

PRISCILA D'AGOSTINI

**COMPOSIÇÃO QUÍMICA, ENERGIA METABOLIZÁVEL E
AMINOÁCIDOS DIGESTÍVEIS DE ALGUNS ALIMENTOS PARA AVES**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2001

PRISCILA D'AGOSTINI

**COMPOSIÇÃO QUÍMICA, ENERGIA METABOLIZÁVEL E
AMINOÁCIDOS DIGESTÍVEIS DE ALGUNS ALIMENTOS PARA AVES**

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

Aprovada: 14 de março de 2001.

Prof. Luiz Fernando Teixeira Albino
(Conselheiro)

Prof. Horacio Santiago Hostagno
(Conselheiro)

Prof. Aloísio Soares Ferreira

Prof. Júlio Maria Ribeiro Pupa

Prof. Paulo Cezar Gomes
(Orientador)

A Deus, pela vida.

A meus pais, pela dedicação e por tudo que sou.

A meu noivo Adriano, pelo amor e carinho.

A meus irmãos Larissa e Luciano, pela alegria

As minhas avós Aire e Rosalina “in memória”, pelo carinho.

A meus amigos, pela convivência fundamental.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de cursar o mestrado em Zootecnia.

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

Ao professor Paulo Cezar Gomes, pela amizade e orientação atribuída.

Aos professores Luiz Fernando Teixeira Albino, e Horácio Santiago Rostagno, pelos conselhos durante a realização deste trabalho.

Aos professores Aloísio Soares Ferreira e Julio Maria Ribeiro Pupa, pelas sugestões atribuídas a tese.

Aos amigos de Suzano, Adriana, Sandra, Tieko e Renata, pela amizade de muitos anos.

Aos amigos Fernanda, Acyr e Carlinha, pela grande amizade, companheirismo e apoio durante todos estes anos.

Às amigas Juliana e Éricka, pelo carinho e amizade.

Aos amigos Luciano e Gladstone, pela ajuda e apoio atribuídos na elaboração deste trabalho.

Ao colega André Viana, pela orientação e ajuda nas análises de aminoácidos.

Aos funcionários do Aviário, Adriano, Elízio, Joselino e ao responsável pela fábrica de ração Mauro, pela atenção e ajuda atribuída.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal, em especial a Vera pela ajuda e amizade.

Aos professores Ana Lúcia e Juquinha e aos amigos Alexandre, Cristina, Débora, Felipe, José Geraldo, Rafael, Renata, Rodrigo e Uislei pela amizade e apoio em todos os momentos.

Aos demais professores, funcionários e colegas do Departamento de Zootecnia da UFV que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

PRISCILA D'AGOSTINI, filha de Ana Maria Basso e Loris D'Agostini, nasceu em São Paulo, São Paulo, em 07 de dezembro de 1974.

Em 1994, ingressou na Universidade Federal de Viçosa, no curso de Zootecnia, colando grau em 26 de março de 1999.

Em abril de 1999, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, desenvolvendo estudos na área de Nutrição de Monogástricos, submetendo-se à defesa de tese em 14 de março de 2001.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	ix
ABSTRACT.....	xi
1.INTRODUÇÃO.....	01
2.REVISÃO DE LITERATURA.....	03
2.1. Composição química dos alimentos	03
2.2. Energia	04
2.2.1. Energia metabolizável	05
2.2.2. Fatores que interferem nos valores de energia metabolizável	08
2.3. Aminoácidos	11
2.3.1. Aminoácidos digestíveis dos alimentos	11
2.3.2. Fatores que interferem na digestibilidade dos aminoácidos	13
2.3.3. Métodos de determinação da digestibilidade dos aminoácidos ...	16
CAPÍTULO 1. DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA E VALORES DE ENERGIA METABOLIZÁVEL DE ALGUNS ALIMENTOS PARA AVES	18
1.INTRODUÇÃO.....	18
2. MATERIAL E MÉTODOS	20
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
3.1. Composição química dos alimentos	24

	Página
3.2.Valores de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida (EMAn)	28
4. RESUMO E CONCLUSÃO	31
CAPÍTULO 2 AMINOÁCIDOS DIGESTÍVEIS VERDADEIROS DE ALGUNS ALIMENTOS DETERMINADOS COM GALOS CECECTOMIZADOS	33
1.INTRODUÇÃO.....	33
2. MATERIAL E MÉTODOS	35
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
3.1. Composição em aminoácidos totais dos alimentos	38
3.2. Coeficiente de digestibilidade e aminoácidos digestíveis verdadeiros	41
3.3. Excreção endógena de aminoácidos	46
4. RESUMO E CONCLUSÃO	48
5. RESUMO E CONCLUSÕES	50
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	52
APÊNDICE	62
Apêndice A	63

RESUMO

D'AGOSTINI, Priscila, M.S. Universidade Federal de Viçosa, março de 2001.
Composição química, energia metabolizável e aminoácidos digestíveis de alguns alimentos para aves. Orientador: Paulo Cezar Gomes. Conselheiros: Luiz Fernando Teixeira Albino e Horacio Santiago Rostagno.

Dois experimentos foram conduzidos no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa. O primeiro com o objetivo de determinar a composição química e energética de oito alimentos: milho grão, milho pré-cozido I e II, farelo de canola, plasma sanguíneo, farinha de vísceras, glicose e amido de milho, e o segundo com o objetivo de determinar o coeficiente de digestibilidade verdadeiro dos aminoácidos do milho grão, milho pré-cozido I e II, farelo de canola e farinha de vísceras. Para determinar os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn), foram utilizados o método tradicional de coleta total de excretas, com pintos de corte, machos e fêmeas, de 21 a 30 dias de idade. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com dez tratamentos, cinco repetições e oito aves por unidade experimental. Os milhos grão e pré-cozido I e II, substituíram em 40%, e o amido e a glicose em 20% uma ração referência com 26% PB; e o farelo de canola substituiu em 40%, e o plasma sanguíneo e a farinha de vísceras em 20% uma ração referência com 18% PB. Os valores de matéria seca MS (%), proteína bruta PB (%), EMA (Kcal/Kg)

e EMAn (Kcal/Kg) foram, respectivamente, para o milho: 87,72, 7,33, 3.246 e 3.235; milho pré-cozido I: 87,75, 7,14, 3.385 e 3.379; milho pré-cozido II: 87,88, 7,34, 3.187 e 3.179; farelo de canola: 87,53, 37,89, 1.793 e 1.778; plasma sangüíneo: 90,67, 74,24, 3.503 e 3.474 e farinha de vísceras: 90,35, 64,98, 4.293 e 4.268. Foram determinados os valores de MS (%), EMA (Kcal/Kg) e EMAn (Kcal/Kg) para a glicose 99,12, 3.170 e 3.168 e para o amido de milho 85,52, 3.203 e 3.201, respectivamente. No segundo experimento, para determinar os aminoácidos digestíveis foi utilizado o método de “alimentação forçada” com galos cecectomizados. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com seis tratamentos, seis repetições e um galo por unidade experimental. Os valores dos aminoácidos digestíveis como a lisina, metionina, metionina+cistina, treonina e arginina, expressos em porcentagem na matéria natural, foram respectivamente, para o milho grão: 0,21, 0,18, 0,28, 0,13 e 0,19; milho pré-cozido I: 0,16, 0,14, 0,24, 0,16 e 0,18; milho pré-cozido II: 0,24, 0,17, 0,34, 0,22 e 0,25; farelo de canola: 3,43, 0,97, 1,41, 1,30 e 2,33; plasma sangüíneo: 7,12, 2,22, 3,41, 3,21 e 3,13; e farinha de vísceras: 4,32, 1,05, 1,75, 2,39 e 4,70.

ABSTRACT

D'AGOSTINI, Priscila. M.S. Universidade Federal de Viçosa, March, 2001.
Chemical composition, metabolizable energy and digestible amino acid of some feedstuffs for poultry. Adviser: Paulo Cezar Gomes. Committee Members: Luiz Fernando Teixeira Albino and Horacio Santiago Rostagno.

Two experiments were conducted in the Animal Science Department of Federal University of Viçosa. The first one with the objective of determining the chemical and energetic composition of eight feedstuffs: corn grain, corn pre-cooked I and II, canola meal, spray-dried plasma, poultry by-product meal, glucose and corn starch, and the second with the objective of determining the true digestibility coefficient of the amino acids the corn grain, pre-cooked I and II, canola meal, spray-dried plasma and poultry by-product meal. To determine the values of apparent metabolizable energy (AME) and nitrogen corrected apparent metabolizable energy (AMEn) the traditional method of total excreta collection were used, with broiler chicks, male and female, 21 to 30 days old. A complete randomized design was utilized, with ten treatments, five replications and eight birds per experimental unit. The corn grain and pre-cooked I and II, replaced 40%, and the starch and glucose 20% of the reference diet with 26% CP; the canola meal replaced 40%, and spray-dried plasma and poultry by-products meal 20% of the reference diet with 18% CP. The dry matter –DM (%), crude protein –CP (%), AME (Kcal/Kg) e AMEn (Kcal/Kg) values were, respectively, for corn

grain: 87,72, 7,33, 3.246 and 3.235; for pre-cooked I: 87,75, 7,14, 3.385 and 3.379; for pre-cooked II: 87,88, 7,34, 3.187 and 3.179; for canola meal: 87,53, 37,89, 1.793 and 1.778; for spray-dried plasma: 90,67, 74,24, 3.503 and 3.474; and for poultry by-product meal: 90,35, 64,98, 4.293 and 4.268. The DM (%), AME (Kcal/Kg) and AMEn (Kcal/Kg) values were determined for glucose 99,12, 3.170 and 3.168; and corn starch 85,52, 3.203 and 3.201, respectively. The second experiment, to determine the digestible amino acids the “method of forced feed” was used with cecectomized roosters. A complete randomized design was used, with six treatments, six replications and one bird per experimental unit. The values of digestible amino acids as lysine, methionine, methionine+cystine, threonine and arginine, expressed in percentage of the natural matter, were respectively, for grain corn: 0,21, 0,18, 0,28, 0,13 and 0,19; corn pre-cooked I: 0,16, 0,14, 0,24 0,16 and 0,18; pre-cooked corn II: 0,24, 0,17, 0,34 0,22 and 0,25; canola meal: 3,43, 0,97, 1,41, 1,30 and 2,33; spray-dried plasma: 7,12, 2,22, 3,41, 3,21 and 3,13; and poultry by-products meal: 4,32, 1,05, 1,75, 2,39 and 4,70.

1. INTRODUÇÃO

A avicultura tem sido uma atividade dinâmica, que incorpora todas as mudanças tecnológicas do melhoramento genético, da nutrição, da sanidade, da ambiência e do manejo, visando melhorias na produtividade do setor.

O Brasil vem sendo considerado, segundo dados obtidos em AVES e OVOS (2000), a terceira maior produção mundial e segunda maior exportação mundial de frango de corte. Dentro deste avanço sabe-se que a nutrição tem representado a maior parcela do custo de produção das aves, em torno de 70 a 75%, e segundo LIMA (1996), 69% desse custo tem sido correspondente à energia e 25% ao teor protéico. Uma alternativa para reduzir esse custo é a utilização de alimentos não-convencionais, como alguns resíduos da indústria ou alimentos que estão disponíveis regionalmente. Entretanto, esses alimentos precisam ser melhor estudados, levando em consideração, principalmente a composição química, o valor energético, a composição em aminoácidos para que se possa elaborar rações mais eficientes e economicamente viáveis.

Os nutrientes presentes nos alimentos podem não estar totalmente disponíveis para os animais, portanto, torna-se importante conhecer o quanto deles podem estar na sua forma disponível, e o quanto desses nutrientes poderão ser utilizados metabolicamente pelo animal.

A energia presente nos alimentos para aves, normalmente, tem sido expressa na forma de energia metabolizável (EM). A determinação dos valores

de EM dos alimentos tem sido importante no cálculo de rações para aves, e sua utilização pode ser necessária na obtenção de produtividade e rentabilidade no setor (ALBINO, 1991). Entretanto, a determinação dos valores de energia metabolizável apresenta dificuldades, devido a diferentes metodologias usadas e ao tempo necessário para realizar o ensaio de metabolismo, bem como, a existência de uma variação na composição química de um mesmo alimento. Devido a estas dificuldades se faz necessário gerar mais informações sobre o valor energético dos alimentos.

Além da composição química e do valor energético, deve ser considerados importante também o valor protéico e a composição aminoacídica dos alimentos. O desbalanceamento ou deficiência de aminoácidos na ração pode levar a alterações na produção, prejudicando o retorno econômico da atividade (FISCHER JR., 1997). Entretanto, os aminoácidos também podem não estar totalmente disponíveis, sendo necessário, portanto o conhecimento dos coeficientes de digestibilidade dos mesmos.

A elaboração de rações para frangos de corte, utilizando alimentos não convencionais e valores de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos, vem promovendo resultados satisfatórios, em relação àquelas contendo milho e farelo de soja (PUPA, 1995). Evidenciando a importância da determinação da digestibilidade dos aminoácidos, principalmente dos alimentos não convencionais, permitindo com isto elaborar rações que promovam maior lucratividade no setor.

Os valores de composição química e energética, bem como os de aminoácidos digestíveis dos alimentos a serem estudados, poderão ser incorporados em tabelas, contribuindo dessa forma, com a maior eficiência das rações formuladas para aves.

Assim verifica-se necessário determinar a composição química e os valores de energia metabolizável de alguns alimentos utilizados na alimentação das aves; e determinar o coeficiente de digestibilidade verdadeiro e a composição em aminoácidos digestíveis de alguns alimentos utilizados na alimentação das aves.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Composição Química dos Alimentos

O conhecimento da composição química, do valor energético e da disponibilidade dos nutrientes é fundamental para se determinar o valor nutricional dos alimentos.

Para maior precisão na formulação e no balanceamento das rações, é imprescindível o conhecimento da composição química e dos valores energéticos dos alimentos, bem como suas limitações de uso, ressaltando ainda as possíveis variações relacionadas a solos, climas, além dos subprodutos de origem animal e subprodutos industriais, que podem apresentar grandes variações em sua composição, comprometendo a formulação (ALBINO e SILVA, 1996). Entretanto, a realização de análises para determinar a composição química dos ingredientes utilizados nas rações representa um alto custo, além de desprender de tempo levando aos nutricionistas o constante uso de tabelas.

A grande diversidade de alimentos não convencionais e de subprodutos utilizados na formulação de rações para aves, mostra a necessidade de conhecer seus valores nutricionais, a fim de que sejam aproveitados e utilizados de forma racional. Os alimentos não convencionais vêm se mostrando excelentes substitutos de alimentos convencionais (milho e soja), contribuindo para a

redução dos custos de alimentação, que representa a maior fatia do custo de produção.

BELL e KEITH (1991), ao avaliarem a composição química de farelos de canola produzidos no Oeste do Canadá, observaram que os mesmos apresentavam diferenças, principalmente devido, aos fatores ambientais, cultivares usados, teor de glucosinolatos e condições de processamento.

Durante vários anos, têm-se utilizado valores de composição dos alimentos e as recomendações nutricionais de tabelas estrangeiras, como o NRC (1994). Entretanto ao avaliarem a composição química de alguns alimentos no Brasil, foram observadas variações nos valores quando comparados aos das tabelas estrangeiras, o que incentivou pesquisadores na elaboração de tabelas brasileiras (ROSTAGNO et al., 1983; EMBRAPA, 1991). Assim, vários trabalhos (ALBINO, 1991; PUPA, 1995; NASCIMENTO, 1997; FISCHER JR., 1997; NUNES, 2000; RODRIGUES, 2000) tem sido conduzidos nos últimos anos, avaliando alimentos utilizados na formulação de rações para aves, com o objetivo de atualizar e incluir novos alimentos as tabelas existentes, como a tabela atualizada de ROSTAGNO et al. (2000), tornando-as mais completas e com valores de nutrientes digestíveis.

2.2 Energia

Um dos fatores mais importantes na nutrição é a energia contida nos alimentos. A energia não é considerada um nutriente, mas sim o produto resultante de sua transformação e é o principal fator limitante para a ótima performance das aves.

A suplementação adequada de energia é um dos mais importante aspecto para o sucesso dos programas nutricionais (TENESACA e SELL, 1981).

A energia presente nos alimentos pode ser expressa tanto na forma de energia bruta, digestível, metabolizável ou líquida. A energia bruta indica apenas o total de energia presente no alimento e não a que está disponível ao animal.

O valor de energia metabolizável (EM), vem sendo adotado pelos nutricionistas nos cálculos de ração, pois são os que melhor representam a quantidade de energia disponível no alimento, além de ser relativamente simples de ser obtida, quando comparada à energia líquida que necessita de equipamentos sofisticados e despende de muito tempo para a sua determinação (SIBBALD, 1960).

Sendo a energia o principal fator limitante para a ótima performance das aves, a precisão na determinação dos valores de EM pode refletir em acréscimos no ganho de peso e conversão alimentar (DALE e FULLER, 1982).

A primeira estimativa da energia metabolizável foi determinada por HILL e ANDERSON (1958), que substituíram a energia produtiva, até então utilizada, proporcionando desta forma valores mais consistentes para a formulação das rações. Várias pesquisas vêm sendo conduzidas na tentativa de se obter um método preciso de determinação da energia disponível ao animal (SIBBALD e SLINGER, 1963; MATTERSON et al., 1965; SIBBALD, 1976a; FARREL, 1978).

FRANQUEIRA et al. (1979), observaram que a determinação prévia dos valores nutritivos dos alimentos utilizados na formulação de rações para poedeira proporcionou uma melhor produção, do que quando se utilizou valor de composição química e de EMA de tabela. Entretanto, não é muito prático para os fabricantes medirem os valores de energia metabolizável de uma amostra a cada lote de alimento recebido, mostrando a necessidade de se ter bancos de dados apropriados, para que os valores de energia metabolizável sejam utilizados nas formulações de ração (SIBBALD, 1977a).

2.2.1 Energia Metabolizável

Defini-se energia metabolizável aparente (EMA), como a energia presente no alimento subtraída da energia excretada das fezes, urina e gases. O método mais utilizado para a determinação da EMA, é o método 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 das aves.

Outra forma de determinação dos valores de EMA é através do uso de óxido de cromo como indicador. Segundo SIBBALD et al. (1960), os valores de EM obtidos com o uso de indicador foram mais precisos que o método tradicional, contrastando com POTTER (1972), que observou uma maior variação dos valores de EMA com o uso do indicador.

Existem algumas 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 menor os valores de EMA, podendo levar a maiores erros experimentais. Segundo ALBINO (1991), a precisão na determinação dos valores de EM tende a aumentar com o aumento do consumo e é normalmente maior quando há correção pelo balanço de nitrogênio. Esse autor ressalta ainda, que em altos níveis de consumo de alimento as perdas energéticas fecais metabólicas e perdas energéticas urinárias endógenas são menores em relação à excreção de energia do alimento, mostrando baixa influência nos valores de EMA, entretanto, em baixos níveis de consumo essas perdas são proporcionalmente maiores e resultam em diminuição nos valores de EMA. SIBBALD e WOLYNETZ (1985), também observaram que o aumento do consumo reduz a influencia das perdas metabólicas e endógenas nos valores de energia. Outra crítica é o fato de não ser verdade que toda a energia perdida na excreta é originária do alimento, existem perdas endógenas (produto do catabolismo dos tecidos) e metabólicas do animal (formada por biliar, secreções digestivas e células da mucosa intestinal), que subestimam os valores de EMA (ALBINO, 1991).

Devido às críticas aos valores de EMA, SIBBALD (1976a) desenvolveu o método de alimentação forçada em galos adultos para a determinação de energia metabolizável verdadeira (EMV), obtida através da energia ingerida do alimento subtraída pela diferença entre a energia excretada e a contribuição das perdas metabólicas fecais e endógenas urinárias, determinadas com galos mantidos em jejum.

O método de determinação da EMV é considerado simples, rápido e requer pequenas quantidades de alimento. Entretanto, os valores de EMV e EMVn de alguns alimentos, podem ser afetados pelo baixo nível de alimento ingerido, pois esta técnica consiste em forçar o consumo de alimento através de um funil-sonda fornecendo alimento direto no papo. A quantidade de alimento ingerido é baixa, e segundo FLORES e CASTANON (1991), os valores de EMV e EMVn, determinados pelo método de “alimentação forçada”, foram superiores aos valores de EMA quando se forneceu nível inferior a 50g de alimento aos galos, superestimando o valor energético dos alimentos.

Contrapondo ao método de alimentação forçada, FARREL (1978), desenvolveu um método rápido para a determinação da EMA, utilizando galos adultos treinados a consumir de 70 a 100g de ração-referência peletizada (substituindo em 50% o alimento) em um período de uma hora, coletando as excretas após 48 horas. CHAMI et al. (1980), ao determinarem a EMA, pelo método de FARREL (1978), utilizando 24 horas e 48 horas para a coleta das excretas, concluíram que o intervalo de 24 horas não foi suficiente na eliminação de todo o material indigestível da dieta.

Os valores de EMA e EMV são corrigidos pelo balanço de nitrogênio (BN). As correções pelo nitrogênio visam reduzir as variações encontradas nos valores de EMA e EMV, pois o BN estima com maior precisão a retenção ou perda de nitrogênio pelo animal (SIBBALD e WOLYNETZ, 1986).

O BN é afetado por vários fatores incluindo a composição e o consumo de alimentos, podendo influenciar de forma negativa ou positiva (ALBINO, 1991). Segundo este autor o efeito das perdas metabólicas e endógenas fecais foi mais evidenciado no método de alimentação forçada, quando o consumo de alimento foi menor, do que no método tradicional com consumo à vontade.

De acordo com PARSONS et al. (1982), os valores de energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) são mais confiáveis que os valores de energia metabolizável verdadeira (EMV). Entretanto, BORGES et al. (1998a), consideraram a EMVn a melhor forma de se estimar o conteúdo energético dos alimentos para aves.

ALBINO et al. (1992a), observaram que quando as perdas metabólicas foram calculadas por unidade de peso metabólico, os pintos apresentaram maior perda que os galos, indicando uma redução das perdas com o aumento da idade das aves. Estes mesmo autores observaram que o BN é afetado pelo peso das aves, e as mais pesadas apresentam maiores perdas metabólicas.

2.2.2. Fatores que interferem nos valores de energia metabolizável

Além do BN, os valores de energia metabolizável podem sofrer interferência de vários fatores, relacionados com a idade, sexo, consumo, e espécie das aves; e também devido à composição química, processamento, armazenamento, fatores antinutricionais e níveis de substituição dos alimentos.

ALBINO et al. (1992a) ao determinar os valores de EM de alguns alimentos para aves em diferentes idades observou que os valores de EMV e EMVn determinados com galos adultos, pelo método de alimentação forçada, foram superiores aos determinados com pintos (método tradicional). O mesmo foi observado por ROSTAGNO e QUEIROZ (1978), ao verificarem que os valores de EMA aumentam com a idade das aves, principalmente quando se utilizou ração com alto teor de fibra, evidenciando que aves adultas metabolizam mais eficientemente a energia presente nos alimentos. Outros autores (MURAKAMI et al., 1995; e LIMA et al., 1989), também encontraram valores de EM menores em aves jovens, discordando com SHIRES et al. (1980) e SIBBALD (1960), que não observaram efeito da idade nos valores de energia metabolizável verdadeira.

SCOTT et al. (1998), observaram que os valores de EMA, eram mais baixos quando a coleta era feita aos 8 dias de idade em relação aos 16 ou 17 dias, mostrando o efeito da idade influenciando nos valores de EMA. Segundo MARCH et al. (1973), o efeito da idade das aves é particularmente importante para alimentos que contenham substância antinutricionais, pois geralmente os efeitos antinutricionais só começam a diminuir após a terceira semana de idade.

Vários estudos demonstram que a variação existente nos valores de energia metabolizável está relacionada com o nível de ingestão do alimento. WOLYNETZ e SIBBALD (1984), constataram que a precisão nos valores de EM foram afetados pelo consumo de alimento e pela retenção de nitrogênio, e o aumento do consumo proporcionou uma menor variação nesses valores.

Os valores de energia metabolizável aparente podem variar com o tipo de ave usada no ensaio (SIBBALD, 1976b). A variação nos valores de EMA associados com o tipo de ave usada no ensaio de metabolismo é pequena, entretanto, quando se utiliza os valores de EMA, obtidos com pintinhos, na formulação de rações para outras classes de aves pode afetar o desempenho destas aves.

Os valores de EM podem ser influenciados pelo sexo das aves, entretanto, PARSONS et al. (1982), não observaram diferenças nos valores de EM determinados com machos e fêmeas, quando os valores das excretas foram corrigidos pelo BN.

A energia metabolizável varia com a metodologia utilizada. KESSLES e THOMAS (1981), ao compararem os valores de EMV de alguns alimentos, determinados pelo método de alimentação forçada, utilizando galos inteiros e cecectomizados, concluíram que o valor de EMV do farelo de soja foi significativamente menor ($P < 0,05$) nos galos cecectomizados quando comparados com galos inteiros.

O período de coleta também pode afetar os valores de EM, isto ocorre devido à variação da taxa de passagens existente entre os alimentos (SIBBALD, 1979a). Trabalhos vêm mostrando que o período de 48 horas proporciona melhores resultados nos valores de EMV (KESSLER e THOMAS, 1981; CHAMI et al. 1980; e SIBBALD, 1979a). Além disso, na determinação dos valores de EM dos alimentos, deve-se considerar as variações obtidas nos valores devido a diferenças no nível de substituição dos alimentos nas rações (ARENA E PENZ JR., 1988).

A grande diversidade de valores de EM encontrados em um mesmo alimento pode estar associado a vários fatores. Os alimentos de origem animal e

resíduos da indústria apresentam uma variação muito grande na quantidade dos compostos presentes, no tipo de processamento, armazenamento e fatores antinutricionais do alimento. CHAMI et al (1980), constataram que fatores antinutricionais presentes nos alimentos interferem negativamente nos valores de EMA e EMV. PESTI et al. (1986), ao estudarem várias farinhas de vísceras, observaram que existe uma grande variação na composição química das mesmas, devido à proporção e natureza dos componentes presentes no alimento.

RODRIGUES (2000), ao avaliar seis variedades de milho suplementadas ou não com enzimas e milhos provenientes de seis regiões, concluiu que a procedência dos milhos (variedade ou região) influenciou no desempenho das aves e na composição química, afetando a digestibilidade dos nutrientes e os valores de energia da ração formulada com esses milhos.

O processamento pode interferir de maneira positiva, aumentando a energia disponível, ou proporcionando um efeito negativo, com a redução da energia do alimento (SIBBALD, 1977b). Segundo HUANG et al. (1995), o uso do processamento reduziu o teor de glucosinolatos presente no farelo de colza, possibilitando seu uso na alimentação animal.

Quando alimentos são submetidos a um processamento padronizado, as diferenças nos valores nutritivos e energéticos encontrados na literatura estrangeira, comparados com a literatura brasileira são praticamente nulos (FISCHER JR., 1997). Entretanto, entre as farinhas de carne e ossos, existe uma grande variação na composição química e energética, devido à ausência de um sistema de padronização da matéria-prima e do processamento a que são submetidas (AZEVEDO, 1997). VIEITES (1999), ressalta que o teor de matéria mineral associado ao aumento da porcentagem de gordura nas farinhas de carne e ossos pode reduzir os valores de EM.

O teor de proteína presente nos alimentos ou na ração pode interferir nos valores de EM, pois segundo MUZTAR e SLINGER (1981), o teor de proteína, associado a outros fatores, apresentam efeito nos valores de EMV, devido à correção pelo BN. O mesmo foi observado por DALE e FULLER (1984), que

verificaram a existência de uma correlação positiva entre o teor de proteína presente no alimento e a variação na diferença entre a EMV e EMVn.

FISCHER JR. et al. (1998a), observaram que as aves apresentam melhor eficiência de utilização da energia dos alimentos energéticos em relação aos protéicos, entretanto o alto teor de fibra presente nos alimentos pode influenciar negativamente nos valores de EM.

2.3. Aminoácidos

2.3.1. Aminoácidos digestíveis dos alimentos

Os aminoácidos existentes nos alimentos não estão totalmente disponíveis para os animais e normalmente, nas formulações de rações são utilizados apenas os valores de proteína bruta e aminoácidos totais, não considerando a digestibilidade dos aminoácidos pelo animal. A utilização dos valores de aminoácidos digestíveis na formulação de rações é importante para aumentar a eficiência de utilização dos alimentos pelas aves, principalmente, quando se utilizam alimentos não convencionais (ALBINO et al., 1992b). Segundo ROSTAGNO et al. (1999), os valores de aminoácidos dos alimentos devem ser expressos em termos de aminoácidos digestíveis e não totais.

O uso de alimentos não convencionais tem tido um crescimento significativo nas rações para aves. Este forte crescimento fez com que pesquisadores procurassem determinar o valor nutricional destes alimentos, bem como, os fatores antinutricionais e os níveis de inclusão destes alimentos nas rações.

Tem havido, algumas vezes, confundimento pelos pesquisadores nos termos disponibilidade e digestibilidade de aminoácidos. A disponibilidade é a quantidade de aminoácidos presentes nos alimentos que estão disponíveis para serem utilizados nos processos de anabolismo e catabolismo, ou seja, no crescimento, manutenção e produção (CAVE, 1988); e digestibilidade é a quantidade de aminoácidos contida nos alimentos, subtraída da quantidade de

aminoácidos excretados ou presentes no material coletados do íleo-terminal, indicando apenas a quantidade do aminoácido ingerido que foi digerido e absorvido pelo animal (COON, 1991).

A qualidade de uma proteína está em função da sua composição em aminoácidos e da quantidade de aminoácidos essenciais presentes nos alimentos (BELLAYER, 1994), entretanto, os valores de digestibilidade dos aminoácidos variam entre os alimentos, principalmente os produtos de origem animal (NRC, 1994).

Segundo NUNES (2000), o interesse em se conhecer o teor de aminoácidos digestíveis dos alimentos e o requerimento em aminoácidos pelas aves, vem proporcionando aos nutricionistas a elaboração de rações com base no perfil de aminoácidos, facilitando a utilização de aminoácidos sintéticos e alimentos não convencionais, além de promover uma redução no teor de proteína total das rações.

O uso de aminoácidos digestíveis vem apresentando resultados satisfatórios nas rações de aves. CONHALATO et al. (1998), constataram uma melhora na conversão alimentar e ganho de peso das aves à medida que se ajustou a relação lisina digestível com os demais aminoácidos essenciais. ALBINO et al. (1992b), também observaram uma melhora na conversão alimentar quando utilizaram aminoácidos digestíveis e proteína digestível nas rações para aves de 1 a 21 dias de idade, além de ter sido economicamente viável. ROSTAGNO et al. (1995), verificaram que a formulação de rações baseada na digestibilidade dos aminoácidos proporcionou uma melhor predição da qualidade da proteína e performance das aves, quando comparadas às dietas com base em aminoácidos totais.

O uso de alimentos não convencionais, quando suplementados adequadamente com aminoácidos sintéticos, proporcionam uma redução no custo por quilo de carne produzida (ROSTAGNO et al., 1995). Segundo VIEITES (1999), a farinha de carne e ossos quando utilizada nas formulações de rações para aves deve ser com base na sua composição em aminoácidos digestíveis para que os aminoácidos limitantes sejam suplementados adequadamente.

RODRIGUES (2000), considera importante a utilização da digestibilidade dos aminoácidos nas formulações de rações, pois ao determinar o coeficiente de digestibilidade (CD) dos aminoácidos do milheto, do milho e subprodutos do milho, observou uma variação nos valores de CD entre os alimentos e mesmo entre os aminoácidos de um mesmo alimento. A variação existente nos CD ileal verdadeira dos aminoácidos de alguns alimentos, foi observada por BELLAVER et al. (1998), que consideram importante a incorporação dos CD nas tabelas nacionais.

2.3.2. Fatores que interferem na digestibilidade dos aminoácidos.

O teor de proteína bruta presente no alimento não representa a quantidade e qualidade de aminoácidos que estão digestíveis para aves, pois alimentos com alto teor de proteína podem apresentar baixa digestibilidade dos aminoácidos essenciais. Vários fatores podem estar afetando a digestibilidade da proteína, contribuindo desta forma, para a redução da qualidade, como o processamento do alimento, o ensaio de digestibilidade utilizado, a temperatura ambiente, a composição do alimento, entre outros fatores.

ANDERSON-HAFERMANN et al. (1993), ao avaliarem os efeitos do processamento na qualidade nutricional do farelo de canola, concluíram que o processamento reduz a qualidade do farelo, resultando em um menor desempenho das aves e uma redução na digestibilidade dos aminoácidos. Esses autores também observaram uma redução na digestibilidade da lisina após o farelo sofrer o processo de autoclavagem. Esta queda na digestibilidade da lisina pode ser atribuída pelos produtos formados pela reação de Maillard, durante o processamento. PARSONS et al. (1992), também observaram que o processamento inadequado influencia na qualidade dos aminoácidos e muitos dos produtos formados pela reação de Maillard são resultados da reação monoenzimática entre a lisina e o oligossacarídeo.

A metodologia aplicada nos ensaios de digestibilidade pode interferir na digestibilidade dos aminoácidos. O uso de animais em jejum para determinar as

perdas metabólicas e endógenas fecais e urinárias vem sendo motivo de vários questionamentos. 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 (cecectomia), o que favoreceu uma rápida recuperação das atividades normais e do consumo de ração proporcionando um maior ganho de peso.

Dieta isenta de proteína tem sido uma alternativa para a mensuração das perdas endógenas. 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 ao invés de animais em jejum.

ANGKANAPORN et al. (1996), determinaram a digestibilidade aparente e verdadeira dos aminoácidos, pelo método de alimentação forçada, com galos adultos, utilizando uma dieta semipurificada composta de alimentos combinados (farelo de soja, farelo de girassol e farinha de carne e ossos) e outra com os alimentos puros. Esses autores concluíram que os valores de digestibilidade dos aminoácidos são aditivos, e que os valores encontrados numa dieta completa podem prever a digestibilidade individual dos aminoácidos de cada alimento.

Outro fator que vem afetando os valores de aminoácidos é a falta de padronização das análises entre laboratórios. MUZTAR et al. (1980), concluíram que existe diferença nos valores de aminoácidos obtidos em vários laboratórios devido ao uso de técnicas diferentes de determinação. Esses autores observaram uma redução no teor de cistina quando se utilizou o processo de hidrólise ácida em vez do método oxidativo. ENGSTER et al. (1985), também constataram que o uso de diferentes metodologias utilizado nos laboratórios afeta os valores dos aminoácidos, principalmente a metionina. Outro problema segundo esses autores, é o fato de nem todos os laboratórios determinam os valores de cistina e principalmente de triptofano.

A temperatura ambiente pode afetar os valores de digestibilidade dos alimentos. ZUPRIZAL et al. (1993), observaram que com o aumento da temperatura ambiente de 21°C para 32°C houve uma redução na digestibilidade verdadeira da proteína e dos aminoácidos digestíveis do farelo de canola e do farelo de soja, respectivamente, 12 e 5 %. Estes autores também observaram que os valores de aminoácidos digestíveis do farelo de canola obtidos com fêmeas foram mais sensíveis ao aumento da temperatura que os valores obtidos com machos.

A composição química dos alimentos pode afetar tanto de forma positiva como negativa a digestibilidade dos aminoácidos. PARSONS et al. (1998), ao avaliarem a digestibilidade dos aminoácidos presentes no milho convencional e três milhos com alto teor de óleo (4.3, 5.9, 6.6 e 9.5%), observaram que o aumento do teor de óleo aumentou o nível de lisina, bem como, asparagina, cistina e metionina por unidade de proteína bruta, mostrando que o aumento do teor de óleo presente no alimento pode contribuir para o aumento da digestibilidade dos aminoácidos. Segundo MATEOS et al. (1982) o óleo é responsável pelo aumento do tempo de retenção dos alimentos, favorecendo a digestão completa, disponibilizando mais os aminoácidos aos animais.

O teor de fibra presente nos alimentos pode reduzir a digestibilidade dos aminoácidos, aumentando as suas perdas endógenas, provocadas pela irritação na parede do intestinal ao nível de mucosa, aumentando a produção de muco, reduzindo a disponibilidade pela formação de um gel em torno dos aminoácidos ou se ligando fortemente às enzimas digestivas (PARSONS, 1984).

A presença de fatores antinutricionais, como os inibidores de tripsina e quimotripsina, lectinas, compostos fenólicos e saponinas, presentes em muitas sementes, causam efeito depressivo sobre a digestão e utilização da proteína (PUPA, 1995).

A digestibilidade dos aminoácidos pode ser afetada pela quantidade e qualidade dos aminoácidos presente no alimento, pois entre os aminoácidos existe competição pelo mesmo sítio de absorção. Rações balanceadas com base em proteína total podem provocar competição entre os aminoácidos reduzindo a

quantidade de aminoácidos disponíveis aos animais, proporcionando um desbalanço aminoácido da ração.

RODRIGUES (2000), ao comparar quatro milhos, observou que houve variação na digestibilidade da maioria dos aminoácidos essenciais e não essenciais, evidenciando que não só a energia, mas também, outros nutrientes podem variar sua digestibilidade em função de diferentes lotes, variedades ou processamento a que são submetidos.

Segundo MACARI et al. (1994), as estruturas químicas das proteínas podem afetar a digestibilidade, pois quanto maior forem as forças que mantêm a estrutura tridimensional das proteínas menor será a digestibilidade, devido à dificuldade da ação das enzimas proteolíticas.

A excreção endógena e metabólica pode afetar a digestibilidade, pois as perdas endógenas de aminoácidos obtidos no jejum, apresentam grande variação, dificultando a obtenção de valores padronizados das perdas (FISCHER JR., 1997). Este autor ressalta ainda que esta variação pode proporcionar estimativa variada entre os coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos de um mesmo alimento. Além disso, o tipo de galo utilizado no jejum também pode afetar a digestibilidade, pois segundo PARSONS (1984), galos cecectomizados em jejum excretam maior quantidade de aminoácidos, quando comparados a galos inteiros em jejum, o que se deve atribuir a ação da proteólise microbiana e a deaminação no intestino grosso, quando há escassez de fermentação de carboidratos, reduzindo a excreção de aminoácidos em galos inteiro em jejum.

2.3.3. Métodos de determinação da digestibilidade dos aminoácidos.

O constante uso de aminoácidos digestíveis na formulação rações com base em proteína ideal, vem contribuindo para o crescente estudo do teor de aminoácidos digestíveis dos alimentos. PARSONS e BAKER (1994), definiram proteína ideal como a mistura de aminoácidos ou proteína com total disponibilidade de digestão e metabolismo, capazes de fornecer sem excessos nem deficiência as necessidades absolutas de todos os aminoácidos requeridos

para manutenção e produção das aves. Entretanto, existem vários métodos de determinação da digestibilidade de aminoácidos, dentre eles, os ensaios de digestibilidade “in vivo”, são considerados mais eficientes na determinação da digestibilidade dos aminoácidos dos alimentos.

Os modelos de determinação da digestibilidade dos aminoácidos atualmente mais usados são o método modificado de alimentação forçada com galos cecectomizados (SIBBALD, 1979b), a alimentação *ad libitum* com galos ou pintos intactos para estimativa da digestibilidade ileal e a coleta total de excretas com pintos.

ROSTAGNO e FEATHERSTON (1977), ao determinarem a digestibilidade dos aminoácidos utilizando a técnica de coleta total e o uso de indicador fecal (óxido de cromo), concluíram que o uso de óxido de cromo foi o método mais adequado para determinar a digestibilidade dos aminoácidos, obtendo valores 10% menores que os obtidos pelo método de coleta total de excretas.

Segundo ROSTAGNO et al. (1999), deve-se considerar a idade das aves nos ensaios de digestibilidade, pois o trânsito digestivo e o tamanho dos cecos varia com a idade, afetando a digestibilidade dos aminoácidos presentes nos alimentos.

LIKUSKI e DORRELL (1978), foram os primeiros pesquisadores a utilizarem as excretas obtidas na determinação da energia metabolizável verdadeira, pelo método de alimentação forçada, descrita por SIBBALD (1976a), para a determinação de aminoácidos digestíveis presentes nos alimentos. Os resultados mostraram que este é um método rápido e eficiente na determinação da digestibilidade dos aminoácidos “in vivo”. SIBBALD (1979b), também observou que a metodologia de alimentação forçada, com galos normais ou cecectomizados, poderia ser utilizada tanto para a determinação da EMV, como para a determinação da digestibilidade dos aminoácidos, no mesmo ensaio biológico, reduzindo tempo e custo.

CAPÍTULO 1

DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA E VALORES DE ENERGIA METABOLIZÁVEL DE ALGUNS ALIMENTOS PARA AVES

1. INTRODUÇÃO

O valor nutritivo do alimento está diretamente relacionado com sua composição química e energética, que são importantes no balanceamento das rações. No Brasil existe uma diversidade de alimentos que precisam ser melhor estudados, principalmente alimentos de origem animal, que apresentam valores nutritivos muito variados devido ao uso de diferentes processamentos (AZEVEDO, 1997).

As tabelas nacionais de composição dos alimentos e 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 tabelas sejam constantemente atualizadas que trabalhos sejam gerados com o intuito de verificar o valor nutricional dos alimentos, proporcionando assim informações com 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 é um produto resultante da transformação dos nutrientes, pelo metabolismo, sendo um dos fatores mais importantes a ser considerado na nutrição animal. O desempenho das aves sofre ação direta do nível energético das dietas, pois a energia presente na dieta é um dos fatores limitantes do consumo, e é utilizada nos diferentes processos que envolvem desde a manutenção até o máximo potencial produtivo das aves (FISCHER JR. et al., 1998a).

Existem várias formas de se expressar a energia presente no alimento, dentre elas a energia metabolizável é a que melhor quantifica a energia disponível dos alimentos para as aves (HILL e ANDERSON, 1958), e pode ser expressa tanto na forma de energia metabolizável aparente (EMA), como energia metabolizável verdadeira (EMV), dependendo da metodologia utilizada para determinação. O valor energético dos alimentos e as exigências nutricionais em energia das aves vêm sendo expressos na forma de energia metabolizável aparente (ALBINO, 1991). E segundo esse autor, os valores de energia metabolizável aparente e verdadeira determinados com o método de coleta total com pintos, foram semelhantes e promoveram resultados satisfatórios no desempenho das aves.

Desenvolveu-se este trabalho com o objetivo de determinar a composição química e os valores de EMA e EMAn de oito alimentos utilizados na formulação de rações para aves.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de 20 a 29 de agosto de 2000, no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

As análises químicas para a determinação da composição química dos alimentos milho grão, milho pré-cozido I e II, farelo de canola, plasma sangüíneo, farinha de vísceras, glicose e amido de milho, 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 estéreo (EE), fibra bruta (FB), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), energia bruta (EB) matéria mineral (MM), cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), sódio (Na) e potássio (K). A metodologia utilizada para essas análises foi a descrita por SILVA (1990).

Na determinação dos valores da energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn) do milho grão, milho pré-cozido I e II, farelo de canola, plasma sangüíneo, farinha de vísceras, glicose e amido de milho, utilizou-se o método tradicional de coleta total das excretas (SIBBALD e SLINGER, 1963), com 400 pintos de corte¹ de 21 a 31 dias de idade, de ambos os sexos e com peso médio de 545,79 gramas.

O período experimental foi de dez dias, sendo cinco para adaptação às instalações e às rações experimentais e cinco dias para a coleta das excretas.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com dez rações, sendo oito alimentos e duas rações referências e cinco repetições por alimento. Cada unidade experimental foi representada por oito aves (quatro machos e quatro fêmeas). Para os alimentos energéticos utilizou-se uma ração referência com 26% de PB e 2.951 Kcal/Kg de EM (Tabela 1), em que os milhos grão e pré-cozidos I e II substituíram 40% a ração referência; e o amido e a glicose substituíram 20% a ração referência. Para os alimentos protéicos foram utilizadas uma ração referência com 18% de PB e 3.050 Kcal/Kg de EM (Tabela 1). O farelo de canola substituiu 40% da ração referência; e o plasma sangüíneo e a farinha de vísceras substituíram 20%.

Durante o período de 1 a 21 dias de idade as aves receberam ração inicial para frango de corte e ficaram alojadas em um galpão tradicional de alvenaria. No vigésimo primeiro dia as aves foram pesadas e transferidas para gaiolas de metabolismo, em que receberam luz natural e artificial durante 24 horas. As aves receberam água e ração à vontade. A coleta total das excretas foi iniciada após o período de adaptação de cinco dias, realizada duas vezes ao dia, às 8 e 17 h, para evitar fermentação e as bandejas foram encapadas com plástico, para evitar perdas do material. Ao final de cada coleta as excretas foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e levadas ao congelador. As temperaturas média máxima e mínima interna foram registradas utilizando-se três termômetros de máximas e mínimas e a umidade relativa média através de dois higrômetros de bulbo seco e úmido, ambos distribuídos aleatoriamente dentro da instalação.

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 a pré-secagem e subsequentemente foram realizadas análises laboratoriais de matéria seca (MS), nitrogênio (N) e energia bruta (EB) das rações, bem como, das excretas, segundo a metodologia descrita por SILVA (1990).

Com os resultados obtidos das análises laboratoriais das rações e das excretas, determinou-se o valor de energia metabolizável aparente (EMA) e

aparente corrigida (EMAn), através das equações descritas por MATTERSON et al. (1965).

Tabela 1 – Composição das dietas referências, com 26 e 18 % de proteína bruta (PB).

Ingredientes	Dietas (%)	
	26 % PB	18 % PB
Milho	40,70	65,41
Farelo de soja	51,20	28,53
Óleo de soja	4,40	1,54
Fosfato bicálcico	1,90	2,00
Calcário	1,00	1,17
Sal	0,37	0,40
Antioxidante (BTH)	0,01	0,01
Cloreto de colina (50%)	0,06	0,06
DL – metionina (99%)	-	0,37
L – lisina HCl	0,10	0,25
Suplemento mineral *	0,05	0,05
Suplemento vitamínico **	0,10	0,10
Anticoccidiano ***	0,10	0,10
Total	100,00	100,00

Composição Calculada

Proteína bruta (%)	26,00	18,00
Energia metabolizável (kcal/kg)	2.951	3.050
Metionina (%)	0,50	0,66
Metionina + Cistina (%)	0,90	0,97
Lisina (%)	1,56	1,17
Cálcio (%)	0,99	1,00
Fósforo disponível (%)	0,45	0,45

* Cada kg do produto contém: Ferro-80g, Cobre-10g, Cobalto-2g, Manganês-80g, Zinco-50g, Iodo-1g e Excipiente q.s.p. -500g.

** Cada kg do produto contém: Vit. A-15.000.000 UI, Vit. D₃- 1.500.000 UI, Vit. E-15.000UI, Vit. B₁-2,0g, Vit. B₂-4,0g, Vit. B₆-3,0g, Vit. B₁₂-0,015g, Ácido nicotínico-25g, Ácido pantotênico-10g, Vit. K₃- 3,0g, Ácido fólico-1,0g, Colina-250g, Bacitracina de zinco-10g, Selênio-100mg, Antioxidante BHT.-10g e excipiente q.s.p. -1.000g.

*** Salinomicina (6%)

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

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

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

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

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

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

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

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

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Composição química dos alimentos

Os valores de composição química dos alimentos estudados, estão apresentados no Quadro 3.

Os teores de matéria seca dos alimentos estudados foram inferiores aos valores citados por ROSTAGNO et al. (2000), exceto para os milhos grão e pré-cozidos, que apresentaram valores semelhantes e a glicose que apresentou valores superiores. Os baixos valores de matéria seca podem ser devido a condições inadequadas de armazenamento no Brasil.

O nível de proteína bruta (PB), encontrado no milho grão foi inferior aos citados na literatura (ROSTAGNO et al., 2000; EMBRAPA, 1991; ZANOTTO et al., 1997; FISCHER JR, 1998a; ALBINO, 1992b; BUTOLO et al., 1999; NRC, 1994) e semelhante aos encontrados por NASCIMENTO et al. (1998). A proteína bruta do milho pré-cozido II foi superior ao milho pré-cozido I e semelhante ao milho grão. Entretanto, os valores de PB dos milhos pré-cozidos I e II foram inferiores ao valor citado por RODRIGUES (2000). As diferenças encontradas nos dois milhos pré-cozidos evidenciaram a variação existente no mesmo alimento, concordando com ALBINO (1980) que constatou que a composição química dos alimentos varia consideravelmente de acordo com as matérias-primas e os métodos de processamento utilizados.

Quadro 3 – Composição proximal e valores de energia bruta dos alimentos, expressos na matéria natural.^{1,2}

Alimentos	MS %	PB %	EE %	FB %	FDN %	FDA %	EB (Kcal/Kg)
Milho grão	87,72	7,33	4,69	1,31	10,37	2,05	4.089
Milho pré-cozido I	87,75	7,14	2,43	1,20	8,75	2,22	4.090
Milho pré-cozido II	87,88	7,34	1,63	0,88	14,45	0,88	4.067
Farelo de canola	87,53	37,89	1,02	10,34	24,48	2,05	4.366
Plasma sangüíneo	90,67	74,24	0,16	-	-	-	4.608
Farinha de vísceras	90,35	64,98	18,57	-	-	-	5.622
Glicose	99,12	-	-	-	-	-	3.513
Amido de milho	85,52	-	-	-	-	-	3.672

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), e Energia Bruta (EB).

O teor de PB do farelo de canola foi superior aos encontrados por FISCHER JR. et al. (1998a), MURAKAMI et al. (1997), LEE et al. (1995), e ROSTAGNO et al. (2000) e semelhantes a NASCIMENTO et al. (1998) e NRC (1994).

Os valores de PB obtidos nos alimentos de origem animal foram superiores aos valores citados na literatura, sendo a farinha de vísceras superior aos valores citados por ALBINO et al. (1992a), ROSTAGNO et al. (2000), EMBRAPA (1991), NRC (1994), PUPA (1995) e TUCCI et al. (2000); e o plasma sangüíneo foi superior ao valor citado por ROSTAGNO et al. (2000). Entretanto, os valores de extrato etéreo (EE), de energia bruta (EB) e de matéria

mineral (MM) do plasma sanguíneo foram inferiores àqueles obtidos pelos autores citados neste parágrafo.

Os valores de EE dos milhos grão e pré-cozido I foram superiores aos valores encontrados na literatura (ROSTAGNO et al., 2000; RODRIGUES, 2000; ALBINO et al., 1992a; NASCIMENTO et al., 1998; FISCHER JR. et al., 1998a; PUPA, 1995; EMBRAPA, 1991; NRC, 1994). O valor de EE do milho pré-cozido II foi semelhante ao valor citado por RODRIGUES (2000) e superior ao citado por ROSTAGNO et al. (2000).

O valor de EE do farelo de canola foi inferior aos valores citados na literatura (ROSTAGNO et al., 2000; NASCIMENTO et al., 1998; NRC, 1994; BELL e KEITH, 1987; MURAKAMI et al., 1997) e semelhantes aos valores de FISCHER JR. et al. (1998a). Entretanto, o valor de energia bruta (EB) se mostrou superior aos valores citados por ROSTAGNO et al. (2000); NASCIMENTO et al. (1998) e FISCHER JR. et al. (1998a).

A farinha de vísceras apresentou valor de EE superior aos citados por TUCCI et al. (2000), PESTI et al. (1986), EMBRAPA (1991), NRC (1994) e NASCIMENTO et al. (2000), e inferior àqueles encontrados por ALBINO et al. (1992a) e a farinha de vísceras com alto teor de gordura descrita por ROSTAGNO et al. (2000). A farinha de vísceras apresentou grande variação na composição química, bem como, no teor de EB em relação aos dados de literatura, o que evidencia a falta de padronização e fiscalização no processo de produção deste alimento. NASCIMENTO et al. (2000), ao avaliarem a composição das farinhas de vísceras, observaram grande variação entre as farinhas estudadas, e segundo esses autores, esta variação é devido a diferenças entre as proporções das partes que constituem a farinha. PESTI et al. (1986), também observaram variações no valor nutritivo da farinha de vísceras, em que a EB variou de 4.489 a 5.356 Kcal/Kg.

O teor de fibra bruta (FB) do farelo de canola foi superior aos valores citados na literatura (MOREIRA et al., 1994; NASCIMENTO, 1997; MURAKAMI et al., 1997; FISCHER et al., 1998a), exceto para o valor citado

por ROSTAGNO et al. (2000), que apresentaram valor semelhante ao obtido neste trabalho.

O teor de FB do milho grão variou em relação aos valores de literatura (ROSTAGNO et al., 2000; EMBRAPA, 1991; NRC, 1994; FISCHER et al. 1998a; RODRIGUES, 2000), e o milho pré-cozido I apresentou valor de FB superior ao milho pré-cozido II, como pode ser observado no quadro 3, entretanto, foram inferiores aos valores citados por ROSTAGNO et al. (2000).

O valor de EB da glicose foi superior e do amido de milho foi inferior aos resultados apresentados por ROSTAGNO et al. (2000).

Os valores de composição mineral dos alimentos estudados estão apresentados no Quadro 4.

Os valores de matéria mineral dos alimentos estudados variaram em relação aos dados de literatura. O teor de cálcio, fósforo e potássio não variaram entre os milhos grão e pré-cozidos. Entretanto, os minerais desses alimentos foram inferiores aos valores citados por RODRIGUES (2000) e ROSTAGNO et al. (2000), com exceção do potássio que foi superior.

O valor de cálcio do farelo de canola foi semelhante aos citados por NASCIMENTO et al. (1998) e MURAKAMI et al. (1997), e superior aos citados por ROSTAGNO et al. (2000), entretanto, o teor de fósforo foi inferior aos citados por esses autores.

Os valores de matéria mineral (MM), encontrados na farinha de vísceras foram baixos em relação àqueles citados por TUCCI et al. (2000), ROSTAGNO et al. (2000), EMBRAPA (1991) e PESTI et al. (1986). Entretanto, NASCIMENTO et al. (2000), também encontraram baixos valores de MM ao avaliar uma farinha de vísceras mista, o que reforça a falta de padronização do produto no mercado.

Quadro 4 – Composição mineral, expresso na matéria natural ^{1,2}

Alimentos	MM %	Ca %	P %	Mg %	Na %	K %
Milho grão	1,08	0,01	0,11	0,06	0,04	0,30
Milho pré-cozido I	0,98	0,01	0,14	0,08	0,02	0,30
Milho pré-cozido II	1,12	0,01	0,14	0,10	0,03	0,30
Farelo de canola	5,50	0,60	0,79	0,42	0,11	0,55
Plasma sanguíneo	8,24	0,07	0,26	0,23	2,04	1,05
Farinha de vísceras	3,02	0,39	1,86	0,03	0,26	0,22

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

² Matéria Mineral (MM), Cálcio (Ca), Fósforo (P), Magnésio (Mg), Sódio (Na), e Potássio (K).

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

Os valores de energia metabolizável aparente e aparente corrigida, expressos na matéria natural, são apresentados no Quadro 5.

Os valores de EMA foram superiores aos de EMAn. No método tradicional, as aves apresentam 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 EMAn, obtidos no milho grão foram inferiores aos citados por ROSTAGNO et al. (2000), NASCIMENTO et al. (1998), ALBINO et al. (1992a), NRC (1994) e EMBRAPA (1991). Os valores de EMA e EMAn do milho pré-cozido II foram, respectivamente, 5,85% e 5,92% inferiores ao milho pré-cozido I. Esses valores foram inferiores aos citados por ROSTAGNO et al.

Quadro 5 – Valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn), com seus respectivos desvios-padrão.¹

Alimentos	EMA (Kcal/Kg)	EMAn (Kcal/Kg)
Milho grão	3.246 ± 77,50	3.235 ± 75,29
Milho Pré-cozido I	3.385 ± 78,57	3.379 ± 81,04
Milho Pré-cozido II	3.187 ± 57,42	3.179 ± 57,61
Farelo de Canola	1.793 ± 93,67	1.778 ± 92,44
Plasma Sangüíneo	3.503 ± 28,83	3.474 ± 30,47
Farinha de Visceras	4.293 ± 114,34	4.268 ± 110,91
Glicose	3.170 ± 126,43	3.168 ± 127,08
Amido de milho	3.203 ± 147,16	3201 ± 147,23

¹ Valores expressos na matéria natural.

(2000) e RODRIGUES (2000). Os baixos valores de EMA e EMAn dos milhos grão e pré-cozidos I e II, podem ser devido à redução na qualidade nutricional dos milhos produzidos no Brasil e também pela falta de padronização no processamento e armazenamento dos alimentos. Os milhos pré-cozidos, determinados com aves de 26 a 31 dias de idade, não apresentaram melhora nos teores de EMA e EMAn, quando comparados ao milho grão.

O plasma sangüíneo e a farinha de vísceras foram mais influenciados pelo balanço de nitrogênio do que os outros alimentos estudados, proporcionando maior diferença entre os valores de EMA e EMAn desses alimentos. Entretanto, todos os alimentos estudados apresentaram baixo percentual de correção pelo balanço de nitrogênio, que foi obtido com aves no período de 26 a 30 dias de idade, o que segundo BORGES et al. (1998b), pode ser explicado pela tendência de redução no percentual de correção pelo balanço de nitrogênio, com o avanço na idade das aves.

O valor de EMAn da farinha de vísceras foi superior aos valores citados por PESTI et al. (1986), NRC (1994), NASCIMENTO et al. (2000), TUCCI et al., (2000) e ROSTAGNO et al. (2000). O alto teor de EMAn obtido pode ser devido ao alto teor de gordura e energia bruta presente no alimento.

O valor de EMAn do farelo de canola foi inferior ao obtido por NASCIMENTO et al. (1998). O baixo valor encontrado no farelo de canola mostra que de maneira geral, as aves apresentam baixa eficiência de metabolização da energia dos alimentos com alto teor de fibra, e que segundo MURAKAMI et al. (1997) o teor de fibra presente no farelo de canola pode variar em função da proporção de casca presente no farelo.

Os valores de EMAn da glicose e do amido foram inferiores aos encontrados por ROSTAGNO et al. (2000). Entretanto, essa redução pode estar relacionada com o teor de energia bruta presente nesses alimentos e com a capacidade de digestão e absorção das aves, pois as aves metabolizaram, respectivamente, 90,2% e 87,2% a energia bruta presente nesses alimentos, sendo inferiores a porcentagem de absorção citada por ROSTAGNO et al. (2000).

4. RESUMO E CONCLUSÃO

O experimento foi conduzido no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, com o objetivo de determinar a composição química e energética de oito alimentos. Para determinar os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn) dos milhos grão e pré-cozidos I e II, plasma sangüíneo, farinha de vísceras, farelo de canola, glicose e o amido de milho, foi realizado um ensaio biológico em baterias metálicas, utilizando o método tradicional de coleta total de excretas, com 400 pintos de corte de 21 a 31 dias de idade, de ambos os sexos. O período experimental foi de dez dias, sendo 5 para adaptação e 5 dias para coleta das excretas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 10 tratamentos (8 alimentos e 2 rações referências, com 26% e 18% de PB), 5 repetições e 8 aves por unidade experimental. As aves receberam água e ração à vontade. A coleta das excretas foi realizada duas vezes ao dia, tendo início após o quinto dia de adaptação das aves. As excretas foram descongeladas, pesadas e homogeneizadas, sendo retiradas alíquotas por repetição para análises de matéria seca, de nitrogênio e de energia bruta das rações e das excretas, para determinação da EMA e EMAn dos alimentos. Os valores de MS (%), PB (%), na matéria natural são, respectivamente, para o milho grão: 87,72 e 7,33; para o milho pré-cozido I: 87,75 e 7,14; para o milho pré-cozido II: 87,88 e 7,34; para o farelo de canola: 87,53 e 37,89; para o plasma sangüíneo: 90,67 e 74,24; e para a

farinha de vísceras: 90,35 e 64,98. Foram determinados os valores de matéria seca (%), com base na matéria natural, para a glicose 99,12 e para o amido de milho 85,52, respectivamente. Os valores médios de EMA e EMAn, em Kcal/Kg, com base na matéria natural foram, respectivamente: 3.246 e 3.235, para o milho grão; 3.385 e 3.379, para o milho pré-cozido I; 3.187 e 3.179, para o milho pré-cozido II; 1.793 e 1.778, para o farelo de canola; 3.503 e 3.474, para o plasma sanguíneo; 4.293 e 4.268, para a farinha de vísceras; 3.170 e 3.168, para a glicose; e 3.203 e 3.201, para o amido de milho.

CAPÍTULO 2

AMINOÁCIDOS DIGESTÍVEIS VERDADEIROS DE ALGUNS ALIMENTOS DETERMINADOS COM GALOS CECECTOMIZADOS

1. INTRODUÇÃO

Várias pesquisas têm sido conduzidas com alimentos não convencionais visando substituir totalmente ou parcialmente os convencionais, sem contudo prejudicar a qualidade das rações. Este fato beneficiou vários setores, pela possibilidade de escoamento de resíduos considerados poluentes ao meio ambiente e que hoje estão sendo estudados como alimentos substitutos do milho e do farelo de soja. Além disso, a crescente tendência de aumento no custo das fontes protéica e a eliminação do nitrogênio para o ambiente, vêm dando estímulo aos nutricionistas a elaborarem rações que atendam mais eficientemente a exigência em proteína dos animais, sem acarretar em perdas (ALBINO e SILVA, 1996).

Para uma melhor utilização dos alimentos pelos animais é necessário conhecer além da composição química e energética, o teor em aminoácidos digestíveis, pois os aminoácidos que compõem a proteína dos alimentos não

estão totalmente disponíveis para o animal, 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, o que aumentaria a produtividade e lucratividade do setor (FISCHER JR., 1997).

A formulação de dietas com base na em aminoácidos digestíveis tem proporcionado uma melhor predição da quantidade e qualidade da proteína e performance das aves, quando comparadas com dietas com base em aminoácidos totais (ROSTAGNO et al., 1995). Entretanto, a restrição encontrada para a elaboração de rações com base em aminoácidos digestíveis tem ocorrido em função dos diferentes valores de aminoácidos digestíveis obtidos, principalmente, pelo uso de diferentes metodologias (VIEITES, 1999; ALBINO, 1991).

A utilização de aminoácidos digestíveis na formulação de rações vem crescendo entre os nutricionistas, o que tem estimulado os pesquisadores a elaborarem tabelas incluindo valores de aminoácidos digestíveis de vários alimentos convencionais e não convencionais (ROSTAGNO et al., 2000). Esses valores têm permitido melhor utilização dos alimentos em rações balanceadas para aves, e reduzir a eliminação de poluentes.

Assim verifica-se ser necessário determinar os coeficientes de digestibilidade verdadeiro e o teor em aminoácidos digestíveis de alguns alimentos utilizados na alimentação das aves.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no mês de março de 2000, no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia (DZO), da Universidade Federal de Viçosa.

A metodologia utilizada para a determinação da digestibilidade verdadeira dos aminoácidos foi à adaptação do método de alimentação restrita, ou também conhecida como, alimentação forçada descrita por SIBBALD (1979b), utilizando galos Leghorne adultos cecectomizados e pesando em média 2250 ± 235 g. A retirada dos cecos dos galos foi segundo a técnica descrita por PUPA et al. (1998), que foi realizada no próprio Setor de Avicultura do DZO. Após a cirurgia, os galos receberam 15 dias para recuperação e em seguida foram alojados, individualmente, em gaiolas de metabolismo, e receberam um período de adaptação de cinco dias, e alimentação em dois turnos de uma hora cada, sendo um pela manhã e outro à tarde, com o objetivo de dilatar o papo. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, sendo 6 tratamentos milho grão, duas marcas comerciais de milho pré-cozido, farelo de canola, plasma sanguíneo e farinha de vísceras, com seis repetições e um galo por unidade experimental, totalizando 36 galos. Simultaneamente, foram mantidos galos 6 galos em jejum para realizar as correções correspondentes às perdas metabólicas e endógenas de aminoácidos.

Após o período de adaptação os galos foram mantidos por um período de 36 horas de 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 (8:00 e as 16:00), para evitar fermentação do material coletado, por um período de 56 horas após o início do fornecimento dos alimentos, em bandejas revestidas com plásticos para evitar perdas. No final de cada coleta o material foi identificado e armazenadas em freezer. As temperaturas média máxima e mínima interna foram registradas utilizando-se três termômetros de máximas e mínimas, distribuídos aleatoriamente dentro da instalação.

Ao final do período experimental, as excretas coletadas foram descongeladas, pesadas, homogeneizadas e colocadas em estufa de ventilação forçada, à temperatura de 55° C por um período de 72 horas, para proceder a pré-secagem e subsequentemente foram realizadas análises laboratoriais de matéria seca (MS), nitrogênio (N) das amostras, segundo a metodologia descrita por SILVA (1990), no Laboratório de Nutrição Animal do DZO. As análises de aminoácidos dos alimentos e das excretas também foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do DZO, por intermédio do analisador de aminoácidos. Foram realizadas duas hidrólises, uma ácida para a determinação de todos os aminoácidos exceto a metionina, cistina e triptofano; e outra oxidativa para a determinação da metionina e cistina. As amostras das excretas foram reunidas a cada duas repetições, formando uma amostra “pool” de excreta de cada alimento estudado e do jejum.

Foram determinados os coeficientes de digestibilidade verdadeira de cada aminoácido nos alimentos, com base nos resultados das análises de aminoácidos ingeridos e excretados de cada alimento e do endógeno obtido com galos em jejum, utilizando a fórmula descrita por ROSTAGNO e FEATHERSTON (1977).

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

em que:

- CDV_{aa} = coeficiente de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos;
- Aa_{ing} = quantidade em g 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 proteína bruta e aminoácidos totais dos alimentos encontra-se apresentada no Quadro 1.

As temperaturas mínima e máxima média registradas no interior da sala foram de $21,5 \pm 1,3^{\circ}\text{C}$, e $29,5 \pm 2,3^{\circ}\text{C}$.

Os valores de aminoácidos essenciais e não essenciais observados no milho grão foram inferiores aos encontrados na literatura (ALBINO et al., 1992c; PUPA, 1995; FISCHER JR. et al., 1998b; RODRIGUES, 2000; EMBRAPA, 1991; ROSTAGNO et al., 2000), exceto a metionina que apresentou valores similares aos encontrados por PUPA (1995) e RODRIGUES (2000), e a lisina que foi semelhante aos valores encontrados por ALBINO et al. (1992c) e FISCHER JR. et al. (1998b). Para os milhos pré-cozidos I e II, também foram observados valores de aminoácidos inferiores aos citados por RODRIGUES (2000) e ROSTAGNO et al. (2000), exceto a lisina e isoleucina do milho pré-cozido II, que apresentaram valores superiores e a metionina com valores semelhantes. A variação em aminoácidos encontrada nestes alimentos pode ser devido ao baixo teor de proteína que eles possuíam em relação aos valores citados por ALBINO et al. (1992c), PUPA (1995), FISCHER et al. (1998b), RODRIGUES (2000), EMBRAPA (1991) e ROSTAGNO et al. (2000). Esta

Quadro 1 – Composição de proteína bruta e aminoácidos totais dos alimentos, em porcentagem, da matéria natural ¹

	Milho Grão	Milho pré-cozido I	Milho pré-cozido II	Farelo de canola	Plasma sanguíneo	Farinha de vísceras
Matéria Seca	87,72	87,75	87,88	87,53	90,67	90,35
Proteína	7,33	7,14	7,34	37,89	74,24	64,98
Lisina	0,22	0,22	0,30	3,93	7,45	5,21
Metionina	0,19	0,16	0,18	1,07	2,26	1,27
Met + Cis	0,28	0,25	0,35	1,54	3,45	2,05
Treonina	0,17	0,21	0,24	1,57	3,38	2,95
Arginina	0,22	0,21	0,28	2,57	3,31	5,27
Histidina	0,14	0,12	0,20	0,94	2,12	1,15
Valina	0,23	0,22	0,33	1,83	4,30	4,11
Isoleucina	0,29	0,26	0,40	2,54	2,09	5,28
Leucina	0,66	0,59	0,91	2,91	6,38	5,64
Fenilalanina	0,24	0,22	0,34	1,38	3,35	3,02
Cistina	0,09	0,09	0,17	0,47	1,19	0,78
Alanina	0,37	0,35	0,55	1,06	3,01	2,96
Ac. aspártico	0,31	0,29	0,45	2,64	6,04	5,51
Ac. glutâmico	0,92	0,84	1,32	7,79	6,88	7,54
Serina	0,23	0,22	0,34	1,62	3,48	3,85
Tirosina	0,13	0,11	0,14	0,67	2,16	2,23
Prolina	0,50	0,42	0,69	2,45	2,77	3,58
Glicina	0,19	0,18	0,28	1,94	2,05	3,69

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

² Metionina + Cistina

redução no teor protéico do milho pode ser devido às condições de baixa fertilidade do solo, cultivo, variedades e o processamento dos milhos pré-cozidos I e II, que podem ter afetado a composição química destes alimentos. Houve uma variação na composição aminoacídica entre os milhos pré-cozidos I e II, sendo que no milho pré-cozido II foram encontrados valores superiores em aminoácidos totais. Estas diferenças evidenciam que os nutrientes podem variar em função de diferentes lotes, variedades ou processamento (RODRIGUES, 2000), e que existe uma falta de controle na qualidade e no padrão de pureza e processamento do milho pré-cozido, encontrados no mercado.

A composição aminoacídica do farelo de canola foi superior aos valores encontrados na literatura para a lisina, metionina, arginina, isoleucina, leucina, ácido glutâmico e inferior para a cistina e tirosina (BARBOUR e SIM, 1991; LEE et al. 1995; ROSTAGNO et al. 2000; MURAKAMI et al. 1997; BELL e KEITH, 1987, NRC, 1998). As diferenças observadas nos valores de aminoácidos encontradas na literatura estrangeiras podem ser devido às variações entre cultivares, climas, fertilidade do solo, ressaltando a proposta feita por ALBINO et al. (1987), de que a composição química dos alimentos varia em função destes fatores citados anteriormente, além de considerar também o processamento a que os alimentos são submetidos.

Os subprodutos de origem animal, farinha de vísceras e plasma sangüíneo, apresentaram uma variação tanto nos seus valores de proteína bruta como em aminoácidos totais. A variação observada na composição química desses alimentos pode ser devido a variações nas proporções dos componentes do resíduo (PUPA, 1995). ALBINO (1991), também ressaltava que as variações são devido a diferentes técnicas de processamento dos alimentos e ou a falta de padronização, principalmente dos subprodutos de origem animal. Os valores de aminoácidos determinados na farinha de vísceras variaram com os valores encontrados na literatura (ALBINO et al. 1992b; PUPA, 1995; ROSTAGNO et al. 2000; EMBRAPA, 1991) e os valores de lisina, histidina e valina foram inferiores aos valores citados por NRC (1998).

Os valores de lisina e metionina do plasma sanguíneo foram superiores àqueles citados por ROSTAGNO et al. (2000) e NRC (1998) e inferiores para os demais aminoácidos.

3.2. Coeficiente de digestibilidade e aminoácidos digestíveis verdadeiros.

Os coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos essenciais e não essenciais dos alimentos estudados, estão apresentados, respectivamente, nos Quadros 2 e 3.

Os valores de coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos lisina, metionina + cistina e cistina do milho foram superiores e dos demais aminoácidos inferiores aos valores citados por ALBINO et al. (1992b), ROSTAGNO et al. (1995), FISCHER JR. et al. (1998b) e RODRIGUES (2000), entretanto, os coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos metionina (ALBINO et al. 1992b; FISCHER JR. et al. 1998b; RODRIGUES, 2000); treonina e arginina (ROSTAGNO et al., 1995); leucina e isoleucina (RODRIGUES, 2000), foram semelhantes.

Os coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos do milho pré-cozido II, de um modo geral, foram superiores àqueles do milho pré-cozido I. Essa melhora pode ser devido à qualidade superior do milho que deu origem a este alimento, e/ou a um processamento inadequado do milho pré-cozido I, favorecendo a reação de Maillard, indisponibilizando alguns aminoácidos as aves, como a lisina e a arginina. O coeficiente de digestibilidade médio dos aminoácidos essenciais do milho pré-cozido II foi semelhante ao do milho grão. Entretanto, o coeficiente de digestibilidade médio dos aminoácidos não essenciais do milho pré-cozido II foi superior aos dos milhos grão e pré-cozido I, que por sua vez apresentaram coeficientes de digestibilidade semelhantes.

Os valores dos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos do farelo de canola foram superiores àqueles citados por LEE et al. (1995), com exceção

Quadro 2 – Valores dos coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos essenciais, expressos em porcentagem.

Aminoácidos essenciais	Milho Grão	Milho pré-cozido I	Milho Pré-cozido II	Farelo de canola	Plasma sanguíneo	Farinha de vísceras
Lisina	94,54 ± 5,52	71,48 ± 7,94	79,10 ± 6,39	87,25 ± 2,02	95,58 ± 1,96	82,94 ± 5,54
Metionina	94,40 ± 7,59	87,00 ± 5,52	95,48 ± 6,90	90,25 ± 1,57	98,30 ± 2,91	82,93 ± 2,44
Met. +Cis. ¹	98,60 ± 6,12	95,23 ± 4,13	97,40 ± 0,95	90,64 ± 1,56	98,81 ± 2,24	85,25 ± 4,08
Treonina	77,89 ± 7,84	74,05 ± 9,10c	89,87 ± 5,33	82,51 ± 4,16	94,81 ± 3,08	80,92 ± 5,99
Arginina	83,86 ± 12,85	84,75 ± 7,95	88,74 ± 6,99	90,68 ± 3,34	94,69 ± 3,31	89,10 ± 3,52
Histidina	97,10 ± 5,15	76,47 ± 6,14	96,06 ± 2,80	88,80 ± 1,97	94,46 ± 3,15	75,39 ± 5,83
Valina	63,96 ± 7,54	86,21 ± 9,55	86,88 ± 5,63	85,69 ± 4,58	93,38 ± 3,36	80,71 ± 7,36
Isoleucina	91,98 ± 7,18	55,68 ± 8,88	66,88 ± 9,58	77,97 ± 4,07	78,68 ± 6,60	82,35 ± 5,29
Leucina	96,88 ± 3,28	83,85 ± 5,83	90,10 ± 3,00	80,98 ± 2,77	92,96 ± 2,31	82,72 ± 5,17
Fenilalanina	82,87 ± 9,00	91,28 ± 5,57	92,42 ± 3,81	86,99 ± 2,12	96,39 ± 1,75	83,86 ± 4,72

¹ Metionina + Cistina.

Quadro 3 – Valores dos coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos não essenciais, expressos em porcentagem.

Aminoácidos não essenciais	Milho Grão	Milho pré-cozido I	Milho pré-cozido II	Farelo de canola	Plasma sanguíneo	Farinha de vísceras
Cistina	95,80 ± 4,15	94,13 ± 1,91	96,53 ± 1,24	88,49 ± 1,58	98,76 ± 0,66	91,05 ± 1,08
Alanina	79,08 ± 4,54	78,44 ± 7,26	90,18 ± 3,06	77,14 ± 6,63	92,62 ± 3,67	77,05 ± 8,32
Aspártico, Ac.	77,26 ± 6,86	80,85 ± 6,81	86,75 ± 4,03	83,18 ± 4,11	95,48 ± 2,43	72,10 ± 7,34
Glutâmico, Ac.	83,86 ± 12,83	84,75 ± 7,95	88,74 ± 6,99	90,68 ± 3,34	94,69 ± 3,31	89,10 ± 3,52
Serina	82,43 ± 9,85	88,28 ± 9,85	91,28 ± 4,29	86,58 ± 4,23	95,29 ± 2,84	82,78 ± 5,28
Tirosina	77,79 ± 9,16	72,87 ± 4,82	92,87 ± 8,16	79,11 ± 4,41	94,79 ± 2,18	83,60 ± 4,05
Prolina	93,95 ± 9,27	88,83 ± 7,87	95,95 ± 4,18	86,27 ± 3,44	90,39 ± 4,25	85,16 ± 4,62

da valina, leucina e asparagina que apresentaram valores inferiores. ANDERSON-HAFERMANN et al. (1993), também encontraram valores dos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos do farelo de canola inferiores aos obtidos neste trabalho. Esses autores consideram que o processamento inadequado do alimento afeta a qualidade da proteína, reduzindo a digestibilidade dos aminoácidos, principalmente a lisina. Entretanto, BARBOUR e SIM (1991), encontraram valores de coeficiente de digestibilidade do farelo de canola superiores aos obtidos neste trabalho. Esta variação nos resultados, provavelmente, é devido às diferenças de clima, fertilidade do solo, variedade da canola e a diferentes processamentos existente entre os países.

Os coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos presente no plasma sanguíneo, de modo geral, foram superiores aos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos essenciais e não essenciais presentes nos outros alimentos estudados.

Entre os subprodutos de origem animal o plasma sanguíneo apresentou de modo geral, valores superiores de coeficiente de digestibilidade dos aminoácidos essenciais e não essenciais em relação a farinha de vísceras, demonstrando ser um excelente alimento protéico. O plasma apresentou maior coeficiente de digestibilidade médio dos aminoácidos essenciais (93,81%) e não essenciais (94,57%) em relação aos coeficientes médios dos demais alimentos estudados, entretanto, a farinha de vísceras apresentou menor digestibilidade dos aminoácidos, em média apenas 82,62% e 82,98% em relação aos coeficientes de digestibilidade médio dos demais alimentos protéicos estudados.

A composição de proteína bruta e de aminoácidos digestíveis dos alimentos estudados estão apresentados no Quadro 4.

O conteúdo em aminoácidos digestíveis do milho pré-cozido II foi superior ao dos milhos grão e pré-cozido I, exceto para os valores de metionina e isoleucina que foram semelhantes ao milho grão. O milho pré-cozido I apresentou os piores valores de aminoácidos digestíveis, em relação ao milho grão e milho pré-cozido II, exceto para a treonina e a valina que foram superiores e a fenilalanina que foi semelhante ao milho grão, o que já era previsto, pois esse

Quadro 4 – Composição de proteína bruta e aminoácidos digestíveis dos alimentos, em porcentagem, expressos na matéria natural ¹

	Milho Grão	Milho pré-cozido I	Milho pré-cozido II	Farelo de canola	Plasma sanguíneo	Farinha de vísceras
Matéria Seca	87,72	87,75	87,88	87,53	90,67	90,35
Proteína	7,33	7,14	7,34	37,89	74,24	64,98
Lisina	0,210	0,160	0,240	3,430	7,120	4,320
Metionina	0,180	0,140	0,170	0,970	2,220	1,050
Met. + Cis. ²	0,276	0,240	0,340	1,410	3,410	1,750
Treonina	0,130	0,160	0,220	1,300	3,210	2,390
Arginina	0,190	0,180	0,250	2,330	3,130	4,700
Histidina	0,136	0,090	0,190	0,840	2,000	0,870
Valina	0,150	0,190	0,290	1,570	4,020	3,320
Isoleucina	0,270	0,150	0,270	1,980	1,640	4,350
Leucina	0,640	0,500	0,820	2,360	5,930	4,670
Fenilalanina	0,200	0,200	0,310	1,200	3,230	2,530
Cistina	0,086	0,085	0,160	0,420	1,180	0,710
Alanina	0,290	0,280	0,500	0,820	2,790	2,280
Ac. Aspártico	0,240	0,240	0,390	2,200	5,770	3,970
Ac. Glutâmico	0,770	0,710	1,170	7,060	6,520	6,720
Serina	0,190	0,190	0,310	1,400	3,320	3,190
Tirosina	0,100	0,080	0,130	0,530	2,050	1,860
Prolina	0,470	0,370	0,660	2,110	2,500	3,050

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

² Metionina + Cistina.

alimento apresentou baixos coeficientes de digestibilidade quando comparado aos milhos grão e pré-cozido II.

Os valores de digestibilidade de aminoácidos essenciais e não essenciais observados no milho grão foram inferiores, exceto a lisina, isoleucina e metionina que tiveram valores semelhantes aos encontrados por PUPA (1995), FISCHER et al. (1998b), RODRIGUES (2000) e ROSTAGNO et al. (2000).

De modo geral, os valores de aminoácidos digestíveis dos milhos pré-cozidos I e II foram inferiores aos citados por ROSTAGNO et al. (2000) e RODRIGUES (2000). Esta variação pode ser devido aos baixos valores de proteína bruta presente nestes alimentos.

Os valores de aminoácidos digestíveis presentes no farelo de canola foram semelhantes, exceto a lisina, metionina, isoleucina e arginina que foram superiores aos valores citados por BARBOUR e SIM (1991).

A farinha de vísceras obteve valores de aminoácidos digestível superiores aos valores citados por ROSTAGNO et al. (2000) e PUPA (1995). Esse aumento no teor de aminoácidos digestíveis foi devido ao alto teor de aminoácidos totais presentes neste alimento.

3.3. Excreção endógena de aminoácidos.

No Quadro 5 estão apresentados os valores de excreção endógena de aminoácidos obtidos neste trabalho e por outros autores.

A excreção endógena de metionina, determinada neste trabalho, foi superior aos valores de PUPA (1995), FISCHER JR et al. (1998b) e de VIEITES (1999). Este aumento no teor de metionina endógena favoreceu o aumento do coeficiente de digestibilidade desse aminoácido em todos os alimentos estudados, quando comparados aos valores de literatura.

Para que o efeito da fração endógena seja igual em todos os alimentos faz-se necessário a padronização do período de coleta, bem como, o peso e idade das aves, para que possa se formar um banco de dados de excreção endógena, padronizando os valores de coeficientes de digestibilidade dos alimentos.

Quadro 5 – Valores médios de excreção endógena de aminoácidos determinados com galos cecectomizados, expressos com base na matéria natural.

Aminoácidos	g- AA endógeno/ave ^{2,6}	VIEITES (1999) g- AA endógeno/ave ³	FISCHER JR. (1997) g- AA endógeno/ave ⁴	PUPA (1995) g- AA endógeno/ave ⁵
Lisina	0,03756	0,03694	0,03400	0,04578
Metionina	0,02140	0,01314	0,01860	0,01090
Met. + Cis. ²	0,02532	0,05490	0,03340	0,04361
Treonina	0,03478	0,05343	0,03160	0,04652
Arginina	0,03973	0,04138	0,03270	0,04216
Histidina	0,01275	0,04138	0,01410	-
Valina	0,03613	0,05304	0,03890	0,02908
Isoleucina	0,02664	0,02691	0,02640	0,02035
Leucina	0,05160	0,05149	0,04610	0,05379
Fenilalanina	0,02708	0,03165	0,02730	0,09305
Cistina	0,00392	0,02955	0,01480	0,03271
Alanina	0,03532	0,04029	0,03130	-
Ac. aspártico	0,05198	0,06121	0,03830	-
Ac. glutâmico	0,08249	0,09146	0,07090	0,11557
Serina	0,04677	0,05507	0,03480	-
Tirosina	0,02953	0,02621	0,03830	-
Prolina	0,05533	0,07622	0,04690	-
Glicina	0,05673	0,11122	0,05400	-

¹ Valores médios determinados neste trabalho,

² Peso médio dos galos = 2.15 Kg; jejum de 36 horas para limpeza do trato digestivo e 56 horas de coleta das excretas.

³ Peso médio dos galos = 2.42 Kg; jejum de 36 horas para limpeza do trato digestivo e 56 horas de coleta das excretas.

⁴ Peso médio dos galos = 2.30 Kg; jejum de 24 horas para limpeza do trato digestivo e 48 horas de coleta das excretas.

⁵ Peso médio dos galos = 2.67 Kg; jejum de 24 horas para limpeza do trato digestivo e 56 horas de coleta das excretas.

⁶ gramas de aminoácido endógeno.

4. RESUMO E CONCLUSÃO

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa. Foram utilizados galos Leghorne adultos cecectomizados, pesando em média 2.250g, com o objetivo de determinar os coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos e o conteúdo de aminoácidos digestíveis verdadeiros, de seis alimentos utilizando o método de alimentação forçada. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com seis tratamentos (milho grão, duas marcas comerciais de milho pré-cozido, farelo de canola, plasma sanguíneo e farinha de vísceras), com seis repetições, e um galo por unidade experimental. Os galos foram mantidos por um período de 36 horas em jejum, para esvaziar o trato digestivo, e em seguida forçados a consumirem 30g do alimento dividido em 2 períodos (8:00 e 16:00 horas). As coletas foram realizadas durante um período de 56 horas, com coletas duas vezes ao dia. Simultaneamente, foram mantidos seis galos em jejum para realizar as correções das perdas metabólicas e endógenas de aminoácidos. Ao final das coletas, as excretas coletadas foram descongeladas, pesadas, homogeneizadas e secadas; e em seguida realizado as análises laboratoriais (matéria seca, nitrogênio e aminoácidos) e determinados a composição em aminoácidos digestíveis, com base nos valores dos coeficientes de digestibilidade verdadeira de cada aminoácido nos alimentos. Os valores dos aminoácidos digestíveis da lisina, metionina, metionina+cistina, treonina e arginina, expressos em porcentagem da

matéria natural são respectivamente, para o milho grão: 0,21, 0,18, 0,28, 0,13 e 0,19; milho pré-cozido I: 0,16, 0,14, 0,24 0,16 e 0,18; milho pré-cozido II: 0,24, 0,17, 0,34 0,22 e 0,25; farelo de canola: 3,43, 0,97, 1,41, 1,30 e 2,33; plasma sangüíneo: 7,12, 2,22, 3,41, 3,21 e 3,13; e farinha de vísceras: 4,32, 1,05, 1,75, 2,39 e 4,70.

3. RESUMO E CONCLUSÕES

Dois experimentos foram conduzidos no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, com o objetivo de determinar a composição química, a energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn), bem como, os coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos (CDV) e o conteúdo de aminoácidos digestíveis verdadeiros, de alguns alimentos. Utilizaram-se o método tradicional de coleta total de excretas, com pintos de corte, machos e fêmeas, de 21 a 30 dias de idade, para determinar a EMA e EMAn; e método de alimentação forçada, com galos adultos, cecectomizados, para determinar o CDV. Em ambos os experimentos o delineamento experimental foi inteiramente casualizado. No primeiro experimento foram utilizados dez tratamentos sendo oito alimentos (milho grão, duas marcas comerciais de milho pré-cozido, farelo de canola, plasma sangüíneo, farinha de vísceras, glicose e amido de milho) e duas rações referências (18% PB e 26% PB), com cinco repetições de oito aves por unidade experimental. No segundo experimento foram seis tratamentos (milho grão, duas marcas comerciais de milho pré-cozido, plasma sangüíneo, farinha de vísceras e farelo de canola), com seis repetições, e um galo por unidade experimental. Os valores de MS (%), PB (%), na matéria natural são, respectivamente, para o milho grão: 87,72 e 7,33; para o milho pré-cozido I: 87,75 e 7,14; para o milho pré-cozido II: 87,88 e 7,34; para o farelo de canola: 87,53 e 37,89; para o plasma sangüíneo:

90,67 e 74,24; e para a farinha de vísceras: 90,35 e 64,98. Foram determinados os valores de matéria seca (%), com base na matéria natural, para a glicose 99,12 e para o amido de milho 85,52, respectivamente. Os valores médios de EMA e EMAn, em Kcal/Kg, com base na matéria natural foram, respectivamente: 3.246 e 3.235, para o milho grão; 3.385 e 3.379, para o milho pré-cozido I; 3.187 e 3.179, para o milho pré-cozido II; 1.793 e 1.778, para o farelo de canola; 3.503 e 3.474, para o plasma sanguíneo; 4.293 e 4.268, para a farinha de vísceras; 3.170 e 3.168, para a glicose; e 3.203 e 3.201, para o amido de milho. Os valores dos aminoácidos digestíveis da lisina, metionina, metionina+cistina, treonina e arginina, expressos em porcentagem da matéria natural são respectivamente, para o milho grão: 0,21, 0,18, 0,28, 0,13 e 0,19; milho pré-cozido I: 0,16, 0,14, 0,24 0,16 e 0,18; milho pré-cozido II: 0,24, 0,17, 0,34 0,22 e 0,25; farelo de canola: 3,43, 0,97, 1,41, 1,30 e 2,33; plasma sanguíneo: 7,12, 2,22, 3,41, 3,21 e 3,13; e farinha de vísceras: 4,32, 1,05, 1,75, 2,39 e 4,70.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- 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., COELHO, M.G.R., RUTZ, F., BRUM, P.A.R. Valores energéticos e de triptofano de alguns alimentos determinados, em aves jovens e adultas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.22, n. 11/12, p. 1301-1306, 1987.
- ALBINO, L.F.T. **Sistemas de avaliação nutricional de alimentos e suas aplicações na formulação de rações para frangos de corte.** Viçosa, UFV, 1991. 141p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1991.
- ALBINO, L.F.T., ROSTAGNO, H.S., TAFURI, M.L., SILVA, M.A. Determinação dos valores de energia metabolizável aparente e verdadeira de alguns alimentos para aves, usando diferentes métodos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 21, p. 1047-1058, 1992a.
- 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, 6, CONGRESSO NACIONAL e CONGRESSO ESTADUAL, 14, Porto Alegre,

- RS, 1996. **Anais....** Porto Alegre: PUCRS – Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia, 1996, p.59-64.
- ANDERSON-HAFERMANN, J.C., ZHANG, Y., PARSONS, C.M. Effects of processing on the nutritional quality of canola meal. **Poultry Science**, v.72, p. 326-333, 1993.
- ANGKANAPORN, K., RAVINDRAN, V., BRYDEN, W.L. Additivity of apparent and true ileal amino acid digestibilities in soybean meal, sunflower meal, and meat and bone meal for broilers. **Poultry Science**, v.75, p. 1098-1103, 1996.
- ARENA, S., PENZ JR., ^a M. Avaliação da qualidade nutricional do farelo de colza. II Energia metabolizável do farelo de colza para frangos de corte aos 21 ou 42 dias de idade e desempenho produtivo de frangos alimentados com rações contendo níveis crescentes de farelo de colza. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.17, n.2, p. 138-145, 1988.
- AVES & OVOS. Mercado mundial de carne de frango (produção, importação, exportação e consumo). http://www.avesovos.com.br/m_mundial, atualizado em 12/05/2000.
- 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.
- BARBOUR, G.W., SIM, J.S. True metabolizable energy and true amino acid availability in canola and flax products for poultry. **Poultry Science**, v.75, p. 2154-2160, 1991.
- BELL, J.M., KEITH, M.O. Feeding value for pigs of canola meal derived from westar and triazine-tolerant cultivars. **Can. J. Anim. Sci.**, v. 67, p. 811-819, Sept. 1987.
- BELL, J.M. e KEITH, O.M. A survey of variation in the chemical compositions commercial canola meal produced in Western Canadian crushing plants. **Can. J. Anim. Sci.**, v. 71, p. 469-480, June 1991.
- BELLAVER, C. Metodologías para determinação do valor das proteínas e utilização de valores disponíveis nas dietas de não-ruminantes. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NÃO-RUMINANTES – REUNIÃO ANUAL da SOCIEDADE BRASILEIRA de ZOOTECHNIA, 31, Maringá, 1994. **Anais...** Maringá: SBZ, p. 1-23, 1994.
- BELLAVER, C., ZANOTTO, D.L., BRUM, P.R. de, GUIDONI, A.L., LIMA, G.J.M.M. Coeficientes de digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos em ingredientes para rações, determinados com suínos. In: REUNIÃO da SOCIEDADE BRASILEIRA de ZOOTECHNIA, 35, Botucatu, 1998. **Anais...** Botucatu: FMVZ-UNESP, 1998, p. 342-344.

- BORGES, F.M.O., ROSTAGNO, H.S., BAIÃO, N.C., TEIXEIRA, E.A., VALADARES, R.C., PIGNOLATE, I.L. Avaliação de métodos para estimar energia metabolizável em alimentos para aves. In: REUNIÃO da SOCIEDADE BRASILEIRA de ZOOTECNIA, 35, Botucatu, 1998. **Anais...** Botucatu: FMVZ-UNESP, 1998a, p. 386-388.
- 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.
- BUTOLO, E.A.F., MIYADA, V.S., PACKER, I.U., MENTEN, J.F.M. Uso de plasma suíno desidratado por spray-dryer na dieta de leitões desmamados precocemente. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n.3, p. 326-333, 1999.
- 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.
- CONHALATO, G.S., DONZELE, J.L., OLIVEIRA, R.F.M.de, BARROS, J.M.S de. Níveis de lisina digestível mantendo a relação dos aminoácidos para frangos de corte na fase de 22 a 42 dias. In: REUNIÃO da SOCIEDADE BRASILEIRA de ZOOTECNIA, Botucatu, 1998. **Anais...** Botucatu: FMVZ-UNESP, 1998, p..
- 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.
- DALE, N.M., FULLER, H.L. Applicability of the true metabolizable energy system in practical feed formulation. **Poultry Science**, v.61, n. 1, p. 351-356, 1982.
- DALE, N., FULLER, H.L. Correlation of protein content of feedstuffs with the magnitude of nitrogen correction in true metabolizable energy determinations. **Poultry Science**, v.64, p. 1008-1012, 1984.
- 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.
- FISCHER JR., A.A. **Valores de energia metabolizável e de aminoácidos digestíveis de alguns alimentos para aves.** Viçosa, UFV, 1997. 55P. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- FISCHER JR., A.A., ALBINO, L.F.T., ROSTAGNO, H.S., GOMES, P.C. Determinação dos valores de energia metabolizável de alguns alimentos usados na alimentação de aves. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, vol. 27, n.2, p. 314-318, 1998a.
- 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, 1998b.
- FLORES, M.P., CASTANON, J.I.R. Effect of level of feed input on true metabolizable energy values and their additivity. **Poultry Science**, v.70, p. 1381-1385, 1991.
- FRANQUEIRA, J.M., ROSTAGNO, H.S., SILVA, D.J. et al. Tabela Brasileira de Composição de alimentos concentrados. Valores de composição química e de energia metabolizável determinados como poedeiras. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, vol. 64, n.2, p. 587-603, 1979.
- HILL, F.W., ANDERSON, D.L. Comparison of metabolizable energy and productive energy determinations whit growing chicks. **J. Nutrition**, Davis, v.64, n.3, p.587-604, 1958.
- HUANG, S., LIANG, M., LARDY, G., HUFF, H.E., KERLEY, M.S., HSIEH, H. Extrusion processing of rapeseed meal for reducing glucosinolates. **Animal Feed Science Technology**, v.56, p. 1-9, 1995.
- KESSLER, J.W., THOMAS, O.P. The effect of cecectomy and extension of the collection period on the true metabolizable energy values of soybean meal, feather meal, fish meal, and blood meal. **Poultry Science**, v.60, p. 2639-2647, 1981.

- LEE, K.H., QI, G., SIM, J.S. Metabolizable energy and amino acid availability of full-fat sedes, meals, and oils of flax and canola. **Poultry Science**, v.74, p. 1341-1348, 1995.
- LIKUSKI, H.J.A., DORRELL, H.G. A bioassay for rapid determinations of amino acid availability values. **Poultry Science**, v.57, p. 1658-1660, 1978.
- LIMA, I.L., SILVA, D.J., ROSTAGNO, H.S., TARURI, M.L. Composição química e valores energéticos de alguns alimentos determinados com pintos e galos, utilizando duas metodologias. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.18, n.6, p. 546-556, 1989.
- LIMA, I.L., Níveis nutricionais utilizados nas rações pela indústria avícola. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS. 1996, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, p.389-402, 1996.
- MACARI, M., FURLAN, R.L., GONZALES, E. Fisiología aviária aplicada a frangos de corte. São Paulo, FUNESP/UNESP, p.296, 1994.
- MARCH, B. E., SMITH, T., EL-LAKANY, S. Variation in estimates of the metabolizable energy value of rapessed meal determined with chickens of different ages. **Poultry Science**, v.52, p. 614-618, 1973.
- MATEOS, G.G., SELL, J.L., EASTWOOD, J.A. Rate of food passage (transit time) as influenced by level of supplemental fat. **Poultry Science**, v.61, p.94-100, 1982.
- 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.
- MOREIRA, I., ROSTAGNO, H.S., COELHO, D.T., COSTA, P.M. de A., TAFURI, M.L. Determinação dos coeficientes de digestibilidade, valores energéticos e índices de controle de qualidade do milho e soja integral processados a calor. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.6, p. 916-929, 1994.
- MURAKAMI, H., AKIBA, Y., HORIGUCHI, M. A modified bioassay for energy utilization in newly hatched chicks. 2. Determination of feed input and procedures to estimate endogenous energy loss. **Poultry Science**, v.74, n. 1, p. 343-351, 1995.

- MURAKAMI, A.E., FURLAMN, A.C., SCAPINELLO, C., NASCIMENTO, A.N. Composição química e valor energético da semente e do farelo de canola para aves. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.5, p. 959-961, 1997.
- MUZTAR, A.J., SLINGER, S.J., LIKUSKIH.J.S., DORRELL, H.G. True amino acid availability values for soybean meal and tower and candle rapeseed and rapeseed meals determined in two laboratories. **Poultry Science**, v.59, p. 605-610, 1980.
- 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. **Avaliação química e energética do farelo de canola e sua utilização para frangos de corte**. Viçosa, UFV, 1997. 59P. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- NASCIMENTO, A.H., GOMES, P.C., ALBINO, L.F.T., ROSTAGNO, H.S., ENILSON, R.G. Valores de composição química e energética de alimentos para frangos de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.3, p. 579-583, 1998.
- NASCIMENTO, A.H., GOMES, P.C., ALBINO, L.F.T., ROSTAGNO, H.S., NUNES, R.V. Valores de composição química e energia metabolizável da farinha de vísceras para aves. In: XXXVII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 2000. Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2000, p.329.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutriente 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. **Valores energéticos e aminoácidos digestíveis do grão de trigo e de seus subprodutos para aves**. Viçosa, UFV, 2000. 78P. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- PARSONS, C. M., POTTER, L. M., BLISS, B. A. True metabolizable energy corrected to nitrogen equilibrium. **Poultry Science**, v.61, p. 2241-2246, 1982.

- PARSONS, C. M. Influence of cecectomy and source of dietary fibre or starch on excretion of endogenous amino acids by laying hens. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.51, p.541-548, 1984.
- PARSONS, C.M., HASHIMOTO, K., WEDEKIND, K.J., HAN, Y., BAKER, D.H. Effect of overprocessing on availability of amino acids and energy in soybean meal. **Poultry Science**, v.71, p. 133-140, 1992.
- PARSONS, C.M., BAKER, D.H. The concept and use of ideal proteins in the feeding of nonruminants. In: REUNIÃO ANNUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31, Maringá, 1994. **Anais...** Maringá, SBZ, p.120-128, 1994.
- PARSONS, C.M., ZHANG, Y., ARABA, M. Availability of amino acids in high-oil corn. **Poultry Science**, v.77, p. 1016-1019, 1998.
- PESTI, G.M., FAUST, L.O., FULLER, H.L., DALE, N.M. Nutritive value of poultry by-product meal. 1. Metabolizable energy values as influenced by method of determination and level of substitution. **Poultry Science**, v.65, p.2258-2267, 1986.
- 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.
- POTTER, L.M. The precision of measuring metabolizable energy in poultry feedstuffs. **Feedstuffs**, v.44, n.12, p.28-30, 1972.
- 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.
- RODRIGUES, P.B. **Digestibilidade de nutrientes e valores energéticos de alguns alimentos para aves**. Viçosa, UFV, 2000. 204p. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- 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., QUEIROZ, A. C. Milho, sorgo e novas fontes energéticas para aves. In: ENCONTRO NACIONAL DE TÉCNICOS EM NUTRIÇÃO AVÍCOLA, 1, 1978. **Anais...** p. 83-103. 1978.
- ROSTAGNO, H.S., SILVA, D.J., COSTA, P.M.A., FONSECA, J.B., SOARES, P.R., PEREIRA, J.A.A., SILVA, M.A. **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos (Tabelas brasileiras)**. Viçosa: UFV. 1983. 59p.
- ROSTAGNO, H.S., PUPA, J.M.R., PACK, M. Diet formulation for broilers based on total versus digestible amino acids. **Journal Applied Poultry Science**, n.4, p. 293-299, 1995.
- ROSTAGNO, H.S., NASCIMENTO, A.H., ALBINO, L.F.T. Aminoácidos totais e digestíveis para aves. In: **SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES**, Campinas, SP, 1999. Anais... Campinas: FACTA, p.65-83, 1999.
- 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.
- 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. Factors affecting the metabolizable energy content of poultry feeds. **Poultry Science**, p.544-556, 1960
- SIBBALD, I.R., SLINGER, S.J. A biological assay for metabolizable energy in poultry feed ingredients together with findings which demonstrate some of the problems associated with the evaluation of fats. **Poultry Science**, v. 59, p.1275-1279, 1963.
- SIBBALD, I.R. A bioassay for true metabolizable energy in feedingstuffs. **Poultry Science**, v. 55, p. 303-308, 1976a.
- SIBBALD, I.R. The true metabolizable energy values of several feedingstuffs measured with rooters, laying hens, turkeys and broiler hens. **Poultry Science**, v. 55, p. 1459-1463, 1976b.

- SIBBALD, I.R. The true metabolizable energy values of some feedingstuffs. **Poultry Science**, v. 56, p. 380-382, 1977a.
- SIBBALD, I.R. The true metabolizable energy values for poultry of rapeseed and of the meal and oil derived therefrom. **Poultry Science**, v.56, p. 1652-1656, 1977b.
- SIBBALD, I.R. The effect of duration of the excreta collection period on the true metabolizable energy values of feedingstuffs with slow rates of passage. **Poultry Science**, v.58, p. 896-899, 1979a.
- 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., WOLYNETZ, M.S. Relationship between estimates of bioavailable energy made with adult cockerels and chicks: Effects of feed intake and nitrogen retention. **Poultry Science**, v.64, n.1, p. 127-138, 1985.
- 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. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 2.ed. Viçosa: UFV, Imp. Univ., 165p., 1990.
- TENESACA, L.G., SELL, J.L. Influence of an indigestible material on energy excretion by roosters and on true metabolizable energy of corn. **Poultry Science**, v. 60, p. 623-630, 1981.
- TUCCI, F.M., LAURENTIZ, A.C., SANTOS, E.A., RABELLO, C.B.V., LONGO, F.A., SAKOMURA, N.K. Determinação da composição química e valores energéticos de alguns alimentos para frangos de corte. In: XXXVII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 2000. Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2000, p.268.
- VIEITES, F.M. **Valores energéticos e de aminoácidos digestíveis de farinhas de carne e ossos para aves**. Viçosa, UFV, 1999. 75p. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- WOLYNETZ, M.S., SIBBALD, I.R. Relationships between apparent and true metabolizable energy and the effects of a nitrogen correction. **Poultry Science**, v.63, p. 1386-1399, 1984.
- ZANOTTO, D.Z., BRUM, P.A.R., LIMA, G.J.M.M. Determinação de valores de composição química e de energia metabolizável de alimentos para aves. **FACTA**, 1997.

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.

APÊNDICE

APÊNDICE A

Descrição dos alimentos

Milho grão: é o grão de milho (*Zea mays*) destinado para consumo animal. Deve ser isento de fungo, micotoxinas, sementes tóxicas e resíduos de pesticidas.

Milho pré-cozido I e II: produto obtido do grão de milho moído, extrusado a vapor (pré-cozimento a 85-90°C), passando posteriormente por um processo de secagem, novamente moído e destinado à alimentação animal.

Farelo de canola: é um subproduto resultante da moagem das sementes de canola, no processo industrial para extração do óleo para consumo humano.

Plasma Sangüíneo: é um produto oriundo do sangue – plasma suíno seco pelo sistema spray-dried (aspersão), e enriquecido com, com aminoácidos sintéticos (DL metionina, L-lisina), hemoglobina de sangue, cloreto de potássio, aditivo antioxidante, ácido benzoico, sulfato de magnésio, bicarbonato, ácido acético, gordura animal.

Farinha de Visceras: constituída de aparelho digestivo, vísceras comestíveis condenadas de aves abatidas e vísceras não comestíveis, sendo permitido conter cabeças e pés, desde que não altere a composição química média do produto. Não é permitido conter penas.

Glicose: a glicose é formada por d-Glucose Anidra (Dextrose).

Amido de milho: o grão de milho é amolecido em água quente + ácido sulfúrico, passados em moinhos e novamente aquecidos para a remoção e separação dos embriões (sobrenadante) e o resíduo (parte sólida), depois o líquido que sobra deste processo passa por uma centrífuga e é seco, formando o amido.