

GLADSTONE BRUMANO

**COMPOSIÇÃO QUÍMICA E VALORES DE ENERGIA METABOLIZÁVEL
E DE AMINOÁCIDOS DIGESTÍVEIS DE ALIMENTOS PROTÉICOS PARA
AVES**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2005

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

T

B893c
2005

Brumano, Gladstone, 1975-

Composição química e valores de energia metabolizável e de aminoácidos digestíveis de alimentos protéicos para aves / Gladstone Brumano. – Viçosa : UFV, 2005. xii, f. : il. ; 28cm.

Inclui apêndices.

Orientador: Paulo Cezar Gomes.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 54-65.

1. Frango de corte -Alimentação e rações. 2. Frango de corte - Nutrição. 3. Frango de corte - Metabolismo. I. Universidade Federal de Viçosa. II.Título.

CDD 22.ed. 636.5085

GLADSTONE BRUMANO

**COMPOSIÇÃO QUÍMICA E VALORES DE ENERGIA METABOLIZÁVEL
E DE AMINOÁCIDOS DIGESTÍVEIS DE ALIMENTOS PROTÉICOS PARA
AVES**

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

APROVADA: 16 de fevereiro de 2005.

Prof. Luiz Fernando Teixeira Albino
(Conselheiro)

Prof. Horacio Santiago Hostagno
(Conselheiro)

Prof. Sérgio Luiz de Toledo Barreto

Dr. Júlio Maria Ribeiro Pupa

Prof. Paulo Cezar Gomes
(Orientador)

A Deus, pela vida e por estar sempre comigo.

Aos meus pais, Paulo e Dorinha, por minha formação, pelo amor e apoio em todos os momentos da minha vida.

À Natália, pelo amor, pelo carinho e por fazer parte de minha vida.

Ao meu sobrinho Gabriel, pela alegria.

Aos meus irmãos, pela convivência.

AGRADECIMENTO

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade do aprendizado.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

À Degussa, pelas análises de aminoácidos realizadas em seu laboratório na Alemanha.

Ao professor Paulo Cezar Gomes, por confiar e por apoiar em todos os momentos o meu trabalho, pelo exemplo profissional e pela valiosa orientação.

Aos professores Luiz Fernando Teixeira Albino e Horácio Santiago Rostagno, pela amizade, pela compreensão e pela orientação profissional.

Ao professor Sérgio Luiz de Toledo Barreto, pela amizade e pelas valiosas sugestões no trabalho.

Ao Doutor Júlio Maria Ribeiro Pupa, pela realização das cirurgias de cecectomia dos galos utilizados e pelas sugestões no trabalho.

Aos funcionários do Setor de Avicultura, Joselino, Mauro e Adriano, pela colaboração e pelo apoio, em especial ao amigo Elísio, pelo companheirismo e amizade.

Aos funcionários do laboratório, Vera e Fernando, pela colaboração na realização das análises laboratoriais.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, pelos serviços prestados.

Aos bolsistas, Arele e Heloísa, pela colaboração e apoio.

Aos amigos, Rafaela, Tatiana, Anderson e Gustavo, pela amizade e pelo apoio na realização deste trabalho.

Aos amigos, Luciano, Marlene e Priscila, pelo incentivo e pela amizade.

Aos amigos de graduação, Douglas, Jéferson, Darcilene, Juliana, Daniela, Luiz Otávio, Elaina e Leandro, pela agradável convivência.

Às amigas, Tereza e Lilinha, pelo apoio e colaboração.

Aos amigos, Dado, Leopoldo, Lula, Beto e a todos os BEIAS pelos anos de amizade e alegria, que foram essenciais à realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

GLADSTONE BRUMANO, filho de Paulo Antônio Brumano Pinto e Maria Auxiliadora Gomes, nasceu em Viçosa-MG, em 13 de outubro de 1975.

Em 1999, ingressou no curso de graduação em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, colando grau em 01 de agosto de 2003.

Em agosto de 2003, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia, na área de Nutrição de Monogástricos, na Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa de tese em 16 de fevereiro de 2005.

ÍNDICE

RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	xi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Composição química dos alimentos.....	3
2.2. Energia metabolizável dos alimentos.....	4
2.2.1. Métodos de determinação da energia metabolizável.....	5
2.2.2. Fatores que interferem nos valores de energia metabolizável.....	7
2.3. Aminoácidos digestíveis.....	9
2.3.1. Métodos de determinação da digestibilidade dos aminoácidos.....	11
2.3.2. Fatores que interferem na digestibilidade dos aminoácidos.....	13
CAPÍTULO 1. COMPOSIÇÃO QUÍMICA E VALORES DE ENERGIA METABOLIZÁVEL DE ALGUNS ALIMENTOS PROTÉICOS DETERMINADOS COM FRANGOS DE CORTE EM DIFERENTES IDADES	15
1. INTRODUÇÃO.....	15
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	17

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
3.1. Composição química dos alimentos.....	22
3.2. Valores de energia metabolizável aparente e de energia metabolizável aparente corrigida dos alimentos.....	25
4. RESUMO E CONCLUSÕES.....	29
CAPÍTULO 2. AMINOÁCIDOS DIGESTÍVEIS VERDADEIROS DE ALGUNS ALIMENTOS PROTÉICOS DETERMINADOS COM GALOS CECECTOMIZADOS.....	31
1. INTRODUÇÃO.....	31
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	33
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
3.1. Composição em aminoácidos totais dos alimentos.....	36
3.2. Coeficientes de digestibilidade e aminoácidos digestíveis verdadeiros.....	40
3.3. Excreção endógena dos aminoácidos.....	48
4. RESUMO E CONCLUSÕES.....	50
5. CONCLUSÕES GERAIS.....	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54
APÊNDICES.....	66
Apêndice A.....	67
Apêndice B.....	68

RESUMO

BRUMANO, Gladstone, M.S. Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2005.
Composição química e valores de energia metabolizável e de aminoácidos digestíveis de alimentos protéicos para aves. Orientador: Paulo Cezar Gomes.
Conselheiros: Luiz Fernando Teixeira Albino e Horácio Santiago Rostagno.

Foram realizados dois experimentos no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa. Pretendeu-se, no primeiro experimento, determinar a composição química e os valores de energia metabolizável de dez alimentos protéicos com frangos de corte em duas idades diferentes e, no segundo, determinar os coeficientes de digestibilidade e os valores de aminoácidos digestíveis verdadeiros de doze alimentos protéicos para aves. Para determinar os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn), foi utilizado o método tradicional de coleta total de excretas, com pintos de corte machos, nos períodos de 21 a 30 (primeiro período) e de 41 a 50 (segundo período) dias de idade, num delineamento experimental inteiramente casualizado, com dez tratamentos, seis repetições e seis e quatro aves por unidade experimental para o primeiro e segundo período, respectivamente. Os alimentos estudados foram: farelo de algodão, farelo de glúten

de milho, concentrado protéico de soja, duas farinhas de carne e ossos, farinha de peixe, farinha de vísceras de aves de alta gordura, dois plasmas sanguíneos e hemácias. Os valores de EMAn (Kcal/Kg), na matéria natural, no primeiro e no segundo período experimental foram, respectivamente, para o farelo de algodão: 1963 e 2461; para o glúten de milho: 3608 e 4013; para o concentrado protéico de soja: 2043 e 2155; para a farinha de carne e ossos 36%: 1249 e 1573; para a farinha de carne e ossos 45%: 1391 e 1766; para a farinha de peixe: 3055 e 3077; para a farinha de vísceras de aves de alta gordura: 2990 e 3172; para o plasma sanguíneo 70%: 2673 e 2730; para o plasma sanguíneo 78%: 3027 e 3704; e para as hemácias: 2834 e 3256. Todos os alimentos apresentaram valores superiores de EMA e de EMAn no segundo período experimental, indicando que as aves apresentam melhor aproveitamento dos alimentos com o avanço da idade. No segundo experimento, foi utilizado o método de “alimentação forçada” com galos cecectomizados, em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com doze tratamentos, seis repetições e um galo por unidade experimental. Os alimentos estudados foram: farelo de glúten de milho 22% e 60%, concentrado protéico de soja, soja integral extrusada parcialmente desengordurada, farinha de carne e ossos 36% e 45%, farinha de peixe, farinha de vísceras de aves de alta gordura, farinha de penas, plasma sanguíneo 70% e 78% e hemácias. Os valores médios dos coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos essenciais e não-essenciais, em percentagem, foram, respectivamente, para o farelo de glúten de milho 22%: 83,32 e 87,20; para o farelo de glúten de milho 60%: 92,90 e 94,86; para o concentrado protéico de soja: 91,10 e 90,19; para a soja integral extrusada parcialmente desengordurada: 88,90 e 88,91; para a farinha de carne e ossos 36%: 88,63 e 85,94; para a farinha de carne e ossos 45%: 87,80 e 85,00; para a farinha de peixe: 89,39 e 87,32; para a farinha de vísceras de aves de alta gordura: 79,22 e 74,36; para a farinha de penas: 85,89 e 82,32; para o plasma sanguíneo 70%: 87,22 e 87,78; para o plasma sanguíneo 78%: 90,42 e 91,40; e para as hemácias: 95,25 e 94,31.

ABSTRACT

BRUMANO, Gladstone. M.S. Universidade Federal de Viçosa, february, 2005.
Chemical composition, metabolizable energy values and digestible amino acids values of some proteic feedstuffs for poultry. Adviser: Paulo Cezar Gomes. Committee Members: Luiz Fernando Teixeira Albino and Horácio Santiago Rostagno.

Two experiments were carried out the animal science Department of the Federal University of Viçosa. The first one had as objective to determine the chemical composition and the metabolizable energy values of ten proteic foods in two cut chicken groups which had different ages; the second experiment determined the real digestibility coefficients and the real digestible amino acids values of twelve proteic feedstuffs for poultry. To determine values for apparent metabolisable energy (AME) and apparent metabolizable energy corrected by nitrogen (AMEn), the traditional method of total excreta collection was used, with male young chickens of cut, in the periods of 21 the 30 (first period) and 41 the 50 (according to period) days of age. The design used in this research was a completely randomized one, with ten treatments, six repetitions and six poultry per the first experiment and four poultry per the second experiment. The foods studied were: cotton meal, corn

gluten meal, soybean proteic concentrate, two meat and bones meals, fish meal, poultry by-product meal, two spray-dried plasma and erythrocytes. The AMEn (Kcal/Kg) values verified in the first and second experimental periods had been, respectively classified for the cotton meal as 1963 and 2461; for the corn gluten meal as 3608 and 4013; for the soybean proteic concentrate as 2043 and 2155; for the meat and bones meal 36% as 1249 and 1573; for the meat and bones meal 45% as 1391 and 1766; for the fish meal as 3055 and 3077; for the poultry by-product meal as 2990 and 3172; for the spray-dried plasma 70% as 2673 and 2730; for the spray-dried plasma 78% as 3027 and 3704 and for the erythrocytes as 2834 and 3256. All foods presented superior values of AME and AMEn in second experimental period suggesting that the poultry present better foods profit with aging. In the second experiment, the method of "forced feed" was used to determine the amino acids real digestibility coefficients with cecectomized roosters. The design used in this research was a completely randomized one, with twelve treatments, six repetitions and one rooster per experimental unit. The foods studied were: corn gluten meal 22%, corn gluten meal 60%, soybean proteic concentrate, soybean full fat, meat and bones meal 36%, meat and bones meal 45%, fish meal, poultry by-product meal, feather meal, spray-dried plasma 70%, spray-dried plasma 78% and erythrocytes. The essential and not-essential amino acids real digestibility coefficients average values were assessed for those foods, in percentage, and were classified as following, respectively, for the corn gluten meal 22%: 83,32 and 87,20; for the corn gluten meal 60%: 92,90 and 94,86; for the soybean proteic concentrate: 91,10 and 90,19; for the soybean full fat: 88,90 and 88,91; for the meat and bones meal 36%: 88,63 and 85,94; for the meat and bones meal 45%: 87,80 and 85,00; for the fish meal: 89,39 and 87,32; for the poultry by-product meal: 79,22 and 74,36; for the feather meal: 85,89 and 82,32; for the spray-dried plasma 70%: 87,22 and 87,78; for the spray-dried plasma 78%: 90,42 and 91,40; and for the erythrocytes: 95,25 and 94,31.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, existe uma diversidade de alimentos que precisam ser mais estudados, principalmente alimentos de origem animal, por apresentarem valores nutritivos muito variados em virtude do uso de diferentes processamentos.

As tabelas nacionais de composição dos alimentos e de exigências nutricionais têm contribuído para o avanço da avicultura no Brasil, proporcionando dados mais precisos dos alimentos, o que tem permitido melhor utilização, principalmente dos alimentos não convencionais. Entretanto, é importante que as tabelas sejam constantemente atualizadas, que trabalhos sejam gerados para verificar o valor nutricional dos alimentos, gerando assim informações, que forneçam maior confiabilidade e que permitam aos nutricionistas formularem rações mais eficientes que possibilitem as aves expressar todo o seu potencial genético.

A energia presente nos alimentos para aves é comumente expressa na forma de energia metabolizável (EM). A determinação dos valores de EM dos alimentos é importante para o cálculo de rações, sendo a utilização desses valores necessária para obter produtividade e rentabilidade ao setor avícola.

Para melhor utilização dos alimentos pelos animais, é preciso conhecer, além da composição química e energética, o teor em 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 dietas 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).

Atualmente, utilizam-se os valores de aminoácidos digestíveis na formulação de rações para aves, o que tem estimulado pesquisadores a elaborarem e complementarem tabelas, incluindo valores de aminoácidos digestíveis de vários alimentos convencionais e não-convencionais. Esses valores têm permitido melhor utilização dos alimentos em rações balanceadas para aves, reduzindo, dessa forma, a eliminação de poluentes.

Objetivou-se, neste trabalho, determinar não só a composição química e os valores de energia metabolizável aparente e aparente corrigida de alguns alimentos protéicos com frangos de corte em diferentes idades, mas também os coeficientes de digestibilidade e os valores de aminoácidos digestíveis verdadeiros de alguns alimentos protéicos para aves.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Composição química dos alimentos

A formulação de rações envolve a mistura de alimentos e/ou seus subprodutos, de forma a fornecer quantidades adequadas dos nutrientes exigidos pelos animais. A utilização de alimentos alternativos em substituição ao milho e ao farelo de soja, na formulação de rações para aves, pode tornar-se uma opção econômica. De acordo com AZEVEDO (1997), a precisão dos valores de composição química e energética e da digestibilidade dos nutrientes é primordial na busca da redução dos custos e de melhor produtividade.

A realização de análises químico-bromatológicas de todos os ingredientes utilizados na formulação da ração é onerosa, demorada e muitas vezes trabalhosa, levando ao uso constante de tabelas de composição química e energética dos alimentos.

Alguns alimentos apresentam pouca variação no seu valor nutricional; em contrapartida, outros não mostram padronização, apresentando grande variação em seus valores nutricionais. Segundo ROSTAGNO (1990), este fato se deve à

diferença existente na composição da matéria-prima e ao processamento pelo qual passam esses produtos.

Quando alimentos são submetidos a um processamento padronizado, as diferenças nos valores nutritivos e energéticos encontrados na literatura estrangeira, comparados com a literatura brasileira, diminuem. Segundo ALBINO (1980), a composição química dos alimentos está relacionada com vários fatores, dentre eles: clima, fertilidade do solo, variedade, armazenamento, processamento e amostragem. As maiores variações na composição química e nos valores energéticos são observadas nos alimentos de origem animal. Para estes alimentos, considerando a dificuldade em estabelecer um padrão contínuo do material produzido em graxarias de abatedouros, ao estabelecer a composição química média dos lotes produzidos, podem-se obter valores de composição química mais próximos aos dos produtos utilizados.

DOLZ e BLAS (1992), analisando 20 diferentes amostras de farinha de carne e ossos, afirmaram que, dependendo do tipo de matéria prima e do processamento a que foram submetidos, os níveis de proteína, de gordura e de cinzas desse produto mostram-se extremamente variáveis.

2.2. Energia metabolizável dos alimentos

A energia não é considerada um nutriente, mas, sim, o produto resultante da oxidação dos nutrientes pelo metabolismo, sendo o principal fator limitante para o ótimo desempenho das aves.

A energia presente nos alimentos pode ser expressa na forma de energia bruta, digestível, metabolizável e líquida. A energia bruta indica apenas a energia presente no alimento. Como as aves excretam urina e fezes juntos, o uso de energia digestível na formulação de rações de aves é inviável, pois sua determinação é realizada pela diferença entre a energia ingerida e a energia excretada nas fezes. A EM dos alimentos é definida como a diferença entre a energia bruta (EB) ingerida e

a EB excretada nas fezes e urina. A maior limitação para o uso de valores de energia líquida refere-se ao alto custo dos equipamentos utilizados. Segundo MATTERSON et al. (1965), os valores de EM dos alimentos são a forma mais utilizada no cálculo de rações para aves, em razão de ser pouco influenciada pelo balanço nutricional, ser de fácil determinação, além de serem as variações comuns ao método fáceis de serem determinadas.

2.2.1. Métodos de determinação da energia metabolizável

Existem vários métodos de determinação dos valores de EM dos alimentos, a saber: os ensaios biológicos, que são o método tradicional com pintos e galos, os métodos de Sibbald e de Farrel, que utilizam galos; e os ensaios não-biológicos, que são os métodos “in vitro” e o uso de equações de predição, que se baseiam na composição química dos alimentos. Segundo FISCHER JR. (1997), a utilização destes métodos permite a determinação de valores de energia metabolizável aparente (EMA), de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn), energia metabolizável verdadeira (EMV) e energia metabolizável verdadeira corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMVn).

O método mais utilizado para a determinação da EMA é o tradicional de coleta total de excretas, descrito por SIBBALD e SLINGER (1963), que considera a quantidade de energia consumida subtraída da quantidade de energia excretada pelas aves. Outra forma de determinação dos valores de EMA é pelo uso de óxido de cromo como indicador. Dentre as críticas relacionadas com a determinação da EMA, BORGES et al. (1998b) observaram que os valores de EMA foram afetados pela quantidade de alimento ingerido, pois, quanto menor o consumo, menores os valores de EMA, podendo levar a maiores erros experimentais. Outra crítica é o fato de que nem toda energia perdida na excreta vem do alimento, pois existem perdas metabólicas e endógenas do animal, que subestimam os valores de EMA dos alimentos (ALBINO, 1991).

Com base nessas críticas, SIBBALD (1976a) desenvolveu uma metodologia para determinação dos valores de EMV, em que se consideram as perdas da energia fecal metabólica (EFm) e da energia urinária endógena (EUE), as quais são obtidas por meio de aves em jejum, durante o período de coleta de excretas. Este método baseia-se no fornecimento de quantidade conhecida (20-30g) do alimento a ser testado através de um funil-sonda direto no papo. Em seguida procede-se a coleta total das excretas por um período de 48 horas. O método utilizado é conhecido como método de alimentação forçada ou alimentação precisa. FARREL e RAHARJO (1982) comentam que, neste método, tem-se o rápido tempo para execução da metodologia e uma pequena quantidade de alimento utilizada, porém, com este baixo consumo, as perdas EFm e EUE apresentam-se maiores em relação à excreção de energia, resultando em decréscimo do valor de EMA. Os autores comentam, ainda, que a ingestão dos alimentos puros evita os efeitos antagônicos e sinérgicos existentes entre os alimentos, que são desejáveis para a utilização da energia destes.

FARREL (1978) desenvolveu um método rápido para a determinação da EMA, utilizando galos adultos treinados a consumir de 80 a 100g de ração em um período de uma hora, coletando as excretas após 48 horas. O alimento a ser testado é misturado a uma ração referência em partes iguais e esta mistura deve ser peletizada. Os galos são alojados em gaiolas individuais, assim, tem-se um maior controle sobre a alimentação e a coleta das excretas. Dentre os problemas relacionados com esta técnica, SCHANG e HAMILTON (1982) constataram que muitas aves não conseguem ser treinadas a ingerir em uma hora a quantidade de alimento necessária para atender às suas exigências nutricionais, ocasionando uma alta variabilidade nos resultados.

Equações de predição também são utilizadas para determinar a EMA, através da composição química dos alimentos. Todavia, nesta metodologia, todos os alimentos são considerados igualmente digestíveis, ocasionando superestimação dos valores de EMA de alguns alimentos.

Na determinação dos ensaios biológicos, os valores energéticos dos alimentos podem apresentar balanço de nitrogênio (BN) positivo ou negativo. O BN estima com precisão a retenção ou perda de nitrogênio pelo animal (SIBBALD e MORSE, 1983a e SIBBALD e WOLYNETZ, 1986). Esta correção representa a energia do material excretado que continha nitrogênio temporariamente retido no corpo do animal (MUZTAR e SLINGER, 1981). HILL e ANDERSON (1958) propuseram um valor de correção de 8,22 kcal por grama de nitrogênio retido, em razão de ser a energia obtida quando o ácido úrico é completamente oxidado. A retenção do nitrogênio pode ser influenciada por vários fatores, tais como: o consumo e a composição do alimento. Assim, tornou-se prática comum corrigir os valores de EMA e EMV pelo BN.

ALBINO (1991), usando o método tradicional com pintos e o de alimentação forçada com galos, verificou que os sistemas de determinação de EMAn e EMVn fornecem valores que são adequados para formular rações para aves, embora a maior limitação para se usar o sistema de EMV seja o fato de todos os padrões nutricionais brasileiros se basearem em EMA.

2.2.2. Fatores que interferem nos valores de energia metabolizável

Os subprodutos de origem animal, segundo PENZ JR et al. (1999), apresentam as maiores variações nos valores de EMA e EMAn, graças ao processamento empregado e ao tipo e proporção dos materiais que constituem o produto. O conteúdo de proteína bruta, extrato etéreo e minerais possivelmente são os fatores responsáveis pelas variações nos valores de EM e na composição química dos produtos de origem animal. Pela dificuldade de padronização destes produtos, as determinações da composição química e energética de cada lote adquirido talvez sejam necessárias.

Os valores de EM dos alimentos utilizados na alimentação de aves são influenciados por diversos fatores, tais como: deficiências de aminoácidos e

vitaminas, níveis de cálcio e fósforo, níveis de inclusão de gorduras, idade das aves, peso das aves, sexo, metodologia utilizada, componentes da ração, entre outros (COELHO, 1983).

Aves mais jovens possuem menor capacidade de digestão e absorção de nutrientes, por não estar o sistema digestivo completamente desenvolvido, em especial para as gorduras presentes na dieta resultantes da baixa secreção de lipase e sais biliares. Em contrapartida, aves mais velhas, que apresentam sistema digestivo plenamente desenvolvido e maior tamanho do trato digestivo, possibilitam maior permanência do alimento em contato com as enzimas e secreções gástricas e, portanto, melhor aproveitamento dos alimentos.

ALBINO et al. (1982), utilizando frangos de corte nas idades de 21 e 42 dias de idade e 14 alimentos, verificaram que os alimentos com altos teores de fibra bruta apresentaram valores de EM melhores, quando foram utilizadas aves com 42 dias de idade, evidenciando que aves adultas metabolizam mais eficientemente a energia presente nos alimentos.

NASCIMENTO et al. (2000), trabalhando com frangos de corte em duas idades diferentes (16 e 30 dias) e cinco níveis de inclusão da farinha de vísceras, encontraram diferença entre os valores de EMAn das duas idades testadas para a farinha de vísceras o que não ocorreu para a EMA. Esses autores concluíram que o aumento do nível de substituição das farinhas de vísceras pela ração referência provocou diminuição no valor energético das mesmas. DOZ e BLAS (1992) também verificaram que os valores de EM diminuía quando o nível de substituição do alimento aumentava, ao trabalharem com farinha de carne, porém não encontraram diferença significativa entre os valores.

O processamento e o armazenamento dos alimentos interferem na digestibilidade de seus nutrientes, podendo alterar o seu valor energético. CARVALHO et al. (2004), trabalhando com milhos de diferentes temperaturas de secagem (80, 100 e 120°C) e diferentes tempos de armazenamento (0, 60, 120 e 180 dias) observaram redução linear dos valores de EMA e EMAn com o aumento do

tempo de armazenamento. Esses autores verificaram que a secagem dos grãos a altas temperaturas influenciou os valores de EM, mas não alterou a composição química e o valor de EB.

O período de coleta das amostras de excretas pode-se tornar uma fonte de erro e alterar o valor de EM. De acordo com CHAMI et al. (1980), houve diferença no valor de EMV quando compararam os períodos de coletas de 24 e 48 horas, verificando que o período de coletas é influenciado pela digestibilidade do alimento.

2.3. Aminoácidos digestíveis

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 presentes nos alimentos, bem como as exigências dos animais em aminoácidos digestíveis (ALBINO et al., 1992b).

Rações formuladas com aminoácidos sulfurosos (AZCONA et al., 1995) promoveram maior desempenho de frangos de corte, quando formuladas com aminoácidos digestíveis em relação às formuladas com aminoácidos totais.

Os termos digestibilidade e disponibilidade de aminoácidos muitas vezes são usados de forma incorreta. A disponibilidade é a quantidade de aminoácidos presentes nos alimentos que estão disponíveis ao animal para serem utilizados nos processos de anabolismo e catabolismo, ou seja, no crescimento, na manutenção e na produção (CAVE, 1988); e a digestibilidade é obtida medindo-se a quantidade de aminoácidos na excreta ou em material coletado do íleo terminal e subtraindo-se esses valores dos níveis de aminoácidos ingeridos (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; todavia a metodologia da digestibilidade é a mais utilizada.

PUPA (1995), avaliando o desempenho de frangos de corte que receberam rações elaboradas com valores de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos de alguns alimentos alternativos (farelo de arroz, farinha de carne e ossos, farinha de penas, farinha de vísceras e sorgo), observou que as rações elaboradas com estes alimentos resultaram em frangos de corte com desempenhos similares e com menor custo, em relação àqueles alimentados com milho e farelo de soja.

De acordo com o NRC (1994), os valores de digestibilidade dos aminoácidos variam bastante entre os ingredientes, principalmente para os produtos de origem animal. Assim, é possível melhor utilizar os alimentos alternativos quando se conhecem seus valores de digestibilidade dos aminoácidos.

VIEITES (1999), ao avaliar a digestibilidade dos aminoácidos de algumas farinhas de carne e ossos, comenta que a utilização destas nas formulações de rações para aves deve ser com base na sua composição em aminoácidos digestíveis para que os aminoácidos limitantes sejam suplementados adequadamente.

Considerando o crescente interesse em determinar os valores de digestibilidade dos aminoácidos nos diversos alimentos e a formulação das rações com base em aminoácidos digestíveis, vários estudos foram realizados ao longo dos anos, com o intuito de avaliar o melhor método a ser empregado nos ensaios de digestibilidade (PARSONS, 1984; HARTEL, 1986; SIBBALD, 1986; ANGKANAPORN et al., 1997; e SCOTT et al., 1998).

2.3.1. Métodos de determinação da 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*. A maior crítica que se pode fazer aos métodos *in vitro* é de que não se podem reproduzir a complexidade e as condições dinâmicas encontradas nos animais, porém estes testes são rápidos, baratos e detectam diferenças na digestibilidade dos aminoácidos (PARSONS, 1985). Os ensaios *in vivo*, ou biológicos, são considerados os mais precisos para avaliar a digestibilidade dos aminoácidos, dentre eles se destacam: o método da alimentação forçada com galos inteiros ou cecectomizados, a alimentação *ad libitum* com galos ou pintos intactos para determinar a digestibilidade ileal e a coleta total de excretas com pintos.

No método de coleta total de excretas com pintos, o alimento testado substitui de 30 a 40% uma ração-teste e determina-se a digestibilidade dos aminoácidos pela diferença do conteúdo em aminoácidos ingerido do excretado. Pode-se usar um marcador fecal (óxido férrico) ou um indicador fecal (óxido crômico) para identificar o início e o término do período de coleta.

ROSTAGNO e FEATHERSTON (1977), ao determinarem a digestibilidade dos aminoácidos utilizando a técnica de coleta total e o uso de indicador fecal, concluíram que o uso de óxido de cromo foi o método mais adequado para determinar a digestibilidade dos aminoácidos.

Outro método empregado na determinação da digestibilidade dos aminoácidos dos alimentos é o da coleta da digesta ileal, que se baseia no fato de que os aminoácidos são absorvidos no intestino delgado, enquanto as proteínas, os peptídeos e os aminoácidos não digeridos são desdobrados por microrganismos no intestino grosso, sendo absorvidos como amônia, aminas ou amidas, porém não são

utilizados na síntese protéica (ROSTAGNO et al. 1999). Dentre os inconvenientes deste método, ANGKANAPORN et al. (1997) citam a necessidade de sacrificar as aves utilizadas no ensaio, e a pequena quantidade de amostra coletada no íleo terminal, que segundo KADIM e MOUGHAN (1997), uma amostragem do conteúdo do íleo de 15 cm é suficiente para a realização das análises.

O método da alimentação forçada, descrito por SIBBALD (1976a), para avaliar os valores de EMV, é o mais utilizado na determinação da digestibilidade verdadeira de aminoácidos, apresentando baixo custo, rapidez e precisão na obtenção dos valores (VIEITES, 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. Por esta razão, este autor indica o uso de galos cecectomizados nos ensaios de digestibilidade de aminoácidos. 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.

PARSONS (1986) determinou a digestibilidade e a disponibilidade de aminoácidos da farinha de carne, utilizando galos intactos e cecectomizados, para determinar a digestibilidade, e pintos em crescimento, para avaliar a disponibilidade. O autor encontrou valores de digestibilidade superestimados com os galos intactos e os determinados com galos cecectomizados foram coerentes com os valores de disponibilidade obtidos no ensaio com pintos em crescimento. O uso de galos cecectomizados na determinação dos valores de aminoácidos digestíveis é o método mais comum.

2.3.2. Fatores que interferem na digestibilidade dos aminoácidos

Alguns alimentos, principalmente os de origem animal, apresentam variada digestibilidade de proteína e de aminoácidos entre diferentes amostras retiradas de um mesmo lote. Existem, ainda, interações entre o animal e o alimento que podem alterar os valores de digestibilidade dos aminoácidos. Além dos fatores ligados à fisiologia animal, os alimentos revelam características que interferem na digestibilidade dos aminoácidos. COON (1991) cita alguns destes fatores, a saber: inibidores de protease, presença de taninos, reação de Maillard, produtos da oxidação da gordura e interação proteína-proteína. Muitos destes fatores são próprios dos alimentos ou adquiridos pelo processamento inadequado.

BATTERHAM et al. (1986), ao determinar a digestibilidade da lisina em farinhas de carne, farinha de carne e ossos e farinha de sangue, constataram que a digestibilidade é dependente do processamento e não das matérias-primas utilizadas nestas farinhas.

Ao trabalharem com milhos de diferentes temperaturas de secagem (80, 100 e 120°C) e diferentes tempos de armazenamento (0, 60, 120 e 180 dias), CARVALHO et al. (2002) 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 aminoácidos mais afetados.

A temperatura ambiente pode afetar os valores de digestibilidade dos alimentos, conforme ZUPRIZAL et al. (1993), que observaram redução de 5% na digestibilidade verdadeira da proteína e dos aminoácidos digestíveis do farelo de soja, quando a temperatura ambiente aumentou de 21°C para 32°C.

Muitos questionamentos têm ocorrido quanto ao uso de aves em jejum para determinar as perdas da EFm e da EUe. O tipo de galo utilizado nos ensaios biológicos pode afetar a digestibilidade dos aminoácidos. POPEMA e DUKE (1992) observaram que o efeito do uso de ligadura do ceco foi menos estressante fisicamente, que os galos que sofreram a retirada do ceco, o que favoreceu uma

rápida recuperação das atividades normais e do consumo de ração proporcionando maior ganho de peso.

Como alternativa à mensuração das perdas endógenas pelo animal, foi proposto o uso de dieta isenta de proteína. Entretanto, estudos questionam que a fibra e a energia presentes na ração podem afetar as perdas endógenas (ENGSTER et al., 1985; MUZTAR e SLINGER, 1980). MUZTAR e SLINGER (1980) observaram que as perdas metabólicas aumentaram quando se utilizou dieta isenta de proteína em vez de animais em jejum.

De acordo com ANGKANAPORN et al. (1997), a concentração de proteína da dieta pode explicar uma variação encontrada no conteúdo de aminoácidos digestíveis dos alimentos.

Segundo COON (1991), elevados níveis de fibras na dieta das aves aumentam a excreção de aminoácidos, elevando a produção de muco na mucosa intestinal, diminuindo a disponibilidade dos aminoácidos, graças à viscosidade formada sobre a digesta, dificultando a atuação das enzimas. Todavia, KIENER (1989), comparando quatro níveis de fibra na ração (30, 60, 90 e 120g de celulose/kg de ração) com galos cecectomizados, concluiu que o aumento no nível de fibra não teve efeito significativo na secreção de aminoácidos endógenos.

CAPÍTULO 1

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E VALORES DE ENERGIA METABOLIZÁVEL DE ALGUNS ALIMENTOS PROTÉICOS DETERMINADOS COM FRANGOS DE CORTE EM DIFERENTES IDADES

1. INTRODUÇÃO

A substituição do milho e do farelo de soja por alimentos alternativos, como os subprodutos da indústria, em rações para aves é um procedimento que visa, principalmente, à redução dos gastos com alimentação. Outras vantagens, porém, podem ser citadas, tais como: menor competição com o homem em relação aos alimentos de uso comum e eliminação ou redução de subprodutos poluentes.

Na formulação de rações, é de fundamental importância conhecer o valor nutritivo dos alimentos. Para isto, devem-se determinar a composição química, a disponibilidade dos nutrientes e a concentração energética. A energia presente nos alimentos é o produto resultante da transformação dos nutrientes pelo metabolismo

animal e o valor energético dos alimentos e as exigências nutricionais em energia das aves vêm sendo expressos na forma de energia metabolizável aparente (ALBINO, 1991). Os valores de energia metabolizável (EM) dos alimentos são importantes no cálculo de rações para aves, sendo sua utilização essencial à obtenção de produtividade e rentabilidade ao setor.

Os subprodutos de origem animal contêm composição química bastante variável. Essas variações podem ser em parte explicadas pela forma de processamento empregada e pelo tipo e proporção dos materiais utilizados (PENZ JÚNIOR, 1999). Esse autor mostra grande variação nos valores de EM de farinhas de carne e ossos nas diferentes tabelas, tanto nacionais como internacionais. Isto ocorre, principalmente por causa da dificuldade dos setores de graxarias de abatedouros em adotar um padrão contínuo do material produzido (ALBINO e SILVA, 1996).

Existem vários métodos para determinar os valores de EM, sendo o mais utilizado o da coleta total de excretas com pintos de corte. Embora seja o mais utilizado, este método apresenta algumas críticas, dentre elas a interferência da idade das aves nos valores de energia. As aves mais jovens possuem menor capacidade de digestão e absorção dos nutrientes, por terem o sistema digestivo em desenvolvimento, enquanto as aves mais velhas, com sistema digestivo plenamente desenvolvido apresentam maior tamanho do trato digestivo e maior produção de enzimas e de secreções gástricas, daí, o melhor aproveitamento dos alimentos.

Deste modo, objetivou-se, neste trabalho, determinar a composição química e os valores de energia metabolizável de alguns alimentos protéicos com frangos de corte em duas idades diferentes.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, no período de 16/06/2004 a 15/07/2004. A média das temperaturas, máxima e mínima, durante os dois períodos experimentais, foram de 24 e 16°C, respectivamente.

As análises químicas para a determinação da composição química dos alimentos foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, sendo determinados os valores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), energia bruta (EB) matéria mineral (MM), cálcio (Ca) e fósforo (P). O método utilizado para essas análises foi descrito por SILVA (2002).

Para determinar os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn), foi utilizado o método tradicional de coleta total de excretas, coletadas de pintos de corte de 21 a 30 e de 41 a 50 dias de idade. As aves foram criadas em círculos de proteção em galpão de alvenaria e receberam ração inicial, segundo ROSTAGNO et al. (2000), até 21 dias de idade, quando, então,

foram transferidas para baterias metálicas, dando início ao primeiro período experimental. Foram utilizados 396 pintos machos da linhagem Ross, no período de 21 a 30 dias de idade, com peso médio de 662,89 gramas, num delineamento experimental inteiramente casualizado, com dez tratamentos, seis repetições e seis aves por unidade experimental.

Dentre os alimentos testados, seis deles (farelo de algodão, duas farinhas de carne e ossos, farinha de peixe, farinha de vísceras de aves de alta gordura e glúten de milho) substituíram em 30% a ração-referência (Tabela 1) e os outros quatro alimentos (dois plasmas sanguíneos, hemácias e concentrado protéico de soja) substituíram em 20% a ração referêcia. O período experimental foi de dez dias, sendo cinco de adaptação e cinco de coleta total de excretas. As excretas de todas as unidades experimentais foram coletadas em bandejas cobertas com plástico a intervalos de doze horas, para evitar fermentação. O material colhido foi colocado em sacos plásticos e armazenado em congelador, até o final do período de coleta. Ao término do experimento, foi determinada a quantidade total de ração consumida por repetição. As excretas foram descongeladas, pesadas e homogeneizadas, sendo retiradas alíquotas e colocadas em estufa de ventilação forçada, à temperatura de 60° C, por um período de 72 horas, para proceder à pré-secagem e, subseqüentemente realizadas as análises laboratoriais de MS, EB e nitrogênio das rações e das excretas, segundo o método descrito por SILVA (2002).

Aos 30 dias de idade, as aves foram levadas novamente para o galpão de alvenaria, onde receberam ração de crescimento para frangos de corte, durante dez dias, seguindo recomendações de ROSTAGNO et al. (2000).

O segundo período experimental teve início quando as aves completaram 41 dias de idade, quando 264 aves, com peso médio de 2.208 gramas, foram distribuídas num delineamento experimental inteiramente casualizado, com dez tratamentos, seis repetições e quatro aves por unidade experimental.

Tabela 1 – Composição percentual, química e valor nutricional da dieta referência, na matéria natural

Ingredientes	%
Milho (7,8% PB)	56,35
Farelo de soja (45% PB)	35,82
Óleo de soja	3,85
Fosfato bicálcio	1,82
Calcário	0,98
Sal comum	0,46
DL – metionina (99%)	0,24
L – Lisina HCL (98%)	0,16
Mistura vitamínica ¹	0,10
Mistura mineral ²	0,05
Anticoccidiano (Salinomicina 12%)	0,05
Cloreto de colina 60%	0,10
Promotor (Avilamicina 10%)	0,01
Antioxidante (BHT)	0,01
Total	100,00
Composição calculada	
Proteína bruta (%)	21,00
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.050
Energia metabolizável determinada (kcal/kg)	3.370
Cálcio (%)	0,960
Fósforo disponível (%)	0,450
Sódio (%)	0,222
Metionina + Cistina (%)	0,897
Metionina + Cistina digestível (%)	0,816
Lisina (%)	1,263
Lisina digestível (%)	1,145
Treonina (%)	0,824
Treonina digestível (%)	0,717
Triptofano (%)	0,266
Triptofano digestível (%)	0,241

¹ Rovimix Aves (Roche) – Composição/kg: vit. A 12.000.000 U.I., vit D₃ 3.600.000 U.I., vit. E 3.500 U.I., vit B₁ 2.500 mg, vit B₂ 8.000 mg, vit B₆ 3.000 mg, ác. pantotênico 12.000 mg, biotina 200 mg, vit. K 3.000 mg, ác. fólico 3.500 mg, ác. nicotínico 40.000 mg, vit. B₁₂ 20.000 mg, selênio 130 mg, veículo q.s.p. 1.000g.

² Roligomix Aves (Roche) – Composição/kg: manganês -160g, ferro -100g, zinco -100g, cobre -20g, cobalto -2g, iodo -2g, excipiente q.s.p. – 1000g.

A ração-referência e as rações testes foram as mesmas do primeiro período experimental, que também tiveram a finalidade de determinar os valores de EM dos alimentos.

Assim como no primeiro período experimental, as aves passaram por cinco dias de adaptação e cinco dias de coleta total de excretas. As excretas foram coletadas a intervalos de doze horas e acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em congelador, até o final do período de coleta.

As excretas coletadas no segundo período experimental seguiram os mesmos procedimentos do primeiro período e foram submetidas às mesmas análises laboratoriais.

As temperaturas média, máxima e mínima, observadas nos dois períodos experimentais, foram registradas diariamente por dois termômetros de máximas e mínimas, ambos distribuídos aleatoriamente dentro da instalação.

Os valores de EMA e EMAn foram determinados por meio das equações descritas por MATTERSON et al. (1965).

As equações utilizadas no cálculo da EMA e da EMAn das rações (teste e referência) e dos alimentos foram:

$$EMA_{RT} = \frac{(EB \text{ ing} - EB \text{ exc})}{MS \text{ ing}}$$

$$EMA_{RR} = \frac{(EB \text{ ing} - EB \text{ exc})}{MS \text{ ing}}$$

$$EMA_{ALIM} = EMA_{RR} + \frac{EMA_{RT} - EMA_{RR}}{\% \text{ subst.}}$$

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

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

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

em que:

- EMA_{RT} = energia metabolizável aparente da ração-teste;
- EMA_{RR} = energia metabolizável aparente da ração-referência;
- EMA_{ALI} = energia metabolizável aparente do alimento;
- EMAn_{RT} = energia metabolizável aparente corrigida da ração-teste;
- EMAn_{RR} = energia metabolizável aparente corrigida da ração-referência;
- EMAn_{ALI} = energia metabolizável aparente corrigida do alimento;
- EB ing = energia bruta ingerida;
- EB exc = energia bruta excretada;
- MS ing = matéria seca ingerida; e
- BN = balanço de nitrogênio

Os dados foram analisados por meio de análise de variância. Dado o interesse em verificar se existe diferença significativa da EMA e da EMAn dos alimentos entre as duas idades avaliadas, analisaram-se somente os efeitos da idade dentro de cada tratamento, utilizando-se o teste F a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Composição química dos alimentos

Os valores de composição química dos alimentos avaliados estão apresentados na tabela 2.

Quando comparados com os da literatura, observaram-se variações entre os valores de composição química dos alimentos, tanto nas tabelas nacionais (ROSTAGNO et al., 2000 e EMBRAPA, 1991), quanto nas tabelas estrangeiras (FEDNA, 2003 e NRC, 1994 e 1998). Essas variações podem ser causadas por vários fatores, tais como: a variação existente entre solos, clima, tipos de processamento e tempo de armazenamento que sofrem os alimentos (ALBINO e SILVA, 1996). Condições inadequadas de armazenamento também podem interferir, reduzindo os valores de composição química. Para os subprodutos de origem animal essas variações foram maiores, provavelmente, em razão dos métodos de processamento, da falta de padronização e da grande variação na qualidade e na composição da matéria-prima utilizada, evidenciando a importância em determinar padrões para a sua produção.

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

Alimentos	MS	PB	EE	FB	FDN	FDA	MM	Ca	P	EB
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	(Kcal/Kg)
Farelo de algodão	89,10	38,45	1,19	12,96	29,21	2,12	5,97	0,20	1,01	4.185
Farelo de glúten de milho 60%	90,84	59,49	1,21	1,52	8,05	3,31	1,58	0,02	0,45	5.013
Concentrado protéico de soja	88,32	64,82	0,44	1,74	11,35	6,42	5,71	0,36	0,92	4.096
Farinha de carne e ossos 36%	91,75	37,56	10,56	0,80	-	-	40,06	16,34	7,97	3.066
Farinha de carne e ossos 45%	90,72	44,72	9,88	1,12	-	-	34,47	15,93	6,79	3298
Farinha de peixe	91,02	56,30	7,26	0,69	-	-	23,63	5,73	3,05	3.983
Farinha de vísceras aves alta gordura	91,58	60,70	20,18	0,59	-	-	10,89	4,71	2,31	5.039
Plasma sanguíneo 70%	88,09	70,17	0,34	0,10	-	-	15,19	0,14	1,12	4.253
Plasma sanguíneo 78%	88,74	77,21	0,43	0,07	-	-	9,02	0,18	0,85	4.650
Hemácias	88,30	89,30	0,33	0,35	-	-	3,83	0,05	0,26	4.953

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

² Matéria Seca (MS), Proteína Bruta (PB), Extrato Etéreo (EE), Fibra Bruta (FB), Fibra Detergente Neutro (FDN), Fibra Detergente Ácido (FDA), Matéria Mineral (MM), Cálcio (Ca), Fósforo (P) e Energia Bruta (EB).

Os valores de composição química do farelo de algodão foram semelhantes aos citados por ALBINO et al. (1982) e ROSTAGNO et al. (2000).

O farelo de glúten de milho 60% obteve maior variação nos valores de EE, FB e minerais em relação às tabelas nacionais. Os valores obtidos neste trabalho, de maneira geral, foram semelhantes aos encontrados por NUNES (2003) e RODRIGUES et al. (2001).

A soja integral extrusada parcialmente desengordurada apresentou composição semelhante à soja integral extrusada descrita por ROSTAGNO et al. (2000), porém apresentou valores inferiores de EE e de EB, como era de se esperar, visto que a soja parcialmente desengordurada, após passar pelo processo de extrusão, é prensada e retirada parte do óleo. O concentrado protéico de soja também apresentou valores semelhantes aos descritos por ROSTAGNO et al. (2000), exceto os minerais, que foram superiores.

As farinhas de carne e ossos e de peixe apresentaram grande variação nos valores de composição química, quando comparadas às tabelas estrangeiras (FEDNA, 2003 e NRC, 1994 e 1998), sendo a maioria dos resultados inferiores. Isto se deve principalmente aos diferentes métodos de processamento e matéria-prima utilizados em outros países (COELHO, 1983). AZEVEDO (1997) e VIEITES et al. (2000), ao avaliarem a composição química e energética de várias farinhas de carne e ossos, observaram grande variação entre as farinhas estudadas.

Os plasmas sangüíneos, as hemácias, a farinha de vísceras de aves de alta gordura e a farinha de penas, alimentos de menor uso na nutrição de aves, também apresentaram grande variação nos valores de composição química e energética em relação à literatura consultada (ALBINO, 1980; ALBINO, 1991; BELLAVAR et al., 1998; EMBRAPA, 1991; FEDNA, 2003 e NRC, 1994 e 1998).

3.2. Valores de energia metabolizável aparente e de energia metabolizável aparente corrigida dos alimentos

Os valores de EMA e de EMAn determinados nas diferentes idades encontram-se na tabela 3.

Os valores de EMA foram superiores aos de EMAn em ambas as idades avaliadas. As aves apresentaram balanço positivo de nitrogênio, caracterizado pela retenção de nitrogênio do alimento. Segundo SHIRES et al. (1980), as perdas energéticas de origem metabólica e endógena nas excretas apresentam pouca influência nos valores de EMA e EMAn.

Os valores de EMA e EMAn encontrados para o segundo período experimental foram superiores ($P < 0,05$) aos valores do primeiro período experimental para os alimentos: farelo de algodão, farelo de glúten de milho, farinha de carne e ossos 36% e 45%, plasma sanguíneo 78% e hemácias.

No período de 21 a 30 dias de idade, os valores de EMA e EMAn para o farelo de algodão foram semelhantes aos citados por ROSTAGNO et al. (2000) e superiores aos encontrados por ALBINO et al. (1982). O farelo de algodão é um alimento fibroso e a diferença ($P < 0,05$) encontrada entre os dois períodos estudados provavelmente está associada ao fato de as aves mais jovens apresentarem menor capacidade de digestão e absorção das fibras, visto que não apresentam o sistema digestivo plenamente desenvolvido.

Para o farelo de glúten de milho, os valores de EMA e de EMAn obtidos no período de 21 a 30 dias de idade foram semelhantes aos citados por ROSTAGNO et al. (2000) e inferiores aos valores determinados por FISCHER JR. et al. (1998), NUNES (2003) e RODRIGUES et al. (2001). O concentrado protéico de soja apresentou valores inferiores àqueles obtidos por ROSTAGNO et al. (2000) e semelhante aos da literatura estrangeira consultada (FEDNA, 2003). Para este alimento, a comparação à literatura estrangeira é mais coerente, pois sua produção não foi realizada no Brasil.

Tabela 3 – Valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn) dos alimentos de acordo com a idade das aves, expressos na matéria natural ¹

Alimentos	EMA (Kcal/Kg)		EMAn (Kcal/Kg)	
	21 a 30 dias	41 a 50 dias	21 a 30 dias	41 a 50 dias
Farelo de algodão	1.965 a	2.467 b	1.963 A	2.461 B
Farelo de glúten de milho 60%	3.726 a	4.138 b	3.608 A	4.013 B
Concentrado protéico de soja	2.060 a	2.159 a	2.043 A	2.155 A
Farinha de carne e ossos 36%	1.330 a	1.712 b	1.249 A	1.573 B
Farinha de carne e ossos 45%	1.418 a	1.892 b	1.391 A	1.766 B
Farinha de peixe	3.136 a	3.183 a	3.055 A	3.077 A
Farinha de vísceras aves alta gordura	3.134 a	3.297 a	2.990 A	3.172 A
Plasma sangüíneo 70%	3.006 a	3.170 a	2.673 A	2.730 A
Plasma sangüíneo 78%	3.241 a	4.043 b	3.027 A	3.704 B
Hemácias	2.932 a	3.390 b	2.834 A	3.256 B

¹ Médias seguidas por letras distintas na linha, dentro de cada parâmetro, diferem pelo teste de F (P < 0,05).

As farinhas de carne e ossos (FCO) avaliadas no período de 21 a 30 dias de idade apresentaram valores de EMA e EMAn inferiores aos descritos por ROSTAGNO et al. (2000) e semelhantes a algumas farinhas estudadas por AZEVEDO (1997) e VIEITES et al. (2000). Ao trabalhar com quatro níveis de inclusão de FCO (5, 10, 20 e 40%) nas rações teste, AZEVEDO (1997) observou diminuição dos valores de EMA à medida que aumentou o nível de inclusão desse alimento às rações. Possivelmente, a inclusão de 30% de FCO às rações, utilizado neste trabalho, acarretou excesso de íons cálcio no lúmen intestinal das aves, resultando na saponificação da gordura presente neste alimento, reduzindo sua utilização. Uma das possíveis explicações para os melhores valores encontrados para o período de 41 a 50 dias de idade refere-se ao menor impacto do teor de minerais a estes animais.

A farinha de peixe avaliada no período de 21 a 30 dias de idade apresentou valores de EMA e EMAn superiores àqueles citados por ROSTAGNO et al. (2000) e EMBRAPA (1991), e semelhantes àqueles obtidos no período de 41 a 50 dias de idade. A matéria prima utilizada neste alimento, assim como nos demais subprodutos de origem animal, é bastante variada, evidenciando a importância na determinação de padrões para produção.

A farinha de vísceras de aves de alta gordura apresentou valores de EMA e EMAn inferiores aos descritos por ROSTAGNO et al. (2000) e semelhantes ao alimento resíduo de abatedouro de aves, citados por BELLAYER et al. (1998), FEDNA (2003) e NRC (1994). O resíduo de abatedouro de aves citado nesses trabalhos utiliza matéria-prima em sua composição semelhante à farinha de vísceras de aves de alta gordura. É um alimento rico em gordura, portanto rico em energia e de boa composição química.

Os valores EMA e EMAn dos plasmas sanguíneos e das hemácias obtidos no primeiro período foram semelhantes aos citados por FEDNA (2003). Uma possível explicação para as variações observadas nos valores do plasma 78% e das hemácias encontrados entre as duas idades é que estes alimentos contêm alto teor de

proteína bruta e são constituídos de partículas muito finas, o que pode causar irritação à mucosa das aves. As aves mais velhas eliminam, de forma mais eficiente, este excesso de proteína e seriam menos susceptíveis a esta irritação, aproveitando melhor a energia desses alimentos.

Os valores de EMA e EMAn dos alimentos estudados no período de 41 a 50 dias de idade foram, em média, 12,95 % superiores aos valores obtidos no período de 21 a 30 dias de idade, evidenciando a necessidade em complementar as tabelas nacionais e internacionais com valores energéticos em diferentes idades para frangos de corte, auxiliando os nutricionistas na elaboração de rações mais eficientes.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

O experimento foi realizado no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, onde objetivou-se determinar a composição química e os valores de energia metabolizável de dez alimentos protéicos com frangos de corte em idades diferentes. Para determinar os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn), utilizou-se o método tradicional de coleta total de excretas, com pintos de corte machos de 21 a 31 (primeiro período) e de 41 a 50 (segundo período) dias de idade, num delineamento experimental inteiramente casualizado, com dez tratamentos, seis repetições e seis e quatro aves por unidade experimental, para o primeiro e segundo período, respectivamente. Dentre os alimentos testados, seis deles (farelo de algodão, duas farinhas de carne e ossos, farinha de peixe, farinha de vísceras de aves de alta gordura e glúten de milho) substituíram em 30% a ração-referência e os outros quatro alimentos (dois plasmas sanguíneos, hemácias e concentrado protéico de soja) substituíram em 20% a ração-referência. Os valores de EMAn (Kcal/Kg), na matéria natural, no primeiro e no segundo período experimental, foram, respectivamente, para o farelo de algodão: 1963 e 2461; para o glúten de milho:

3608 e 4013; para o concentrado protéico de soja: 2043 e 2155; para a farinha de carne e ossos 36%: 1249 e 1573; para a farinha de carne e ossos 45%: 1391 e 1766; para a farinha de peixe: 3055 e 3077; para a farinha de vísceras de aves de alta gordura: 2990 e 3172; para o plasma sanguíneo 70%: 2673 e 2730; para o plasma sanguíneo 78%: 3027 e 3704; e para as hemácias: 2834 e 3256. Os valores de EMA e EMAn de todos os alimentos obtidos no segundo período experimental foram superiores aos do primeiro período.

CAPÍTULO 2

AMINOÁCIDOS DIGESTÍVEIS VERDADEIROS DE ALGUNS ALIMENTOS PROTÉICOS DETERMINADOS COM GALOS CECECTOMIZADOS

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. 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 um avanço em relação à formulação de rações com base em aminoácidos totais, em virtude da maior segurança nos resultados dos ensaios de substituição de alimentos convencionais por aqueles de menor custo. Entretanto, uma crítica que se faz à elaboração de rações com base em aminoácidos digestíveis refere-se aos diferentes valores de aminoácidos digestíveis obtidos, principalmente, pelo uso de diferentes métodos (PUPA, 1995 e ALBINO, 1991).

Os subprodutos de origem animal têm sido testados em substituição parcial ao farelo de soja em rações para as aves. É uma forma de escoar os subprodutos da indústria, transformando-os em proteína de ótima qualidade. A grande variação na composição e na qualidade da proteína e dos aminoácidos é o maior inconveniente quanto ao uso destes alimentos como ingredientes para as rações. A digestibilidade da proteína e dos aminoácidos nesses subprodutos depende, basicamente, da temperatura e do tempo de cozimento, que variam de um sistema de processamento para o outro, assim como a proporção das matérias-primas utilizadas. Tal fato pode ser verificado no trabalho de NASCIMENTO et al. (1999) que encontraram grande variação na digestibilidade verdadeira de lisina (64,05 a 90,53%) e de metionina (73,35 a 92,56%), ao trabalharem com sete tipos de farinhas de vísceras.

Desse modo, objetivou-se, neste trabalho, determinar os coeficientes de digestibilidade e os valores de aminoácidos digestíveis verdadeiros de alguns alimentos protéicos para aves.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia (DZO) da Universidade Federal de Viçosa, durante o mês de janeiro de 2004. As temperaturas, máxima e mínima, médias registradas durante o período experimental, foram de 31 e 22°C, respectivamente.

Para a determinar a digestibilidade verdadeira dos aminoácidos dos alimentos, foi utilizado o método de alimentação forçada, descrito por SIBBALD (1979b), utilizando galos Leghorne adultos cecectomizados, com peso médio de 2.302 ± 239 gramas. A retirada dos cecos dos galos foi feita segundo a técnica descrita por PUPA et al. (1998), por meio de laparotomia abdominal e anestesia local, no Setor de Avicultura do DZO.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com doze tratamentos (dois farelos de glúten de milho, soja integral extrusada parcialmente desengordurada, concentrado protéico de soja, duas farinhas de carne e ossos, dois plasmas sangüíneos, hemácias, farinha de vísceras de aves de alta gordura, farinha de peixe e farinha de penas), com seis repetições e um galo por unidade experimental, num total de 72 galos. Simultaneamente, foram mantidos seis galos

em jejum para realizar as correções correspondentes às perdas metabólicas e endógenas de aminoácidos.

Os galos foram alojados individualmente em gaiolas de metabolismo. Inicialmente, passaram por um período de adaptação de cinco dias, com alimentação em dois turnos de uma hora cada, sendo um pela manhã e outro à tarde, com o objetivo de dilatar o papo. Após o período de adaptação, os galos foram mantidos por um período de 36 horas em jejum, para que o trato digestivo fosse totalmente esvaziado, sendo, em seguida, forçados a consumirem 30g do alimento através de funil-sonda, introduzido via oral até o papo. O fornecimento das 30g foi dividido em 2 períodos (15g cada), sendo um às 8:00 e outro às 16:00 horas, para evitar regurgitações.

A coleta total das excretas foi realizada duas vezes ao dia, em um intervalo de 12 horas, para evitar fermentação do material sobre as bandejas, que foram revestidas com plásticos para evitar perdas. O período de coletas foi de 56 horas, tendo início após o fornecimento dos alimentos aos galos. O material recolhido foi armazenado em congelador e, ao final do período experimental, as excretas foram descongeladas, pesadas, homogeneizadas e colocadas em estufa de ventilação forçada, à temperatura de 50° C por um período de 72 horas, para proceder a pré-secagem e, subseqüentemente, foram realizadas as análises laboratoriais de matéria seca (MS) e de nitrogênio (N) das amostras, segundo o método descrito por SILVA (2002), no Laboratório de Nutrição Animal do DZO. As análises de aminoácidos dos alimentos e das excretas foram realizadas no laboratório da Degussa na Alemanha.

As temperaturas médias, máxima e mínima, foram registradas diariamente utilizando-se dois termômetros de máximas e mínimas, distribuídos aleatoriamente dentro da instalação.

Foram determinados os coeficientes de digestibilidade verdadeira de cada aminoácido nos alimentos, utilizando os resultados das análises de aminoácidos dos

alimentos, das excretas e dos endógenos, por meio da fórmula descrita por ROSTAGNO e FEATHERSTON (1977).

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

em que:

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

Aa ing = quantidade em g do aminoácido ingerido;

Aa exc = quantidade em g do aminoácido excretado; e

Aa end = quantidade em g do aminoácido endógeno.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Composição em aminoácidos totais dos alimentos

A composição de matéria seca, de proteína bruta e de aminoácidos totais das amostras dos alimentos analisados encontram-se na tabela 1.

Dos alimentos de origem vegetal estudados, o farelo de glúten de milho 22% foi o que apresentou os menores valores de aminoácidos essenciais e não-essenciais em relação à literatura consultada (ROSTAGNO et al., 2000; NRC 1994 e 1998 e RODRIGUES et al., 2001). Os valores foram semelhantes, quando comparados com os de FEDNA (2003), porém, nessa tabela, o glúten é de menor valor protéico (20% PB). Os baixos valores de aminoácidos obtidos nesse alimento podem ser devidos ao baixo teor de proteína (20,18% PB) nele encontrado.

O farelo de glúten de milho 60 % apresentou, de maneira geral, valores de aminoácidos semelhantes aos encontrados na literatura (FEDNA, 2003; FISCHER JR. et al., 1998; NRC, 1994 e 1998; RODRIGUES et al., 2001 e ROSTAGNO et al., 2000).

Tabela 1 – Composição de matéria seca, de proteína bruta e de aminoácidos totais dos alimentos, em percentagem, expressos na matéria natural ¹

	Farelo de glúten 22%	Farelo de glúten 60%	Soja integral extrusada parcialmente desengordurada	Concentrado protéico de soja	Farinha de carne e ossos 45%	Farinha de carne e ossos 36%
Matéria Seca	85,89	90,84	90,50	88,32	90,72	91,75
Proteína	20,18	59,49	36,35	64,82	44,72	37,56
Lisina	0,48	0,94	2,00	4,17	2,19	1,73
Metionina	0,29	1,19	0,49	0,94	0,57	0,44
Met. + Cis. ²	0,68	2,17	1,00	1,87	0,91	0,67
Treonina	0,74	1,94	1,43	2,61	1,31	1,03
Triptofano	0,10	0,31	0,47	0,90	0,22	0,15
Arginina	0,69	1,97	2,57	4,84	3,17	2,73
Histidina	0,57	1,25	0,91	1,71	0,69	0,52
Valina	0,99	2,80	1,78	3,15	1,78	1,39
Isoleucina	0,62	2,48	1,69	3,03	1,09	0,87
Leucina	1,74	10,10	2,83	5,07	2,43	1,95
Fenilalanina	0,71	3,84	1,98	3,38	1,49	1,19
Cistina	0,40	0,98	0,52	0,93	0,35	0,23
Alanina	1,36	5,34	1,60	2,88	3,61	3,11
Ac. Aspártico	1,09	3,70	4,15	7,60	3,13	2,58
Ac. Glutâmico	3,08	13,40	6,54	12,20	5,05	4,27
Serina	0,79	3,00	1,85	3,31	1,65	1,36
Glicina	0,90	1,56	1,60	2,79	7,20	6,53
Prolina	2,16	5,40	1,84	3,31	4,14	3,75

¹ Análises realizadas no Laboratório da Degussa.

² Metionina + Cistina.

Tabela 1 – Continuação

	Farinha de Penas	Farinha de peixe	Farinha de vísceras aves alta gordura	Plasma sangüíneo 70%	Plasma sangüíneo 78%	Hemácias
Matéria seca	89,89	91,02	91,58	88,09	88,74	88,30
Proteína	77,27	56,30	60,70	70,17	77,21	89,30
Lisina	2,44	2,63	2,61	5,77	7,01	8,50
Metionina	0,68	0,98	0,90	0,71	0,91	1,17
Met. + Cis. ²	4,40	2,62	2,38	3,06	3,50	1,73
Treonina	3,51	2,40	2,68	4,70	5,06	4,16
Triptofano	-	0,46	0,60	1,28	1,37	1,44
Arginina	4,98	3,61	4,17	3,92	4,33	3,30
Histidina	1,12	0,93	0,91	2,02	2,33	5,66
Valina	5,45	3,45	3,85	4,84	5,33	8,01
Isoleucina	3,61	2,43	2,80	2,16	2,31	0,38
Leucina	6,38	4,20	4,96	6,58	7,44	11,80
Fenilalanina	3,88	2,54	2,95	3,90	4,53	6,82
Cistina	3,72	1,63	1,48	2,35	2,59	0,56
Alanina	3,80	3,34	3,37	3,42	3,93	7,76
Ac. Aspártico	5,40	4,40	4,51	7,19	8,09	9,26
Ac. Glutâmico	8,13	6,43	7,05	9,54	10,5	7,19
Serina	7,41	3,94	4,61	4,74	5,02	4,36
Glicina	5,63	4,83	4,86	2,53	2,78	3,82
Prolina	6,80	4,20	4,70	3,72	4,04	3,19

¹ Análises realizadas no Laboratório da Degussa.² Metionina + Cistina.

A soja integral extrusada parcialmente desengordurada quando comparada à soja integral extrusada, descritas por CAFÉ et al. (2000), NRC (1994) e ROSTAGNO et al. (2000), apresentou pouca variação dos valores de aminoácidos totais. Houve maior variação quando comparada à soja integral extrusada citada em FEDNA (2003), possivelmente em decorrência das diferentes formas de processamento deste alimento. O concentrado protéico de soja apresentou valores semelhantes aos descritos por ROSTAGNO et al. (2000) e FEDNA (2003), exceto para o aminoácido arginina.

A composição aminoacídica das farinhas de carne e ossos foi inferior aos valores citados por ROSTAGNO et al. (2000), principalmente para os aminoácidos triptofano e metionina + cistina. Existe grande variação entre os produtos de origem animal, principalmente em virtude das diferentes técnicas de processamento dos alimentos e/ou da falta de padronização, conforme verificado por VIEITES et al. (2000), ao trabalhar com diversos tipos de farinha de carne e ossos. A composição aminoacídica da farinha de peixe foi superior aos valores encontrados na literatura para valina, fenilalanina e isoleucina, e inferiores para lisina, metionina e histidina (ALBINO, et al., 1992; EMBRAPA, 1991 e ROSTAGNO et al., 2000). A farinha de vísceras de aves de alta gordura apresentou as maiores variações na composição de aminoácidos, dentre os produtos de origem animal, em relação à literatura (BELLAVAR et al., 1998; FEDNA, 2003; NRC, 1994 e 1998 e ROSTAGNO et al., 2000). Já para a farinha de penas a composição aminoacídica foi semelhante àquelas citadas por ALBINO et al. (1992) e ROSTAGNO et al. (2000).

Os plasmas sanguíneos e as hemácias também apresentaram resultados variáveis, quando comparados aos valores descritos por FEDNA (2003). O alimento hemácias é pouco usado na alimentação de aves no Brasil e apresenta boa composição aminoacídica, sendo semelhante à farinha de sangue spray-dried, citada no NRC (1994 e 1998), exceto para cistina e isoleucina que foram inferiores.

3.2. Coeficientes de digestibilidade e aminoácidos digestíveis verdadeiros

O conhecimento da digestibilidade dos aminoácidos dos alimentos é de grande importância, principalmente quando se pretende utilizar alimentos não-convencionais na formulação de rações para aves. Os coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos essenciais dos alimentos testados e, dos aminoácidos não-essenciais encontram-se nas tabelas 2 e 3, respectivamente.

Dentre os produtos de origem vegetal, o farelo de glúten de milho 22% apresentou os menores coeficiente de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos (CDVaa), sendo superiores aos encontrados por RODRIGUES et al. (2001), o que pode estar associado ao fato de tal alimento apresentar alto teor de fibra dentre os alimentos testados. De acordo com COON (1991), a fibra pode alterar os valores de digestibilidade, resultante das alterações na excreção endógena dos animais. Já o farelo de glúten de milho 60% apresentou valores semelhantes aos encontrados por RODRIGUES et al. (2001). A soja integral extrusada parcialmente desengordurada, quando comparada com a soja integral extrusada, apresentou CDVaa semelhante àqueles obtidos por CAFÉ et al. (2000) e FISCHER JR. et al. (1998). O concentrado protéico de soja apresentou valor médio de CDVaa alto, comprovando ser uma excelente fonte de proteína e aminoácidos para as aves.

As farinhas de carne e ossos apresentaram CDVaa superiores à maioria dos valores citados por VIEITES et al. (2000), ao avaliar seis amostras de diferentes origens deste alimento. A farinha de vísceras de aves de alta gordura apresentou, em média, os menores CDVaa dentre todos os alimentos avaliados. Este alimento, assim como os demais produtos de origem animal, apresentaram grande variação em sua composição, o que explica a variação obtida na composição de aminoácidos nos diferentes trabalhos.

Tabela 2 – Coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos essenciais, expressos em percentagem, com seus respectivos desvios-padrão

Aminoácidos essenciais	Farelo de glúten 22%	Farelo de glúten 60%	Soja integral extrusada parcialmente desengordurada	Concentrado protéico de soja	Farinha de carne e ossos 45%	Farinha de carne e ossos 36%
Lisina	79,69 ± 4,97	92,46 ± 2,70	91,87 ± 2,41	95,27 ± 2,09	89,41 ± 1,97	90,33 ± 1,80
Metionina	89,96 ± 2,70	96,44 ± 1,33	92,14 ± 2,68	94,54 ± 2,41	90,16 ± 1,17	91,79 ± 1,53
Met. +Cis. ¹	86,16 ± 4,39	92,64 ± 2,00	85,13 ± 4,20	88,52 ± 5,09	86,24 ± 2,92	84,6 ± 3,69
Triptofano	79,66 ± 6,03	91,42 ± 3,53	92,64 ± 2,21	94,49 ± 2,74	89,92 ± 2,54	87,10 ± 3,77
Treonina	83,44 ± 5,47	93,89 ± 2,41	89,11 ± 3,31	90,57 ± 4,44	86,88 ± 3,44	87,46 ± 3,00
Arginina	89,25 ± 2,99	95,58 ± 1,05	95,76 ± 1,37	96,91 ± 1,41	88,90 ± 1,96	91,74 ± 1,51
Histidina	86,45 ± 3,53	93,26 ± 2,66	94,08 ± 5,17	95,05 ± 2,54	84,17 ± 3,59	85,72 ± 3,07
Valina	88,04 ± 3,52	94,18 ± 1,55	90,20 ± 2,87	91,65 ± 3,59	88,85 ± 2,26	89,30 ± 2,22
Isoleucina	87,04 ± 3,68	94,50 ± 1,62	92,19 ± 2,32	93,60 ± 2,71	89,04 ± 2,19	89,60 ± 2,09
Leucina	92,64 ± 2,21	97,80 ± 0,45	92,70 ± 2,23	93,74 ± 2,61	90,62 ± 1,80	90,93 ± 1,73
Fenilalanina	88,34 ± 3,79	96,21 ± 1,02	89,32 ± 2,81	92,24 ± 3,27	87,42 ± 2,94	88,37 ± 2,49
Glicina	49,14 ± 8,94	76,38 ± 7,57	61,64 ± 10,80	66,61 ± 14,00	81,98 ± 4,32	86,59 ± 2,99
Média	83,32	92,90	88,90	91,10	87,80	88,63

¹ Metionina + Cistina.

Tabela 2 – Continuação

Aminoácidos essenciais	Farinha de peixe	Farinha de Penas	Farinha de vísceras aves alta gordura	Plasma sangüíneo 70%	Plasma sangüíneo 78%	Hemácias
Lisina	90,35 ± 2,27	83,53 ± 3,51	74,55 ± 1,93	89,79 ± 2,11	95,29 ± 2,04	98,40 ± 0,66
Metionina	91,54 ± 2,00	86,23 ± 3,16	81,18 ± 1,44	88,98 ± 2,32	90,77 ± 3,67	97,87 ± 0,99
Met. +Cis. ¹	86,26 ± 2,91	78,99 ± 4,55	73,00 ± 2,03	87,12 ± 2,58	89,70 ± 3,98	92,17 ± 3,96
Triptofano	88,51 ± 2,73	-	78,14 ± 1,71	88,56 ± 2,43	91,90 ± 3,23	98,09 ± 0,77
Treonina	89,53 ± 2,53	85,30 ± 4,05	77,84 ± 1,83	88,83 ± 2,32	90,74 ± 3,96	97,86 ± 1,93
Arginina	93,51 ± 1,57	92,31 ± 1,73	88,04 ± 1,07	91,57 ± 1,65	95,41 ± 2,21	95,36 ± 2,84
Histidina	84,66 ± 3,50	80,85 ± 3,62	74,17 ± 3,72	89,01 ± 3,08	90,13 ± 4,22	96,90 ± 0,81
Valina	89,06 ± 2,48	88,25 ± 3,05	81,88 ± 1,34	87,82 ± 2,34	90,66 ± 3,25	97,66 ± 1,04
Isoleucina	91,35 ± 2,06	90,14 ± 2,42	82,97 ± 1,26	86,60 ± 2,84	90,72 ± 3,46	78,47 ± 12,00
Leucina	91,35 ± 2,14	88,52 ± 2,71	83,03 ± 1,25	89,21 ± 2,03	92,65 ± 2,80	98,22 ± 0,78
Fenilalanina	91,73 ± 2,13	89,82 ± 2,98	81,35 ± 1,71	89,50 ± 2,19	93,58 ± 2,81	98,58 ± 0,77
Glicina	84,85 ± 3,86	80,87 ± 4,86	74,47 ± 3,19	69,66 ± 8,37	73,50 ± 12,00	93,43 ± 4,10
Média	89,39	85,89	79,22	87,22	90,42	95,25

¹ Metionina + Cistina.

Tabela 3 – Coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos não-essenciais, expressos em percentagem, com seus respectivos desvios-padrão

Aminoácidos não-essenciais	Farelo de glúten 22%	Farelo de glúten 60%	Soja integral extrusada parcialmente desengordurada	Concentrado protéico de soja	Farinha de carne e ossos 45%	Farinha de carne e ossos 36%
Cistina	83,19 ± 5,48	88,15 ± 3,18	78,27 ± 6,04	82,50 ± 7,77	80,13 ± 4,53	73,11 ± 7,51
Alanina	88,02 ± 3,73	96,40 ± 1,30	87,84 ± 3,57	90,08 ± 4,17	86,46 ± 2,37	90,06 ± 1,76
Aspártico, Ac.	84,35 ± 4,00	95,14 ± 1,52	92,72 ± 2,00	90,78 ± 3,51	84,66 ± 3,00	86,08 ± 2,41
Glutâmico, Ac.	90,76 ± 2,29	97,70 ± 0,77	94,17 ± 1,87	95,01 ± 2,11	87,90 ± 2,34	89,66 ± 1,89
Serina	85,56 ± 5,00	95,13 ± 1,15	90,46 ± 2,79	91,93 ± 3,60	86,41 ± 3,01	87,38 ± 2,54
Prolina	91,16 ± 3,36	96,67 ± 2,33	90,02 ± 2,96	90,87 ± 4,14	84,42 ± 2,88	89,34 ± 1,86
Média	87,20	94,86	88,91	90,19	85,00	85,94

Tabela 3 – Continuação

Aminoácidos não-essenciais	Farinha de peixe	Farinha de Penas	Farinha de vísceras aves alta gordura	Plasma sanguíneo 70%	Plasma sanguíneo 78%	Hemácias
Cistina	83,09 ± 3,54	77,52 ± 4,83	67,99 ± 2,56	86,60 ± 2,65	89,35 ± 4,09	80,56 ± 10,10
Alanina	89,47 ± 2,54	85,85 ± 2,96	80,34 ± 1,47	85,06 ± 3,02	89,50 ± 4,09	98,25 ± 0,89
Aspártico, Ac.	83,07 ± 3,41	74,36 ± 5,05	61,15 ± 2,77	89,79 ± 1,94	94,28 ± 2,22	98,69 ± 0,75
Glutâmico, Ac.	89,70 ± 2,28	85,33 ± 3,11	78,80 ± 1,58	89,99 ± 2,06	95,16 ± 2,08	97,79 ± 1,45
Serina	90,12 ± 2,16	87,91 ± 2,78	81,01 ± 1,44	89,17 ± 2,34	92,83 ± 2,81	97,15 ± 1,70
Prolina	88,48 ± 2,50	82,92 ± 3,83	76,84 ± 1,91	86,10 ± 3,01	87,27 ± 5,29	93,43 ± 4,57
Média	87,32	82,32	74,36	87,78	91,40	94,31

A farinha de peixe e a farinha de penas apresentaram CDVaa, em média, superiores aos encontrados por ALBINO et al., (1992).

O alimento hemácias apresentou os maiores CDVaa dentre os alimentos estudados, seguido do plasma sanguíneo 78%. O plasma sanguíneo 70%, embora tenha apresentado proteína bruta semelhante ao estudado por D'AGOSTINI et al. (2001), apresentou CDVaa inferiores aos encontrados por estes autores.

Os valores de aminoácidos digestíveis dos alimentos estudados encontram-se na tabela 4.

Os valores de aminoácidos digestíveis para o farelo de glúten de milho 22% foram baixos, como era esperado, pois apresentaram baixos valores de aminoácidos totais, embora os CDVaa tenham sido melhores que os obtidos por RODRIGUES (2001). A menor variação entre os valores de aminoácidos digestíveis em relação à literatura consultada (FEDNA, 2003; FISCHER JR. et al., 1998; RODRIGUES et al., 2001 e ROSTAGNO et al., 2000) foi para o farelo de glúten de milho 60%, mostrando ser um alimento de boa padronização na sua fabricação.

Os valores de aminoácidos digestíveis da soja integral extrusada parcialmente desengordurada foram semelhantes aos valores da soja integral extrusada descritos por FISCHER JR. et al. (1998), exceto para a lisina, que foi inferior, e para a metionina, que foi superior. O concentrado protéico de soja obteve, em média, os maiores valores de aminoácidos digestíveis entre os produtos de origem vegetal estudados, revelando-se excelente fonte desses nutrientes.

De maneira geral, os valores de aminoácidos digestíveis para as farinhas de carne e ossos foram superiores aos valores observados por VIEITES et al. (2000) e inferiores aos citados por ROSTAGNO et al. (2000).

A farinha de vísceras de aves de alta gordura apresentou composição de aminoácidos digestíveis inferiores ao subproduto de abatedouro de aves, alimento de matéria-prima semelhante ao alimento estudado, citados por BELLAVÉR et al. (1998).

Tabela 4 – Valores dos aminoácidos digestíveis verdadeiros dos alimentos, em percentagem, expressos na matéria natural

	Farelo de glúten 22%	Farelo de glúten 60%	Soja integral extrusada parcialmente desengordurada	Concentrado protéico de soja	Farinha de carne e ossos 45%	Farinha de carne e ossos 36%
Lisina	0,38	0,87	1,84	3,97	1,96	1,56
Metionina	0,26	1,15	0,45	0,89	0,51	0,40
Met. + Cis. ¹	0,59	2,01	0,85	1,66	0,78	0,57
Treonina	0,62	1,82	1,27	2,36	1,14	0,90
Triptofano	0,08	0,28	0,44	0,85	0,20	0,13
Arginina	0,62	1,88	2,46	4,69	2,82	2,50
Histidina	0,49	1,17	0,86	1,63	0,58	0,45
Valina	0,87	2,64	1,61	2,89	1,58	1,24
Isoleucina	0,54	2,34	1,56	2,84	0,97	0,78
Leucina	1,61	9,88	2,62	4,75	2,20	1,77
Fenilalanina	0,63	3,69	1,77	3,12	1,30	1,05
Cistina	0,33	0,86	0,41	0,77	0,28	0,17
Alanina	1,20	5,15	1,41	2,59	3,12	2,80
Ac. Aspártico	0,92	3,52	3,85	6,90	2,65	2,22
Ac. Glutâmico	2,80	13,10	6,16	11,60	4,44	3,83
Serina	0,68	2,85	1,67	3,04	1,43	1,19
Glicina	0,44	1,19	0,99	1,86	5,90	5,65
Prolina	1,97	5,22	1,66	3,01	3,49	3,35

¹ Metionina + Cistina.

Tabela 4 – Continuação

	Farinha de Penas	Farinha de peixe	Farinha de vísceras aves alta gordura	Plasma sangüíneo 70%	Plasma sangüíneo 78%	Hemácias
Lisina	2,38	2,04	1,95	5,18	6,68	8,36
Metionina	0,90	0,59	0,73	0,63	0,83	1,15
Met. + Cis. ¹	2,26	3,48	1,74	2,67	3,14	1,59
Treonina	2,15	2,99	2,09	4,18	4,59	4,07
Triptofano	0,41	-	0,47	1,13	1,26	1,41
Arginina	3,38	4,60	3,67	3,59	4,13	3,15
Histidina	0,79	0,91	0,67	1,80	2,10	5,48
Valina	3,07	4,81	3,15	4,25	4,83	7,82
Isoleucina	2,22	3,25	2,32	1,87	2,10	0,30
Leucina	3,84	5,65	4,12	5,87	6,89	11,60
Fenilalanina	2,33	3,48	2,40	3,49	4,24	6,72
Cistina	1,35	2,88	1,01	2,04	2,31	0,45
Alanina	2,99	3,26	2,71	2,91	3,52	7,62
Ac. Aspártico	3,66	4,02	2,76	6,46	7,63	9,14
Ac. Glutâmico	5,77	6,94	5,56	8,58	9,99	7,03
Serina	3,55	6,51	3,73	4,23	4,66	4,24
Glicina	4,10	4,55	3,62	1,76	2,04	3,57
Prolina	3,72	5,64	3,61	3,20	3,53	2,98

¹ Metionina + Cistina.

A farinha de penas apresentou composição de aminoácidos digestíveis semelhantes aos descritos por ROSTAGNO et al. (2000), enquanto, para o plasma sanguíneo 70% foram inferiores aos citados por D'AGOSTINI et al. (2001), exceto para isoleucina e fenilalanina que foram superiores. A menor variação entre aminoácidos totais e digestíveis dos alimentos testados foi observada para as hemácias, resultante dos altos coeficientes de digestibilidade desse alimento.

3.3. Excreção endógena dos aminoácidos

Os valores de excreção endógena dos aminoácidos obtidos neste trabalho e por outros autores estão apresentados na tabela 5.

Os valores de excreção endógena encontrados neste trabalho, de maneira geral, foram superiores ao encontrados por D'AGOSTINI (2001) e FISCHER JR. (1997), e inferiores aos encontrados por VIEITES (1999), mostrando haver grande variação dos valores quando comparados aos da literatura.

Dessa forma, para que se tenha um banco de dados de excreção endógena dos aminoácidos para todos alimentos, é necessária a padronização do período de coletas, assim como do peso e da idade das aves utilizadas nos ensaios.

Tabela 5 – Valores médios de excreção endógena de aminoácidos determinados com galos cecectomizados, expressos na matéria natural ¹

Aminoácidos	mg- AA endógeno/ave ^{2,6}	D'AGOSTINI (2001) mg- AA endógeno/ave ³	VIEITES (1999) mg- AA endógeno/ave ⁴	FISCHER JR. (1997) mg- AA endógeno/ave ⁵
Lisina	36,83	37,56	36,94	34,00
Metionina	20,87	21,40	13,14	18,60
Met. + Cis. ²	39,62	25,32	54,90	33,40
Treonina	49,65	34,78	53,43	31,60
Arginina	42,43	39,73	41,38	32,70
Histidina	19,50	12,75	41,38	14,10
Valina	37,98	36,13	53,04	38,90
Isoleucina	27,64	26,64	26,91	26,40
Leucina	53,12	51,60	51,49	46,10
Fenilalanina	32,79	27,08	31,65	27,30
Cistina	18,75	3,92	29,55	14,80
Alanina	40,31	35,32	40,29	31,30
Ac. aspártico	55,97	51,98	61,21	38,30
Ac. glutâmico	90,87	82,49	91,46	70,90
Serina	51,90	46,77	55,07	34,80
Glicina	61,03	56,73	111,22	54,00
Prolina	65,13	55,33	76,22	46,90

¹ Valores médios determinados neste trabalho,

² Peso médio dos galos = 2.30 Kg; jejum de 36 horas para limpeza do trato digestivo e 56 horas de coleta das excretas.

³ Peso médio dos galos = 2.15 Kg; jejum de 36 horas para limpeza do trato digestivo e 56 horas de coleta das excretas.

⁴ Peso médio dos galos = 2.42 Kg; jejum de 36 horas para limpeza do trato digestivo e 56 horas de coleta das excretas.

⁵ Peso médio dos galos = 2.30 Kg; jejum de 24 horas para limpeza do trato digestivo e 48 horas de coleta das excretas.

⁶ Miligramas de aminoácido endógeno.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

O experimento foi realizado no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, onde objetivou-se determinar os coeficientes de digestibilidade e os valores de aminoácidos digestíveis verdadeiros de alguns alimentos protéicos para aves. Foi utilizado o método de alimentação forçada, com galos Leghorne adultos cecectomizados, num delineamento experimental inteiramente casualizado, com doze tratamentos (dois farelos de glúten de milho, soja integral extrusada parcialmente desengordurada, concentrado protéico de soja, duas farinhas de carne e ossos, dois plasmas sangüíneos, hemácias, farinha de vísceras de aves de alta gordura, farinha de peixe e farinha de penas), com seis repetições e um galo por unidade experimental. Os valores médios dos coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos essenciais e não-essenciais, em percentagem, foram, respectivamente, para o farelo de glúten de milho 22%: 83,32 e 87,20; para o farelo de glúten de milho 60%: 92,90 e 94,86; para o concentrado protéico de soja: 91,10 e 90,19; para a soja integral extrusada parcialmente desengordurada: 88,90 e 88,91; para a farinha de carne e ossos 36%: 88,63 e 85,94; para a farinha de carne e ossos 45%: 87,80 e 85,00; para a farinha de peixe: 89,39 e

87,32; para a farinha de vísceras de aves de alta gordura: 79,22 e 74,36; para a farinha de penas: 85,89 e 82,32; para o plasma sanguíneo 70%: 87,22 e 87,78; para o plasma sanguíneo 78%: 90,42 e 91,40; e para as hemácias: 95,25 e 94,31.

5. CONCLUSÕES GERAIS

Os valores de EMAn (Kcal/Kg), na matéria natural, nos períodos de 21 a 30 e de 41 a 50 dias de idade foram, respectivamente, para o farelo de algodão: 1963 e 2461; para o glúten de milho: 3608 e 4013; para o concentrado protéico de soja: 2043 e 2155; para a farinha de carne e ossos 36%: 1249 e 1573; para a farinha de carne e ossos 45%: 1391 e 1766; para a farinha de peixe: 3055 e 3077; para a farinha de vísceras de aves de alta gordura: 2990 e 3172; para o plasma sangüíneo 70%: 2673 e 2730; para o plasma sangüíneo 78%: 3027 e 3704; e para as hemácias: 2834 e 3256. Todos os alimentos apresentaram valores superiores de EMA e de EMAn no segundo período experimental, indicando que as aves apresentam melhor aproveitamento dos alimentos com o avanço da idade.

Os valores médios dos coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos essenciais e não-essenciais, em percentagem, foram, respectivamente, para o farelo de glúten de milho 22%: 83,32 e 87,20; para o farelo de glúten de milho 60%: 92,90 e 94,86; para o concentrado protéico de soja: 91,10 e 90,19; para a soja integral extrusada parcialmente desengordurada: 88,90 e 88,91; para a farinha de carne e ossos 36%: 88,63 e 85,94; para a farinha de carne e ossos 45%: 87,80 e

85,00; para a farinha de peixe: 89,39 e 87,32; para a farinha de vísceras de aves de alta gordura: 79,22 e 74,36; para a farinha de penas: 85,89 e 82,32; para o plasma sanguíneo 70%: 87,22 e 87,78; para o plasma sanguíneo 78%: 90,42 e 91,40; e para as hemácias: 95,25 e 94,31.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBINO, L.F.T. **Determinação de valores de energia metabolizável e triptofano de alguns alimentos para aves em diferentes idades.** Viçosa, UFV, 1980. 55p. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1980.
- 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. **Sistemas de avaliação nutricional de alimentos e suas aplicações na formulação de rações para frangos de corte.** Viçosa, UFV, 1991. 141p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1991.

- ALBINO, L.F.T., ROSTAGNO, H.S., FONSECA, J.B., TAFURI, M.L., SILVA, M.A. Uso de aminoácidos disponíveis e proteína digestível na formulação de rações para pintos de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 21, n. 6, p. 1069-1076, 1992b.
- ALBINO, L.F.T., SILVA, M.A. Tópicos avançados em exigências nutricionais para frangos de corte. In: CONGRESSO INTERNATIONAL, CONGRESSO NACIONAL e CONGRESSO ESTADUAL, Porto Alegre, RS, 1996. **Anais...** Porto Alegre: PUCRS – Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia, 1996, p.59-64.
- 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, 1997, p.270-276.
- AZCONA, J.O., SCHANG, M.J., PIERSON, E.E. Estimation of available methionine plus cystine requirements for broilers. In: Annual Meeting of Southern Poultry Science Society, 16, 1995, Tucson. **Proceedings...** Tucson, 1995, p.13.
- AZEVEDO, D.M.S. **Fatores que influenciam os valores de energia metabolizável da farinha de carne e ossos para aves**. Viçosa, UFV, 1995. 58p. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- BATTERHAM, E.S. Availability and utilization of amino acids for growing pigs. **Nutrition Research Reviews**, Cambridge, v.5, p.1-18, 1992.

- BATTERHAM, E.S., LOWE, R.F., DARNELL, R.E., MAJOR, E.J., Availability of lysine in meat meal, meat and bone meal and blood meal as determined by the slope-ratio assay with growing pigs, rats and chicks and chemical techniques. **British Poultry Science**, v.55, p.427-440, 1986.
- BELLAVER, C., PARSONS, C., EASTER, R.A., Estimates of true amino acid digestibilities in feed ingredients using precision-feed, cecectomized roosters. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n.5, p.731-736, 1998.
- BORGES, F.M.O., ROSTAGNO, H.S., RODRIGUEZ, N.M., SANTOS, W.M., LARA, L.B., ARAÚJO, V.L. Metodologia de alimentação forçada em aves – I – Efeito dos níveis de consumo de alimento na avaliação da energia metabolizável. In: REUNIÃO da SOCIEDADE BRASILEIRA de ZOOTECNIA, 35, Botucatu, 1998. **Anais...** Botucatu: FMVZ-UNESP, 1998b, p. 389-391.
- CAFÉ, M.B., SAKOMURA, N.K., JUNQUEIRA, O.M., MALHEIROS, E.B., DEL BIANCHI M., Composição e Digestibilidade dos Aminoácidos das Sojas Integrais Processadas para Aves. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**. Campinas, v.2, n.1, 2000.
- CARVALHO, D.C.O., ALBINO, L.F.T., ROSTAGNO, H.S., OLIVEIRA, J.E., VARGAS JR., J.G.V., TOLEDO, R.S., ROCHA, C.H.C., PINHEIRO, S.R.F., SOUZA, R.M. Composição química e energética de amostras de milho submetidas a diferentes temperaturas de secagem e períodos de armazenamento. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.358-364, 2004.

CARVALHO, D.C.O., ALBINO, L.F.T., ROSTAGNO, H.S., GOMES, P.C., FERES, F.A., OLIVEIRA, J.E., JÚNIOR, J.G.V., TOLEDO, R.S., BRUMANO, G. Coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos de amostras de milho submetidas a diferentes temperaturas de secagem e períodos de armazenamento. In: XXXIX Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Recife, 2002, **Anais...** Recife, 2002.

CAVE, N.A. Bioavailability of amino acids in plant feedstuffs determined by in vitro digestion, chick growth assay, and true amino acid availability methods. **Poultry Science**, v.67, p. 78-87, 1988.

CHAMI, D.B., VOHRA, P., KRATZER, F.H. Evaluation of a method for determination of true metabolizable energy of feed ingredients. **Poultry Science**, v.59, p. 569-571, 1980.

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'AGOSTINI, P. **Composição química, energia metabolizável e aminoácidos digestíveis de alguns alimentos para aves.** Viçosa, UFV, 2001. 69P. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2001.

- D'AGOSTINI, P., GOMES, P.C., ALBINO, L.F.T., SÁ, L. Coeficientes de digestibilidade verdadeira de alguns alimentos determinados com galos cecectomizados. In: XXXVIII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba, SP, 2001. v.01, p.795-796.
- DOLZ, S., 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, p.316-322, 1992.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves (CNPSA) – EMBRAPA-CNPSA. **Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves**. 3º ed. Concórdia-SC, EMBRAPA-CNPSA, 1991, 97p. [Documento 19].
- ENGSTER, H.M, CAVE, N.A., LIKUSKI, H., McNAB, J.M., PARSONS, C.A., PFAFF, F.E. A collaborative study to evaluate a precision-fed rooster assay for true amino acid availability in feed ingredients. **Poultry Science**, v.64, p. 487-498, 1985.
- FARREL, D.J. Rapid determination of metabolizable energy of foods using cockerels. **British Poultry Science**, Oxford, v.19, n.1, p. 303-308, 1978.
- FARREL, D.J., RAHARJO, Y. Ileal digestion of dietary amino acids in poultry feedstuffs. In: MARYLAND NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 1982. **Proceedings...** 1982. p. 26-34.
- 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 coeficientes de digestibilidade e dos valores de aminoácidos digestíveis de diferentes alimentos para aves. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, vol. 27, n.2, p. 307-313, 1998.

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**, vol. 27, n.2, p. 314-318, 1998.

HARTEL, H. Influence of food input and procedure of determination on metabolizable energy and digestibility of a diet measured with Young and adult birds. **British Poultry Science**, Edinburgh, v.27, n.1, 1986, p.11-39.

HILL, F.W., ANDERSON, D.L. Comparison of metabolizable energy and productive energy determinations with growing chicks. **J. Nutrition**, Davis, v.64, n.3, p.587-604, 1958.

KADIM, I. T., MOUGHAN, P.J. Development of a ileal amino acid digestibility assay for the growing chicken – effects of time after feeding and site of sampling. **British Poultry Science**, Cambridge, v. 38, n.1, p.89-95, March, 1997.

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

- MATTERSON, L.S., POTTER, L.M., STUTZ, M.W., SINGSEN, E.P. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens, University of Connecticut Storrs. **Agricultural Experiment Station Research Report**, v.11, 11p, 1965.
- MUZTAR, A.J., SLINGER, S.J. Bioavailable amino acids in corn alfafa as measured by applying the true metabolizable energy assay. **Poultry Science**, v.59, p. 1873-1877, 1980.
- MUZTAR, A.J., SLINGER, S.J. An evaluation of the nitrogen correction in the true metabolizable energy assay. **Poultry Science**, v.60, p. 835-839, 1981.
- NASCIMENTO, A.H., GOMES, P.C., ALBINO, L.F.T. et al. Coeficientes de digestibilidade e valores de aminoácidos digestíveis verdadeiros de farinhas de vísceras para aves. In: CONFERÊNCIA APINCO 99, 1999. Campinas. **Anais ...** Campinas: FACTA, 1999, p.27.
- 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.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient Requirements of Poultry**, 9 ed. Washington, National Academy os Sciences, 1994. 155p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutriente Requirements of Swine**, 3 ed. 1998. 189p.

- NUNES, R.V. **Digestibilidade de nutrientes e valores energéticos de alguns alimentos para aves.** Viçosa, UFV, 2003. 103p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- PARSONS, C. M. Amino acids availability in feedstuffs for poultry and swine. **In: Recent advances in amino acid nutrition.** Urbana: University of Illinois, 1985. p. 35-48.
- PARSONS, C. M. Determination of digestible and available amino acids in meat meal using conventional and caecotomized cockerels or chick growth assays. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.56, n.1, p.227-240, 1986.
- 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.
- PENZ JR., A.M., KESSLER, A.M., BRUGALLI, I. Novos conceitos de energia para aves. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, 1999, Campinas. **Anais...** Campinas, SP, p. 1-24.
- POPPEMA, T.F., DUKE, G.E. The effectiveness of ligating or detaching ceca as an alternative to cecectomy. **Poultry Science**, v.71, p. 1384-1390, 1992.
- PUPA, J. M. R. **Rações para frangos de corte formuladas com valores de aminoácidos digestíveis verdadeiros, determinados com galos cecectomizados.** Viçosa, UFV, 1995. 63p. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1995.

- PUPA, J.M.R., LEÃO, M.I., CARVALHO, A.U., POMPERMAYER, 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. **Na. Feed Science and Technic**, v. 12, p.29-45, 1984.
- RODRIGUES, P. B.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T. Valores energéticos do milho e subprodutos do milho determinados com frangos de corte e galos adultos. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, 2001, vol.30, no.6, p.1767-1778.
- RODRIGUES, P.B., ROSTAGNO, H.S; ALBINO, L.F.T. Aminoácidos digestíveis verdadeiros do milho, do milho e subprodutos do milho, determinados com galos adultos cecectomizados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, n. 6(S), p. 2046-2058, 2001.
- ROSTAGNO, H.S. Valores de composição de alimentos e exigências nutricionais utilizadas na formulação de rações para aves. In: XXXVII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Piracicaba, 1990. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1990, p.11-30.
- ROSTAGNO, H.S., ALBINO, L.F.T, DONZELE, J.L., GOMES, P.C., FERREIRA, A.S., OLIVEIRA, R.F., LOPES, D.C. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais.** Viçosa: UFV. 2000. 141p.

- ROSTAGNO, H.S., FEATHERSTON, W.R. Estudos de métodos para determinar a disponibilidade de aminoácidos em pintos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 6, n. 1, p. 64-76, 1977.
- ROSTAGNO, H.S., NASCIMENTO, A.H., ALBINO, L.F.T. Aminoácidos totais e digestíveis para aves. In: Simpósio Internacional sobre Nutrição de Aves, Campinas, SP, 1999. **Anais...** Campinas: FACTA, p.65-83, 1999.
- ROSTAGNO, H.S., PUPA, J.M.R., PACK, M. Diet formulation for broilers based on total versus digestible amino acids. **Journal Applied Poultry Science**, n.4, p. 293-299, 1995.
- 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.
- SCOTT, T.A., SILVERSIDES, F.G., CLASSEN, H.L., SWIFT, M.L., BEDFORD, M.R. Comparison of sample source (excreta or ileal digest) and age of broiler chick on measurement of apparent digestible energy of wheat and barley. **Poultry Science**, v.77, p. 456-463, 1998.
- SHIRES, A., ROBBLEE, A.R., HARDIN, R.T., CLANDININ, D.R. Effect of the age of chickens on the true metabolizable energy values of feed ingredients. **Poultry Science**, v.59, n.1, p. 396-403, 1980.
- SIBBALD, I.R. A bioassay for true metabolizable energy in feedingstuffs. **Poultry Science**, v. 55, p. 303-308, 1976a.

- SIBBALD, I.R. A bioassay for available amino acids and true metabolizable energy in feedingstuffs. **Poultry Science**, v.58, p. 668-673, 1979b.
- SIBBALD, I.R., MORSE, P.M. Provision of supplemental feed and the application of a nitrogen correction in bioassays for true metabolizable energy. **Poultry Science**, Champaign, v.62,n.8, p. 1587-1605, 1983a.
- SIBBALD, I.R., WOLYNETZ, M.S. Comparison of three methods of excreta collection used in estimation of energy and nitrogen excretion. **Poultry Science**, v.65, n.1, p. 78-84, 1986.
- SILVA, D.J., QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed. Viçosa: UFV, Imp. Univ., 235p., 2002.
- TABLAS FEDNA DE COMPOSICIÓN Y VALOR NUTRITIVO DE ALIMENTOS PARA LA FABRICACIÓN DE PIENSOS COMPUESTOS – FEDNA, **Fundación Española para El Desarrollo de La Nutrición Animal**, 2 ed., 253p. , 2003.
- VIEITES, F. M., **Valores Energéticos e de Aminoácidos Digestíveis de Farinhas de Carne e Ossos para Aves**. Viçosa, UFV, 1999. 55P. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- VIEITES, F. M.; ALBINO, L. F. T.; SOARES, P. R. Valores de aminoácidos digestíveis da farinha de carne e ossos para aves . **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2000, vol.29, no.6, p.2300-2307.

VIEITES, F. M.; ALBINO, L. F. T.; SOARES, P. R. Valores de energia metabolizável aparente da farinha de carne e ossos para aves . **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2000, vol.29, no.6, p.2292-2299.

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

APÊNDICES

APÊNDICE A

Tabela 1A: Análise de variância com o desdobramento de idade dentro de cada tratamento para os dados de energia metabolizável e energia metabolizável corrigida

FV	GL	Quadrado médio	
		EMA	EMAn
Idade /algodão	1	942060.98*	927794.46*
Idade /glúten 60%	1	615107.51*	595491.38*
Idade /concentrado soja	1	37708.53	48308.79
Idade /c. e ossos 36%	1	518678.89*	374640.75*
Idade /c. e ossos 45%	1	816434.41*	514283.63*
Idade /peixe	1	8129.58	1787.78
Idade /vísc. aves alta gord.	1	95653.87	118254.99
Idade /plasma 70%	1	104479.95	12815.39
Idade /plasma 78%	1	2452193.14*	1745563.29*
Idade /hemácias	1	809544.12*	686384.89*
Resíduo	100	90165.46	69844.13
CV(%)		9,73	9,00

* Significativo pelo teste F (P<0,05)

APÊNDICE B

Descrição dos alimentos

Concentrado protéico de soja: são obtidos 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 anti-nutricionais, aumentando o conteúdo e a digestibilidade da proteína. Na fermentação aplica-se enzimas de procedência fúngica ou bacteriana, desativando os fatores anti-nutricionais.

Farelo de glúten de milho 22: é a parte fibrosa do grão de milho que fica após extração da maior parte do amido, do glúten e do gérmen pelo processo empregado na produção do amido ou do xarope.

Farelo de glúten de milho 60: é o resíduo seco de milho, obtido após a remoção da maior parte do amido, do gérmen e da separação do farelo pelo processo empregado

na fabricação do amido de milho ou xarope, por via úmida, pelo tratamento enzimático do endosperma.

Farinha de carne e ossos: é originada do processamento industrial de tecidos de animais, incluindo ossos, devendo ser isenta de chifres, cascos e outras matérias estranhas a sua composição.

Farinha de peixe: produto obtido da dessecação de pescados e resíduos da indústria pesqueira. Este material é picado, moído e seguido de sua cocção. Deve ser livre de areia e outros materiais estranhos.

Farinha de penas: elaborada basicamente à partir de sangue e penas, podendo conter outros componentes em pequenas quantidades, como carnes, pulmão e outras vísceras e cascos suínos.

Farinha de vísceras aves alta gordura: constituído de aparelho digestivo, vísceras comestíveis condenadas de aves abatidas e vísceras não comestíveis, cabeças, pés, gordura e em menor quantidade sangue.

Plasma Sangüíneo: é um produto oriundo do sangue, processado pelo sistema spray-dried (aspersão), e enriquecido com aminoácidos sintéticos, cloreto de potássio, antioxidante, ácido benzóico, sulfato de magnésio, bicarbonato, ácido acético, gordura animal.

Hemácias: é um produto oriundo do sangue – hemáceas seca pelo sistema spray-dried e enriquecida com aminoácidos sintéticos e antioxidante.

Soja integral extrusada parcialmente desengordurada: é proveniente do processo de extrusão, onde o incremento de temperatura e pressão são responsáveis pela desativação de toxinas contidas no grão sem que haja perda nutricional. Após a extrusão a soja é prensada e retirada parte do óleo.