

BRUNO ANDREATTA SCOTTÁ

**VALORES ENERGÉTICOS E DE AMINOÁCIDOS DIGESTÍVEIS DE
ALGUNS ALIMENTOS PARA FRANGOS DE CORTE**

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**

BRUNO ANDREATTA SCOTTÁ

**VALORES ENERGÉTICOS E DE AMINOÁCIDOS DIGESTÍVEIS DE
ALGUNS ALIMENTOS PARA FRANGOS DE CORTE**

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: 15 de julho de 2011

Prof. Horacio Santiago Rostagno

Prof. José de Geraldo Vargas Junior

Prof. Luiz Fernando Teixeira Albino

(Coorientador)

Prof. Paulo César Brustolini

(Orientador)

**“Tudo o que temos que decidir
é o que fazer com o tempo que nos é dado.”**

J.R.R. Tolkien

A minha mãe e meu pai pela confiança e amor incondicional,

A minha irmã pelo carinho e amizade,

As minhas avós e meu avô pelos ensinamentos,

As minhas duas madrinhas que tanto amo.

AGRADECIMENTOS

A Deus por me conceder mais essa vitória e por me conduzir pelo caminho do bem.

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

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

Ao professor Paulo César Brustolini pela orientação e amizade.

Ao professor Luiz Fernando Teixeira Albino e Horácio Santiago Rostagno, pela oportunidade e ajuda.

Ao professor José Geraldo Vargas Junior, pela primeira oportunidade e amizade.

A minha amada mãe Claudia pela confiança, amor, exemplo e por ser o que eu tenho de mais precioso.

Ao meu pai Francisco pela amizade, amor e apoio.

A minha irmã Bianca pelas risadas, companheirismo e por fazer parte da minha vida.

Ao meu avô Antônio pelo apoio em todos os momentos, e minhas avós Paulina e Deolinda pelo amor e carinho. A minha tia e madrinha Valéria e minha madrinha Andréia por acreditarem sempre em mim e por me amarem tanto.

A minha afilhada Alice por ser essa pessoinha tão especial e importante na minha vida.

As minhas tias Maria Regina e Olinda e meus primos Amanda, Davi (recém chegado) Fernanda, Fofão, Magno, Mayara, Junior e Pedro, e também aos tios Amâncio e Silésio, por tudo que representam na minha vida.

Aos amigos que mesmo distantes estão sempre comigo e com quem sei que posso contar sempre: Ana Paula, Baiano, Deborah, Bel, Mariane, Daniela, Felipe, Rafael Pacheco, Diego, Thalyta, Thais, Kate e Xandão.

Aos amigos de Viçosa Cinthia, Denise, Priscila, Ana, Valéria, Andressa, Gregório, Fabiano e Wilams e os companheiros de república Fernando e Luhan, pela amizade sincera e por tornarem meus dias em Viçosa muito mais prazerosos.

Aos amigos e funcionários do setor de avicultura e aos funcionários do Departamento de Zootecnia em especial Fernanda e Celésté. Ao mestre Edênio pelo apoio e confiança e a professora Zélia pelos ensinamentos e amizade.

A empresa Evonik pelas análises dos aminoácidos.

Enfim, a todos que de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização deste sonho.

BIOGRAFIA

BRUNO ANDREATTA SCOTTÁ, filho de Claudia Helena Andreatta Scottá e Francisco José Scottá, nasceu em Itaguaçu – ES, em 12 de Junho de 1987.

Em 2005, ingressou no curso de Zootecnia, da Universidade Federal do Espírito Santo, colando grau em 05 de fevereiro de 2010.

Em março de 2010, 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 15 de julho de 2011.

SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	ix
1) INTRODUÇÃO.....	1
2) REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Composição Química dos Alimentos.....	3
2.2. Energia Metabolizável.....	4
2.3. Métodos para Determinar a Energia Metabolizável dos Alimentos.....	6
2.4. Fatores que Afetam os Valores de Energia Metabolizável.....	9
2.5. Digestibilidade dos Aminoácidos.....	15
2.6. Métodos para Determinar a Digestibilidade dos Aminoácidos.....	16
2.7. Fatores que Afetam os Valores de Digestibilidade dos Aminoácidos.....	18
CAPÍTULO I	
DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA E DOS VALORES DE ENERGIA METABOLIZÁVEL DE ALGUNS ALIMENTOS PARA FRANGOS DE CORTE	
1) Introdução.....	20
2) Material e Métodos.....	21
3) Resultados e Discussão	
3.1) Composição Química e Energética.....	25
3.2) Valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn).....	29
4) Resumo e Conclusão.....	33
CAPÍTULO II	
DETERMINAÇÃO DOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE VERDADEIRA DOS AMINOÁCIDOS DE ALGUNS ALIMENTOS PROTÉICOS PARA FRANGOS DE CORTE	
1) Introdução.....	34
2) Material e Métodos.....	35
3) Resultados e Discussão	
3.1) Composição em aminoácidos totais.....	38
3.2) Coeficientes de digestibilidade verdadeiro e aminoácidos digestíveis.....	41
4) Resumo e Conclusão.....	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48
APÊNDICES.....	60

RESUMO

SCOTTÁ, Bruno Andreatta, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2011. **Valores energéticos e de aminoácidos digestíveis de alguns alimentos para frangos de corte.** Orientador: Paulo Cesar Brustolini. Coorientador: Luiz Fernando Teixeira Albino.

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 determinar os valores de energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMA_n), e a composição química dos alimentos testados. Foi utilizado o método tradicional de coleta total de excretas com pintos de corte no período de 14 a 24 dias de idade, sendo cinco dias para adaptação às dietas experimentais e cinco dias para coleta total de excretas. Os animais foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com 11 tratamentos (uma ração referência e dez alimentos), seis repetições e seis aves por unidade experimental. Os alimentos protéicos substituíram a ração referência na proporção de 30%, e a glicerina substituiu a ração referência na proporção de 08%. Os pintos foram alojados em baterias metálicas equipadas com bandejas para coleta das excretas. Os valores de EMA_n (kcal/kg) na matéria natural dos alimentos avaliados foram: soja integral desativada com casca, 2797 kcal/kg; soja integral desativada sem casca, 3012 kcal/kg; concentrado protéico de soja 1, 2687 kcal/kg; concentrado protéico de soja 2, 2554 kcal/kg; farelo de soja extrusada semi integral, 2467 kcal/kg; farelo de soja 1, 2221 kcal/kg; farelo de soja 2, 2291 kcal/kg; farelo de soja 3, 2167 kcal/kg; glúten de trigo, 3813 kcal/kg; glicerina, 3336 kcal/kg. No segundo experimento objetivou-se determinar os coeficientes de digestibilidade e os valores de aminoácidos digestíveis verdadeiros, dos mesmos alimentos com exceção da glicerina, pelo método da coleta ileal. Foram utilizados animais dos 25 aos 30 dias de idade distribuídos em delineamento inteiramente casualizado. As aves foram submetidas a um período de cinco dias de adaptação às dietas experimentais, sendo estas uma dieta isenta de proteína (DIP) e as rações testes compostas pela DIP com adição dos alimentos testados em substituição ao amido. 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 íleo terminal. Foi incluído 1% de cinza ácida insolúvel em todas as dietas, 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 verdadeiro dos aminoácidos. Os valores de coeficientes de digestibilidade verdadeira da lisina e da metionina em porcentagem para os alimentos testados foram respectivamente: 88,99 e 87,74 para a soja integral desativada com casca; 92,18 e 92,23 para a soja integral desativada sem casca; 96,64 e 95,65 para o concentrado protéico de soja 1; 97,00 e 96,95 para o concentrado protéico de soja 2; 90,24 e 88,75 para o farelo de soja extrusada semi integral; 95,40 e 96,94 para o farelo de soja 1; 94,51 e 95,77 para o farelo de soja 2; 95,02 e 96,04 para o farelo de soja 3; 83,53 e 93,58 para o glúten de trigo.

ABSTRACT

SCOTTÁ, Bruno Andreatta, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2011. **Energetic and digestible amino acids values in some broiler chicken feeds.** Advisor: Paulo Cesar Brustolini. Co-advisor: Luiz Fernando Teixeira Albino.

Two experiments were carried out in the Aviculture sector at the Zootechny department of Federal University of Viçosa, with the aim to determine the energetic and digestible amino acid values in some broiler chicken feeds. In the first experiment, it was aimed to determine the values of apparent metabolizable energy (AME), and apparent metabolizable energy corrected for nitrogen balance (AME_n), and the chemical composition of the tested feeds. It was used the traditional excreta collection method with birds aged 14 to 24 days old, being five days for experimental diets adaptation and five days for total excreta collection. The animals were distributed in a completely randomized design with 11 treatments (one reference meal and ten test meals), six repetitions and six birds per experimental unit. The protein feeds replaced the reference meal in a 30% portion, and the glycerin replaced the reference meal in the 08% proportion. The chicks were lodged in metal set equipped with trays for excreta collection. The values of AME_n (kcal/kg) in the natural matter of tested feeds were: deactivated whole soybean with shuck, 2797 kcal/kg; deactivated whole soybean with no shuck, 3012 kcal/kg; soy protein concentrate 1, kcal/kg; soy protein concentrate 2, 2554 kcal/kg; semi-whole extruded soybean meal 2467 kcal/kg; soybean meal 1, 2221 kcal/kg; soybean meal 2, 2291 kcal/kg; soybean meal 3, 2167 kcal/kg; wheat gluten, 3813 kcal/kg; glycerin, 3336 kcal/kg. In the second experiment, it was aimed to determine the digestibility coefficients and the actual digestible amino acid values of the same feeds, except for the glycerin, by the ileal collection method. Twenty five to thirty day old animals were distributed in a completely randomized design. The birds were submitted to a five day adaptation period for the experimental diets, being these ones, a diet without protein (DWP), and the test meals were consisted by the DWP with addition of the tested feeds in substitution of starch. After the adaptation period, all the birds in each repetition were abated through cervical disjoint, opened in the abdominal cavity for content collection in the portion of terminal ileum. It was included 1% acid insoluble ash (AIA) in all the diets, as an indicator for determination of digestibility of the amino acids and protein and amino acid endogenous excretion. By the end, the

obtained digests were weighed, freeze dried, processed and then, laboratorial analysis were conducted and the actual digestibility coefficients of the amino acids were determined. The lysine and methionine values of actual digestibility coefficients in percentage for the tested feeds were respectively: 88,99 and 87,74 for the whole deactivated soybean with shuck; 92,18 and 92,23 for the whole deactivated soybean without shuck; 96,64 and 95,65 for the soy protein concentrate 1; 97,00 and 96,95 for the soy protein concentrate 2; 90, 24 and 88,75 for the semi-whole extruded soybean meal; 95,40 and 96,94 for the soybean meal 1; 94,51 and 95, 77 for the soybean 2; 95,02 e 96,04 for the soybean meal 3; 83,53 and 93,58 for the wheat gluten.

1. INTRODUÇÃO

A avicultura brasileira assumiu posição de destaque no setor agrícola brasileiro, sendo uma das mais importantes e rentáveis atividades deste setor. O país é o terceiro maior produtor mundial de carne de frango e o primeiro no ranking das exportações. A melhoria na nutrição, manejo, melhoramento genético, ambiência e condições sanitárias têm permitido o desenvolvimento constante da atividade avícola.

Os técnicos ligados à área de produção animal têm dedicado esforços no sentido de maximizar o potencial de retenção dos nutrientes ingeridos pelos animais, direcionando-os principalmente para o crescimento do tecido muscular. O que pode ser justificado pelo fato de a alimentação das aves representar, aproximadamente, 75% do total dos custos de produção.

Para reduzir esse custo têm sido utilizados alimentos alternativos em substituição ao milho e o farelo de soja na formulação de rações, entretanto, deve-se ter conhecimento dos valores nutricionais e de suas limitações, a fim de se atingir o pleno atendimento das necessidades dietéticas dos animais. Os nutrientes presentes nos alimentos podem não estar totalmente disponíveis para os animais, portanto, torna-se importante também conhecer a digestibilidade dos mesmos nos alimentos.

A determinação dos valores de EMA apresenta certas dificuldades, principalmente 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.

Para melhor utilização dos alimentos pelos animais, é preciso conhecer, além da composição química e energética, o teor de aminoácidos digestíveis, uma vez que os aminoácidos que compõem a proteína dos alimentos não estão totalmente disponíveis para o animal. Entretanto, para isto se faz necessário determinar os coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos nos diferentes alimentos, visando melhorar o aproveitamento desses aminoácidos pelos animais, aumentando, assim, a produtividade e a lucratividade do setor (FISCHER JR., 1997).

A formulação de rações com base em aminoácidos digestíveis proporciona melhor predição da qualidade da proteína da dieta e melhor desempenho das aves, quando comparada com dietas com base em aminoácidos totais (ROSTAGNO et al., 1995).

A elaboração de rações para frangos de corte, utilizando alimentos não convencionais e valores de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos, vem promovendo resultados satisfatórios, em relação àqueles contendo milho e farelo de soja (PUPA, 1995). Assim, torna-se evidente a importância da determinação da digestibilidade verdadeira dos aminoácidos, principalmente dos alimentos não convencionais, permitindo com isto melhorar a utilização dos alimentos em rações balanceadas para aves, reduzindo, dessa forma, a eliminação de poluentes.

Com isso, objetivou-se determinar a composição química, os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMA_n) e os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos de alguns alimentos utilizados nas formulações de rações para frangos de corte.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Composição Química dos Alimentos

O conhecimento da composição química dos alimentos é ponto importante no processo de formulação de rações para os animais de produção. Esse conhecimento permitirá utilizar quantidades corretas de nutrientes, evitando assim a deficiência ou o excesso de nutrientes nas rações, uma vez que, a precisão nos valores de composição química é primordial para que se obtenha maior produtividade dos animais, com menor custo de produção.

Segundo TUCCI et al. (2003) para a formulação de rações nutricionalmente viáveis, é de fundamental importância conhecer o valor nutritivo dos alimentos. Para isto, deve-se determinar a composição química, a disponibilidade dos nutrientes, a concentração e a disponibilidade de energia. BRUM et al. (2000), enfatizaram a importância da contínua avaliação dos ingredientes para manter atualizado um banco de dados, possibilitando melhorar as estimativas das médias de energia metabolizável e nutrientes que são utilizados nas rações de aves.

A análise preliminar de cada alimento que irá compor as rações é um processo inviável, devido ao alto custo e o tempo gasto para a realização das análises, levando os nutricionistas a preferirem o uso de tabelas nutricionais (ROSTAGNO et al., 2000, 2005 e 2011; NRC, 1994 e 1998; EMBRAPA, 1991) que apresentem a composição dos alimentos. Porém verifica-se que as tabelas apresentam variações nos valores de composição química e energética dos alimentos (D'AGOSTINI et al., 2004).

Alguns alimentos rotineiramente utilizados nas rações apresentam certa padronização em seus processamentos, o que confere características nutricionais semelhantes nestes ingredientes. Entretanto, a maioria dos alimentos não convencionais, apresentam falta de padronização em sua forma de obtenção, composição e processamento, podendo variar de acordo com o fornecedor (MELLO, 2007). Segundo NASCIMENTO et al. (1998), a importância do conhecimento e da composição química aumenta para alimentos não convencionais, pela inexistência de informações ou pela variação na composição desses alimentos, citados nas tabelas existentes.

A composição química dos alimentos esta relacionada a vários fatores como clima, fertilidade do solo, variedade cultivada, condição de plantio, armazenamento, processamento e amostragem (ALBINO et al. 1982). Normalmente os produtos de origem animal apresentam maior variação na sua composição química quando comparado com alimentos de origem vegetal, isso acontece devido à diferença existente entre a composição da matéria-prima e o processamento pelo qual passam esses produtos (ROSTAGNO, 1990). Indicando a necessidade de maior cuidado com o uso de alimentos de origem animal na formulação de dietas.

Em trabalhos realizados com varias amostras de farinhas de carne e ossos DOLZ & DE BLAS (1992) e VIEITES et al. (1999) observaram variações nos valores de composição química desses alimentos, principalmente para a proteína, gordura e cinzas, e atribuíram essas diferenças devido ao processamento e a diferença na fonte da matéria prima utilizadas.

De acordo com BRUGALLI et al. (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. Energia Metabolizável

O conhecimento do conteúdo energético dos alimentos é ponto importante a ser considerado. A energia é um componente fundamental na elaboração de rações avícolas, não é um nutriente, mas sim o resultado da oxidação dos nutrientes durante o metabolismo animal (NRC, 1994).

Segundo LIMA (1988) um dos pontos mais importantes para se obter sucesso em um programa de alimentação é o fornecimento de energia em quantidade adequada para os animais. SIBBALD (1982), afirmou que a energia é requerimento decisivo para as aves e componente importante de todos os alimentos. Portanto, para o controle da produtividade, da eficiência e da rentabilidade é necessário o conhecimento detalhado dos valores energéticos dos alimentos e também as exigências nutricionais dos animais.

A energia presente nos alimentos é um dos fatores limitantes do consumo e está envolvida em todos os processos produtivos das aves. Além de influenciar no consumo de ração, o nível energético das dietas, também influencia no desempenho das aves e no custo da formulação das rações (FARIA & SANTOS, 2005).

Existem várias formas de expressar o conteúdo energético presente nos alimentos, como a energia bruta (EB), energia digestível (ED), energia metabolizável (EM) e energia líquida (EL). A energia bruta (EB) indica simplesmente a energia presente no alimento. Segundo o NRC (1994), a energia bruta é a quantidade de energia liberada como calor quando o alimento é completamente oxidado a dióxido de carbono e água. Já a energia digestível (ED) é determinada pela diferença entre a energia bruta consumida e a energia bruta contida nas fezes, como no caso das aves as fezes e a urina são excretadas juntas, a utilização desse método se torna inviável.

A energia metabolizável (EM) é a energia bruta consumida descontando a energia presente nas fezes e urina (excreta) e nos produtos gasosos da digestão. Para aves domésticas a produção de gases é geralmente insignificante, assim, a energia metabolizável representa a energia bruta consumida menos a energia bruta da excreta. Por fim, temos a energia líquida (EL), que é a energia metabolizável descontando a energia perdida como incremento calórico, esta é a energia efetivamente utilizada pelo animal e pode ser fracionada em energia líquida para manutenção e energia líquida para produção. No entanto, o alto custo dos equipamentos junto às dificuldades de medição são as maiores limitações para a utilização deste valor de energia.

MATTERSON et al. (1965) afirmaram preferir o uso de valores de EM a valores de EL como medida do valor energético dos alimentos porque a EM é reproduzível em diferentes laboratórios, é pouco afetada por balanço nutricional, é altamente relacionada com o desempenho animal, não é afetada por diferenças genéticas e é relativamente fácil de determinar, enquanto a EL não é prontamente reproduzível, é influenciada pelo balanço nutricional, pela alteração de densidade dos alimentos e grandemente influenciada pelas diferenças genéticas.

A energia da excreta é proveniente de parte do alimento não absorvida pelo animal e perdas de material endógeno. A energia metabolizável aparente (EMA) consiste na diferença entre energia consumida e energia da excreta, sem levar em consideração que parte da energia da excreta é proveniente de material endógeno. Desta

forma, a energia contida na excreta proveniente das perdas endógenas é contabilizada como se fosse energia do alimento não absorvido. Por outro lado, quando se determina a quantidade de energia proveniente de perdas endógenas e considera-se este valor nos cálculos temos a energia metabolizável verdadeira (EMV), com isso, a EMV será sempre maior que a EMA, como mostrado por SONG et al. (2003).

Os valores de EMA ou de EMV podem ser corrigidos em função do balanço de nitrogênio (BN), possibilitando uma estimativa da retenção ou perda de nitrogênio pelo animal (WOLYNETZ & SIBBALD, 1984). O nitrogênio retido como tecido, se catabolizado, contribuirá para as perdas de energia urinária endógena, pois é excretado na forma de compostos que contém energia, tal como o ácido úrico, levando à valores de EMA e EMV distintos.

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

2.3. Métodos para Determinar a Energia Metabolizável dos Alimentos

Várias metodologias são comumente utilizadas para a determinação dos valores de energia metabolizável dos alimentos, destacando-se os ensaios biológicos, como: método tradicional de coleta total de excreta (SIBBALD & SLINGER, 1963), método de alimentação precisa (SIBBALD, 1976) e método rápido (FARRELL, 1978). Temos também os métodos não biológicos ou *in vitro* e o uso de equações de predição que é considerado um método indireto.

A utilização destes métodos permite a determinação dos valores de energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMA_n), energia metabolizável verdadeira (EMV) e energia metabolizável verdadeira corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMV_n), (FISCHER JR., 1997). Todos esses métodos podem ser utilizados na determinação dos valores energéticos dos alimentos, mas é necessário conhecer suas metodologias, vantagens e desvantagens.

Entre os métodos biológicos, o método de coleta total de excretas é o mais difundido. Este 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 incluído uma quantidade conhecida do alimento a ser testado. O consumo é contabilizado, mas à vontade e realiza-se, a coleta total das excretas por um período de cinco dias consecutivos.

As principais críticas 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 é proveniente do alimento, uma vez que existem perdas metabólicas e endógenas, que podem subestimar os valores de EMA, e a possível presença de penas e ração no material coletado que pode afetar os valores de EM dos alimentos.

Sabe-se que a energia das excretas das aves é composta pela energia dos resíduos do alimento não digeridos (energia fecal) e dos resíduos do metabolismo (energia metabólica), que consiste da energia proveniente da bile, de descamações das células da parede intestinal e dos sucos digestivos, enquanto que a energia da urina é constituída do alimento que não foi utilizado, da energia endógena resultante de subprodutos nitrogenados dos tecidos que estão em renovação e da energia metabólica originada de subprodutos nitrogenados da utilização de nutrientes (NASCIMENTO, 2000).

Devido às críticas ao método de coleta total de excretas, SIBBALD (1976) desenvolveu o método de alimentação forçada ou precisa que permite obter valores de EMV. O alimento a ser testado é administrado diretamente, 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.

Como vantagens desse método, temos a rapidez para a execução da metodologia e a necessidade de pequena quantidade de alimento teste. 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 quando se utiliza alimentos puros (FARREL & RAHARJO, 1982). Ademais, possui um período de jejum no qual as aves

são submetidas antes de serem forçadas a ingerir o alimento teste, resultando num estado fisiológico anormal.

Outro método utilizado é o método rápido proposto por FARREL (1981) e consiste no uso de galos adultos treinados a consumir 80 a 100g de ração peletizada (50% de ração referência e 50% do alimento teste) no período de uma hora, com um período de coleta das excretas de 48 horas após o consumo. Nesse método os galos são alojados em gaiolas individuais, permitindo assim, controle rigoroso do consumo e da coleta das excretas.

Dentre os problemas relacionados com esta técnica, SCHANG & HAMILTON (1982) constataram que muitos galos mesmo treinados não conseguem ingerir em uma hora a quantidade de alimento necessária para atender às suas exigências nutricionais, ocasionando alta variabilidade nos resultados. E também o tempo gasto para treinamento dos galos e preparo das rações experimentais

Estudando nove alimentos para determinar a EMA, ALBINO et al., (1992), observaram que os valores determinados com o método tradicional foram maiores que os obtidos pelo método de alimentação forçada. Quando corrigiram os valores pelo BN, os autores observaram acréscimo nos valores de EMA obtidos pelo método de alimentação forçada, devido ao período de jejum e à pequena quantidade de consumo de alimento, as influências das perdas de energia fecal metabólica (EFm) e a energia urinária endógena (EUe) sobre os valores de EMA e EMA_n são maiores, sendo vantajosa a adoção do método tradicional sobre o método da alimentação precisa, na determinação de EMA e EMA_n .

FREITAS et al., (2006) ao avaliarem o efeito da formulação de rações para frangos de corte com utilização de valores de EM dos alimentos determinados por diferentes métodos: EM aparente corrigida (EMA_n) e EM aparente (EMA), ambas determinadas pelo método de coleta total com pintos; EMA_n , determinada pelo método da coleta total com galos e EM verdadeira corrigida (EMV_n) determinada pelo método da alimentação forçada com galos, concluíram que para a fase inicial (1 a 21 dias de idade) o melhor ajuste da energia foi obtido com a formulação da ração com os valores de EMA_n determinados com pintos, após essa fase deve-se considerar os valores de EMA_n ou EMV_n ambas determinadas com galo.

Um método indireto para se determinar a EM dos alimentos são as equações de predição. As equações de predição utilizam parâmetros físicos e químicos dos alimentos e podem aumentar a precisão no processo de formulação de rações, por meio da correção dos valores energéticos (ALBINO & SILVA, 1996). Para ROSTAGNO et al. (2007), o uso de equação de predição da energia permite maximizar a utilização dos dados de composição obtidos mediante análises laboratoriais de rotina.

As equações de predição desenvolvidas descrevem, segundo DALE et al., (1990), a relação entre a composição proximal e a EMV_n de um grupo inicial de amostras. Estas equações não podem, necessariamente, serem assumidas como úteis na predição da EMV_n de amostras futuras, sendo necessário testar a confiabilidade da estimativa. Assim, testando novas amostras, os autores observaram que a variação dos valores de EMV_n obtida por equações de predição foi menor que os valores determinados.

DOLZ & DE BLAS (1992), observaram que as melhores equações foram encontradas quando utilizaram as variáveis proteína bruta e extrato etéreo, as quais foram responsáveis, no caso da farinha de carne e ossos, por mais de 96 e 98% da variabilidade total nas estimativas dos valores de EMA_n e EMV_n , respectivamente.

2.4. Fatores que Alteram os Valores de Energia Metabolizável

Vários fatores podem interferir direta ou indiretamente nos valores de energia metabolizável dos alimentos. Um desses fatores é a metodologia empregada para a obtenção da energia metabolizável.

Um fator que pode alterar o valor de energia metabolizável dos alimentos é o balanço de nitrogênio (BN), pois durante um ensaio experimental o animal pode reter ou 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 (EMA_n). O fator de 8,22 kcal por grama de nitrogênio retido representa a energia equivalente quando o ácido úrico é completamente oxidado (HILL & ANDERSON, 1958). Essa constante tornou-se universalmente utilizada, pois cerca de 80% do nitrogênio encontrado na urina das aves está na forma de ácido úrico.

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. 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 de nitrogênio quando comparados com frangos na fase final, 42 a 50 dias.

Segundo RODRIGUES (2000) a retenção do nitrogênio pode ser afetada por vários fatores, dentre eles, o consumo e a composição do alimento fornecido. BORGES et al. (2003) também comentam que a excreção protéica e o BN são afetados pelo nível de ingestão e inferem que desse modo o menor consumo pela metodologia de alimentação forçada pode levar a maiores erros experimentais.

SOARES et al. (2005) ao determinarem os valores de EM de alguns alimentos protéicos de origem animal e vegetal para pintos de corte na fase pré-inicial (1 a 7 dias de idade) concluíram que as correções pelo balanço de nitrogênio reduziram os valores energéticos em média de 9 a 15% para as fontes protéicas estudadas (farelo de soja, soja integral tostada, soja micronizada, farelo de glúten de milho, farinha de carne e ossos 40% e 45%, farinha de peixe e farinha de vísceras), os autores atribuíram essa redução no valor de EMA_n em relação ao de EMA, devido à retenção positiva de nitrogênio visto que as aves estavam em crescimento.

A idade das aves é outro ponto importante a ser observado, pois aves mais jovens possuem menor capacidade de digestão e absorção de nutrientes, por não estarem com seu sistema digestivo completamente desenvolvido, em especial para as gorduras presentes na dieta resultantes da baixa secreção de lipase e sais biliares (SCHUTTE, 1998). Em contrapartida, aves mais velhas, que apresentam sistema digestivo

plenamente desenvolvido e de maior tamanho, possibilitando maior permanência do alimento em contato com as enzimas e secreções gástricas e, promovendo melhor aproveitamento dos alimentos.

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.

BRUMANO et al., (2006) ao determinarem os valores de EMA e EMA_n de 10 alimentos para frangos de corte em dois períodos experimentais (21 a 30 dias e 41 a 50 dias de idade) encontraram diferença estatística entre os dois períodos, para alguns dos alimentos avaliados, sendo que no período de 41 a 50 dias tanto os valores de EMA quanto os de EMA_n foram superiores aos valores determinados 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 dos animais.

FUENTE et al. (1998), encontraram valores de EMA_n da cevada 4,6% maiores para aves com 30 dias em comparação as aves de 10 dias de idade, concluindo que essa diferença é devido a imaturidade do sistema digestivo e a maior sensibilidade das aves mais novas aos efeitos negativos de fatores antinutricionais presentes nos cereais.

KATO (2005) determinou a energia metabolizável de alguns ingredientes utilizando frangos de corte de diferentes idades (1-7; 8-14; 15-21; 22-28; 29-35 e 36-42 dias de idade) e verificou aumento nos valores energéticos dos alimentos com a idade das aves até os 21 dias, a partir daí, até os 42 dias, as aves apresentaram a mesma capacidade de aproveitamento do conteúdo energético dos alimentos, o que segundo o autor é explicado pelo desenvolvimento completo do sistema digestório da ave a partir dos 21 dias de idade.

O processamento e o armazenamento dos alimentos interferem na digestibilidade dos nutrientes, podendo alterar o seu valor energético (FREITAS et al., 2005).

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 EMA_n com o aumento do tempo de armazenamento.

SCAPIM et al. (2003), estudando diferentes processamentos térmicos para farinha de penas e sangue encontraram diferenças significativas entre os valores energéticos dos alimentos submetidos aos diferentes processamentos. SAKOMURA et al. (2004) observaram que a soja integral extrusada apresentou valores de EM superiores ao farelo de soja com a adição de óleo e à soja integral tostada pelo vapor. Estes resultados estão de acordo com os de CAFÉ et al. (2000) que encontraram valores de EM superiores para a soja extrusada daqueles encontrados para a soja tostada pelo vapor e para o farelo de soja com adição de óleo.

A granulometria do alimento também interfere nos valores de EMA e EMA_n, 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 EMA_n 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 que ao aumentar o nível de inclusão da farinha de carne e ossos de 6 para 12%, ocorreu diminuição de 5,5% nos valores de EMA_n e, entre 12 e 24%, não observaram diferença para EMA_n. NASCIMENTO et al., (2005) ao avaliarem diferentes níveis de inclusão de farinhas de vísceras (5, 10, 20, 30 e 40%), verificaram que com o aumento da inclusão do alimento teste na ração houve uma redução nos valores de energia do alimento.

O sexo também deve ser levado em consideração, pois pode interferir na utilização de energia pelas aves. Segundo D'AGOSTINI et al. (2004), os valores de EM podem ser influenciados pelo sexo das aves.

NASCIF et al (2004) encontraram maiores valores de EMA e EMA_n de alguns tipos de gordura para pintos machos, sendo que para fêmeas os valores foram 98% daqueles encontrados para os machos. Assim como RANVINDRAN et al. (2004),

avaliando o efeito do sexo das aves sobre os valores de energia metabolizável aparente corrigida, verificaram maiores valores para machos em relação às fêmeas.

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 EMA_n 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.

Entretanto, alguns autores, testando a influência do nível de ingestão dos alimentos teste sobre os valores de EMV e EMV_n, não verificaram diferenças entre os valores encontrados, quando o nível de consumo variou de 25 a 80 g e de 30 a 90 g (SIBBALD & MORSE, 1983; WOLYNET & SIBBALD, 1984).

Em termos metodológicos, a ingestão de alimentos pode exercer importante influência sobre as perdas endógenas e metabólicas em ensaios metabólicos. Porém, COELHO (1983) citou que em níveis normais de consumo de alimento, as perdas de energia endógenas são pequenas em relação à excreção de energia proveniente do alimento, tendo pouca influência nos valores de EMA e EMA_n, obtidos pelo método tradicional. SILVA et al. (2006) observam que há uma relação inversa em baixos níveis de consumo, onde as perdas são proporcionalmente maiores e resultam em diminuição nos valores estimados para EMA e EMA_n.

A utilização de enzimas exógenas na alimentação das aves tem sido uma prática adotada atualmente, porém deve se considerar que essa prática também pode alterar os valores energéticos dos alimentos. RUTHERFURD et al. (2007) observaram efeito significativo do uso de um complexo enzimático composto por xilanase, α -amilase e β -glucanase sobre a EMA de uma dieta a base milho e soja com adição de farelo de trigo e canola.

Já com a adição de fitase, PIRGOZLIEV et al. (2007) constataram aumento de 1,4% da EMA de uma dieta de milho e soja para frangos de corte, enquanto DRIVER et al. (2006) observaram aumento de 9% na EMA do farelo de amendoim. Contudo,

TEJEDOR et al. (2001), em dietas a base de milho e farelo de soja, não observaram efeito da adição de fitase sobre os valores de EMA_n .

Alguns polissacarídeos não amiláceos solúveis (PNAs) têm mostrado propriedades antinutritivas em dietas para aves (BEDFORD & CLASSEN, 1992; CHOCT et al., 1996). Os PNAs (arabinoxilanos, D- xilanos, β -glucanos, substâncias pécnicas entre outras) presentes em alguns alimentos não são digeridos pelas aves devido à presença de ligações tipo β , as quais não são degradadas pelas enzimas endógenas. Estas substâncias ainda interferem na utilização de todos os nutrientes pela formação de muco e aumento da viscosidade da digesta. De um modo geral, o aumento da viscosidade da digesta reduz o contato entre os nutrientes e as secreções digestivas, prejudicando a digestão e a absorção dos nutrientes e com isso alterando os valores de EM dos alimentos.

Outros fatores antinutricionais como os taninos presentes no sorgo podem alterar os valores de energia metabolizável do alimento. ROSTAGNO & FEATHERSTON, (1977) determinaram a energia metabolizável de dois tipos de sorgo (com tanino e sem tanino) e encontraram valores mais altos de EMA_n para o sorgo sem tanino. Os pesquisadores recomendam pelo menos o uso de dois valores de EM de acordo com os teores de tanino do sorgo.

Os valores de EM dos alimentos são influenciados pela deficiência de minerais e vitaminas (COELHO, 1983). Portanto, é possível que a deficiência de alguns nutrientes influencie os valores de energia determinados em ensaios cujas rações testes não são corrigidas para as deficiências nutricionais.

ÁVILA et al. (2006) avaliaram a influência dos teores de vitaminas e microminerais da ração teste na determinação dos valores da EMA e da EMA_n do farelo de soja, verificaram que a correção das quantidades de cloreto de colina e dos premixes vitamínico e micromineral na ração teste, resultou em maiores valores de EMA e EMA_n , quando comparados aos valores determinados com uso da ração sem correção.

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

2.5. Digestibilidade dos Aminoácidos

Ao calcular uma ração, o nutricionista tem como objetivo atender às exigências nutricionais dos animais, maximizando a eficiência produtiva. Sabe-se que a alimentação representa a maior parte dos custos na produção avícola e que o conhecimento da digestibilidade dos aminoácidos é importante. A quantidade de aminoácidos digestíveis presentes nos alimentos é menor que a de aminoácidos totais neles contidos. Portanto, para alcançar o máximo potencial econômico de uma ração, deve-se conhecer a digestibilidade dos aminoácidos dos alimentos, bem como as exigências dos animais em aminoácidos digestíveis (ALBINO et al., 1992).

A formulação de rações baseando-se 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 sintéticos (SAKOMURA & ROSTAGNO, 2007).

Segundo BRUMANO et al. (2006) o uso dos termos digestibilidade e disponibilidade de aminoácidos muitas vezes são expressos de forma incorreta. A disponibilidade representa a quantidade de nutrientes presentes nos alimentos que está disponível para o animal, ou seja, os nutrientes a serem utilizados nos processos de crescimento, manutenção e produção. A digestibilidade é determinada pela diferença entre a quantidade de aminoácidos ingeridos e a quantidade de aminoácidos na excreta ou no material coletado na porção intestinal do íleo terminal (BATTERHAM, 1992). Segundo ROSTAGNO et al. (1999), a disponibilidade dos aminoácidos é considerada uma metodologia mais precisa na elaboração de rações, por representar o que realmente está sendo utilizado pelo animal, mas a metodologia da digestibilidade é a mais utilizada.

Utilizando alimentos alternativos, WANG & PARSONS (1998) formularam dietas com base em aminoácidos totais, digestíveis e disponíveis, e 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.

ARAÚJO et al., (2001) conduziram dois experimentos, avaliando rações formuladas à base de aminoácidos digestíveis e totais no período de 1 a 21 dias de idade, e os melhores resultados foram observados com rações formuladas com aminoácidos digestíveis. VIEITES et al., (1999) relataram que a farinha de carne e ossos quando utilizada nas formulações de rações para aves, deve ser com base na sua composição em aminoácidos digestíveis para que os aminoácidos limitantes sejam suplementados adequadamente.

2.6. Métodos para Determinar a Digestibilidade dos Aminoácidos

Numerosos estudos foram realizados com o intuito de avaliar a melhor maneira de determinar os valores de digestibilidade e disponibilidade dos aminoácidos contidos nos diversos alimentos. A disponibilidade e a digestibilidade dos aminoácidos podem ser determinadas de diversas maneiras, por meio de métodos *in vitro* e *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 método da alimentação forçada, descrito por SIBBALD (1976), para avaliar os valores de EMV, é um dos mais utilizados para a determinação da digestibilidade verdadeira de aminoácidos, apresentando baixo custo, rapidez e precisão na obtenção dos valores (VIEITES et al. 1999). Neste método, são utilizados tanto galos inteiros como cecectomizados e, de acordo com KIENER (1989), a microflora presente no ceco das aves utiliza parte dos aminoácidos que não foram absorvidos no intestino para seu próprio metabolismo. Estima-se que cerca de 20 a 25% dos aminoácidos excretados nas fezes são de origem microbiana, que tem sua maior concentração no ceco. Por esta razão, este autor indica o uso de galos cecectomizados nos ensaios de digestibilidade de aminoácidos.

No processo de cecectomia os galos são submetidos a procedimentos cirúrgicos, descrito por PUPA et al. (1998) para retirada dos cecos. Como os cecos representam a maior parte do intestino grosso das aves, sua retirada elimina os efeitos das bactérias cecais sobre os aminoácidos que serão excretados. Atualmente esta metodologia não tem sido utilizada devido às restrições do bem-estar animal.

A principal fonte de erro desse método está relacionada com a taxa de passagem dos alimentos pelo trato digestivo. Pela forma que a alimentação é dada a estes animais, pode causar considerável compactação do alimento no papo, reduzindo a taxa de passagem (RAHARJO e FARREL, 1984). Referente a tal método, PARSONS (1984) comenta que galos cecectomizados em jejum excretam maior quantidade de aminoácidos que galos inteiros também em jejum, em decorrência da ação microbiana e desaminação no intestino grosso, sobretudo quando há escassez de fermentação de carboidratos. No entanto, há críticas quanto à quantidade de alimento fornecido e ao período de duração da coleta de excretas, principalmente para aqueles alimentos com baixo teor do aminoácido a ser estudado, tornando o método menos preciso para esses alimentos.

No método de coleta total de excretas o alimento avaliado substitui a ração referência obtendo assim a ração teste, com isso, 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.

Porém, este método de coleta total tem sido criticado devido aos efeitos das bactérias da porção final do trato gastrintestinal na excreção dos aminoácidos. Devido a isso ROSTAGNO et al. (1999) recomendam realizar este método em aves com idade inferior a 16 dias, pois com essa idade os cecos das aves ainda não estão completamente desenvolvidos e a fermentação da digesta no ceco é pequena, proporcionando resultados satisfatórios nos valores de digestibilidade de aminoácidos.

Outro método é a coleta da digesta ileal, nesta técnica, 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, amins 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 (ANGKANAPORN et al., 1997) e a quantidade de amostra coletada no íleo terminal que pode ser insuficiente para as análises laboratoriais, necessitando de 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 Afetam os Valores de Digestibilidade dos Aminoácidos

Dentre os vários fatores que interferem na digestibilidade dos aminoácidos, além dos fatores ligados à fisiologia do animal e da metodologia empregada para determinar a digestibilidade, podemos citar, 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, interação proteína-proteína e a presença de polissacarídeos não amiláceos solúveis os PNAs (COON, 1991).

O teor de fibra dos alimentos pode alterar os valores de digestibilidade dos aminoácidos, pois, ela 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 da fração endógena (ROSTAGNO & FEATHERSTON, 1977).

A fibra ainda quando em níveis elevados na dieta das aves, promove um aumento da excreção de aminoácidos devido ao aumento na produção de muco pela 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.

O processamento, 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.

CAFÉ et al., (2000) ao determinarem a composição e digestibilidade dos aminoácidos das sojas integrais processadas para aves concluíram que a digestibilidade dos aminoácidos da soja integral tostada foi inferior a soja extrusada e farelo de soja + óleo, e também relataram que os diferentes tipos de processamentos da soja integral conferem a esse alimento características nutricionais distintas para aves.

ANDERSON-HAFERMANN et al. (1993), ao avaliarem os efeitos do processamento na qualidade nutricional do farelo de canola, concluíram que o processamento reduz a qualidade nutricional do farelo, resultando em menor desempenho das aves e redução na digestibilidade dos aminoácidos. A presença de fatores antinutricionais, como os inibidores de tripsina e quimiotripsina, compostos fenólicos, saponinas e lectinas presentes em muitas sementes, podem piorar a digestão e a utilização da proteína.

A temperatura ambiente pode afetar os valores de digestibilidade dos alimentos, ZUPRIZAL et al. (1993) estudaram a digestibilidade da proteína e dos aminoácidos do farelo de soja e de colza, em duas temperaturas ambientes 32 e 21 °C, e verificaram que os valores de digestibilidade protéica e aminoacídica dos alimentos diminuíram em média 5 e 12%, para o farelo de soja e o de colza respectivamente, com o aumento da temperatura ambiente

O consumo pode interferir no valor dos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos. BORGES et al. (2003), ao utilizar a metodologia de alimentação forçada para determinar a digestibilidade do grão de trigo e seus subprodutos, verificou menor digestibilidade dos aminoácidos, quando forneceu 25 g do alimento aos galos, em relação à 50 g.

Segundo ROSTAGNO et al. (1999), a idade das aves deve ser considerada nos ensaios de digestibilidade, porque o trato digestivo e o tamanho dos cecos variam com a mesma, podendo afetar a digestibilidade dos aminoácidos presentes nos alimentos.

CAPÍTULO I

DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA E DOS VALORES DE ENERGIA METABOLIZÁVEL DE ALGUNS ALIMENTOS PARA FRANGOS DE CORTE

1. INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta grande diversidade de alimentos e de subprodutos que podem ser utilizados na alimentação animal. Porém variações nas composições nutricionais são comuns devido às condições climáticas da região, formas de armazenamento, genética do cultivar, fertilidade do solo, processamento dos grãos, entre outros fatores.

A substituição do milho e do farelo de soja por alimentos alternativos, em rações para aves visa, principalmente, à redução dos gastos com alimentação, a menor competição com o homem em relação aos alimentos de uso comum e redução da excreção de subprodutos poluentes.

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

A energia presente nos alimentos é o produto resultante da transformação dos nutrientes pelo metabolismo animal. Os valores de energia metabolizável (EM) dos alimentos são importantes no cálculo de rações para aves, sendo sua utilização essencial para a produção adequada dos animais e retorno econômico para o produtor.

Devido a isso, objetivou-se determinar a composição química e os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMA_n) de alguns alimentos para frangos de corte.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizado um ensaio biológico no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa–MG, no período de 17/10/2010 a 26/10/2010, com a finalidade de determinar a EMA e a EMA_n de 10 alimentos. 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 galpão de alvenaria e então transferidos para baterias, onde foi realizado o ensaio biológico.

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

A ração referência foi à base de milho e de farelo de soja (tabela 1). Os alimentos: soja integral desativada com casca, soja integral desativada sem casca, concentrado protéico de soja 1, concentrado protéico de soja 2, farelo de soja extrusado semi integral, farelo de soja 1, farelo de soja 2, farelo de soja 3 e glúten de trigo substituíram a ração referência na proporção de 30%, já a glicerina substituiu a ração referência na proporção de 08%, constituindo assim as rações testes.

As rações foram fornecidas à vontade por um período de dez dias, sendo os primeiros cinco dias de adaptação às rações experimentais e ao ambiente e os últimos cinco dias de coleta total das excretas de cada unidade experimental. As rações de cada unidade experimental foram acondicionadas em baldes plásticos durante o período de coleta, e ao final desse período, as sobras de rações nos baldes foram pesadas para determinação do consumo de ração.

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
Suplemento Vitamínico ¹	0,120
Suplemento 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)	3110
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, 2.200 mg; vit B2, 6.000 mg; vit. B6, 3.300 mg; ác. pantotênico, 13.000 mg; biotina, 110 mg; vit. K3, 2.500 mg; ácido fólico, 1.000 mg; 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

As coletas foram realizadas duas vezes ao dia (às oito horas e às dezesseis horas) para evitar fermentação das excretas. 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).

Obtidos os resultados das análises laboratoriais dos alimentos, da ração referência, da ração teste e das excretas e baseado no consumo de ração e produção de excretas, foram calculados os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida (EMA_n), por meio de equações, apresentadas abaixo, propostas por MATTERSON et al. (1965).

As equações utilizadas no cálculo da EMA e EMA_n foram:

$EMA_{RT} = \frac{EBing. - EBexc.}{MSing.}$ $EMA_{RR} = \frac{EBing. - EBexc.}{MSing.}$ $EMA_{ALIM} = EMA_{RR} + \frac{EMA_{RT} - EMA_{RR}}{g/g \text{ substituição}}$ $EMAn_{RT} = \frac{(EBing. - EBexc.) - 8,22 \times BN}{MSing.}$ $EMAn_{RR} = \frac{(EBing. - EBexc.) - 8,22 \times BN}{MSing.}$ $EMAn_{ALIM} = \frac{EMAn_{RR} + EMAn_{RT} - EMAn_{RR}}{g/g \text{ substituição}}$ $BN = N_{ing.} - N_{exc.}$	<p>Em que:</p> <p>EMA_{RT} = energia metabolizável aparente da ração–teste;</p> <p>EMA_{RR} = energia metabolizável aparente da ração–referência;</p> <p>EMA_{ALIM} = energia metabolizável aparente do alimento;</p> <p>EMAn_{RT} = energia metabolizável aparente corrigida da ração teste;</p> <p>EMAn_{RR} = energia metabolizável aparente corrigida da ração referência;</p> <p>EMAn_{ALIM} = energia metabolizável aparente corrigida do alimento;</p> <p>EBing. = energia bruta ingerida;</p> <p>EBexc. = energia bruta excretada;</p> <p>MSing. = matéria seca ingerida;</p> <p>BN = balanço de nitrogênio;</p> <p>N_{ing.} = nitrogênio ingerido;</p> <p>N_{exc.} = nitrogênio excretado.</p>
--	---

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).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Composição química e energética

A média das temperaturas máximas e mínimas, durante todo o período experimental foram 29 e 22°C respectivamente.

Os valores de composição química e de energia bruta com base na matéria natural dos alimentos avaliados são apresentados na Tabela 2.

Foram observadas diferenças nos valores de composição química dos alimentos quando comparados com a literatura, o que já era esperado, pois a composição química dos alimentos pode ser influenciada por fatores como a região geográfica, as condições de plantio, a fertilidade do solo, a variabilidade genética dos cultivares, as formas de armazenamento e processamento dos grãos, entre outros (NAGATA et al. 2004).

Dois tipos de soja integral desativada foram estudados, a soja integral desativada com casca (SIDCC) e a soja integral desativada sem casca (SIDSC), a presença ou não da casca à soja integral desativada, proporcionou diferenças na composição química desses alimentos, principalmente no valor de energia bruta (EB), fibra bruta (FB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), sendo que o valor de EB encontrado para SIDSC foi superior em 7,38% ao da SIDCC, e os valores de FB, FDN e FDA da SIDCC foram 24,69%, 11,08% e 17,77% superiores ao da SIDSC.

O valor de proteína bruta (PB) das sojas integrais desativadas estudadas foram bem próximos, e superiores aos encontrados por CALDERANO et al. (2010) que foi de 36% e 42% e por VIEIRA (2011) de 33% e 71%. Quanto aos valores de extrato etéreo (EE) verificou-se que foram superiores ao determinado por FREITAS et al. (2005) em 20,97%, enquanto que o teor de fósforo (P) foi 25% superior ao observado por CALDERANO et al. (2010) e VIEIRA (2011). Os valores de matéria mineral (MM) e de cálcio (Ca) foram iguais aos encontrados por esses mesmos autores.

Para a SIDCC o teor de fibra bruta (FB) foi inferior ao observado por VIEIRA (2011) e por CALDERANO et al. (2010), já os valores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram iguais, e os valores de FB, FDN e FDA encontrados para a SIDSC foram inferiores aos encontrados por esses mesmos autores.

O teor de energia bruta (EB) da SIDCC foi 10,16%, 11,62% e 19,94% inferior aos encontrados por CALDERANO et al. (2010), por VIEIRA (2011) e por FREITAS et al. (2005) respectivamente, e os da SIDSC foram 3,00%, 4,57% e 13,56% inferiores quando comparado aos mesmos autores.

Dois concentrados protéicos de soja foram estudados, o concentrado protéico de soja 1 (CPS1), e o concentrado protéico de soja 2 (CPS2). O CPS2 apresentou valores superiores ao CPS1 para a PB, MM, Ca e P, já o CPS1 apresentou valores superiores de EE, EB, FB, FDN e FDA.

O teor de PB do CPS1 foi 7,7% inferior ao observado por ROSTAGNO et al. (2011), já para o CPS2 o valor foi igual. O valor do EE de ambos foi superior ao observado por BRUMANO et al. (2006), e o de MM, Ca e P foram inferiores aos valores observados pelo mesmo autor para os dois concentrados protéicos de soja. Os teores de FB e FDN do CPS1 foram superiores aos observados por ROSTAGNO et al. (2011) e o de FDA inferior, já para o CPS2 o teor de FB encontrado foi igual, o de FDN superior e o de FDA inferior aos valores observados pelo mesmo autor.

A EB encontrada para o CPS1 foi superior aos valores observados por ROSTAGNO et al. (2011), CALDERANO et al. (2010) e BRUMANO et al. (2006). Enquanto que para o CPS2 o valor foi superior ao observado por BRUMANO et al. (2006), igual ao encontrado por CALDERANO et al. (2010), mas inferior ao valor de ROSTAGNO et al. (2011).

O farelo de soja extrusado semi integral apresentou valores de PB e EE superiores aos observados por VIEIRA (2011) que foram de 42,33% e 7,12% respectivamente. O conteúdo de MM, FB e EB foram superiores, os de Ca e P iguais e os de FDN e FDA inferiores aos valores observados por ROSTAGNO et al. (2011).

Outros autores como CALDERANO et al. (2010), FREITAS et al. (2005) e FISCHER JR et al. (1998) trabalhando com a soja extrusada integral observaram valores inferiores de PB (37,07%, 40,45% e 36,85% respectivamente) e superiores de EE (17,67%, 19,36% e 19,74% respectivamente) e de EB (5139, 5560 e 5196 kcal/kg respectivamente). Esses valores inferiores para o EE e EB quando a soja extrusada semi integral é comparada à soja extrusada integral, já eram esperados visto que a soja

extrusada semi integral, após passar pelo processo de extrusão, é prensada retirando parte do óleo nela contido, reduzindo seu valor de EE e conseqüentemente de EB.

Três tipos diferentes de farelo de soja foram estudados (FS1, FS2 e FS3), os teores de PB e de MM do FS1 foram superiores ao FS3 que foi superior ao FS2. Os valores de EE, FDN e FDA do FS2 foram superiores ao FS3 que foram superiores ao FS1. Já os teores de Ca, P, FB e EB observados foram iguais, com pequenas variações entre os valores encontrados.

Pouca diferença foi observada entre os valores de PB dos farelos de soja e os observados na literatura ROSTAGNO et al. (2011). Os valores de EE para o FS1, FS2 e FS3 foram superiores em 42,22%, 52,90% e 46,94 respectivamente quando comparados ao valor encontrado por MELLO et al. (2009). Mas pouco variaram do valor observado por RODRIGUES et al. (2002) que foi de 2,58%.

Os valores de MM para os três farelos de soja foram inferiores, e os de Ca e P superiores aos observados por ROSTAGNO et al. (2011), mas ambos foram superiores aos encontrados por MELLO et al. (2009). O teor de FB e FDA foram superiores aos observados por MELLO et al. (2009), e o de FDN inferior, para os três farelos de soja testados. Os três valores de EB foram superiores aos encontrados por NASCIMENTO et al. (1998); GENEROSO et al. (2008) e ROSTAGNO et al. (2011).

O glúten de trigo apresentou valor de PB de 73,28%, muito superior ao teor de PB do farelo de trigo, que foi de 15,62% (ROSTAGNO et al., 2011), sendo este 78,64% inferior ao glúten de trigo. O teor de EB foi 25,55% superior ao teor de EB do farelo de trigo descrito por NUNES et al. (2001a). Mas os valores de EE, MM e P foram inferiores em 51,41%, 11,72% e 76,19% respectivamente, aos valores observados por MELLO et al. (2009) para o farelo de trigo e o teor de Ca foi igual ao observado por MELLO et al. (2009) e ROSTAGNO et al. (2011). Os valores de FB, FDN e FDA foram inferiores aos descritos por ROSTAGNO et al. (2011) para o farelo de trigo, mas o teor de EB foi muito superior.

O teor de EB da glicerina foi de 3742 kcal/kg, superior ao observado por ROSTAGNO et al. (2011) – 3696 kcal/kg e DOZIER et al. (2008) – 3615 kcal/kg. Mas inferior ao encontrado por LAMMERS et al. (2008) – 3805 kcal/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)
Soja integral desativada com casca	90,76	37,56	23,49	4,50	0,21	0,56	4,86	25,54	18,63	4580
Soja integral desativada sem casca	90,82	38,60	23,31	4,44	0,22	0,59	3,66	22,71	15,32	4945
Concentrado protéico de soja - SELECTA	90,86	58,21	1,71	5,39	0,29	0,62	3,15	13,04	6,97	4495
Concentrado protéico de soja - ADM	89,26	64,14	1,16	5,42	0,33	0,70	2,63	12,75	6,59	4323
Farelo de soja extrusado semi integral	89,92	45,14	8,75	5,23	0,28	0,58	6,21	16,32	11,87	4509
Farelo de soja 1	88,41	45,59	2,25	5,75	0,28	0,59	5,38	13,56	7,86	4179
Farelo de soja 2	88,32	44,84	2,76	5,45	0,27	0,59	5,98	14,67	9,06	4193
Farelo de soja 3	88,72	45,23	2,45	5,42	0,28	0,58	5,45	14,18	8,46	4152
Glúten de trigo	92,80	73,28	1,72	0,51	0,14	0,20	1,13	5,27	9,62	5299
Glicerina	---	---	---	---	---	---	---	---	---	3742

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.

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

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

Para todos os alimentos avaliados, os valores de EMA foram superiores aos valores de EMA_n. Indicando que as aves durante o período experimental apresentaram balanço de nitrogênio positivo, que se caracteriza pela retenção do nitrogênio presente no alimento. Segundo NERY (2005), quando os valores de energia metabolizável são determinados pelo método tradicional de coleta com pintos é normal que ocorra maior retenção de nitrogênio, pois os animais estão em crescimento e necessitam desse nitrogênio para deposição de tecido protéico.

O balanço de nitrogênio pode ser positivo ou negativo, quando positivo os valores de EMA são superiores aos valores de EMA_n, o que indica retenção de nitrogênio e deposição protéica. E quando negativo, os valores de EMA são inferiores aos valores de EMA_n, indicando degradação protéica.

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

Alimentos	MS (%)	EMA kcal/kg	DP* kcal/kg	EMA_n kcal/kg	DP* kcal/kg
Soja integral desativada com casca	90,76	2924	68,83	2797	118,98
Soja integral desativada sem casca	90,82	3236	71,85	3012	61,69
Concentrado protéico de soja 1	90,86	2761	82,54	2687	75,01
Concentrado protéico de soja 2	89,26	2608	75,03	2554	84,98
Farelo de soja extrusado semi integral	89,92	2656	174,35	2467	142,32
Farelo de soja 1	88,41	2346	186,43	2221	179,58
Farelo de soja 2	88,32	2497	139,99	2291	119,90
Farelo de soja 3	88,72	2312	117,90	2167	66,09
Glúten de trigo	92,80	3943	34,69	3813	72,57
Glicerina	---	3547	146,58	3336	81,70

*DP = desvio padrão da média

Os valores energéticos dos alimentos avaliados 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 e os níveis de inclusão do alimento na dieta também podem afetar os valores de energia metabolizável.

O valor de EMA da SIDCC e da SIDSC foram superiores em 4,34% e 6,92% respectivamente ao valor de EMA_n, representando 126,90 kcal/kg e 223,93 kcal/kg a mais. A SIDCC apresentou valores de EMA e EMA_n inferiores ao observado por CALDERANO et al. (2010) – EMA: 3232 kcal/kg e EMA_n: 3016 kcal/kg para a faixa de idade em que os animais se encontravam. Já os valores da SIDSC foram iguais ao observado por CALDERANO et al. (2010). Indicando que a presença da casca na soja integral desativada leva a uma redução no valor de EMA e EMA_n.

Os valores energéticos da SIDCC e da SIDSC foram inferiores aos observados por VIEIRA (2011) – EMA: 3360 kcal/kg, EMA_n: 3220 kcal/kg e FREITAS et al. (2005) – EMA: 3581 kcal/kg, EMA_n: 3358 kcal/kg.

O CPS1 apresentou valor de EMA 2,68% superior ao de EMA_n, representando 73,99 kcal/kg a mais, e para o CPS2 a EMA foi 2,07% maior que a EMA_n, indicando incremento de 53,98 kcal/kg. Tanto o valor de EMA quanto o de EMA_n do CPSS foi superior ao do CPSA.

ROSTAGNO et al. (2011) encontrou valor de EMA para o concentrado protéico de soja de 2621 kcal/kg inferior ao encontrado para o CPS1, mas superior ao CPS2. Já BRUMANO et al. (2006) encontrou valor de EMA de 2060 kcal/kg e de EMA_n de 2043 kcal/kg, ambos inferiores aos observados para o CPS1 e CPS2. Mas CALDERANO et al. (2010) observou valor de EMA de 2677 kcal/kg inferior ao valor do CPS1 mas superior ao do CPS2, e EMA_n de 2356 kcal/kg inferior aos valores do CPS1 e CPS2.

O FSESI apresentou valor de EMA 7,12% ou 189,11 kcal/kg superior ao de EMA_n. O valor de EMA encontrado por ROSTAGNO et al. (2011) foi 5,51% superior ao observado. Mas VIEIRA (2011) trabalhando com dois tipos de soja extrusada parcialmente desengorduradas (SEPD1 e SIPD2) encontrou valores de EMA de 2615

kcal/kg e 2676 kcal/kg respectivamente e de EMA_n de 2470 kcal/kg e 2522 kcal/kg, todos bem próximos ao encontrado para o FSESI.

O FS1, FS2 e FS3 apresentaram valores de EMA superiores a EMA_n em 5,33%, 8,25% e 6,27% respectivamente, representando um aumento de 125,04 kcal/kg, 206,00 kcal/kg e 130,12 kcal/kg respectivamente. Os valores de EMA e EMA_n do FS2 foram superiores ao FS1 e este superior ao FS3.

Para ambos os farelos de soja testados os valores de EMA e EMA_n foram superiores aos valores encontrados por ROSTAGNO et al. (2011), VIEIRA (2011), CALDERANO et al. (2010), MELLO et al. (2009) e GENEROSO et al. (2008), isso se deve possivelmente ao maior valor de EE dos farelos de soja testados em relação aos demais, já que o teor de EE é um dos fatores que podem alterar o valor energético dos alimentos (VIEITES, 1999).

RODRIGUES et al. (2002) estudaram quatro tipos diferentes de farelo de soja com valores variados de PB e EE, e observaram que a variação no teor de PB e EE levou a variações no teor de EMA e EMA_n , sendo que os maiores valores de EMA e EMA_n foram observados para os farelos de soja que apresentaram os maiores valores de EE e PB, indicando que esses dois nutrientes estão intimamente relacionados com o valor energético do alimento.

O valor de EMA do glúten de trigo foi 3,30%, superior ao de EMA_n , o que representa 211,01 kcal/kg a mais. ROSTAGNO et al (2011) e MELLO et al. (2009) encontraram valores de EMA para o farelo de trigo de 1795 kcal/kg e 1624 kcal/kg respectivamente, bem inferiores ao valor de 3943 kcal/kg encontrado para o glúten de trigo, e NUNES et al. (2001a) ao avaliarem dois tipos diferentes de farelos de trigo, e observaram valores de EMA_n de 1864 kcal/kg e 1758 kcal/kg também inferiores ao encontrado para o glúten de trigo. Isso indica que o teor energético do glúten de trigo é muito superior ao do farelo de trigo, isso se deve principalmente ao seu elevado teor de PB (73,28%) em relação ao farelo de trigo.

A glicerina apresentou valor de EMA 5,95% ou 211,01 kcal/kg superior ao valor de EMA_n , e a diferença entre EB e EMA foi de 5,21% mostrando que aproximadamente 95% da energia bruta da glicerina chega a energia metabolizável, indicando que os frangos de corte utilizam eficientemente a energia da glicerina.

O valor de EMA encontrado para a glicerina foi de 3547 kcal/kg superior ao valor observado por ROSTAGNO et al. (2011) que foi de 3510 kcal/kg, mas inferior ao valor observado por LAMMERS et al. (2008) que encontraram 3625 kcal/kg. O teor de EMA_n observado foi de 3336 kcal/kg, praticamente igual ao valor 3331 kcal/kg observado por DROZIER et al. (2008).

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), aparente corrigida (EMA_n) e a composição química de 10 alimentos: soja integral desativada com casca, soja integral desativada sem casca, concentrado protéico de soja 1, concentrado protéico de soja 2, farelo de soja extrusada semi integral, farelo de soja 1, farelo de soja 2, farelo de soja 3, glúten de trigo e glicerina. Foram utilizados 396 pintos de corte da linhagem comercial Cobb, com 14 dias de idade, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com 11 tratamentos (dez rações testes e uma ração referência) e seis repetições com seis aves por unidade experimental. As aves receberam água e ração à vontade durante todo o período experimental, os cinco dias iniciais foram destinados à adaptação das aves as rações experimentais e ao ambiente e os cinco dias finais destinados à coleta de excretas, que foi realizada duas vezes ao dia. Os valores de EMA_n com base na matéria natural determinados com frangos de corte no período de 14 a 24 dias de idade são: soja integral desativada com casca, 2797 kcal/kg; soja integral desativada sem casca, 3012 kcal/kg; concentrado protéico de soja 1, 2687 kcal/kg; concentrado protéico de soja 2, 2554 kcal/kg; farelo de soja extrusada semi integral, 2467 kcal/kg; farelo de soja 1, 2221 kcal/kg; farelo de soja 2, 2291 kcal/kg; farelo de soja 3, 2167 kcal/kg; glúten de trigo, 3813 kcal/kg; glicerina, 3336 kcal/kg.

CAPÍTULO II

DETERMINAÇÃO DOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE VERDADEIRA DOS AMINOÁCIDOS DE ALGUNS ALIMENTOS PARA FRANGOS DE CORTE

1. INTRODUÇÃO

Com o aumento da produção e da utilização de aminoácidos sintéticos em rações para monogástricos, o uso do conceito de proteína ideal, que visa atender de maneira exata às exigências em aminoácidos para a manutenção e para o máximo crescimento dos animais, tornou-se mais simples e de fácil aplicação.

Os perfis dos aminoácidos da proteína ideal devem ser baseados em valores de aminoácidos digestíveis, sendo necessário determinar os coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos nos diferentes alimentos, para que se conheça a quantidade desses aminoácidos que são aproveitados pelos animais. Esses valores têm permitido melhor utilização dos alimentos em rações balanceadas para aves, diminuindo os custos de produção e reduzindo a eliminação de poluentes.

A formulação de rações com base em aminoácidos digestíveis representa avanço em relação à formulação de rações com base em aminoácidos totais, em virtude da maior segurança nos resultados dos ensaios, possibilitando a substituição de alimentos convencionais por alimentos alternativos que apresentam menor custo.

O conhecimento da digestibilidade dos nutrientes representa melhora na eficiência de utilização dos alimentos e aumento na precisão da formulação das rações (ROSTAGNO et al. 1999).

Assim, objetivou-se determinar os coeficientes de digestibilidade verdadeiro dos aminoácidos e os valores de aminoácidos totais e digestíveis de alguns alimentos para aves.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, no período de 21/10/2010 a 25/10/2010.

Foram utilizados 360 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 de cinco dias às dietas experimentais (uma DIP – dieta isenta de proteína e nove DIP com adição dos alimentos testados em substituição ao amido – tabela 1).

Ambas as dietas continham 1% de cinza ácida insolúvel utilizada 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, todas 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 cinza ácida insolúvel (CAI), nitrogênio e aminoácidos totais. As análises de aminoácidos foram realizadas pela empresa Evonik.

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

Ingredientes	DIP	DIP+ALIMENTO
Amido	80,31	55,31 – 50,31
Alimento	0	25 - 30
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

Tabela 2 – Nível de inclusão dos alimentos em substituição ao amido de milho para composição das dietas experimentais

ALIMENTO	NÍVEL DE INCLUSÃO %
Soja integral desativada com casca	30
Soja integral desativada sem casca	30
Concentrado protéico de soja – SELECTA	30
Concentrado protéico de soja – ADM	30
Farelo de soja extrusada semi integral	30
Farelo de soja 1	25
Farelo de soja 2	25
Farelo de soja 3	25
Glúten de trigo	25

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

1– Coeficiente de Digestibilidade aparente de aminoácido (CDapAA)

$$\text{CDapAA (\%)} = \frac{\text{mg AA/ g ração} - \text{mg AA/ g } E_1 \times \text{FI}_1}{\text{mg AA/ g ração}} \times 100$$

Em que:

E_1 = digesta ileal da ração teste

FI_1 = Fator de indigestibilidade

$$\text{FI}_1 = \frac{\text{CAI ração}}{\text{CAI digesta}}$$

2– Coeficiente de Digestibilidade verdadeira do aminoácido (CDvAA)

CDvAA (%) =

$$= \frac{\text{mg AA/ g ração} - (\text{mg AA/ g } E_1 \times \text{FI}_1 - \text{mg AA/ g } E_2 \times \text{FI}_2)}{\text{mg AA/ g ração}} \times 100$$

em que:

E_2 = digesta da DIP

FI_2 = Fator de indigestibilidade da DIP

$$\text{FI}_2 = \frac{\text{CAI DIP}}{\text{CAI digesta da DIP}}$$

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Composição em aminoácidos totais

As médias das temperaturas máximas e mínimas, observadas durante o período experimentais foram, respectivamente, 30 e 22°C.

Os valores de PB e aminoácidos totais (essenciais e não essenciais) dos alimentos avaliados são apresentados na Tabela 3.

Os valores de aminoácidos totais encontrados para a SIDCC e SIDSC, foram muito próximos para todos os aminoácidos estudados, indicando que a presença ou não de casa tem pouca influência sobre o conteúdo total de aminoácidos da soja integral desativada, essa pequena diferença entre os valores de aminoácidos totais pode ser explicada pela proximidade dos valores de proteína bruta encontrada para a SIDCC (37,56%) e a SIDSC (38,60%).

Os valores de aminoácidos totais foram, em média inferiores aos observados por FREITAS et al. (2005) com exceção da treonina, histidina e serina que foram iguais e os de valina, isoleucina e glicina onde os valores encontrados foram superiores, essa diferença pode ser explicada pelo maior teor de PB encontrado por esse autor (42,52%), diferente de VIEIRA (2011) que encontrou valor de PB para a SID (33,71%) inferior ao observado nesse experimento o que pode explicar o menor conteúdo de aminoácidos totais encontrado por esse autor para todos os aminoácidos, com exceção da metionina que foi igual e da treonina que foi superior.

Para os CPS os valores de aminoácidos totais foram diferentes para os dois tipos avaliados, sendo superiores para o CPS2 em relação ao CPS1, fato esse devido ao menor teor de PB observado para o CPS1 (58,21%) em relação ao CPS2 (64,14%).

Para o CPSS todos os valores de aminoácidos totais foram inferiores aos observados por BRUMANO (2005), para o CPS2 a exceção foi a metionina, histidina e prolina onde os resultados foram iguais. ROSTAGNO et al. (2011) também encontrou valores superiores aos encontrados para o CPS1 para todos os aminoácidos essenciais, mas para o CPS2 os valores de lisina, metionina, isoleucina e histidina encontrados foram iguais, e os demais aminoácidos essenciais inferiores.

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

	SIDCC	SIDSC	CPS1	CPS2	FSESI	FS1	FS2	FS3	GT
MS%	90,76	90,82	90,86	89,26	89,92	88,41	88,32	88,72	92,80
PB%	37,56	38,60	58,21	64,14	45,14	45,59	44,84	45,23	73,28
Lis	2,30	2,32	3,55	3,99	2,68	2,82	2,75	2,83	1,11
Met	0,51	0,52	0,75	0,90	0,58	0,62	0,60	0,62	1,64
Ter	1,47	1,48	2,26	2,49	1,51	1,82	1,78	1,81	1,80
Arg	2,76	2,77	4,22	4,60	3,36	3,44	3,37	3,44	2,51
Val	1,77	1,78	2,79	3,01	2,10	2,23	2,18	2,21	2,94
Isso	1,79	1,70	2,71	2,89	2,02	2,14	2,10	2,13	2,68
Leu	2,87	2,88	4,49	4,85	3,37	3,58	3,50	3,56	5,06
His	0,99	1,00	1,57	1,70	1,17	1,24	1,21	1,23	1,55
Phe	1,88	1,89	3,02	3,19	2,24	2,39	2,35	2,38	3,68
Ala	1,68	1,70	2,52	2,72	1,74	2,02	1,98	2,01	1,88
Asp	4,32	4,33	6,61	7,18	4,66	5,22	5,17	5,20	2,38
Glu	7,14	7,19	10,30	11,40	7,87	8,63	8,51	8,59	26,50
Cis	0,55	0,55	0,79	0,93	0,64	0,67	0,65	0,67	1,64
Pro	2,13	2,15	3,09	3,33	2,49	2,77	2,13	2,76	9,04
Ser	2,03	2,06	2,92	3,20	2,26	2,42	2,38	2,42	3,38
Gli	1,77	1,78	2,44	2,64	1,85	2,06	2,01	2,04	2,47

SIDCC (Soja Integral Desativada com Casca); SIDSC (Soja Integral Desativada sem Casca); CPS1 (Concentrado Protéico de Soja 1); CPS2 (Concentrado Protéico de Soja 2); FSESI (Farelo de Soja Extrusada Semi Integral); FS1 (Farelo de Soja 1); FS2 (Farelo de Soja 2); FS3 (Farelo de soja 3); GT (Glúten de Trigo); MS (Matéria Seca); PB (Proteína Bruta); Lis (Lisina); Met (Metionina); Tre (Treonina); Arg (Arginina); Val (Valina); Iso (Isoleucina); Leu (Leucina); His (Histidina); Phe (Fenilalanina); Ala (Alanina); Asp (Ácido Aspártico); Glu (Ácido Glutâmico); Cis (Cistina); Pro (Prolina); Ser (Serina); Gli (Glicina).

O FSESI apresentou valores de aminoácidos totais superiores aos observados por FREITAS et al. (2005) para a grande maioria dos aminoácidos, com exceção da arginina que foi igual e da metionina onde o valor encontrado foi 14,7% inferior. ROSTAGNO et al. (2011) também encontrou valores inferiores para os aminoácidos essenciais do FSESI, somente a metionina apresentou valor igual e a treonina valor 5,62% inferior.

Para os três tipos de farelo de soja os valores de aminoácidos totais tiveram pequena variação. Os resultados foram iguais aos observados por GENEROSO (2006), com exceção da lisina, alanina, aspartato e glutamato que foram superiores aos observados. RODRIGUES et al. (2002) também encontrou resultados semelhantes para todos os aminoácidos, com exceção da alanina, glutamato e glicina que foram inferiores.

O glúten de trigo devido ao alto nível protéico (73,28%) apresentou valores de aminoácidos totais superiores a outros subprodutos do trigo que apresentam menores teores de proteína bruta, NUNES et al. (2001b) estudou quatro tipos diferentes de farelo de trigo, farinha de trigo, farinha de trigo morena, trigo grão, triguilho e gérmen de trigo e para todos os alimentos o teor de aminoácidos totais foram inferiores ao glúten de trigo.

3.2. Coeficientes de digestibilidade e aminoácidos digestíveis verdadeiros

Os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos dos alimentos avaliados são apresentados na tabelas 4 e o conteúdo de aminoácidos digestíveis expressos na matéria natural, são apresentados na Tabela 5.

Tanto os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos quanto o conteúdo de aminoácidos digestíveis totais dos alimentos avaliados, apresentaram variações quando comparados à literatura, variações essas já 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).

Os valores dos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos essenciais e não essenciais da SIDCC foram inferiores aos encontrados para a SIDSC, isso pode ter acontecido pois a presença da casca levou a um aumento do teor de fibra na dieta, o que pode ter prejudicado a digestibilidade, devido a um aumento na taxa de passagem do alimento.

Os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos da SIDCC foram inferiores aos observados por VIEIRA (2011) com exceção da alanina, aspartato e serina que foram iguais, e para a SIDSC os valores de treonina, valina, isoleucina leucina e fenilalanina foram inferiores, os da serina, alanina e glicina superiores e os demais iguais.

Já os valores de aminoácidos digestivos para a SIDCC quando comparado aos valores encontrados por VIEIRA (2011) é possível observar que os valores são superiores para todos os aminoácidos com exceção da treonina, isoleucina, leucina e fenilalanina que foram inferiores, e para a SIDSC praticamente todos foram superiores ou iguais, com exceção para a treonina e a fenilalanina que apresentaram valores inferiores. Esse maior valor dos aminoácidos digestíveis mesmo para aminoácidos onde o coeficiente de digestibilidade verdadeira foram inferiores é explicado pelo menor teor protéico encontrado pelo autor, e com isso menor quantidade de aminoácidos totais.

Tabela 4 – Coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos essenciais e não essenciais dos alimentos, expressos em percentagem, na matéria natural

	SIDCC	SIDSC	CPS1	CPS2	FSESI	FS1	FS2	FS3	GT
Lis	88,99	92,18	96,64	97,00	90,24	95,40	94,51	95,02	83,53
Met	87,74	92,23	95,65	96,95	88,75	96,94	95,77	96,04	93,58
Ter	82,44	88,33	94,75	95,78	82,81	92,76	90,08	92,53	89,86
Arg	92,43	95,47	97,81	98,17	94,93	97,56	96,10	96,90	82,49
Val	83,66	88,85	93,69	94,27	83,93	92,95	90,48	92,51	84,16
Isso	84,05	88,65	94,18	95,00	84,98	92,89	90,62	92,45	86,09
Leu	85,62	89,67	93,80	84,83	85,81	93,43	90,97	92,76	76,24
His	87,41	90,71	95,62	96,20	88,74	94,20	92,06	93,45	91,94
Phe	85,83	89,57	94,72	95,20	86,22	93,27	90,95	92,88	85,60
Ala	90,06	92,15	91,72	93,00	87,73	90,72	89,01	89,88	83,90
Asp	90,75	91,91	93,70	93,37	88,33	93,05	91,19	92,81	75,66
Glu	94,15	95,58	95,97	96,26	91,67	92,41	91,27	91,96	72,67
Cis	77,93	82,15	92,71	93,44	74,39	89,05	86,41	87,76	92,73
Pro	88,43	90,20	96,55	97,32	89,39	87,83	87,05	87,49	84,64
Ser	92,24	94,83	96,17	96,72	90,49	95,12	93,07	94,59	86,09
Gli	89,06	92,14	92,73	94,17	88,71	90,77	89,65	90,29	83,99

SIDCC (Soja Integral Desativada com Casca); SIDSC (Soja Integral Desativada sem Casca); CPS1 (Concentrado Protéico de Soja 1); CPS2 (Concentrado Protéico de Soja 2); FSESI (Farelo de Soja Extrusada Semi Integral); FS1 (Farelo de Soja 1); FS2 (Farelo de Soja 2); FS3 (Farelo de soja 3); GT (Glúten de Trigo); Lis (Lisina); Met (Metionina); Tre (Treonina); Arg (Arginina); Val (Valina); Iso (Isoleucina); Leu (Leucina); His (Histidina); Phe (Fenilalanina); Ala (Alanina); Asp (Ácido Aspártico); Glu (Ácido Glutâmico); Cis (Cistina); Pro (Prolina); Ser (Serina); Gli (Glicina).

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

	SIDCC	SIDSC	CPS1	CPS2	FSESI	FS1	FS2	FS3	GT
MS%	90,76	90,82	90,86	89,26	89,92	88,41	88,32	88,72	92,80
PB%	37,56	38,60	58,21	64,14	45,14	45,59	44,84	45,23	73,28
Lis	1,96	2,05	3,43	3,87	2,35	2,59	2,50	2,59	0,93
Met	0,41	0,44	0,72	0,87	0,48	0,56	0,53	0,55	1,54
Ter	0,99	1,08	2,14	2,38	1,05	1,41	1,33	1,40	1,62
Arg	2,46	2,50	4,13	4,52	3,00	3,25	3,13	3,22	2,07
Val	1,33	1,39	2,61	2,84	1,61	1,88	1,78	1,86	2,47
Isso	1,32	1,39	2,55	2,74	1,60	1,85	1,77	1,83	2,30
Leu	2,30	2,42	4,21	4,60	1,89	3,15	3,01	3,11	3,85
His	0,81	0,84	1,50	1,63	0,98	1,09	1,04	1,07	1,42
Phe	1,43	1,51	2,86	3,04	1,90	2,01	1,91	1,99	3,15
Ala	1,51	1,56	2,31	2,53	1,54	1,83	1,76	1,81	1,58
Asp	3,92	3,99	6,19	6,70	4,12	4,86	4,71	4,83	1,80
Glu	6,72	6,87	8,88	10,97	7,21	7,97	7,77	7,90	19,26
Cis	0,35	0,37	0,73	0,87	0,40	0,50	0,47	0,49	1,52
Pro	1,88	1,94	2,98	3,24	2,23	2,43	2,38	2,41	7,65
Ser	1,87	1,95	2,81	3,09	2,04	2,30	2,21	2,29	2,91
Gli	1,58	1,64	2,26	2,49	1,64	1,87	1,80	1,84	2,07

SIDCC (Soja Integral Desativada com Casca); SIDSC (Soja Integral Desativada sem Casca); CPS1 (Concentrado Protéico de Soja 1); CPS2 (Concentrado Protéico de Soja 2); FSESI (Farelo de Soja Extrusada Semi Integral); FS1 (Farelo de Soja 1); FS2 (Farelo de Soja 2); FS3 (Farelo de soja 3); GT (Glúten de Trigo); MS (Matéria Seca); PB (Proteína Bruta); Lis (Lisina); Met (Metionina); Tre (Treonina); Arg (Arginina); Val (Valina); Iso (Isoleucina); Leu (Leucina); His (Histidina); Phe (Fenilalanina); Ala (Alanina); Asp (Ácido Aspártico); Glu (Ácido Glutâmico); Cis (Cistina); Pro (Prolina); Ser (Serina); Gli (Glicina).

O CPS1 e o CPS2 apresentaram coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos essenciais e não essenciais diferentes, sendo estes coeficientes superiores para o CPS2, somente o coeficiente de digestibilidade do aspartato e serina foram iguais. Para o CPS1 e o CPS2 os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos foram superiores aos observados por BRUMANO (2005), apenas a metionina, histidina, isoleucina, leucina e glutamato foram iguais para o CPS1. Os coeficientes encontrados também foram superiores aos encontrados por ROSTAGNO et al. (2011) para os aminoácidos essenciais.

Os aminoácidos digestíveis do CPS1 foram inferiores em relação aos observados por BRUMANO (2005) e ROSTAGNO et al. (2011), isso devido ao menor teor protéico encontrado para esse alimento. Já para o CPS2 os valores foram iguais aos encontrados por BRUMANO (2005) exceto para arginina, isoleucina, leucina e fenilalanina que foram inferiores e para a cistina e prolina que foram superiores.

O FSESI apresentou coeficiente de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos inferiores aos observados por VIEIRA (2011) para quase todos os aminoácidos, mas a lisina, histidina, alanina, aspartato, glicina e serina apresentaram coeficientes iguais. Já a grande maioria dos aminoácidos digestíveis encontrados foram superiores, com exceção da metionina e cistina que foram iguais, e a treonina e leucina que foram inferiores, esses valores de aminoácidos digestíveis superiores se deve possivelmente ao menor teor de PB encontrado VIEIRA (2011), o que levou a um menor teor de aminoácidos totais e conseqüentemente de aminoácidos digestíveis. ROSTAGNO et al. (2011) encontrou coeficientes de digestibilidade iguais para a maioria dos aminoácidos essenciais do FSESI, mas a treonina, valina, isoleucina e leucina apresentaram coeficientes superiores.

Para os três farelos de soja estudados, os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos encontradas foram bem próximos, mas os maiores coeficientes de digestibilidade foram observados para o FS1, depois o FS3 e por fim o FS2 para todos os aminoácidos essenciais e não essenciais.

OST et al. (2007) trabalhando com 5 tipos diferentes de farelos de soja observaram coeficientes de digestibilidade médio inferiores aos encontrados nesse trabalho, com exceção da fenilalanina e da cistina que foram superiores, e a leucina, que foi superior ao obtido para o FS2 mas inferior aos do FS1 e FS3. Os valores encontrados

por GOMES et al. (2010) foram inferiores, exceto para a histidina que foi igual ao FS2 e inferior ao FS1 e FS3 e para a serina e o glutamato onde os coeficientes foram superior para o FS2 e FS3 e iguais para o FS1. ROSTAGNO et al. (2011) também encontrou valores inferiores para os aminoácidos essenciais, somente para a isoleucina, leucina e histidina os coeficientes encontrados foram iguais aos do FS2 mas inferiores aos do FS1 e FS3.

Os aminoácidos digestíveis dos três farelos de soja foram diferentes, sendo maiores para o FS1 seguido do FS3 e do FS2, esses valores diferentes podem ter ocorrido devido ao menor teor de proteína e menores coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos observados para o FS2 e FS3 em relação ao FS1. OST et al. (2007) observou valores inferiores para a grande maioria dos aminoácidos, apenas a treonina, histidina e cistina que apresentaram valores superiores aos observados para os três farelos de soja e a alanina que foi igual ao FS2 mas inferior aos FS1 e FS3. Entretanto ROSTAGNO et al. (2011) encontrou valores superiores para os aminoácidos essenciais, sendo que somente a lisina apresentou valores inferiores ao do FS2 mas iguais aos do FS1 e FS3 e a arginina que foi igual para o FS2 e inferior para o FS1 e FS3.

O glúten de trigo apresentou coeficientes de digestibilidade superiores aos descritos por GOMES et al. (2010) para o farelo de trigo em todos os aminoácidos essenciais e não essenciais, e também superiores aos descritos por ROSTAGNO et al. (2011) para os aminoácidos essenciais do farelo de trigo, NUNES et al. (2001b) testando quatro tipos diferentes de farelo de trigo também observaram coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos inferiores, com exceção do leucina que foi igual e da arginina e glutamato que foram superiores.

Mas quando o glúten de trigo é comparado com a farinha de trigo, os coeficientes foram inferiores aos observados por NUNES et al. (2001b) para os aminoácidos essenciais e apenas a cistina e alanina dos aminoácidos não essenciais foram iguais. Os valores de ROSTAGNO et al. (2011) para os aminoácidos essenciais da farinha de trigo também foram superiores, somente a metionina e treonina foram iguais. Isso indica que o glúten de trigo apresenta coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos superiores aos do farelo de trigo, mas inferiores à farinha de trigo para a grande maioria dos aminoácidos.

O conteúdo de aminoácidos digestíveis do glúten de trigo foi superior aos quatro tipos de farelo de trigo e a farinha de trigo estudados por NUNES et al. (2001b), e também aos observados por ROSTAGNO et al. (2011) para os dois alimentos, mesmo que a farinha de trigo descrita pelos dois autores tenham apresentado coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos superiores ao glúten de trigo, o elevado teor de proteína bruta do glúten de trigo levou a essa diferença, pois maior foi o teor de aminoácidos totais e conseqüentemente de aminoácidos digestíveis.

4.0. RESUMO E CONCLUSÕES

Foi realizado um ensaio biológico no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, com o objetivo de determinar os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos e os valores de aminoácidos digestíveis de alguns alimentos protéicos para aves. Os alimentos estudados foram a soja integral desativada com casca, soja integral desativada sem casca, concentrado protéico de soja 1, concentrado protéico de soja 2, farelo de soja extrusada semi integral, farelo de soja 1, farelo de soja 2, farelo de soja 3 e glúten de trigo. Foram utilizados 360 frangos de corte, dos 25 aos 30 dias de idade distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado. As aves foram submetidas a um período de adaptação às dez dietas experimentais sendo uma dieta isenta de proteína (DIP) e nove DIP com adição dos alimentos testados em substituição ao amido. A DIP continha 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 da porção íleo terminal. Ao final, as digestas obtidas foram pesadas, liofilizadas, processadas, e posteriormente enviadas para que se realizassem as análises laboratoriais e determinassem os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos. Os valores de coeficientes de digestibilidade verdadeira da lisina e metionina em porcentagem na matéria natural foram respectivamente: 88,99 e 87,74 para a soja integral desativada com casca (SIDCC); 92,18 e 92,23 para a soja integral desativada sem casca (SIDSC); 96,64 e 95,65 para o concentrado protéico de soja 1 (CPS1); 97,00 e 96,95 para o concentrado protéico de soja 2 (CPS2); 90,24 e 88,75 para o farelo de soja extrusada semi integral (FSESI); 95,40 e 96,94 para o farelo de soja 1 (FS1); 94,51 e 95,77 para o farelo de soja 2 (FS2); 95,02 e 96,04 para o farelo de soja 3 (FS3); 83,53 e 93,58 para o glúten de trigo (GT).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBINO, L.F.T., FERREIRA, A.S., FIALHO, E.T. et al. Determinação dos valores de energia metabolizável e matéria seca aparentemente metabolizável de alguns alimentos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.11, n.2, p.207-220, 1982.

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.

ANDERSON-HAFERMANN, J.C., ZHANG, Y., PARSONS, C.M. Effect of heating on nutritional quality of conventional and Kunitz trypsin inhibitor-free soybeans. **Poultry Science**, v.71, p.1700 – 1709, 1992.

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**, vol.33, n.5, p.1145-1151, 2004.

ANGKANAPORN, K., RAVINDRAN, V., BRYDEN, W.L. Influence of caecectomy and dietary protein concentration on apparent excreta amino acid digestibility in adult cockerels. **British Poultry Science**, Edinburgh, v.38, n.3, p.270-276, 1997.

ARAÚJO, L.F., JUNQUEIRA, O. M., ARAÚJO, C. S. S. et al. Proteína bruta e proteína ideal para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.3, n.2, p.157-162, 2001.

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.

BATTERHAM, E.S. Availability and utilization of amino acids for growing pigs. **Nutrition Research Reviews**, Cambridge, v.5, p.1-18, 1992.

BEDFORD, M.R. CLASSEN, H.L. Reduction of intestinal viscosity through manipulation of dietary rye and pentosanase concentration is effected through changes in the carbohydrate composition of the intestinal aqueous phase and results in improved growth rate and food conversion efficiency of broiler chicks. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v.122, n.3, p.560-569, 1992.

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. et al. Avaliação dos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos do grão de trigo e seus subprodutos para frangos de corte utilizando diferentes metodologias. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.55, n.6, p.722–733, 2003.

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.

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. R., ZANOTTO, D. L., LIMA, G. J. M. M. et al. Composição química e energia metabolizável de ingredientes para aves. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.5, p.995-1002, 2000.

BRUMANO, G. Composição química e valores de energia metabolizável e de aminoácidos digestíveis de alimentos protéicos para aves. Viçosa - MG, 2005. 70p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2005.

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, 2006.

CAFÉ, B., SAKOMURA, N.K., JUNQUEIRA, O.M. et al. Composição e digestibilidade dos aminoácidos das sojas integrais processadas para aves. **Revista Brasileira Ciência Avícola**, v.2, n.1, p. 59-66, 2000.

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.

CHOCT, H., HUGHES, R.J., BEDFORD, M.R., MORGAN, A.J., ANNISON, G. Increased small intestinal fermentation is partly responsible for the nutritive activity of non-starch polysaccharides in chickens. **British Poultry Science**, Cambridge, v.37, n.3, p.609-621, 1996.

COELHO, M.G.R. Valores energéticos e de triptofano metabolizável de alimentos para aves, utilizando duas metodologias. Viçosa, UFV, 1983, 77p. Dissertação (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'ADOSTINI, P., GOMES, P.C., ALBINO, L.F.T. Valores de composição química e energética de alguns alimentos para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.33, n.1, p.128–134, 2004.

DALE, N.M., PESTI, G.M., ROGERS, S.R. True metabolizable energy of dried bakery product. **Poultry Science**, v.69, n.1, p.72-75, 1990.

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.

DOZIER, W.A. et al. Apparent Metabolizable Energy of Glycerin for Broiler Chickens. **Poultry Science**. v.87, p.317-322. 2008.

DRIVER, J.P., ATENCIO, A., EDWARDS, H.M., et al.. Improvements in nitrogen corrected apparent metabolizable energy of peanut meal in response to phytase supplementation. **Poultry Science**, v.85, p.96-99, 2006.

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.

FARIA, D.E., SANTOS, A.L. Exigências nutricionais de galinhas poedeiras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 2ª ed., 2005, Viçosa. **Anais...** p.315–329, 2005.

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. 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.

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.

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

FISCHER JR., A.A., ALBINO, L.F.T., ROSTAGNO, H.S., GOMES, P.C. Determinação dos valores de energia metabolizável de alguns alimentos usados na alimentação de aves. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.2, p.314-318, 1998.

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.

FREITAS, E.R., SAKOMURA, N.K., EZEQUIEL, J.M.B. et al. Efeito da formulação de rações para frangos de corte com utilização de valores de energia metabolizável dos alimentos determinados por diferentes métodos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.1, p.107–115, 2006.

FUENTE, J.M., AYALA, P.P., FLORES, A., et al. Effect of Storage Time and Dietary Enzyme on the Metabolizable Energy and Digesta Viscosity of Barley-Based Diets for Poultry. **Poultry Science**, v.77, p.90–97, 1998.

GENEROSO, R.A.R. Valores de Energia Metabolizável e de Aminoácidos Digestíveis de Alimentos para Aves. UFV, 2006. 60p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2006.

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, 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.

KATO, R.K. Energia metabolizável de alguns ingredientes para frangos de corte em diferentes idades. Lavras, UFLA, 2005. 96p. Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Federal de Lavras, 2005.

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.

LAMMERS, P. J. et al. Nitrogen-corrected apparent metabolizable energy value of crude glycerol for laying hens. **Poultry Science**. v.87, p.104-107. 2008.

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

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

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.

NAGATA, A.K., RODRIGUES, P.B., FREITAS, R.T.F. et al. Energia metabolizável de alguns alimentos energéticos para frangos de corte determinada por ensaios metabólicos e por equações de predição. **Ciência e Agrotecnologia**, v.28, n.3, p.668–677, 2004.

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., 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., ROSTAGNO, H.S., NUNES, R.V. Valores de energia metabolizável da farinha de vísceras determinados com

diferentes níveis de inclusão e duas idades das aves. In: XXXVII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 2000. Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2000, p.331.

NACIMENTO, 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.

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.

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

NUNES, R.V., ROSTAGNO, H.S., ALBINO, L.F.T. et al. Composição bromatológica, energia metabolizável e equações de predição da energia do grão e de subprodutos do trigo para pintos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.785–793, 2001a.

NUNES, R.V., ROSTAGNO, H.S., ALBINO, L.F.T. et al. Valores de aminoácidos digestíveis verdadeiros e equações de predição dos aminoácidos digestíveis do grão e de subprodutos do trigo para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.774–784, 2001b.

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. Influence of cecectomy and source of dietary fibre or starch on excretion of endogenous amino acids by laying hens. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.51, p.541-548, 1984.

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

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, p.1–24, 1999.

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.

PIRGOZLIEV, V., ODUGUWA, O., ACAMOVIC, T. Diets Containing *Escherichia coli*-derived phytase on young chickens and turkeys: effects on performance, metabolizable energy, endogenous secretions, and intestinal morphology. **Poultry Science**, v.86, p.705–713, 2007.

PUPA, J. M. R. Rações para frangos de corte formuladas com valores de aminoácidos digestíveis verdadeiros, determinados com galos cecectomizados. 1995. 63p. Dissertação (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.

RAHARJO, Y., FARRELL, D.J. A new biological method for determining amino acid digestibility in poultry feedstuffs using a simple cannula, and the influence of dietary fibre on endogenous amino acid output. **Feed Science and Technic**, v.12, p.29-45, 1984.

RAVINDRAN, V., WU, Y.B., HENDRIKS, W.H. Effects of sex and dietary phosphorus level on the apparent metabolizable energy and nutrient digestibility in broiler chickens. **Archives of Animal Nutrition**. v.58, n.5,p.405-411. 2004.

RODRIGUES, P.B. Digestibilidade de nutrientes e valores energéticos de alguns alimentos para aves. Viçosa, UFV, 2000. 203p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.

RODRIGUES, P.B., ROSTAGNO, H.S., ALBINO, L.F.T. Valores energéticos da soja e subprodutos da soja, determinados com frangos de corte e galos adultos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1771-1782, 2002.

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. 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., 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., 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., 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, 141p, 2000.

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., BÜNZEN, S., SAKOMURA, N.K. Avanços metodológicos na avaliação de alimentos e de exigências nutricionais para aves e suínos. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2007, Jaboticabal. **Anais ...** p.295-304, 2007.

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, 252p, 2011.

RUTHERFURD, S.M., CHUNG, T.K., MOUGHANT, P.J. The effect of a commercial enzyme preparation on apparent metabolizable energy, the true ileal amino acid digestibility, and endogenous ileal lysine losses in broiler chickens. **Poultry Science**, v.86, p.665–672, 2007.

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.

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.

SCHANG, 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.

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.

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.

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

SILBBALD, I.R., Measurement of bioavailable energy in poultry feedingstuffs: a review, *Can. Journal Animal Science*. v.62, n.4, p.983-1048, 1982.

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.

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

SILVA, E.P., RABELLO, C.B.V., LIRA, R.C. et al. Estimativas das perdas endógenas e metabólicas em frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.1, p.115–121, 2006.

SOARES, R.K., BERTECHINI, A.G., FASSANI, E.J. et al. Valores de energia metabolizável de alguns alimentos para pintos de corte na fase pré-inicial. **Revista Ciência Agrotecnologia**, v.29, p.238–244, 2005.

SONG, G.L., Li, D.F., PIAO, X.S., et al. Comparisons of amino acid availability by different methods and metabolizable energy determination of a Chinese variety of high oil corn. **Poultry Science**, v.82, p.1017–1023, 2003.

TEJEDOR, A.A., ALBINO, L.F.T., ROSTAGNO, H.S., et al. Efeito da adição da enzima fitase sobre o desempenho e a digestibilidade ileal de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.802-808, 2001.

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.A. Valores Energéticos e de Aminoácidos Digestíveis de Alguns Alimentos para Aves. UFV, 2011. 99p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2011.

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. Dissertação (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.

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.

WOLYNETZ, M.N., SIBBALD, I.R. Relationships between apparent and true metabolizable energy and the effects of a nitrogen correction. **Poultry Science**, v.63, n.7, p.1386-1399, 1984.

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.

ANEXO

Quadro 1 – Descrição dos alimentos testados

Alimento	Descrição
Soja Integral Desativada com Casca	Grãos inteiros de soja com casca submetidos a um cozimento a vapor (63-107°C) sob pressão (4-8kgf/cm ²) e vácuo, para inativação dos fatores antinutricionais.
Soja Integral Desativada sem Casca	Grãos inteiros de soja sem casca submetidos a um cozimento a vapor (63-107°C) sob pressão (4-8kgf/cm ²) e vácuo, para inativação dos fatores antinutricionais.
Concentrado Protéico de Soja	É obtido mediante processos diferentes, baseados na extração (62-65% PB) e na fermentação (52-55% PB). No primeiro processo a proteína é extraída com água e etanol, havendo redução do seu conteúdo em oligossacarídeos e outros fatores antinutricionais, aumentando o conteúdo e a digestibilidade da proteína. Na fermentação aplica-se enzimas de procedência fúngica ou bacteriana, desativando os fatores antinutricionais.
Farelo de Soja Extrusada Semi Integral	Proveniente do processo de extrusão, onde o incremento de temperatura e pressão são responsáveis pela desativação de fatores anti-nutricionais contidas no grão sem que haja perda nutricional, Após a extrusão a soja é prensada e retirada parte do óleo.
Farelo de Soja	Produto resultante da extração do óleo dos grãos de soja por processo mecânico e/ou químico.
Glúten de Trigo	Produto obtido a partir da farinha de trigo, onde separanse a parte protéica do glúten, composta por prolaminas e gluteninas (insolúveis em água), da parte protéica solúvel em água (Albuminas), solúvel em soluções salinas (Globulinas) e do amido. Formando uma massa de farinha e água, que é lavada, até a água tornar-se limpa.
Glicerina	Subproduto da produção do biodiesel