeiros cinco dias de adaptação e os últimos cinco dias de coleta total das excretas de cada unidade experimental. As coletas foram realizadas duas vezes ao dia (as oito horas e às dezesseis horas) para evitar fermentação. As bandejas coletoras foram revestidas com plástico e colocadas sob o piso de cada unidade experimental.

As excretas coletadas foram acondicionadas em sacos plásticos, devidamente identificados e posteriormente armazenados em freezer até o final do período de coleta. Terminado o período experimental, as amostras de excretas foram pesadas para determinar a excreção total, homogeneizadas e retiradas alíquotas, as quais foram submetidas à secagem e moagem para as devidas análises laboratoriais (matéria seca, nitrogênio e energia bruta) no laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, segundo técnicas descritas por SILVA e QUEIROZ (2002). Ao fim do período de coleta, as sobras de rações também foram pesadas para determinar o consumo de ração.

Uma vez obtidos os resultados das análises laboratoriais dos alimentos, da ração referência, da ração teste e das excretas e a partir do consumo de ração e produção de excretas, foram calculados os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn), por meio de equações, apresentadas abaixo, propostas por MATTERSON et al. (1965).

As equações utilizadas no cálculo da EMA e EMAn foram:

$$EMA_{RT} = \frac{EBing. - EBexc.}{MSing.}$$

$$EMA_{RR} = \frac{EBing. - Ebexc.}{MSing.}$$

$$EMA_{ALIM.} = EM_{RR} + \frac{(EM_{RT} - EM_{RR})}{g/g \text{ subst.}}$$

$$EMAn_{RT} = \frac{(EBing. - EBexc.) - 8,22 \times BN}{MSing.}$$

$$EMAn_{RR} = \frac{(EBing. - EBexc.) - 8,22 \times BN}{MSing.}$$

$$EMAn_{ALIM} = \frac{EM_{nRR} + (EM_{nRT} - EM_{nRR})}{g/g \text{ subst.}}$$

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

Em que:

EM_{RT} = energia metabolizável aparente da ração–teste;

EM_{RR} = energia metabolizável aparente da ração–referência;

EM_{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;

EBing. = energia bruta ingerida;

EBexc. = energia bruta excretada;

BN = balanço de nitrogênio;

N_{ing} = nitrogênio ingerido;

$N_{exc.}$ = nitrogênio excretado e,

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

$MSing.$ = matéria seca ingerida

Para a determinação da composição química 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 do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, segundo técnicas descritas por SILVA e QUEIROZ (2002).

Tabela 1 – Composição da ração referência utilizada no experimento de energia metabolizável, em percentagem da matéria natural.

Ingredientes	%
Milho	55,300
Farelo de Soja	37,920
Óleo de Soja	2,940
Fosfato Bicálcico	1,820
Calcário	0,840
Sal Comum	0,490
DL–metionina (99%)	0,236
L–lisina HCl (78,4%)	0,099
L–treonina (98 %)	0,010
Mistura Vitamínica ¹	0,120
Mistura Mineral ²	0,050
Cloreto de Colina 60%	0,100
Anticoccidiano ³	0,055
Antioxidante ⁴	0,010
Total	100,000
Composição calculada	
Energia Metabolizável (Kcal/Kg)	3.110
Proteína Bruta (%)	22,140
Lisina digestível (%)	1,160
Metionina digestível (%)	0,540
Metionina + Cistina digestível (%)	0,835
Treonina digestível (%)	0,754
Triptofano digestível (%)	0,245
Cálcio (%)	0,884
Fósforo disponível (%)	0,450
Sódio (%)	0,214

¹ Composição por kg do produto: vit. A, 12.000.000 UI; vit. D3, 2.200.000 UI; vit. E 30.000 UI; vit. B1, 2.200mg; vit B2, 6.000 mg; vit. B6, 3.300mg; ác. pantotênico, 13.000mg; biotina, 110mg; vit. K3, 2.500 mg; ácido fólico, 1.000mg; ácido nicotínico 53.0000 mg; niacina, 25.000 mg; vit. B12, 16.000 µg; selênio, 0,25 g; antioxidante 120.000 mg; e veículo QSP., 1.000g.

² Composição por kg do produto: manganês, 75.000 mg; ferro, 20000 mg; zinco, 50.000 mg; cobre, 4.000 mg; cobalto, 200 mg; iodo 1.500 mg e veículo qsp, 1.000 g

³ Salinomicina 12 %

⁴ Butil Hidroxi Tolueno

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Composição química e energética

A composição química e os valores de energia bruta com base na matéria natural dos alimentos estão apresentados na Tabela 2.

Todos os alimentos avaliados apresentaram teor de proteína bruta (PB) inferior a 20%, estando de acordo com a classificação de alimentos energéticos.

O milho foi o alimento que apresentou menor teor de PB e de fibra bruta (FB), enquanto a casca de soja apresentou o maior teor de PB e de FB.

As diferentes granulometria do milheto (inteiro, moído grosso e moído fino) não influenciaram na composição química do alimento.

As três formas de milheto (inteiro, grosso e fino) apresentaram valor de PB semelhantes aos valores descritos por GOMES et al. (2007) – 12,18, porém foram inferiores aos valores descritos por BASTOS et al. (2005) – 13,88%; ROSTAGNO et al. (2005) – 13,1% e MOREIRA et al. (2007) – 14,07%; e foram superiores ao valor descrito por SILVA (2010) – 9,22%.

Quanto aos valores de extrato etéreo (EE), os encontrados para os milhetos foram inferiores ao valor apresentado por BASTOS et al. (2005) – 4,26%, e superiores ao valor encontrado por SILVA (2010) – 2,35%.

Os teores de Ca e de P dos três milhetos avaliados foram inferiores aos valores obtidos por SILVA et al. (2010) – 0,04% de Ca e 0,53% de P. Já comparando com os dados de ROSTAGNO et al. (2005) – 0,03% de Ca e 0,25% de P, os valores foram semelhantes.

Os valores de FDN (fibra em detergente neutro) das três formas de milheto estudados foram semelhantes ao encontrado por BASTOS et al. (2005) – 18,58%; porém, foram inferiores ao encontrado por SILVA et al. (2010) – 26,72%. Já os valores de FDA (fibra em detergente ácido) foram superiores a SILVA et al. (2010) – 4,67% e BASTOS et al (2005) – 3,81%.

Observou-se que o valor de energia bruta (EB) dos milhetos foram semelhantes ao valor encontrado por BASTOS et al.(2005) – 4007Kcal/kg e superiores ao valor obtido por SILVA (2010) – 3909Kcal/kg.

Tabela 2 – Composição química e bromatológica e valores de energia bruta dos alimentos, expressos na matéria natural ^{1,2}

Composição química e bromatológica dos alimentos										
Alimentos	MS (%)	PB (%)	EE (%)	MM (%)	Ca (%)	P (%)	FB (%)	FDN (%)	FDA (%)	EB (kcal/kg)
Milheto inteiro	89,06	11,81	3,89	1,47	0,02	0,22	2,12	18,93	9,36	4021
Milheto moído grosso	88,83	11,75	3,77	1,51	0,02	0,22	2,01	18,75	9,32	4019
Milheto moído fino	88,07	11,63	3,68	1,44	0,02	0,22	2,04	18,69	9,31	4011
Milho1	87,59	7,56	3,51	0,88	0,02	0,19	1,78	11,95	3,77	3855
Milho2	89,21	7,47	3,64	1,14	0,03	0,22	1,89	12,05	3,88	3967
Milho gelatinizado	86,58	7,67	3,41	1,13	0,02	0,20	1,55	10,86	3,14	4177
Sorgo	88,34	14,25	2,76	1,89	0,03	0,28	1,75	8,63	4,73	3890
Casca de soja	88,73	14,41	3,22	4,03	0,46	0,16	31,77	55,8	43,54	4021
Farelo de arroz parboilizado	92,26	14,18	12,34	10,01	0,12	1,56	7,51	33,46	12,23	4308
Farelo de arroz integral	89,81	13,93	13,37	10,53	0,13	1,58	7,93	21,78	11,99	4011

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

² MS = matéria seca; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; MM = matéria mineral; Ca = cálcio; P = fósforo; FB = fibra bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; EB = energia bruta.

Tanto os dois milhos estudados quanto o milho gelatinizado apresentaram teores de PB semelhantes, esses valores foram inferiores aos apresentados por GOMES et al.(2010) – 8%; MELLO et al. (2009) – 7,91% e FONTES et al. (2007) – 8,62%.

Os dois milhos avaliados mais o milho gelatinizado apresentaram valores de EE superiores ao determinado por VIEIRA et al. (2007) – 3,05% e semelhantes ao valor apresentado por ROSTAGNO et al. (2005) – 3,61%. No entanto, apresentaram valores inferiores ao encontrado por MELLO et al. (2009) – 5,54%.

Os três milhos estudados apresentaram valores de Ca e P semelhantes, esses valores foram inferiores ao valor de cálcio encontrado por FREITAS et al. (2005) – 0,12% de Ca, porém apresentaram valores semelhante para os níveis de fósforo – 0,24%. Além disso, tanto o teor de Ca quanto o de P do milho, foram semelhantes aos valores apresentados por MELLO et al. (2009), 0,02% de Ca e 0,23% de P, GENEROSO et al. (2008), 0,03% de Ca e 0,23% de P e ROSTAGNO et al. (2005) 0,03% de Ca e 0,24% de P.

O milho1 e o milho2 apresentaram valores de FDN inferiores ao apresentado por MELLO et al (2009) – 15,74%, entretanto os valores de FDA foram superiores ao encontrado pelos mesmos autores – 2,2% . Os valores de FDN e FDA do milho gelatinizado foram inferiores aos obtidos para o milho1 e milho2 do presente trabalho. Segundo NASCIMENTO et al. (1998), o tipo de processamento pode afetar a composição química dos alimentos nos níveis de extrato etéreo e fibra.

Com relação ao milho1, milho2 e milho gelatinizado, os valores de EB determinados diferiram na quando comparados na matéria natural. O milho1 apresentou EB 112 kcal/kg inferior ao milho2 e 322 kcal/kg inferior ao milho gelatinizado, entretanto seu valor foi semelhante ao encontrado por GENEROSO et al. (2008) – 3898 kcal/kg. Esta variação é normal, principalmente se tratando de alimentos de diferentes origens, condições de cultivo e de solo, clima, cultivares e classificação (ALBINO e SILVA 1996).

O valor de proteína bruta do sorgo foi superior aos determinados por MELLO et al. (2009) – 9,72% ; GOMES et al. (2010) – 8,81% e ROSTAGNO et al (2005) – 9,23%, e foi semelhante ao valor encontrado por ANTUNES et al. (2007) – 14,67%.

Observou-se que o valor de EE para o sorgo foi 0,48% inferior ao valor encontrado por GOMES et al. (2007) – 3,24%, porém foi 0,57% superior ao valor encontrado por MELLO et al.(2009) – 2,19%.

O valor de P obtido para o sorgo foi 0,06% inferior ao valor apresentado por MELLO et al. (2009) – 0,34%, entretanto, apresentou o mesmo valor para o nível de Ca – 0,03%. Os níveis de Ca e P foram semelhantes aos encontrados por ROSTAGNO et al. (2005) – 0,03% de Ca e 0,26% de P.

Os valores de FDN e de FDA obtidos para o sorgo foram inferiores aos descritos por MELLO et al. (2009), – 11,35% de FDN e 5,63% de FDA, e GENEROSO et al. (2008) – 12,22 de FDN e 6,09 de FDA.

O valor de EB do sorgo foi semelhante ao valor encontrado por GENEROSO et al. (2008) – 3910 kcal/kg, e superior ao encontrado por MELLO et al. (2009) – 3757Kca/Kg.

A casca de soja avaliada apresentou valor de PB superior ao apresentado por ROSTAGNO et al. (2005) – 13,5%, porém, esse valor foi 1,79% inferior ao valor citado por NERY et al. (2007) – 16,2%.

O valor de EE obtido para a casca de soja foi 0,31% inferior ao valor encontrado por NERY et al. (2007) – 3,53%, entretanto, esse valor foi superior ao apresentado por ROSTAGNO et al. (2005) – 2,86%.

Observou-se que a casca de soja, foi o alimento que apresentou os maiores teores Ca, enquanto o farelo de arroz integral apresentou os maiores teores de P, em relação aos demais alimentos energéticos estudados.

A casca de soja apresentou valor de Ca inferior em 0,1% ao encontrado por NERY et al. (2007). Com relação ao teor de P, a casca de soja apresentou valor semelhante ao encontrado por NERY et al. (2007) – 0,17%. Comparando com os valores apresentados por ROSTAGNO et al. (2005) – 0,49% de Ca e 0,14% de P, o valor de Ca foi semelhante e o valor de P foi superior.

A casca de soja foi o alimento que apresentou maior teor de FDN e de FDA, a principal função da casca de soja é proteger o endosperma, em razão disso ela apresenta espessas paredes celulares que refletem nos elevados teores de FDN e FDA presente neste subproduto. O valor de FDN encontrado foi semelhante ao apresentado por ROSTAGNO et al. (2005) – 57,2% e superior a NERY et al. (2007) – 47,9%, já o valor de FDA foi inferior ao apresentado por NERY et al. (2007) – 47,9% e semelhante ao descrito por ROSTAGNO et al. (2005) – 44,15%.

A casca de soja apresentou valor de EB superior ao valor apresentado por ROSTAGNO et al. (2005) – 3854 kcal/kg, entretanto apresentou valor inferior ao encontrado por NERY et al. (2005) – 4274 kcal/kg.

Os valores de proteína bruta para o farelo de arroz parboilizado e farelo de arroz integral foram semelhantes, esses valores foram superiores aos valores determinados por GENEROSO et al. (2008) – 12,34%.

O farelo de arroz parboilizado e o farelo de arroz integral apresentaram valores de extrato etéreo diferentes, entretanto, esses valores foram inferiores ao valor apresentado por JUNQUEIRA et al. (2009) – 15,3%.

Tanto os valores de Ca quanto os valores de P do farelo de arroz parboilizado e farelo de arroz integral avaliados foram semelhantes aos valores determinados por ROSTAGNO et al. (2005), – 0,11% de Ca e 1,61% de P. Os valores de Ca foram superiores ao valor apresentado por MELLO et al.(2009) – 0,08%.

Os dois farelos de arroz apresentaram semelhante composição de FDA, esses valores foram semelhantes aos valores obtidos para o farelo de arroz integral apresentado por ROSTAGNO et al.(2005) – 12,58%. Entretanto, o arroz parboilizado apresentou maior valor de FDN se comparado ao farelo integral do presente trabalho. A explicação, segundo DENARDIN et al.(2003), tem em vista que os grãos resultantes do processo de parboilização apresentam consistência física mais dura do que aqueles não processados antes da descascagem. Desta forma, serão mais resistentes a abrasão dos brunidores no processo de descascagem, resultando em um farelo com maior proporção de camadas externas e menor contribuição de endosperma. Este fato explica o maior teor de amido disponível em farelos resultantes de grãos brancos polidos (32,24%) em relação aqueles resultantes de grãos parboilizados (21,84%). Da mesma forma, explica o maior teor FDN (33,46 *versus* 21,78%) nos farelos de grãos parboilizados, uma vez que todos estes constituintes apresentam-se em maior proporção nas camadas externas dos grãos de arroz, ou seja, a maior presença de endosperma nos farelos resultantes de grãos brancos polidos, causa um efeito “diluidor” no teor da maioria dos nutrientes sendo seguido pelo aumento concomitante no teor de amido disponível.

O valor de EB do farelo de arroz parboilizado foi superior ao valor do farelo de arroz integral em 297 kcal/kg. A EB do arroz parboilizado foi semelhante ao valor do farelo de arroz integral apresentado por ROSTAGNO et al. (2005) – 4398 kcal/kg.

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

Os valores de EMA, de EMAn, com seus respectivos desvios padrões da média estão apresentados na Tabela 3.

Os valores de EMA dos alimentos avaliados foram superiores aos valores de EMAn. As aves apresentaram balanço positivo de nitrogênio, caracterizado pela retenção de nitrogênio do alimento. Segundo NERY (2005), quando os valores de energia metabolizável são determinados com aves em crescimento ocorre maior retenção de nitrogênio para que ocorra deposição de tecido protéico.

Quando o balanço de nitrogênio é positivo os valores de EMA são superiores aos valores de EMAn, indicando a retenção de nitrogênio. Quando o balanço de nitrogênio é negativo, os valores de EMA são inferiores aos valores de EMAn, indicando degradação de tecido muscular.

Diversos fatores podem afetar os valores de energia metabolizável dos alimentos. Segundo VIEITES (1999), o conteúdo de PB e de extrato etéreo (EE), e também a composição dos ácidos graxos e minerais, são os fatores que mais contribuem para as variações nos valores energéticos dos alimentos, além desses fatores, o tipo de processamento, a idade das aves, os níveis de inclusão do alimento na dieta também podem afetar os valores de energia metabolizável.

Dos alimentos energéticos avaliados o milho apresentou o maior valor de EMAn em relação aos outros alimentos avaliados e a casca de soja apresentou o menor valor de EMAn.

Observou-se que os valores de EMAn dos milhetos aumentaram a medida que o tamanho das partículas diminuíram. Estes valores foram semelhantes aos apresentados por ROSTAGNO et al. (2005) – 3168 kcal/kg, e superiores aos encontrados por SILVA(2010) – 3046 kcal/kg.

Tabela 3 – Valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn) dos alimentos, expressos na matéria natural.

Alimentos	MS (%)	EMA kcal/kg	DP* kcal/kg	EMAn kcal/kg	DP* kcal/kg
Milheto inteiro	89,06	3189	108	3136	106
Milheto moído grosso	88,83	3195	195	3152	190
Milheto moído fino	88,07	3225	51	3171	52
Milho1	87,59	3305	136	3247	130
Milho2	89,21	3393	129	3368	123
Milho gelatinizado	86,58	3119	93	3029	89
Sorgo	88,34	3283	186	3221	86
Casca de soja	88,73	959	52	913	45
Farelo de arroz parboilizado	92,26	1923	157	1774	138
Farelo de arroz integral	89,81	2535	92	2493	84

*DP= desvio padrão

Comparando os três milhos analisados, o milho gelatinizado foi o que apresentou o menor valor de EMAn. Segundo LEESON & SUMMERS, (1997), processos que utilizam temperatura e pressão com potencial para a gelatinização do amido aumentam a digestibilidade o que resulta em maiores valores de energia metabolizável. Entretanto, matéria prima de baixa qualidade, armazenamento inadequado ou falha no processamento podem resultar em piora da qualidade do produto, o que pode ser uma explicação para o baixo valor de EMAn desse milho gelatinizado. O valor de EMAn do milho 2 foi semelhante aos valores apresentados por GENEROSO et al. (2008) – 3351 kcal/kg e NERY et al. (2007) – 3393Kcal/ Kg. O milho 1 apresentou valor de EMAn menor do que estes autores porém, foi semelhante ao valor apresentado por VIEIRA et al. (2007) – 3251Kcal/Kg.

O valor de EMAn para o sorgo foi semelhante ao valor descrito por GARCIA et al.(2005) – 3206 kcal/kg, entretanto foi superior ao valor apresentado por MELLO et al. (2009) – 3012 kcal/kg.

A casca de soja apresentou baixo valor de EMAn, uma vez que é um alimento rico em fibra, o que implica em uma degradação incompleta do alimento no sistema digestivo das aves, devido a fibra aumentar a velocidade de passagem do alimento pelo trato gastrintestinal da ave. O valor de EMAn determinado neste alimento foi superior ao valor determinado por NERY et al. (2007) –741 kcal/kg.

Apesar da EB do farelo de arroz parboilizado ter se apresentado maior que a EB do farelo de arroz integral, ele apresentou menor EMAn que o farelo de arroz integral. Possivelmente isso se deve ao maior teor de FDN presente no farelo de arroz parboilizado, o que leva a uma diminuição do tempo de retenção do alimento no trato digestivo diminuindo, assim, a digestão dos nutrientes. O valor de EMAn do farelo de arroz integral foi semelhante ao valor obtido por GENEROSO et al. (2008) - 2446 Kcal/Kg e, entretanto foi superior ao valor apresentado por MELLO et al.(2009) – 2137 Kcal/Kg e ROSTAGNO et al.(2005) – 2384 Kcal/Kg.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

O trabalho foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa. Foi realizado um ensaio biológico, 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 10 alimentos energéticos: milho inteiro; milho moído grosso; milho moído fino; milho 1; milho 2; milho gelatinizado; sorgo; casca de soja; farelo de arroz parboilizado; farelo de arroz integral. Foram utilizados 396 pintos de corte da marca comercial Cobb, com 14 dias de idade, distribuídos em um delineamento inteiramente ao acaso, com onze tratamentos (dez rações testes e uma ração referência) e seis repetições com seis aves cada. As aves receberam água e ração à vontade durante os dez dias do período experimental, sendo que os cinco dias iniciais foram destinados à adaptação as rações e ao ambiente e os cinco dias finais foram destinados à coleta de excretas. A coleta foi realizada duas vezes por dia. Os valores de EMAn, com base na matéria natural, determinados com frangos de corte no período de 14 a 24 dias de idade foram: milho inteiro, 3136 kcal/kg; milho moído grosso, 3152 kcal/kg; milho moído fino, 3171 kcal/kg; milho1, 3247 kcal/kg; milho2, 3368 kcal/kg; milho gelatinizado, 3029 kcal/kg; sorgo; 3221 kcal/kg; casca de soja, 913 kcal/kg; farelo de arroz parboilizado, 1774 kcal/kg e farelo de arroz integral, 2493 kcal/kg.

CAPÍTULO II

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E VALORES DE ENERGIA METABOLIZÁVEL APARENTE E APARENTE CORRIGIDA DE ALGUNS ALIMENTOS PROTÉICOS DETERMINADOS COM FRANGO DE CORTE

1. INTRODUÇÃO

Sendo a alimentação responsável pela maior parte dos custos de produção, tem-se buscado alternativas para torná-la mais eficiente, o que promove maior ganho de peso e melhor aproveitamento dos nutrientes pelos animais.

Conhecer o valor nutritivo dos alimentos é fundamental na formulação de rações, sendo assim, deve-se determinar a composição química, a disponibilidade dos nutrientes e a concentração energética dos alimentos usados na nutrição animal.

A energia presente nos alimentos é o produto resultante da oxidação dos nutrientes pelo metabolismo animal e está envolvida em todos os processos produtivos do animal. O valor energético dos alimentos e as exigências nutricionais de energia das aves vêm sendo expressos na forma de energia metabolizável aparente (ALBINO, 1991). Entre os produtos e subprodutos usados em substituição ao farelo de soja nas rações para aves, os alimentos de origem animal exercem grande representação, entretanto, a composição química desses alimentos é bastante variável, por causa da dificuldade dos setores de graxarias de abatedouros em adotar um padrão contínuo do material produzido (ALBINO & SILVA, 1996).

A utilização de tabelas nacionais de composição dos alimentos vem contribuindo para que os cálculos de rações para aves se tornem mais precisos e eficientes. Entretanto, os alimentos de uma maneira geral apresentam variações na composição e

devido a essas diferenças, para se obter valores com maior exatidão, torna-se necessário um grande número de pesquisas para determinar a composição e os valores energéticos destes alimentos.

Desse modo, objetivou-se determinar a composição química e os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) de diferentes alimentos protéicos 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 a finalidade de determinar a EMA e EMAN de sete alimentos protéicos. Para isso foi utilizado o método tradicional de coleta total de excretas, com pintos em crescimento, no período de 14 a 24 dias de idade. Os pintos foram alojados do primeiro aos 13 dias de idade em um galpão de alvenaria e então transferidos para baterias, onde foi realizado o ensaio biológico.

Foram utilizados 288 frangos de corte, machos, da linhagem Cobb, com peso médio de 425g, distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com oito tratamentos (sete rações testes e uma ração referência) e seis repetições de seis frangos cada.

As médias das temperaturas máximas e mínimas, durante todo o período experimental foram 26 e 20° C, respectivamente.

A ração referência (tabela 1) foi à base de milho e de farelo de soja. Os alimentos protéicos de origem animal (farinha de vísceras, farinha de penas e sangue e farinha de carne e ossos suína), substituíram a ração referência na proporção de 20% e os alimentos protéicos de origem vegetal (soja desativada, farelo de soja, soja integral extrusada parcialmente desengordurada 1 e soja integral extrusada parcialmente desengordurada 2), substituíram a ração referência na proporção de 30% constituindo as rações testes.

As rações foram fornecidas à vontade por um período de 10 dias, sendo os primeiros cinco dias de adaptação, e os últimos cinco dias de coleta total das excretas de cada unidade experimental. As coletas foram realizadas duas vezes ao dia (as oito horas e as dezesseis horas) para evitar fermentação. As bandejas coletoras foram revestidas com plástico e colocadas sob o piso de cada unidade experimental.

As excretas coletadas foram acondicionadas em sacos plásticos, devidamente identificados e posteriormente armazenados em freezer até o final do período de coleta. Terminado o período experimental, as amostras de excretas foram pesadas, para determinar a excreção total, homogeneizadas e retiradas alíquotas, as quais foram submetidas à secagem e moagem para as devidas análises laboratoriais (matéria seca, nitrogênio e energia bruta) no laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, segundo técnicas descritas por SILVA &

QUEIROZ (2002). Ao fim do período de coleta, as sobras de rações também foram pesadas para determinar o consumo de ração.

Uma vez obtidos os resultados das análises laboratoriais dos alimentos, da ração referência, da ração teste e das excretas e a partir do consumo de ração e produção de excretas, foram calculados os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn), por meio de equações, apresentadas abaixo, propostas por MATTERSON et al. (1965).

As equações utilizadas no cálculo da EMA e EMAn foram:

$$EMA_{RT} = \frac{EBing. - EBexc.}{MSing.}$$

$$EMA_{RR} = \frac{EBing. - Ebexc.}{MSing.}$$

$$EMA_{ALIM.} = EM_{RR} + \frac{(EM_{RT} - EM_{RR})}{g/g \text{ subst.}}$$

$$EMAn_{RT} = \frac{(EBing. - EBexc.) - 8,22 \times BN}{MSing.}$$

$$EMAn_{RR} = \frac{(EBing. - EBexc.) - 8,22 \times BN}{MSing.}$$

$$EMAn_{ALIM} = \frac{EM_{nRR} + (EM_{nRT} - EM_{nRR})}{g/g \text{ subst.}}$$

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

Em que:

EM_{RT} = energia metabolizável aparente da ração–teste;

EM_{RR} = energia metabolizável aparente da ração–referência;

EM_{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;

EBing. = energia bruta ingerida;

EBexc. = energia bruta excretada;

BN = balanço de nitrogênio;

N_{ing} = nitrogênio ingerido;

$N_{exc.}$ = nitrogênio excretado e,

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

MS_{ing} = material seca ingerida

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 do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, segundo técnicas descritas por SILVA e QUEIROZ (2002)

Tabela 1 – Composição da ração referência utilizada no experimento de energia metabolizável, em percentagem da matéria natural.

Ingredientes	%
Milho	55,300
Farelo de Soja	37,920
Óleo de Soja	2,940
Fosfato Bicálcico	1,820
Calcário	0,840
Sal Comum	0,490
DL–metionina (99%)	0,236
L–lisina HCl (78,4%)	0,099
L–treonina (98 %)	0,010
Mistura Vitamínica ¹	0,120
Mistura Mineral ²	0,050
Cloreto de Colina 60%	0,100
Anticoccidiano ³	0,055
Antioxidante ⁴	0,010
Total	100,000
Composição calculada	
Energia Metabolizável (Kcal/Kg)	3.110
Proteína Bruta (%)	22,140
Lisina digestível (%)	1,160
Metionina digestível (%)	0,540
Metionina + Cistina digestível (%)	0,835
Treonina digestível (%)	0,754
Triptofano digestível (%)	0,245
Cálcio (%)	0,884
Fósforo disponível (%)	0,450
Sódio (%)	0,214

¹ Composição por kg do produto: vit. A, 12.000.000 UI; vit. D3, 2.200.000 UI; vit. E 30.000 UI; vit. B1, 2.200mg; vit B2, 6.000 mg; vit. B6, 3.300mg; ác. pantotênico, 13.000mg; biotina, 110mg; vit. K3, 2.500 mg; ácido fólico, 1.000mg; ácido nicotínico 53.0000 mg; niacina, 25.000 mg; vit. B12, 16.000 µg; selênio, 0,25 g; antioxidante 120.000 mg; e veículo QSP., 1.000g.

² Composição por kg do produto: manganês, 75.000 mg; ferro, 20000 mg; zinco, 50.000 mg; cobre, 4.000 mg; cobalto, 200 mg; iodo 1.500 mg e veículo qsp, 1.000 g

³ Salinomicina 12 %

⁴ Butil Hidroxi Tolueno

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Composição química e energética

A composição química e os valores de energia bruta com base na matéria natural dos alimentos avaliados estão apresentados na Tabela 2.

Diferenças na composição química entre os alimentos e a literatura consultada foram observadas, contudo, essas diferenças já eram esperadas, visto que a composição química dos alimentos varia consideravelmente de acordo com as matérias primas e o método de processamento utilizado, principalmente para subprodutos de origem animal.

O teor de proteína bruta (PB) encontrado para a farinha de vísceras de aves foi 7,82% inferior ao valor citado por BRUMANO et al. (2006b) e 4,12% inferior ao valor citado por ROSTAGNO et al. (2005). Já o teor de extrato etéreo (EE) foi superior ao apresentado por diversos autores (MELLO et al. 2009 ; ROSTAGNO et al. 2005 e NUNES et al. 2005). Os níveis de cinza (MM), cálcio (Ca) e fósforo (P) também foram superiores aos valores descritos por BRUMANO et al.(2006b) – 10,89% de MM, 4,71% de Ca e 2,31% de P. Quanto a energia bruta (EB), esta apresentou valor semelhante ao encontrado por BRUMANO et al. (2006b) – 5039 kcal/kg, entretanto foi superior aos valores citados por ROSTAGNO et al. (2005) – 4661 kcal/kg e NUNES et al. (2005) – 3861kcal/kg. Como a farinha de vísceras é resultante da prensagem e cocção de vísceras de aves, é permitida a inclusão de cabeças e pés, o que pode alterar a composição química, principalmente os teores de MM e PB.

Também houve grande variabilidade na composição química da farinha de sangue e penas em relação aos dados de literatura devido à falta de padronização do processamento desses produtos. NASCIMENTO et al. (2002) enfatizaram a importância em determinar a composição química dos alimentos antes da formulação da ração, afinal, o uso de valores de composição química preestabelecidos pode ser bem diferentes do alimento utilizado e, conseqüentemente, deixará de atender as necessidades das aves.

O teor de PB da farinha de sangue e penas foi inferior a quatro diferentes farinha de sangue e penas descritas por SCAPIM et al. (2003), a qual apresentou um valor médio de 80,72% de PB. O nível de MM também foi inferior aos descritos pelos mesmos autores, entretanto, o nível de cálcio foi superior (0,33%), enquanto o nível de fósforo foi similar (0,34%).

Tabela 2 – Composição química e bromatológica e valores de energia bruta dos alimentos, expressos na matéria natural ^{1,2}

Composição química e bromatológica dos alimentos										
Alimentos	MS (%)	PB (%)	EE (%)	MM (%)	Ca (%)	P (%)	FB (%)	FDN (%)	FDA (%)	EB (kcal/kg)
Farinha de vísceras de ave	92,02	52,88	16,76	16,02	6,42	2,61	ND	ND	ND	5087
Farinha de sangue e penas de aves	91,69	73,64	6,75	2,05	0,39	0,35	ND	ND	ND	5323
Farinha de carne e ossos suína	90,23	54,05	11,58	18,87	8,33	3,93	ND	ND	ND	4214
Soja desativada	89,33	33,71	18,04	4,76	0,22	0,42	9,27	26,12	18,73	5098
Farelo de soja	88,39	44,26	1,79	5,61	0,25	0,66	5,14	13,48	8,33	4190
Soja integral extrusada parcialmente desengordurada1	91,83	42,33	7,12	5,51	0,38	0,61	4,44	18,05	12,35	4482
Soja integral extrusada parcialmente desengordurada2	91,25	38,12	6,98	5,58	0,39	0,60	4,53	17,89	12,53	4389

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

² MS = matéria seca; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; MM = matéria mineral; Ca = cálcio; P = fósforo; FB = fibra bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; EB = energia bruta.

³ ND = Não determinado.

O valor de EE da farinha de sangue e penas foi superior aos valores de farinha de penas apresentado por MELLO et al. (2009) – 4,03% e ROSTAGNO et al.(2005) – 5,2%.

O teor de PB obtido para a farinha de carne e ossos suína foi superior ao valor apresentado por ZANOTTO et al. (2009) – 48,96%. Entretanto, esse valor foi superior à farinha de carne e ossos descrita por BELLAVIER et al.(2005) – 52,52%. O nível de EE foi semelhante à farinha de carne e ossos descritos por SILVA (2010) – 11,38%, entretanto o nível de MM foi inferior ao apresentado pelo mesmo autor – 24,65%.

Verificou-se variação na composição química das farinhas de carne e ossos, provavelmente em função de diferenças nas proporções das partes descartadas no abatedouro e dos métodos de processamento. A variação no teor de PB é possível de ser observada em várias farinhas de carne e ossos (BRUM et al. 2002; TUCCI et al. 2003; NUNES et al. 2005; NUNES et al. 2006). Além disso, NUNES et al. (2005) relataram que o conteúdo de PB das farinhas de carne e ossos é inversamente proporcional à porcentagem de matéria mineral, o que está diretamente relacionado com a proporção de ossos ou tecido cartilaginoso contidos na farinha.

O teor de cálcio e EB da farinha de carne e ossos também foram semelhantes aos valores descritos por SILVA (2010) - 8,47% de Ca e 4165 Kcal/Kg de EB , contudo, o nível de fósforo do presente trabalho foi 1,66% superior ao valor apresentado por esse mesmo autor.

A composição química da soja integral desativada apresentou variação em relação à descrita por FREITAS et al. (2005), principalmente nos teores de PB, EE e fibra bruta (FB) – 42,53%, 20,97% e 5,43% respectivamente. Contudo, com exceção da PB, todos os valores referentes à composição química da soja desativada foram semelhantes aos valores descritos por CALDERANO et al. (2010).

O valor PB do farelo de soja foi menor que o valor apresentado por ROSTAGNO et al. (2005) – 45,32%. Entretanto, foi similar ao apresentado por MELLO et al. (2009) – 44,38%. O teor de EE e de P foram superiores aos valores descritos por MELLO et al. (2009) – 1,3% de EE e 0,35% de P. O nível de Ca e EB foi semelhante ao descrito por diversos autores (CALDERANO et al.2010; ROSTAGNO et al.2005),

A diferença entre EB da soja integral desativada para o farelo de soja foi de 908 kcal/kg. A diferença entre as sojas integrais para os farelos de soja é o maior teor de

óleo, uma vez que este não é extraído nas sojas integrais. Isso influencia conferindo um maior valor energético, como pode ser observado.

A soja integral extrusada parcialmente desengordurada 1(SIEPD 1) e 2(SIEPD 2) apresentaram valores de composição química similares com exceção do nível de PB, sendo que a SIEPD 1 apresentou valor 4,21% superior a SIEPD 2. O valor de PB para SIEPD 2 foi pouco superior ao valor de PB da soja integral extrusada descrita por ROSTAGNO et al. (2005) – 37%. Entretanto apresentou valores de EE e EB inferiores aos valores apresentados pelos mesmos autores – 17,64% e 4938Kcal/kg, isso já era esperado, visto que a soja parcialmente desengordurada, após passar pelo processo de extrusão, é prensada e retirada parte do óleo (BRUMANO et al., 2006b).

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

Os valores médios de EMA e de EMAn, com seus respectivos desvios padrões, estão apresentados na Tabela 3.

Os valores de EMA foram em média 6% superiores aos de EMAn, isso representa em média 165 kcal/kg a mais. Quando a energia metabolizável é determinada pelo método tradicional com pintos é normal os valores de EMA serem maiores que os valores de EMAn, pois esta fase é caracterizada por uma maior retenção de nitrogênio pelas aves.

Os valores energéticos dos alimentos estudados apresentaram variação em relação à literatura consultada, isso pode ser causado por diversos fatores. Segundo VIEITES (1999), o conteúdo de PB e de extrato etéreo (EE), e também a composição dos ácidos graxos e minerais, são os principais fatores que contribuem para as variações nos valores energéticos dos alimentos, entretanto, fatores como o tipo de processamento, a idade das aves, os níveis de inclusão do alimento na dieta também podem afetar os valores de energia metabolizável.

O valor de EMAn obtido para a farinha de vísceras foi inferior ao apresentado por ROSTAGNO et al. (2005) – 3259 Kcal/kg e superior ao obtido por NERY (2005) – 3027 Kcal/kg.

Tabela 4 – Valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn) dos alimentos, expressos na matéria natural.

Alimentos	MS (%)	EMA kcal/kg	DP* kcal/kg	EMAn kcal/kg	DP* kcal/kg
Farinha de vísceras de ave	92,02	3268	174	3197	158
Farinha de sangue e penas de aves	91,69	2999	119	2637	144
Farinha de carne e ossos suína	90,23	2374	114	2242	100
Soja desativada	89,33	3360	119	3220	119
Farelo de soja	88,39	2255	246	2053	225
Soja integral extrusada parcialmente desengordurada1	91,83	2615	325	2470	295
Soja integral extrusada parcialmente desengordurada2	91,25	2676	127	2522	130

*DP= desvio padrão

A farinha de sangue e penas apresentou valor de EMAn inferior as quatro diferentes farinhas de sangue e penas descritas por SCAPIN et al. (2003). Esses mesmos autores observaram uma diminuição na EMAn das farinhas de sangue e penas avaliadas à medida em que aumentou o tempo de processamento.

A EMAn encontrada para a farinha de carne e ossos suína foi inferior a apresentada por ZANOTTO et al. (2009) – 2578 kcal/kg.

A soja integral desativada apresentou valor superior aos três valores encontrados por CALDERANO et al. (2010) ao trabalharem com frangos de diferentes idades (10 a 17dias, 26 a 33 dias e 40 a 47dias), encontrando as respectivas EMAn – 3016 kcal/kg, 3067 kcal/kg e 3139 kcal/kg. Entretanto, o valor foi inferior a EMAn encontrada por esses mesmos autores ao trabalharem com galos inteiros – 3388 kcal/kg.

O valor de EMA obtido para o farelo de soja foi inferior aos valores citados por MELLO et al. (2009) – 2192 kcal/kg, por GENEROSO et al. (2008) – 2202 kcal/kg e por ROSTAGNO et al (2005) – 2256 kcal/kg.

A soja integral extrusada parcialmente desengordurada 1 apresentou 52Kcal/kg de EMAn a mais que a soja integral extrusada parcialmente desengordurada 2, esses valores foram inferiores aos da soja integral extrusada descrita por ROSTAGNO et al. (2005) -3429 kcal/kg. Esse menor valor de EMAn já era previsto, visto que a soja estudada foi parcialmente desengordurada.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

O presente trabalho foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa. Foi realizado um ensaio biológico, 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 7 alimentos protéicos: farinha de vísceras de ave, farinha de sangue e penas de aves, farinha de carne e ossos suína, soja integral desativada, farelo de soja, soja integral extrusada parcialmente desengordurada 1 e soja integral extrusada parcialmente desengordurada 2. Foram utilizados 288 pintos de corte da marca comercial Cobb, com 14 dias de idade, distribuídos em um delineamento inteiramente ao acaso, com oito tratamentos (sete rações testes e uma ração referência) e seis repetições com seis aves cada. As aves receberam água e ração à vontade durante os dez dias do período experimental, sendo que os cinco dias iniciais foram destinados à adaptação as rações e ao ambiente; os cinco dias finais foram destinados à coleta de excretas. A coleta foi realizada duas vezes por dia. Os valores de EMAn com base na matéria natural determinados com frangos de corte no período de 14 a 24 dias de idade foram: Farinha de vísceras de ave, 3197 kcal/kg; farinha de sangue e penas de aves, 2637 kcal/kg; farinha de carne e ossos suína, 2242 kcal/kg; soja desativada, 3220 kcal/kg; farelo de soja, 2053 kcal/kg; soja integral extrusada parcialmente desengordurada1, 2470 kcal/kg e soja integral extrusada parcialmente desengordurada2, 2522 kcal/kg.

CAPÍTULO III

DETERMINAÇÃO DOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE VERDADEIRA DOS AMINOÁCIDOS DE ALGUNS ALIMENTOS ENERGÉTICOS PARA AVES

1. INTRODUÇÃO

Com o aumento da utilização de aminoácidos industriais nas rações para monogástricos, o uso do conceito de proteína ideal, que visa um balanço exato de aminoácidos para um máximo desempenho dos animais, tornou-se mais simples. Atualmente, os requerimentos nutricionais baseiam-se em níveis de aminoácidos, e não apenas no conteúdo de proteína bruta. O uso de aminoácidos em níveis superiores ou em desequilíbrio com a exigência do animal ocasiona maiores perdas econômicas, maior poluição ambiental e piores condições sanitárias. Desta forma, o conhecimento exato do conteúdo total de aminoácidos dos alimentos e da digestibilidade dos nutrientes são importantes para que os requerimentos nutricionais sejam plenamente satisfeitos.

Apesar do menor nível de proteína dos alimentos energéticos, estes exercem grande contribuição no teor de proteína bruta da ração devido ao seu maior nível de inclusão.

No Brasil existe uma diversidade de produtos e subprodutos que podem ser incluídos na formulação de ração para monogástricos, entretanto, a grande variação e a falta de determinação da digestibilidade dos nutrientes presentes nesses produtos dificulta o seu uso.

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).

Assim, objetivou-se determinar os coeficientes de digestibilidade verdadeiro dos aminoácidos, os coeficiente de digestibilidade verdadeiro da proteína bruta e os valores de aminoácidos digestíveis verdadeiros de alguns alimentos energéticos para aves.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, Brasil, no período de 13/11/2009 a 17/11/2009.

Foram utilizados 396 frangos de corte machos da linhagem comercial Cobb, dos 25 aos 30 dias de idade, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado. As aves foram submetidas a um período de adaptação às dietas experimentais (uma DIP – dieta isenta de proteína e dez DIP com adição dos alimentos testados em substituição ao amido – tabela 1).

A DIP continha 1% de cinza ácida insolúvel como indicador para determinação da digestibilidade dos aminoácidos e excreção endógena de proteína e de aminoácidos.

Após o período de adaptação todas as aves de cada repetição foram abatidas por deslocamento cervical, abertas na cavidade abdominal para coleta do conteúdo na porção do íleo terminal, desde 5 cm antes da junção íleo-cecocolica até 40 cm em direção ao jejuno.

Constantemente, as aves foram estimuladas a consumir ração, para evitar esvaziamento do trato digestivo, o que prejudicaria o procedimento de coleta.

O conteúdo presente no segmento amostrado foi totalmente retirado por pressionamento com o dedo indicador e o polegar, de tal forma a garantir quantidade ideal de amostra para as análises. O conteúdo retirado foi colocado em copos plásticos, identificados e mantidos em freezer a 70 °C negativos.

As amostras foram liofilizadas e pesadas para obtenção do valor de matéria seca definitiva e, posteriormente preparadas para análises laboratoriais de CAI, nitrogênio e aminoácidos totais.

As análises de aminoácidos foram realizadas pelo laboratório Ajinomoto Animal Nutritions (Ajinomoto).

Tabela 1 – Composições das dietas experimentais utilizadas para a determinação do conteúdo de aminoácidos digestíveis dos alimentos.

Ingredientes	DIP	DIP+ALIMENTO
Amido	80,31	(80,31 - Alimento)
Alimento	0	Alimento
Açúcar	5,00	5,00
Óleo de Soja	5,00	5,00
Fosfato Bicálcico	2,10	2,10
Calcário	0,70	0,70
Sal	0,45	0,45
Carbonato de Potássio	1,00	1,00
Sabugo de Milho	4,00	4,00
Suplemento mineral ¹	0,08	0,08
Suplemento vitamínico ²	0,15	0,15
Cloreto de colina 60%	0,20	0,20
Antioxidante (BHT)	0,01	0,01
Cinza ácida insolúvel (Celite TM)	1,00	1,00
TOTAL	100	100

¹ Composição por kg do produto: vit. A, 12.000.000 UI; vit. D3, 2.200.000 UI; vit. E 30.000 UI; vit. B1, 2.200mg; vit B2, 6.000 mg; vit. B6, 3.300mg; ác. pantotênico, 13.000mg; biotina, 110mg; vit. K3, 2.500 mg; ácido fólico, 1.000mg; ácido nicotínico 53.0000 mg; niacina, 25.000 mg; vit. B12, 16.000 µg; selênio, 0,25 g; antioxidante 120.000 mg; e veículo QSP., 1.000g.

² Composição por kg do produto: manganês, 75.000 mg; ferro, 20000 mg; zinco, 50.000 mg; cobre, 4.000 mg; cobalto, 200 mg; iodo 1.500 mg e veículo qsp, 1.000 g

ALIMENTO	NÍVEL DE INCLUSÃO %
Milheto inteiro	75
Milheto moído grosso	75
Milheto moído fino	75
Milho1	75
Milho2	75
Milho gelatinizado	75
Sorgo	75
Casca de soja	60
Farelo de arroz parboilizado	60
Farelo de arroz integral	60

Para o cálculo dos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos foram utilizadas as seguintes fórmulas:

1–Coeficiente de Digestibilidade aparente de aminoácido (CDapAA)

$$\text{CDapAA (\%)} = \frac{\text{mg AA/ g ração} - \text{mg AA/ g E}_1 \times \text{FI}_1}{\text{mg AA/ g ração}} \times 100$$

Em que:

E_1 = digesta ileal da ração teste

FI_1 = Fator de indigestibilidade

$$FI_1 = \frac{\text{CAI ração}}{\text{CAI digesta}}.$$

2–Coeficiente de Digestibilidade verdadeira de aminoácido (CDvAA)

CDvAA (%) =

$$= \frac{\text{mg AA/ g ração} - (\text{mg AA/ g } E_1 \times FI_1 - \text{mg AA/ g } E_2 \times FI_2)}{\text{mg AA/ g ração}} \times 100$$

em que:

E_2 = digesta da DIP

FI_2 = Fator de indigestibilidade da DIP

$$FI_1 = \frac{\text{CAI DIP}}{\text{CAI digesta da DIP}}.$$

As médias das temperaturas máximas e mínimas, observadas nos períodos experimentais foram, respectivamente, 27 e 21°C.

3. RESULTADOS E DICUSSÃO

3.1. Composição em aminoácidos totais

Os valores de PB e de aminoácidos totais (essenciais e não essenciais) dos alimentos avaliados estão apresentados nas Tabelas 4 e 5.

Os milhetos estudados apresentaram variação na composição aminoacídica entre eles. Os valores de aminoácidos essenciais totais foram inferiores àqueles citados por ROSTAGNO et al. (2005), provavelmente tal ocorrido se deve a diferença no teor de PB que foi menor nos milhetos do presente trabalho. Entretanto, com relação aos valores de conteúdo de aminoácidos totais essenciais e não essenciais apresentados por SILVA (2010), também foram inferiores mesmo apresentando teor de PB superior ao referido autor.

O conteúdo em aminoácidos totais, tanto dos dois milhos estudados quanto do milho gelatinizado, foi semelhante. Estes valores foram inferiores aos valores determinados por GOMES et al. (2010) e por ROSTAGNO et al. (2005). Isso pode ser explicado devido ao baixo conteúdo de PB dos milhos estudados.

O sorgo apresentou alto conteúdo em aminoácidos essenciais e não essenciais, uma vez que este ingrediente apresentou alto teor protéico (14,25%). Os valores encontrados foram superiores aos descritos por vários autores (GOMES et al. 2010; ROSTAGNO et al. 2005 e GARCIA et al. 2005).

O conteúdo em aminoácidos essenciais totais da casca de soja foi semelhante ao obtido por ROSTAGNO et al. (2005), entretanto, os valores dos aminoácidos essenciais e não essenciais foram inferiores aos valores encontrados por NERY (2005).

Comparando o farelo de arroz parboilizado com o farelo de arroz integral, verificou-se uma alta variabilidade no conteúdo de aminoácidos, principalmente para a metionina, arginina e valina. Os valores de aminoácidos totais essenciais e não essenciais do farelo de arroz integral estudado foram semelhantes aos valores encontrados por GOMES et al. (2010) e JUNQUEIRA et al. (2009).

Tabela 4 – Matéria seca, proteína bruta e aminoácidos essenciais totais dos alimentos, expressos em porcentagem na matéria natural

Alimentos	MS%	PB%	Aminoácidos essenciais totais (%)								
			Lis	Met	Tre	Arg	Val	Ile	Leu	His	Phe
Milheto Inteiro	89,06	11,81	0,261	0,198	0,353	0,445	0,535	0,391	0,969	0,214	0,487
Milheto Moído Grosso	88,83	11,75	0,260	0,197	0,352	0,444	0,534	0,390	0,968	0,214	0,486
Milheto Moído Fino	88,07	11,63	0,258	0,196	0,349	0,440	0,529	0,386	0,958	0,212	0,482
Milho1	87,59	7,56	0,230	0,120	0,270	0,330	0,230	0,260	0,920	0,220	0,390
Milho2	89,21	7,47	0,211	0,131	0,247	0,352	0,315	0,222	0,759	0,207	0,340
Milho gelatinizado	86,58	7,67	0,241	0,135	0,250	0,343	0,298	0,241	0,945	0,222	0,390
Sorgo	88,34	14,25	0,503	0,183	0,427	0,646	0,570	0,486	1,211	0,273	0,603
Casca de soja	88,73	14,41	0,860	0,166	0,472	0,816	0,570	0,514	0,868	0,351	0,575
Farelo de arroz parboilizado	92,26	14,18	0,690	0,400	0,470	0,592	0,320	0,400	0,800	0,280	0,500
Farelo de arroz integral	89,81	13,93	0,627	0,248	0,494	1,016	0,690	0,444	0,916	0,347	0,593

Lis (lisina), Met (metionina), Tre (treonina), Arg (arginina), Val (valina), Ile (isoleucina), Leu (leucina), His (histidina), Phe (fenilalanina).

Tabela 5 – Matéria seca, proteína bruta e aminoácidos não essenciais totais dos alimentos, expressos em porcentagem na matéria natural

Alimentos	MS %	PB %	Aminoácidos não essenciais totais (%)						
			Ala	Asp	Glu	Cis	Tir	Ser	Gli
Milheto Inteiro	89,06	11,81	0,726	0,722	1,810	0,148	0,255	0,442	0,304
Milheto Moído Grosso	88,83	11,75	0,724	0,720	1,805	0,148	0,254	0,440	0,303
Milheto Moído Fino	88,07	11,63	0,718	0,714	1,789	0,146	0,252	0,437	0,301
Milho1	87,59	7,56	0,550	0,502	1,392	0,110	0,351	0,371	0,280
Milho2	89,21	7,47	0,470	0,438	1,207	0,130	0,222	0,320	0,271
Milho gelatinizado	86,58	7,67	0,532	0,474	1,223	0,123	0,276	0,339	0,278
Sorgo	88,34	14,25	0,786	1,015	2,226	0,184	0,365	0,580	0,552
Casca de soja	88,73	14,41	0,542	1,290	1,845	0,189	0,483	0,729	0,925
Farelo de arroz parboilizado	92,26	14,18	0,493	0,961	1,692	0,124	0,502	0,493	0,444
Farelo de Arroz Integral	89,81	13,93	0,805	1,198	1,774	0,245	0,413	0,584	0,730

Ala (alanina), Asp (ácido aspártico), Glu (ácido glutâmico), Cis (cistina), Tir (tirosina), Ser (serina), Gli (glicina).

3.2. Coeficientes de digestibilidade e aminoácidos digestíveis verdadeiros

Os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos dos alimentos avaliados são apresentados nas Tabelas 6 e 7 e o conteúdo de aminoácidos digestíveis expressos na matéria natural, são apresentados nas Tabelas 8 e 9.

Como esperado, houve variação no coeficiente de digestibilidade dos aminoácidos dos alimentos avaliados quando comparados à literatura. Estas variações ocorrem em função das diferenças na composição química, principalmente da proteína, e também por variações nos valores de excreção endógena dos aminoácidos, o que não padroniza as perdas endógenas, FISCHER JR (1997).

Entre os dez alimentos que foram avaliados, a casca de soja foi a que apresentou os menores coeficientes de digestibilidade para os 17 aminoácidos estudados. O que provavelmente pode ser explicado devido ao alto teor de FDN presente na casca de soja, que além de apresentar baixa degradação, atua acelerando a velocidade de passagem do alimento no trato digestivo do animal, fazendo com que o tempo não seja suficiente para uma eficiente digestibilidade dos nutrientes.

Observou-se que os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos milhetos foram maiores para o milho moído fino e menores para o milho inteiro, isso ocorre devido ao processo de moagem diminuir o tamanho das partículas do alimento, o que facilita a atuação enzimática. Observou-se que o milho moído fino apresentou coeficientes de digestibilidade superiores aos apresentados por ROSTAGNO et al. (2005), apesar disso, o conteúdo de aminoácidos digestíveis foi inferior, provavelmente devido ao menor teor protéico. O milho inteiro e o milho moído grosso apresentaram coeficientes de digestibilidade semelhantes aos apresentados por SILVA (2010), entretanto o conteúdo de aminoácidos digestíveis foi inferior, mesmo apresentando PB mais elevada. Comparando as três formas de milhetos com duas variedades de milhetos descritas por RODRIGUES et al. (2001), observa-se que houve diferença tanto dos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos como do conteúdo de aminoácidos digestíveis, com exceção para os coeficientes dos aminoácidos fenilalanina e isoleucina do milho inteiro e da leucina e metionina do milho grosso, os quais foram semelhantes.

Tabela 6 – Coeficientes de digestibilidade verdadeira da proteína bruta e dos aminoácidos essenciais dos alimentos, expressos em percentagem, na matéria natural

Alimentos	Coeficientes de digestibilidade verdadeira da PB e dos aminoácidos essenciais (%)									
	PB	Lis	Met	Treo	Arg	Val	Ile	Leu	His	Phe
Milheto inteiro	93,26	86,89	93,65	87,46	97,18	92,61	92,2	94,72	94,66	95,13
Milheto moído grosso	91,35	88,09	90,96	83,67	96,13	90,74	91,11	93,57	94,88	93,07
Milheto moído fino	94,89	88,89	95,54	89,83	98,95	94,46	94,45	96,76	97,64	97,00
Milho1	88,32	95,99	94,61	86,56	97,76	96,49	97,13	95,92	94,95	94,36
Milho2	95,00	84,12	93,87	83,20	93,42	89,40	89,37	95,21	93,43	92,41
Milho gelatinizado	89,49	85,23	90,65	82,45	92,23	88,67	90,12	91,45	92,90	91,62
Sorgo	86,68	82,16	88,83	79,88	88,73	85,32	85,65	90,50	87,58	90,09
Casca de soja	49,01	52,5	61,47	41,58	76,26	50,33	48,05	53,99	48,00	55,67
Farelo de arroz parboilizado	74,30	73,57	73,09	75,63	82,15	75,77	73,57	72,83	78,79	72,77
Farelo de arroz integral	85,21	86,35	84,62	79,53	94,74	83,63	81,59	83,56	91,17	83,32

Lis (lisina), Met (metionina), Tre (treonina), Arg (arginina), Val (valina), Ile (isoleucina), Leu (leucina), His (histidina), Phe (fenilalanina).

Tabela 7 – Coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos não essenciais dos alimentos, expressos em percentagem, na matéria natural

Alimentos	Coeficiente de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos não essenciais (%)						
	Ala	Asp	Glu	Cis	Tir	Ser	Glic
Milheto inteiro	97,18	92,10	94,16	85,67	94,19	92,96	84,91
Milheto moído grosso	89,71	89,60	93,19	89,38	91,62	90,28	82,54
Milheto moído fino	92,46	93,29	96,73	95,98	96,26	94,19	87,29
Milho1	89,62	87,55	93,00	89,31	95,01	88,57	82,67
Milho2	85,79	94,00	95,13	79,14	91,04	90,14	87,37
Milho gelatinizado	84,56	87,12	94,23	95,12	90,12	88,19	84,21
Sorgo	88,48	81,53	89,51	84,00	89,92	85,84	78,11
Casca de soja	35,69	43,87	54,90	28,89	51,97	39,98	27,62
Farelo de arroz parboilizado	70,34	69,08	79,44	53,09	71,10	73,89	71,99
Farelo de arroz integral	82,35	84,19	88,29	72,93	86,94	83,60	81,35

Ala (alanina), Asp (ácido aspártico), Glu (ácido glutâmico), Cis (cistina), Tir (tirosina), Ser (serina), Gli (glicina).

Tabela 8 – Matéria seca, proteína bruta digestível e aminoácidos essenciais digestíveis dos alimentos, expressos em porcentagem na matéria natural

Alimentos	MS%	PB% dig	Aminoácidos essenciais digestíveis (%)								
			Lis	Met	Tre	Arg	Val	Ile	Leu	His	Phe
Milheto inteiro	89,06	11,01	0,227	0,185	0,308	0,432	0,495	0,361	0,918	0,203	0,463
Milheto moído grosso	88,83	10,73	0,230	0,180	0,295	0,427	0,485	0,357	0,907	0,203	0,453
Milheto moído fino	88,07	11,04	0,229	0,187	0,314	0,435	0,500	0,365	0,927	0,207	0,468
Milho1	87,59	6,68	0,177	0,123	0,206	0,329	0,282	0,198	0,723	0,193	0,314
Milho2	89,21	7,10	0,205	0,122	0,206	0,316	0,264	0,217	0,864	0,206	0,357
Milho gelatinizado	86,58	6,86	0,205	0,122	0,206	0,316	0,264	0,193	0,864	0,206	0,357
Sorgo	88,34	12,35	0,413	0,163	0,341	0,573	0,486	0,416	1,096	0,239	0,543
Casca de soja	88,73	7,06	0,452	0,102	0,196	0,622	0,287	0,247	0,469	0,168	0,320
Farelo de arroz parboilizado	92,26	10,54	0,508	0,292	0,355	0,486	0,242	0,294	0,583	0,221	0,364
Farelo de arroz integral	89,81	11,87	0,541	0,210	0,393	0,963	0,577	0,362	0,765	0,316	0,494

Lis (lisina), Met (metionina), Tre (treonina), Arg (arginina), Val (valina), Ile (isoleucina), Leu (leucina), His (histidina), Phe (fenilalanina).

Tabela 9 – Matéria seca e aminoácidos não essenciais digestíveis dos alimentos, expressos em porcentagem na matéria natural

Alimentos	MS %	Aminoácidos não essenciais digestíveis (%)						
		Ala	Asp	Glu	Cis	Tir	Ser	Gli
Milheto inteiro	89,06	0,706	0,665	1,704	0,127	0,240	0,411	0,258
Milheto moído grosso	88,83	0,650	0,645	1,682	0,132	0,233	0,397	0,250
Milheto moído fino	88,07	0,664	0,666	1,730	0,140	0,243	0,412	0,263
Milho1	87,59	0,493	0,440	1,295	0,098	0,333	0,329	0,231
Milho2	89,21	0,403	0,412	1,148	0,103	0,202	0,288	0,237
Milho gelatinizado	86,58	0,450	0,413	1,152	0,117	0,249	0,299	0,234
Sorgo	88,34	0,695	0,828	1,992	0,155	0,328	0,498	0,431
Casca de soja	88,73	0,193	0,566	1,013	0,055	0,251	0,291	0,255
Farelo de arroz parboilizado	92,26	0,347	0,664	1,344	0,066	0,357	0,364	0,320
Farelo de arroz integral	89,81	0,663	1,009	1,566	0,179	0,359	0,488	0,594

Ala (alanina), Asp (ácido aspártico), Glu (ácido glutâmico), Cis (cistina), Tir (tirosina), Ser (serina), Gli (glicina), nd (não determinado)

Para os dois milhos avaliados os coeficientes de digestibilidade de aminoácidos e a composição de aminoácidos digestíveis foram diferentes, esta variação provavelmente ocorreu em função de diferentes lotes, variedades, processamento, tempo de estocagem dentre outros. Os coeficientes de digestibilidade verdadeira obtidos com os dois milhos foram superiores aos valores descritos por GOMES et al. (2010), entretanto, os valores de aminoácidos digestíveis foram inferiores em razão do menor teor protéico desses milhos estudados. Em relação aos valores descritos por ROSTAGNO et al. (2005), os coeficientes de digestibilidade de aminoácidos do milho 2 foram semelhantes, já os coeficientes do milho 1 foram superiores. Os valores médios, tanto dos coeficientes de digestibilidade como do conteúdo de aminoácidos digestíveis, desses dois milhos foram semelhantes aos valores médios de três milhos estudados por NERY (2005).

O milho gelatinizado apresentou coeficientes de digestibilidade superiores aos coeficientes para o milho pré-cozido descrito por ROSTAGNO et al. (2005). Entretanto, apresentou conteúdo de aminoácidos digestíveis inferior. Ao se comparar com os valores encontrados por RODRIGUES et al. (2001), os coeficientes de digestibilidade foram semelhantes, com exceção da metionina e da valina. Já o conteúdo de aminoácidos digestíveis foi inferior, provavelmente, em razão de um menor teor protéico desse milho avaliado.

Quanto ao sorgo, este apresentou coeficientes de digestibilidade verdadeiro da maioria dos aminoácidos avaliados superiores aos valores descritos por GOMES et al. (2010), apresentando também, todos os valores de aminoácidos digestíveis superiores. Com relação aos valores descritos por ROSTAGNO et al. (2005), o sorgo apresentou alguns coeficientes de digestibilidade semelhantes, entretanto, o conteúdo de aminoácidos digestíveis para todos aminoácidos, com exceção da leucina e da isoleucina, foram superiores.

Os coeficientes de digestibilidade verdadeiro dos aminoácidos, quanto os valores de aminoácidos digestíveis da casca de soja foram inferiores aos valores determinados por NERY (2005) e ROSTAGNO et al (2005).

Os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos do farelo de arroz parboilizado foram inferiores àqueles obtidos para o farelo de arroz integral. Conseqüentemente, o farelo de arroz integral também apresentou valores de aminoácidos digestíveis verdadeiros superiores aos valores do farelo de arroz

parboilizado. Os coeficiente de digestibilidade de aminoácidos do farelo de arroz integral foram inferiores aos descritos por NERY (2005), porém o farelo de arroz integral apresentou valor de aminoácidos digestíveis semelhante. De uma forma geral, o farelo de arroz parboilizado apresentou os coeficientes de digestibilidade verdadeiro para os aminoácidos essenciais, inferiores aos descritos por ROSTAGNO et al. (2005), enquanto o farelo de arroz integral apresentou valores superiores.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Foi realizado um ensaio biológico no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, a fim de determinar os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos e os valores de aminoácidos digestíveis de alguns alimentos energéticos para aves. Os alimentos foram: milho inteiro; milho moído grosso; milho moído fino; milho 1; milho 2; milho gelatinizado; sorgo; casca de soja; farelo de arroz parboilizado e farelo de arroz integral. Foram utilizados 396 animais dos 25 aos 30 dias de idade distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado. As aves foram submetidas a um período de adaptação as onze dietas experimentais (uma dieta isenta de proteína (DIP) e dez DIP com adição dos alimentos testados em substituição ao amido). A DIP conteve 1% de cinza ácida insolúvel (CAI), como indicador para a determinação da digestibilidade dos aminoácidos e excreção endógena de proteína e de aminoácidos. Após o período de adaptação todas as aves de cada repetição foram abatidas por deslocamento cervical, abertas na cavidade abdominal para coleta do conteúdo na porção do íleo terminal. Ao final, as digestas obtidas foram pesadas, liofilizadas, processadas e então, realizadas as análises laboratoriais e determinados os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos. Os coeficientes de digestibilidade verdadeira da lisina e metionina em porcentagem foram respectivamente: 86,89 e 93,65 para o milho inteiro, 88,09 e 90,96 para o milho moído grosso; 88,89 e 95,54 para o milho moído fino; 95,99 e 94,61 para o milho 1; 84,12 e 93,87 para o milho 2; 85,23 e 90,65 para o milho gelatinizado; 82,16 e 88,83 para o sorgo; 52,5 e 61,47 para a casca de soja; 73,57 e 73,09 para o farelo de arroz parboilizado e 86,35 e 84,62 para o farelo de arroz integral.

CAPÍTULO IV

DETERMINAÇÃO DOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE VERDADEIRA DOS AMINOÁCIDOS DE ALGUNS ALIMENTOS PROTEICOS PARA AVES

1. INTRODUÇÃO

A alimentação representa a maior parte dos custos na produção avícola, sendo que, para que a produção de carne de frango e ovos tenha competitividade comercial, a formulação das rações para estes animais deve ser correta e precisa.

Uma alternativa para aumentar a eficácia na produção animal é o uso de alimentos alternativos em substituição aos alimentos tradicionais, como o milho e o farelo de soja. Entretanto, com a substituição de alimentos tradicionais por alimentos alternativos, deficiências nutricionais poderão ser causadas em consequência das diferenças na digestibilidade dos aminoácidos (ROSTAGNO, 1990). Desta forma, o conhecimento exato do conteúdo total de aminoácido dos alimentos e da digestibilidade dos nutrientes são importantes para que os requerimentos dos animais sejam plenamente satisfeitos (NERY, 2005).

Atualmente, milhões de toneladas de subprodutos animais são produzidos pelas indústrias e se esse material não for reciclado, passarão a ser considerados resíduos indústriais, o que leva a uma enorme perda econômica para os setores industriais de processamento de subprodutos, além de sérios danos ao meio ambiente (VIEITES et al., 2000).

Nas últimas décadas, o interesse pela digestibilidade dos aminoácidos cresceu consideravelmente, tornando-se agora bem conhecida a importância de se considerar a digestibilidade nas formulações de rações. Além disso, com o advento do uso do conceito de proteína ideal, a necessidade de se conhecer os coeficientes de digestibilidade e o conteúdo de aminoácidos nos alimentos se tornou fundamental.

A grande variação na composição e na qualidade da proteína e aminoácidos são os maiores inconvenientes quanto ao uso de alimentos alternativos como ingredientes para as rações.

Assim, objetivou-se determinar os coeficiente de digestibilidade verdadeiro da proteína bruta, os coeficientes de digestibilidade verdadeiro dos aminoácidos e os valores de aminoácidos digestíveis verdadeiros de alguns alimentos protéicos para aves.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, Brasil, no período de 13/11/2009 a 17/11/2009.

Foram utilizados 288 frangos de corte machos da linhagem comercial Cobb, dos 25 aos 30 dias de idade, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado. As aves foram submetidas a um período de adaptação às dietas experimentais (uma DIP – dieta isenta de proteína e sete DIP com adição dos alimentos testados em substituição ao amido – tabela 1).

A DIP continha 1% de cinza ácida insolúvel como indicador para determinação da digestibilidade dos aminoácidos e excreção endógena de proteína e de aminoácidos.

Após o período de adaptação todas as aves de cada repetição foram abatidas por deslocamento cervical, abertas na cavidade abdominal para coleta do conteúdo na porção do íleo terminal, desde 5 cm antes da junção íleo-cecocolica até 40 cm em direção ao jejuno.

Constantemente, as aves foram estimuladas a consumir ração, para evitar esvaziamento do trato digestivo, o que prejudicaria o procedimento de coleta.

O conteúdo presente no segmento amostrado foi totalmente retirado por pressionamento com o dedo indicador e o polegar, de tal forma a garantir quantidade ideal de amostra para as análises. O conteúdo retirado foi colocado em copos plásticos, identificados e mantidos em freezer a 70 °C negativos.

As amostras foram liofilizadas e pesadas para obtenção do valor de matéria seca definitiva e, posteriormente preparadas para análises laboratoriais de CAI, nitrogênio e aminoácidos totais.

As análises de aminoácidos foram realizadas pelo laboratório Ajinomoto Animal Nutritions (Ajinomoto).

Tabela 1 – Composições das dietas experimentais utilizadas para a determinação do conteúdo de aminoácidos digestíveis dos alimentos.

Ingredientes	DIP	DIP+ALIMENTO
Amido	80,31	(80,31 - Alimento)
Alimento	0	Alimento
Açúcar	5,00	5,00
Óleo de Soja	5,00	5,00
Fosfato Bicálcico	2,10	2,10
Calcário	0,70	0,70
Sal	0,45	0,45
Carbonato de Potássio	1,00	1,00
Sabugo de Milho	4,00	4,00
Suplemento mineral ¹	0,08	0,08
Suplemento vitamínico ²	0,15	0,15
Cloreto de colina 60%	0,20	0,20
Antioxidante (BHT)	0,01	0,01
Cinza ácida insolúvel (Celite TM)	1,00	1,00
TOTAL	100	100

¹ Composição por kg do produto: vit. A, 12.000.000 UI; vit. D3, 2.200.000 UI; vit. E 30.000 UI; vit. B1, 2.200mg; vit B2, 6.000 mg; vit. B6, 3.300mg; ác. pantotênico, 13.000mg; biotina, 110mg; vit. K3, 2.500 mg; ácido fólico, 1.000mg; ácido nicotínico 53.0000 mg; niacina, 25.000 mg; vit. B12, 16.000 µg; selênio, 0,25 g; antioxidante 120.000 mg; e veículo QSP., 1.000g.

² Composição por kg do produto: manganês, 75.000 mg; ferro, 20000 mg; zinco, 50.000 mg; cobre, 4.000 mg; cobalto, 200 mg; iodo 1.500 mg e veículo qsp, 1.000 g

ALIMENTO	NÍVEL DE INCLUSÃO %
Farinha de vísceras de ave	20
Farinha de sangue e penas de aves	15
Farinha de carne e ossos suína	25
Soja desativada	30
Farelo de soja	25
Soja integral extrusada parcialmente desengordurada1	25
Soja integral extrusada parcialmente desengordurada2	25

Para o cálculo dos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos foram utilizadas as seguintes fórmulas:

1–Coeficiente de Digestibilidade aparente de aminoácido (CDapAA)

$$\text{CDapAA (\%)} = \frac{\text{mg AA/ g ração} - \text{mg AA/ g E}_1}{\text{mg AA/ g ração}} \times \text{FI}_1 \times 100$$

Em que:

E₁ = digesta ileal da ração teste

FI₁ = Fator de indigestibilidade

$$FI_1 = \frac{\text{CAI ração}}{\text{CAI digesta}}$$

2–Coeficiente de Digestibilidade verdadeira de aminoácido (CDvAA)

CDvAA (%) =

$$= \frac{\text{mg AA/ g ração} - (\text{mg AA/ g } E_1 \times FI_1 - \text{mg AA/ g } E_2 \times FI_2)}{\text{mg AA/ g ração}} \times 100$$

em que:

E_2 = digesta da DIP

FI_2 = Fator de indigestibilidade da DIP

$$FI_1 = \frac{\text{CAI DIP}}{\text{CAI digesta da DIP}}$$

As médias das temperaturas máximas e mínimas, observadas nos períodos experimentais foram, respectivamente, 27 e 21°C.

3. RESULTADOS E DICUSSÃO

3.1. Composição em aminoácidos totais

Os valores de PB e aminoácidos totais (essenciais e não essenciais) dos alimentos avaliados são apresentados nas Tabelas 3 e 4.

Houve variação na composição aminoacídica da farinha de vísceras em relação à avaliada por BRUMANO et al. (2006), sendo que o conteúdo de aminoácidos essenciais totais foi inferior, com exceção da lisina, da metionina e da histidina, os quais foram superiores, e o conteúdo em aminoácidos não essenciais totais também foi inferior, exceto para a glicina e alanina, os quais foram superiores. Os valores de aminoácidos totais foram semelhantes aos valores descritos por EYNG et al. (2010), com exceção da valina que foi 1,13% inferior.

Os valores de aminoácidos totais da farinha de sangue e penas obtidos foram inferiores aos valores médios de quatro diferentes farinhas estudadas por SCAPIM et al. (2003). De acordo com ALBINO et al. (1992), essas variações devem-se a diferentes técnicas de processamento a que as farinhas são submetidas e/ou à falta de padronização dos subprodutos de origem animal usados como matérias-primas para essas farinhas.

O conteúdo em aminoácidos totais da farinha de carne e ossos suína foi inferior ao da farinha de carne e ossos (55%) citada por ROSTAGNO et al. (2005), entretanto, foi superior aos valores determinados por SILVA, (2010), exceto para o aminoácido arginina o qual foi superior entre os aminoácidos essenciais e alanina, cistina e glicina os quais foram superiores entre os aminoácidos não essenciais.

Os valores em aminoácidos totais da soja desativada foram inferiores, para todos os aminoácidos avaliados, em relação aos valores obtidos por FREITAS et al. (2005), e também foram inferiores em relação aos aminoácidos essenciais da soja extrusada descrita por ROSTAGNO et al.(2005). Provavelmente, o menor teor desses aminoácidos foi devido ao baixo conteúdo de proteína bruta (PB) da soja desativada encontrado nesse trabalho.

Tabela 3 – Matéria seca, proteína bruta e aminoácidos essenciais totais dos alimentos, expressos em porcentagem na matéria natural

Alimentos	MS%	PB%	Aminoácidos essenciais totais (%)								
			Lis	Met	Tre	Arg	Val	Ile	Leu	His	Phe
Farinha de vísceras de ave	92,02	52,88	3,340	1,131	2,215	3,823	1,530	2,010	3,830	1,222	2,170
Farinha de sangue e penas de aves	91,69	73,64	2,451	0,781	3,654	5,558	5,989	3,707	7,731	0,720	3,896
Farinha de carne e ossos suína	90,23	54,05	2,619	0,833	1,725	3,431	2,189	1,507	3,261	0,988	1,841
Soja desativada	89,33	33,71	1,992	0,458	1,350	2,457	1,151	1,539	2,628	0,870	1,784
Farelo de soja	88,39	44,26	2,713	0,560	1,764	3,190	1,530	2,037	3,515	1,143	2,361
Soja integral extrusada parcialmente desengordurada1	91,83	42,33	2,374	0,493	1,530	2,791	1,290	1,706	2,950	1,056	2,000
Soja integral extrusada parcialmente desengordurada2	91,25	38,12	2,155	0,478	1,524	2,783	1,275	1,670	2,945	1,001	1,978

Lis (lisina), Met (metionina), Tre (treonina), Arg (arginina), Val (valina), Ile (isoleucina), Leu (leucina), His (histidina), Phe (fenilalanina).

Tabela 4 – Matéria seca, proteína bruta e aminoácidos não essenciais totais dos alimentos, expressos em porcentagem na matéria natural

Alimentos	MS%	PB%	Aminoácidos não essenciais totais (%)						
			Ala	Asp	Glu	Cis	Tir	Ser	Gli
Farinha de vísceras de ave	92,02	52,88	3,801	4,568	7,426	0,461	2,455	2,213	5,730
Farinha de sangue e penas de aves	91,69	73,64	3,917	5,856	8,554	3,090	2,028	7,856	5,537
Farinha de carne e ossos suína	90,23	54,05	3,475	3,864	6,372	0,386	1,235	2,037	6,244
Soja desativada	89,33	33,71	1,500	3,852	6,366	0,410	1,623	1,809	1,580
Farelo de soja	88,39	44,26	1,961	5,069	8,374	0,481	2,082	2,345	2,001
Soja integral extrusada parcialmente desengordurada1	91,83	42,33	1,713	4,352	7,160	0,477	1,784	2,022	1,741
Soja integral extrusada parcialmente desengordurada2	91,25	38,12	1,693	4,276	7,234	0,476	1,756	2,001	1,736

Ala (alanina), Asp (ácido aspártico), Glu (ácido glutâmico), Cis (cistina), Tir (tirosina), Ser (serina), Gli (glicina).

O conteúdo em aminoácidos essenciais totais do farelo de soja foi inferior ao obtido por GOMES et al. (2010), exceto para fenilalanina (2,36%) que foi semelhante. Além disso, os valores de aminoácidos totais essenciais foram inferiores aos valores encontrados por ROSTAGNO et al. (2005) exceto para o aminoácido fenilalanina, que foi superior. Estas diferenças observadas nos valores de aminoácidos totais podem ser devido às variações entre cultivares, climas, fertilidade do solo, além do processamento a que os alimentos são submetidos (ALBINO et al. 1987).

Os valores de aminoácidos totais obtidos para as duas sojas integrais extrusadas parcialmente desengorduradas foram superiores aos descritos por BRUMANO et al. (2006), com exceção do aminoácido valina que foi superior. No entanto, quando comparados aos valores da soja extrusada descritos por ROSTAGNO et al. (2005), observou-se valores semelhantes para os aminoácidos essenciais, com exceção dos aminoácidos metionina e valina, os quais foram inferiores.

3.2. Coeficientes de digestibilidade e aminoácidos digestíveis verdadeiros

Os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos dos alimentos avaliados são apresentados nas Tabelas 5 e 6 e o conteúdo de aminoácidos digestíveis expressos na matéria natural, são apresentados nas Tabelas 7 e 8.

Tanto os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos quanto o conteúdo de aminoácidos digestíveis totais dos alimentos avaliados, apresentaram variações quando comparados à literatura, essas variações já eram esperadas em função de diferenças na composição química, principalmente da proteína, e também por variações nos valores de excreção endógena dos aminoácidos, FISCHER JR (1997).

Para a farinha de vísceras de aves, os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos essenciais e não essenciais foram semelhantes aos encontrados por BRUMANO et al. (2006), com exceção do aminoácido arginina que foi 8% inferior e o aminoácido histidina, o qual foi 6% superior. Os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos essenciais foram inferiores aos valores descritos por ROSTAGNO et al. (2005). Quanto ao conteúdo de aminoácidos digestíveis verdadeiros, os valores foram inferiores àqueles determinados por BRUMANO et al. (2006), exceto para os aminoácidos lisina, metionina e glicina, os quais foram superiores. Com relação aos aminoácidos essenciais, descritos por ROSTAGNO et al. (2005), apenas os valores da lisina e da metionina digestíveis foram semelhantes.

Tabela 5 – Coeficientes de digestibilidade verdadeira proteína bruta e dos aminoácidos essenciais dos alimentos, expressos em percentagem, na matéria natural

Alimentos	Coeficientes de digestibilidade verdadeira da PB e dos aminoácidos essenciais (%)									
	PB	Lis	Met	Treo	Arg	Val	Ile	Leu	His	Phe
Farinha de vísceras de ave	75,87	78,99	81,72	76,50	79,93	80,26	76,56	78,95	80,22	79,39
Farinha de sangue e penas de aves	69,26	60,96	76,29	62,57	76,58	75,01	76,96	76,97	69,39	80,49
Farinha de carne e ossos suína	87,77	88,66	89,62	87,47	93,34	87,90	88,54	91,25	92,45	91,72
Soja desativada	93,12	93,49	95,48	92,00	95,89	95,76	93,54	93,67	91,54	93,85
Farelo de soja	87,68	89,43	94,33	83,97	92,48	87,87	88,27	87,73	83,38	89,38
Soja integral extrusada parcialmente desengordurada 1	91,57	91,88	97,11	91,00	96,54	93,67	91,70	92,06	88,92	92,48
Soja integral extrusada parcialmente desengordurada 2	91,51	90,75	95,78	90,78	96,45	92,56	91,67	91,89	88,87	92,46

Lis (lisina), Met (metionina), Tre (treonina), Arg (arginina), Val (valina), Ile (isoleucina), Leu (leucina), His (histidina), Phe (fenilalanina), nd (não determinado).

Tabela 6 – Coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos não essenciais dos alimentos, expressos em percentagem, na matéria natural

Alimentos	Coeficiente de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos não essenciais (%)						
	Ala	Asp	Glu	Cis	Tir	Ser	Glic
Farinha de vísceras de ave	79,39	60,76	77,20	56,41	77,90	75,57	73,70
Farinha de sangue e penas de aves	70,95	59,77	60,80	48,14	74,18	74,82	71,94
Farinha de carne e ossos suína	87,16	81,09	86,67	81,70	92,58	88,23	85,58
Soja desativada	90,59	91,26	95,11	81,84	93,26	92,78	90,17
Farelo de soja	81,67	86,83	92,13	67,75	84,38	85,59	80,83
Soja integral extrusada parcialmente desengordurada ¹	87,57	87,91	93,78	86,00	91,27	91,55	87,87
Soja integral extrusada parcialmente desengordurada ²	87,55	87,59	93,80	85,70	91,16	91,11	86,79

Ala (alanina), Asp (ácido aspártico), Glu (ácido glutâmico), Cis (cistina), Tir (tirosina), Ser (serina), Gli (glicina), nd (não determinado).

Tabela 7 – Matéria seca, proteína bruta digestível e aminoácidos essenciais digestíveis dos alimentos, expressos em porcentagem na matéria natural

Alimentos	MS%	PB% dig	Aminoácidos essenciais digestíveis (%)								
			Lis	Met	Tre	Arg	Val	Ile	Leu	His	Phe
Farinha de vísceras de ave	92,02	40,12	2,64	0,92	1,69	3,05	1,23	1,54	3,02	0,98	1,72
Farinha de sangue e penas de aves	91,69	51,00	1,49	0,60	2,29	4,26	4,49	2,85	5,95	0,50	3,14
Farinha de carne e ossos suína	90,23	47,44	2,32	0,75	1,51	3,20	1,92	1,33	2,98	0,91	1,69
Soja desativada	89,33	31,39	1,86	0,43	1,24	2,35	1,10	1,43	2,46	0,80	1,67
Farelo de soja	88,39	38,81	2,42	0,53	1,48	2,95	1,35	1,79	3,08	0,95	2,11
Soja integral extrusada parcialmente desengordurada1	91,83	38,76	2,18	0,48	1,39	2,69	1,21	1,56	2,72	0,94	1,85
Soja integral extrusada parcialmente desengordurada2	91,25	34,88	1,99	0,46	1,38	2,68	1,18	1,53	2,71	0,89	1,83

Lis (lisina), Met (metionina), Tre (treonina), Arg (arginina), Val (valina), Ile (isoleucina), Leu (leucina), His (histidina), Phe (fenilalanina), nd (não determinado).

Tabela 8 – Matéria seca e aminoácidos não essenciais digestíveis dos alimentos, expressos em porcentagem na matéria natural

Alimentos	MS %	Aminoácidos não essenciais digestíveis (%)						
		Ala	Asp	Glu	Cis	Tir	Ser	Gli
Farinha de vísceras de ave	92,02	3,01	2,77	5,73	0,26	1,91	1,67	4,22
Farinha de sangue e penas de aves	91,69	2,78	3,00	5,20	1,49	1,50	5,88	3,98
Farinha de carne e ossos suína	90,23	3,03	3,13	5,52	0,31	1,14	1,79	5,34
Soja desativada	89,33	1,36	3,52	6,05	0,33	1,51	1,67	1,43
Farelo de soja	88,39	1,6	4,4	7,71	0,33	1,75	2,00	1,61
Soja integral extrusada parcialmente desengordurada1	91,83	1,49	3,82	6,71	0,41	1,62	1,85	1,53
Soja integral extrusada parcialmente desengordurada2	91,25	1,48	3,75	6,79	0,41	1,60	1,82	1,51

Ala (alanina), Asp (ácido aspártico), Glu (ácido glutâmico), Cis (cistina), Tir (tirosina), Ser (serina), Gli (glicina), nd (não determinado)

Os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos essenciais da farinha de sangue e penas foram inferiores aos coeficientes, tanto da farinha de sangue quanto da farinha de penas, descrita por ROSTAGNO et al. (2005), com exceção do aminoácido isoleucina, o qual foi superior em relação ao da farinha de sangue. Quanto ao conteúdo de aminoácidos digestíveis verdadeiros essenciais da farinha de sangue e penas, a lisina, a treonina, a isoleucina e a histidina foram os únicos que apresentaram valor superior aos aminoácidos digestíveis da farinha de penas descrita por ROSTAGNO et al. (2005), entretanto, comparando com a farinha de sangue, todos aminoácidos digestíveis foram inferiores, com exceção da isoleucina que apresentou valor superior.

É comum a variação nos coeficiente de digestibilidade verdadeira e no conteúdo de aminoácidos digestíveis devido a não padronização do processamento desse alimento. Segundo NABER et al. (1961), o cozimento desse produto, embora aumente a disponibilidade de alguns aminoácidos, destrói outros, particularmente os instáveis, sob o efeito do calor. Sob o mesmo aspecto, MORAN JÚNIOR & SUMMERS (1968) analisaram a composição aminoacídica de penas *in natura* e processadas e afirmaram que o cozimento aumentava a concentração de glicina; entretanto, as concentrações de cistina, histidina, lisina e tirosina decresciam.

Os coeficientes de digestibilidade verdadeira tanto dos aminoácidos essenciais quanto dos não essenciais da farinha de carne e ossos suína foram superiores aqueles obtidos para a farinha de carne e ossos descrita por SILVA (2010), da mesma forma, todos os aminoácidos digestíveis verdadeiros apresentaram valor superior. Observou-se que os coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos da farinha de carne e ossos foram superiores aqueles obtidos por ROSTAGNO et al. (2005), entretanto, o conteúdo de aminoácidos digestíveis foi semelhante, provavelmente essa maior digestibilidade se deve a um alto nível protéico e um menor teor de cinza, indicando que a farinha conteve um menor conteúdo de osso que as farinhas descritas por outros autores.

Ao observar os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos da soja desativada, nota-se que os valores determinados neste trabalho foram superiores aos determinados por FREITAS et al. (2005), entretanto, devido ao baixo teor protéico da soja desativada desse trabalho, o conteúdo de aminoácido digestível verdadeiro apresentou menor valor que o do referido autor, com exceção do aminoácido tirosina, o qual apresentou valor superior. Da mesma forma, os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos essenciais foram superiores e o conteúdo de aminoácido

digestível verdadeiro foi inferior aos valores da soja integral tostada descritos por ROSTAGNO et al. (2005).

O farelo de soja apresentou coeficientes de digestibilidade de aminoácidos inferiores, com exceção da valina e metionina, aos valores descritos por GOMES et al. (2010). Ao comparar os valores médios de coeficientes de quatro farelos de soja estudados por OST et al. (2007), o farelo de soja estudado apresentou coeficientes de digestibilidade inferiores, com exceção do aminoácido arginina, o qual foi superior. Quanto ao conteúdo e aminoácidos digestíveis verdadeiros, os valores encontrados foram inferiores aos descritos por GOMES et al. (2010) e foram inferiores ao valor médio de quatro farelos de soja estudados por OST et al. (2007), com exceção dos aminoácidos lisina, metionina, isoleucina, leucina e fenilalanina, os quais foram superiores entre os aminoácidos essenciais e os aminoácidos aspartato, serina e tirosina, entre os aminoácidos não essenciais.

Os valores de coeficiente de digestibilidade verdadeira de aminoácido foram semelhantes entre as duas sojas integrais extrusadas parcialmente desengorduradas, entretanto a SIEPD 1 apresentou valores superiores, em razão do seu maior teor protéico. Os valores de coeficiente de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos foram superiores aos descritos por BRUMANO et al. (2006), com exceção dos aminoácidos lisina, leucina, histidina e fenilalanina, os quais foram inferiores entre os aminoácidos essenciais e os aminoácidos aspartato e glutâmico, os quais foram inferiores entre os não essenciais. Quanto ao conteúdo de aminoácidos digestíveis, os valores encontrados foram superiores aos valores descritos por BRUMANO et al (2006), com exceção do aminoácido valina, o qual foi inferior. Os valores de coeficiente de digestibilidade e conteúdo de aminoácidos digestíveis essenciais, também foram superiores aos valores descritos por ROSTAGNO et al,(2005), com exceção do aminoácido histidina, o qual apresentou coeficiente de digestibilidade inferior e do aminoácido valina, que apresentou valor inferior.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Foi realizado um ensaio biológico no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, a fim de determinar os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos e os valores de aminoácidos digestíveis de alguns alimentos protéicos para aves. Os alimentos foram: farinha de vísceras de aves, farinha de sangue e penas, farinha de carne e ossos suína, soja desativada, farelo de soja, soja integral extrusada parcialmente desengordurada¹ e soja integral extrusada parcialmente desengordurada². Foram utilizados 288 animais dos 25 aos 30 dias de idade distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado. As aves foram submetidas a um período de adaptação às oito dietas experimentais (uma dieta isenta de proteína (DIP) e sete DIP com adição dos alimentos testados em substituição ao amido). A DIP conteve 1% de cinza ácida insolúvel como indicador para determinação da digestibilidade dos aminoácidos, excreção endógena de proteína e de aminoácidos. Após o período de adaptação todas as aves de cada repetição foram abatidas por deslocamento cervical, abertas na cavidade abdominal para coleta do conteúdo na porção do íleo terminal. Ao final, as digestas obtidas foram pesadas, liofilizadas, processadas, realizadas as análises laboratoriais e determinados os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos. Os valores de coeficientes de digestibilidade verdadeira da lisina e metionina em porcentagem foram respectivamente: 78,99 e 81,72 para a farinha de vísceras de ave, 60,96 e 76,29 para a farinha de sangue e penas de aves, 88,66 e 89,62 para a farinha de carne e ossos suína, 93,49 e 95,48 para a soja desativada, 89,43 e 94,33 para o farelo de soja, 91,88 e 97,11 para a soja integral extrusada parcialmente desengordurada¹ e 90,75 e 95,78 para soja integral extrusada parcialmente desengordurada².

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AERC. 1989. **European table of energy values for poultry feedstuffs**. 3.ed. 84p.

ALBINO, L. F. T. Determinação de valores de energia metabolizável e triptofano de alguns alimentos para aves em diferentes idades. Viçosa – MG, 1980. 55p. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1980.

ALBINO, L. F. T. Sistemas de avaliação nutricional de alimentos e suas aplicações na formulação de rações para frangos de corte. Viçosa – MG, 1991. 141p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1991.

ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; FONSECA, J. B. et al. Utilização de diferentes sistemas de avaliação energéticas dos alimentos na formulação de rações para frangos de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 21, n. 6, p. 1037–1046, 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, p. 303–318, 1996.

ALBINO, L.F.T.; COELHO, M.G.R.; RUTZ, F. et al. Valores energéticos e de triptofano de alguns alimentos determinados, em aves jovens e adultas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 22 p. 1301–1306, 1987.

ANDREOTTI, M.O., JUNQUEIRA, O.M., BARBOSA, M.J.B., et al. Energia metabolizável do óleo de soja em diferentes níveis de inclusão para frangos de corte nas fases de crescimento e final. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2004, vol.33, n.5, p. 1145-1151.

ANTUNES, R.C. RODRIGUEZ, N.M.. GONÇALVES, L.C ET AL., Composição bromatológica e parâmetros físicos de grãos de sorgo com diferentes texturas do endosperma, **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.**, v.59, n.5, p.1351-1354, 2007

ÁVILA, V.S., PAULA, A., BRUM, P.A.R., et al. Uso da metodologia de coleta total de excretas na determinação de energia metabolizável em rações para frangos de corte ajustadas ou não quanto aos níveis de vitaminas e minerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p. 1691-1695(supl), 2006.

AZEVEDO, D.M.S. Fatores que influenciam os valores de energia metabolizável da farinha de carne e ossos para aves. Viçosa, UFV, 1995. p.85, Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1997.

BASTOS, A. O., MOREIRA, I., FURLAN, A. C. ET AL., Composição Química, Digestibilidade dos Nutrientes e da Energia de Diferentes Milhetos (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown) em Suínos, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.520-528, 2005.

BELLAVER, C., COSTA, C. A. F.; AVILA, V. S. et al., Substituição de farinhas de origem animal por ingredientes de origem vegetal em dietas para frangos de corte **Ciencia Rural** v.35 n.3, 2005.

BLAS, C.; MATEOS, G. G.; REBOLAR, P. G. et al. **Tablas de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos**. 2ª ed. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, FEDNA, 253p, 2003.

BORGES, F. M. 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 SOCIEDADE BRASILEIRA de ZOOTECNIA. Botucatu, 35, 1998. **Anais...** Botucatu: FMVZ–UNESP, 1998, p. 389–391, 1998.

BORGES, F.M.O., ROSTAGNO, H.S., SAAD, C.E.P. Efeito do consumo de alimento sobre os valores energéticos do grão de trigo e seu subprodutos para frangos de corte, a partir de análises químicas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.55, n.6, p.734-746, 2004.

BRITO, C.O. Desempenho e avaliação de carcaça de frangos de corte submetidos a dietas formuladas com base em aminoácidos totais e digestíveis e estimativas do crescimento e da deposição de tecido corporal utilizando equações matemáticas. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 162p, 2007.

BRUGALLI, I., ALBINO, L.F.T., SILVA, D.J., et al. Efeito do tamanho de partícula e do nível de substituição nos valores energéticos da farinha de carne e ossos para pintos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.4, p.753-757, 1999.

BRUM, P. A.; AVILA, P. A. R.; MAIER, V. S. et al. Valores de energia metabolizável da farinha de carne e ossos e farinha de vísceras determinados com diferentes níveis de substituição para frangos de corte. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 8, n. 1, p. 51 – 55, 2002.

BRUMANO, G., GOMES, P.C., ROSTAGNO, H.S., et al. Aminoácidos digestíveis verdadeiros de alimentos protéicos determinados em galos cecectomizados, *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.35 n.6 Viçosa, 2006

BRUMANO, G.; GOMES, P. C.; ALBINO, L. F. T. et al. Composição química e valores de energia metabolizável de alimentos protéicos para frangos de corte em diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 6, p.2297 – 2302, 2006b.

CALDERANO, A. A.; GOMES, P. C.; ALBINO, L. F. T. et al. Valores de composição química e de energia de alimentos de origem vegetal determinados com aves de diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 2, p. 320 – 326, 2010.

CARVALHO, D. C. O.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S. et al. Composição química e energética de amostras de milho submetidas a diferentes temperaturas de secagem e períodos de armazenamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 2, p. 358 – 364, 2004.

CARVALHO, D. C. O.; ALBINO, L. F. T.; VARGAS JR, J. G. et al. Coeficiente de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos e valores de aminoácidos digestíveis do milho submetido a diferentes temperaturas de secagem e períodos de armazenamento. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 38, n.5, p. 850–856, 2009.

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.

COELHO, M.G.R. Valores energéticos e de triptofano metabolizável de alimentos para aves, utilizando duas metodologias. Viçosa, UFV, 1983, 77p. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1983.

COON, C.N. Optimizing ingredient utilization through a better understanding of amino acid bioavailability. In TECHNICAL SYMPOSI, 1991, Aruba. Proceedings... Aruba: Novus International, p. 11-40,1991.

D'AGOSTINI, P. Composição química, energia metabolizável e aminoácidos digestíveis de alguns alimentos para aves. Viçosa – MG, 2001. 64p. Tese (Mestrado em Zootenica) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2001.

DALE, N.M.; FULLER, H.L. Applicability of the true metabolizable energy system in practical feed formulation. **Poultry Science**, v.61, n.1, p.351-356, 1982.

DERNADIN, C. C. et al. Composição nutricional do farelo de arroz polido e parboilizado. In: III Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado. Anais do III Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado (Sosbai). Balneário Camburiú, 2003.

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**, v. 71, n. 2, p. 316–322, 1992.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA E AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves.** (Documentos, 19), 3.ed., Concórdia: Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves, 97p., 1991.

EYNG, C., NUNES, R.V. ROSTAGNO, H.D., et al. Composição química, valores energéticos e aminoácidos digestíveis verdadeiros de farinhas de vísceras para aves, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.4, p.779-786, 2010.

FARREL, D. J. Rapid determination of metabolizable energy of foods using cockerels. **British Poultry Science**, v. 19, n. 1, p.303–308, 1978.

FARREL, D. J.; RAHARJO, Y. Ileal digestion of dietary amino acids in poultry feedstuffs. In: MARYLAND NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS. **Proceedings...** p. 26–34, 1982.

FARREL, D.J. An assessment of quick bioassays for determining the true metabolizable energy and apparent metabolizable energy of poultry feedstuffs. **World's Poultry Science**, v.37, p.72-83, 1981.

FISCHER JR., A. A. **Valores de energia metabolizável e de aminoácidos digestíveis de alguns alimentos para aves**. Viçosa, UFV, 1997. 55p. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1997.

FONTES, D.O., DONZELE, J.L., MASCARENHAS, A.G. et al.. Composição aminoacídica e digestibilidade ileal de aminoácidos de alimentos energéticos determinados com suínos submetidos à anastomose ileo-retal, *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.59, n.1, p.196-202, 2007

FREITAS, E. R.; SAKOMURA, N. K.; NEME, R. et al. Efeito do processamento da soja integral sobre a digestibilidade dos aminoácidos para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 1938 – 1949, 2005.

GARCIA, R.G. MENDES, A.A.. COSTA, C., et al. Desempenho e qualidade da carne de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de sorgo em substituição ao milho **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, n.5, p.634-643, 2005

GENEROSO, R. A. R. et al., Composição química e energética de alguns alimentos para frangos de corte em duas idades. **Revista Brasileira de Zootecnia** v. 37, n. 7, p.1251–1256, 2008,

GOMES, F.A.; FASSANI, E. J.; RODRIGUES, P. B. et al. Valores energéticos de alguns alimentos utilizados em rações para codornas japonesas, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.2, p.396-402, 2007

GOMES, P.C.; GENEROSO, R.A.R.; ROSTAGNO, H.S. et al. Valores de aminoácidos digestíveis de alimentos para aves, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6, p.1259-1265, 2010

HILL, F. W.; ANDERSON, D. L. Comparison of metabolizable energy and productive energy determinations whit growing chicks. **Journal Nutrition**, v.64, n.3, p.587–604, 1958.

JUNQUEIRA, O.M., DUARTE, K.F., CANCHERINI, L.C., et al. Composição química, valores de energia metabolizável e aminoácidos digestíveis de subprodutos do arroz para frangos de corte, **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.8, p.2497-2503, 2009.

KIENER, T. Amino acid digestibility in feed ingredients: methodology and recent results in poultry. In: PACIFIC NORTHWEST ANIMAL NUTRITION CONFERENCE, Boise, 1989. Proceedings... Boise, p.113-121, 1989.

LEESON, S.; SUMMERS, J.D. Commercial poultry nutrition. 2.ed. Guelph: University Books, p.355, 1997.

LIMA, I.L. Composição química e valores energéticos de alguns alimentos determinados com pintos e galos, utilizando duas metodologias. Viçosa, UFV, 1988. 67p. Tese(Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1988.

MATTERSON, L. D.; POTTER, L. M.; STUTZ, M. W.; et al. 1965. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Universit of Connecticut Storrs. Agricultural Experiment Station Research Report**, v.11, 11p., 1965.

MELLO, H. H. C. Determinação dos valores de energia metabolizável de alimentos com aves de diferentes idades. Viçosa – MG, 2007. 53p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2007.

MELLO, H. H. C.; GOMES, P. C.; ROSTAGNO, H. S. et al. Valores de energia metabolizável de alguns alimentos obtidos com aves de diferentes idades, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.5, p.863-868, 2009

MORAN JUNIOR, E.T.; SUMMERS J.D. Keratins as sources of protein for the growing chick. 4. Processing of tannery by-product cattle hair into a nutritionally available high protein meal, metabolizable energy, aminoacid composition and utilization in practical diets by the chick. **Poult. Sci., Savoy**, v.47, p.570-575, 1968.

MOREIRA, I.; BASTOS, A.O.; SCAPINELO, C. et al. Diferentes tipos de milho utilizados na alimentação de suínos em crescimento e terminação, **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.2, p.495-501, 2007

MUZTAR, A.J., SLINGER, S.J. Bioavailable amino acids in corn alfafa as measured by applying the true metabolizable energy assay. **Poultry Science**, v.59, p.1873-1877, 1980.

NABER, E.C. et al. Effect of processing methods and aminoacid supplementation on dietary utilization of feather meal protein by chicks. **Poult. Sci., Savoy**, v.40, p.1234-1245, 1961.

NASCIF, C.C.C., GOMES, P.C., ALBINO, L.F.T. Determinação dos valores energéticos de alguns óleos e gorduras para pintos de corte machos e fêmeas aos 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p. 375-385, 2004.

NASCIMENTO, A. H.; SILVA, M. A.; LIMA, I. L. **Níveis nutricionais utilizados para frangos de corte pela indústria no Brasil**. In: II Simpósio Internacional Sobre Exigências Nutricionais de Aves e Suínos, Viçosa: UFV, p. 331–348, 2005.

NASCIMENTO, A.H., GOMES, P.C., ALBINO, L.F.T., et al., Valores de composição química e energético de alimentos para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, p.579-583, 1998.

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.**,v.31,p.1409-1417, 2002.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9. ed. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 155p, 1994.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of swine**, 10.ed. Washington, D.C.: National Academy Press. 189p, 1998.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. Nutritional energetics of domestic animals and glossary of energy terms. 2. ed. Washington: National Academy press 1981. 54p.

NERY, L. R. **Valores de energia metabolizável e aminoácidos digestíveis de alguns alimentos para aves**. Viçosa – MG, 2005. 87p. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

NERY, L.R.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO H.S., et al. Valores de energia metabolizável de alimentos determinados com frangos de corte, *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, n.5, p.1354-1358, 2007

NOBLET, J., MILGEN, J. Energy value of pig feeds: Effect of pig body weight and energy evaluation system. *J. Anim. Sci*, V.82(Suppl.) p.229-238, 2004.

NUNES, R. V. **Digestibilidade de nutrientes e valores energéticos de alguns alimentos para aves**. Viçosa – MG, 2003. 113p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

NUNES, R. V.; ROSTAGNO, H. S.; GOMES, P. C. et al. Valores energéticos de diferentes alimentos de origem animal para aves. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, n. 4, p. 1752 –1757, 2006.

NUNES, R.V., POZZA, P.C., NUNES, C.G.V., et al. Valores energéticos de subprodutos de origem animal para aves. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.4, p.1217-1224, 2005.

OST, P.R., RODRIGUES, P.B., FREITAS, T.F.F., et al. Aminoácidos digestíveis verdadeiros de alguns alimentos protéicos determinados em galos cecotomizados e por equações de predição, *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, n.6, p.1820-1828, 2007.

PARSONS, C. M. Disponibilidade de aminoácidos em alimentos para aves. *Associação Americana de Soja*. p. 1–8, 1991.

PARSONS, C. M.; POTTER, L. M.; BROWN, J. R. Effects of dietary protein and intestinal microflora and excretion of amino acids in poultry. *Poultry Science*. v. 61, n.3, p. 639 – 645, 1982.

PENZ JR., A. M.; KESSLER, A. M.; BRUGALLI, I. **Novos conceitos de energia para aves**. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, Porto Alegre, 1999. *Anais...* Porto Alegre: Universidade Federal de Porto Alegre, 1999. p.1–24.

PÉRSIA, M.E., YOUNG, E.L., UTTERBACK, P. L., PARSONS, C.M., Effects of dietary ingredients and Eimeria acervulina infection on chick performance, apparent metabolizable energy, and amino acid digestibility. **Poultry Science**, v.85, p.48-55, 2006.

PUPA, J. M. R. **Rações para frangos de corte formuladas com valores de aminoácidos digestíveis verdadeiros, determinados com galos cecectomizados**. 1995. 63p. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 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, n.5, p. 531-535, 1998.

RODRIGUES, P. B., ROSTAGNO, H. S., ALBINO, L. F. T., et al Aminoácidos Digestíveis Verdadeiros do Milheto, do Milho e Subprodutos do Milho, Determinados com Galos Adultos Cecectomizados *Revista brasileira de zootecnia*, v.30 p.2046-2058, 2001.

RODRIGUES, P. B.; MARTINEZ, R. S.; FREITAS, R. T. F. et al. Influência do tempo de coleta e metodologia sobre a digestibilidade valor energético de rações para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 3, p. 882 – 889, 2005.

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 ZOOTECNIA, 27, Piracicaba, 1990. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p. 11 – 30, 1990.

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, MG: Universidade Federal de Viçosa, 186p, 2005.

ROSTAGNO, H. S.; FEATHERSTON, W. R. Estudo de métodos de determinação de disponibilidade de aminoácidos em pintos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.6, p.64 – 75, 1977.

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. **Anais...** Campinas: FACTA, p. 65–83, 1999.

ROSTAGNO, H. S.; PUPA, J. M. R.; PACK, M. Diet formulation for broilers based on total versus digestible amino acids. **Journal Applied Poultry Science**, n. 4, p. 293 – 299, 1995.

ROSTAGNO, H.S., BARBARINO JR, P., BARBOZA, W.A. Exigencias nutricionais das aves determinadas no Brasil In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 1996, Viçosa. **Anais...** p. 361 – 388. Viçosa, MG, 1996.

SAKOMURA, N. K.; BIANCHI, M. D.; PIZAURO Jr, J. M. et al. Efeito da idade dos frangos de corte na atividade enzimática e digestibilidade dos nutrientes do farelo de soja e soja integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 4, p. 924 – 935, 2004.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos.** Jaboticabal: Funep, 283p, 2007.

SANTOS, Z. A. S.; FREITAS, R. T. F.; FIALHO, E. T. et al. Valor nutricional de alimentos para suínos determinados na Universidade Federal de Lavras. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n.1, p. 232 – 237, 2005.

SCAPIM, M. R. S.; LOURES, E. G.; ROSTAGNO, H. S. et al. Avaliação nutricional da farinha de penas e de sangue para frangos de corte submetida a diferentes tratamentos térmicos. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 25, n. 1, p. 91 –98, 2003.

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, p.7–14, 1998.

SCOTT, T. A., SILVESRSIDES, F.G., CLASSEN, H.L. Comparison of Sample Source (Excreta or Ileal Digesta) and Age of Broiler Chick on Measurement of Apparent Digestible Energy of Wheat and Barley. **Poultry Science**, vol. 77, p.456-463, 1998.

SHANG, M.J., HAMILTON, R.M.G. Comparison of two direct bioassays using adult cocks and four indirect methods for estimating the metabolizable energy content of different feedingstuffs. **Poultry Science**, v.61, p.1344-1353, 1982.

SIBBALD, I. R. A bioassay for metabolizable energy in feeding stuffs. **Poultry Science**, v.55, n.1, p.303–308, 1976.

SIBBALD, I. R.; MORSE, P. M. Effects of the nitrogen correction and of feed intake on true metabolizable energy values. **Poultry Science**, v.62, n.1, p.138–142, 1983.

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. **Poultry Science**, v. 42, n. 1, p. 13–25, 1963.

SILBBALD, I.R., Measurement of bioavailable energy in poultry feedingstuffs: a review, *Can. J. An. Sci.* 62(4)983-1048, 1982.

SILVA, D. J. & QUEIROZ, A. C. 2002. **Análise de Alimentos (Métodos químicos e biológicos)**, 3ª ed, Viçosa: UFV. 235p.

SILVA, E. A. Valores de energia metabolizável e de aminoácidos digestíveis de alguns alimentos. Viçosa – MG, 2010. 77p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2010.

TITUS, H.W. Scientific feeding of chickens. **Beltsville Research Center, Maryland**. 343p., 1955.

TUCCI, F. M.; LAURENTIZ, A. C.; SANTOS, E. A. Determinação da composição química e dos valores energéticos de alguns alimentos para aves. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá. v. 25, n. 1, p. 85 – 89, 2003.

VIEIRA, R. O.; RODRIGUES, P. B.; FREITAS, R. T. F. et al. Composição química e energia metabolizável de híbridos de milho para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 832 – 838, 2007.

VIEIRA, R.A., JUNIOR, V.R., MAIA, R.C., et al. Efeito do tempo e do tipo de armazenamento sobre os valores de energia metabolizável do milho para frangos de corte. Anais... Supl. 47ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia Salvador, BA – UFBA, 2010.

VIEITES, F. M. **Valores energéticos e de aminoácidos digestíveis de farinhas de carne e ossos para aves.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 75p. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1999.

VIEITES, F. M.; ALBINO, L. F. T.; SOARES, P. R. et al. **Valores de aminoácidos digestíveis verdadeiros de farinha de carne e ossos para aves.** In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia. 1999.

VIEITES, F. M.; ALBINO, L. F. T.; SOARES, P. R. et al. Valores de aminoácidos digestíveis da farinha de carne e ossos para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, V.29, n.6, p.2300-23-7, 2000.

WANG, X. PARSONS, C. M. Dietary formulation with meat and bone meal on a total versus a digestible or bioavailable amino acid basis. **Poultry science**, v. 77, p. 1010 - 1015, 1998.

ZANOTTO, D. L., BELLAVER, C., COLDEBELLA, A. et al., Utilização do flotado industrial de frigorífico na produção de farinha mista suína destinada ao uso em rações para frangos de corte e suínos, **Embrapa Suínos e Aves**, documentos 138, p.17-28, 2009.

ZUPRIZAL, M.L., CHAGNEAU, A.M., GERAERT, P.A. Influence of ambient temperature on true digestibility of protein and amino acids of rapessed and soybean meals in broilers. **Poultry Science**, v.72, p.289-295, 1993.

APÊNDICE

Apêndice A

Quadro 1 – Descrição dos alimentos avaliados neste trabalho

Alimentos	Descrição
Farinha de vísceras	Constituída de aparelho digestivo, vísceras comestíveis condenadas de aves abatidas e vísceras não comestíveis, cabeças, pés, gordura e, em menor quantidade, sangue.
Farinha de sangue e penas	Realiza um cozimento inicial das penas, secagem, adição de aproximadamente 20% de sangue pré-cozido e secagem final.
Farinha de carne e ossos suína (55%)	Resíduo de graxarias e frigoríficos, constituída de ossos e tecidos animais, seco e triturado, resultante do cozimento a seco de cortes em geral e limpezas de carcaças
Soja desativada	Grãos inteiros de soja submetidos a um cozimento a vapor (63-107°C) sob pressão (4-8kgf/cm ²) e vácuo, para inativação dos fatores antinutricionais.
Farelo de soja	Produto resultante da extração do óleo dos grãos de soja por processo mecânico e/ou químico.
Soja extrusada parcialmente desengordurada 1 Soja extrusada parcialmente desengordurada 2	Proveniente do processo de extrusão, onde o incremento de temperatura e pressão são responsáveis pela desativação de fatores antinutricionais contidas no grão sem que haja perda nutricional, Após a extrusão a soja é prensada e retirada parte do óleo.
Milheto inteiro	Amostra de milho em grão normal
Milheto moído grosso	Amostra de milho em grão normal moído uma única vez em peneira de 5 mm.

Milheto moído fino	Amostra de milheto em grão normal moído duas vezes em peneira de 5 mm ou uma vez em peneira de 3,2mm.
Milho1 Milho2	Amostra de milho em grão normal moído.
Milho gelatinizado	Milho submetido a um processo que utiliza temperatura e pressão com potencial para a gelatinização do amido para melhorar a digestibilidade.
Sorgo	Amostra de sorgo normal moído
Casca de soja	Subproduto da extração do óleo pelo esmagamento do grão, as cascas são retiradas por aspiração.
Farelo de arroz integral	Subproduto do beneficiamento do grão de arroz
Farelo de arroz parboilizado	Subproduto do beneficiamento do grão de arroz que passou por tratamento hidrotérmico a que é submetido o arroz em casca, pela ação somente da água e do calor, facilitando o processo de remoção da casca.

Apêndice B

Quadro 2 – Perda endógena na matéria seca (MS) dos principais aminoácidos na digesta de aves alimentadas com dieta livre de proteína (DIP).

Aminoácidos	DIP	DIP (Brito 2007)
Lisina (g)	0,239	0,199
Treonina (g)	0,420	0,481
Metionina (g)	0,092	0,087
Cistina (g)	0,140	0,162
Alanina (g)	0,209	0,330
Arginina (g)	0,213	0,249
Ácido Aspártico (g)	0,431	0,511
Ácido Glutâmico (g)	0,487	0,623
Glicina (g)	0,255	0,324
Histidina (g)	0,099	0,118
Isoleucina (g)	0,203	0,262
leucina (g)	0,304	0,417
Fenilalanina (g)	0,290	0,387
Serina (g)	0,336	0,356
Tirosina (g)	0,162	-
Valina (g)	0,332	0,362