

**VALORES ENERGÉTICOS E COEFICIENTES
DE DIGESTIBILIDADE DE INGREDIENTES
PARA AVES, DETERMINADOS EM RAÇÕES
COM CORREÇÕES NUTRICIONAIS**

VICTOR AUGUSTO COSTA

2009

VICTOR AUGUSTO COSTA

**VALORES ENERGÉTICOS E COEFICIENTES
DE DIGESTIBILIDADE DE INGREDIENTES PARA AVES,
DETERMINADOS EM RAÇÕES COM CORREÇÕES NUTRICIONAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição de Monogástricos, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof Dr Antônio Gilberto Bertechini

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2009

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Costa, Victor Augusto.

Valores energéticos e coeficientes de digestibilidade de ingredientes para aves, determinados em rações com correções nutricionais / Victor Augusto Costa. – Lavras : UFLA, 2009.

65 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2009.

Orientador: Antônio Gilberto Bertechini.

Bibliografia.

1. Milho. 2. Farinha de carne e ossos. 3. Metodologia. 4. Enzimas. 5. Frangos de corte. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 636.513

VICTOR AUGUSTO COSTA

**VALORES ENERGÉTICOS E COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE
DE INGREDIENTES PARA AVES, DETERMINADOS EM RAÇÕES
COM CORREÇÕES NUTRICIONAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição de Monogástricos, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 08 de Dezembro de 2009

Prof. Dr. Roberto Maciel de Oliveira UFLA

Prof. Dr. Édison José Fassani UFLA

Prof. Dr. Paulo Borges Rodrigues UFLA

Prof Antônio Gilberto Bertechini
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

Dedico aos meus pais, Adilson e Eloisa, os quais acompanharam de perto meus passos, em todos esses anos de caminhada, sempre guiando-me da melhor forma possível. Pelo esforço, dedicação e compreensão que me foram dispensados e pelo amor incondicional e recíproco que me foi dedicado.

À minha namorada, Thais, pela sua amizade, companhia, dedicação, imensa ajuda e compreensão, incentivo e amor, que me deram forças para terminar essa etapa de minha vida.

Aos meus amigos, que estiveram presentes e contribuíram, cada um a sua maneira, para minimizar tristezas e aumentar alegrias.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Adílson Antônio Costa e Eloisa Ferreira da Silva Costa, pelo amor incondicional, paciência, amizade, compreensão, ao apoio sentimental e financeiro o qual, apesar de todas as dificuldades, sempre obtive o melhor.

À UFLA pela oportunidade proporcionada para o desenvolvimento deste trabalho.

À minha família, em especial meus avós Aristides, Joaquim e Lourdes, às minhas tias Maria, Marli, Bel e Tere e aos meus tios, Carlinhos e Dirceu, por toda a colaboração e apoio nestes anos de estudo.

Ao meu orientador, Antonio Gilberto Bertechini pela paciência, compreensão, apoio e confiança depositada em mim, durante este trabalho, e em minha estadia no grupo.

À Thais pela presença, apoio, confiança, dedicação, amor, ajuda e carinho em todos os maravilhosos momentos que passamos juntos.

Aos amigos de trabalho Julio, Camila, Antônio, Dudu, Matheus, Solange, Fabrício, Anderson e Diego, pelo companheirismo, ajuda, confiança, pela presença em todos os momentos de alegria, pelas risadas, tristezas e pelos sucessos e fracassos compartilhados nestes anos.

Aos colegas do Núcleo de estudos em Ciência e Tecnologia Avícolas (Necta), Jamila, Rafaela, Marcelo, Rodrigo, entre outros, e aos técnicos de Laboratório Márcio e José Virgílio, os quais estiveram junto a mim em momentos felizes e especiais, momentos de conquistas, de crescimento, de impaciência, em que a compreensão foi essencial.

Aos professores Édison José Fassani e Paulo Borges Rodrigues, por toda amizade e confiança e pela ajuda prestada nos momentos difíceis neste último ano de trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO GERAL	ii
GENERAL ABSTRACT	iv
CAPÍTULO 1.....	1
1 Introdução Geral	1
2 Referencial Teórico.....	3
2.1 Energia Metabolizável	3
2.2 Ingredientes de Rações de Aves	5
2.2.1 Milho.....	5
2.2.2 Farinha de Carne e Ossos.....	7
2.3 Enzimas x Energia e Digestibilidade.....	8
3 Referências Bibliográficas	13
CAPÍTULO 2: Valores Energéticos e Coeficientes de Digestibilidade do Milho para Aves, Determinados em Rações com Correções Nutricionais.....	19
1 Resumo	19
2 Abstract.....	20
3 Introdução	21
4 Material e Métodos	23
5 Resultados e Discussão	31
6 Conclusões.....	40
7 Referências Bibliográficas.....	41
CAPÍTULO 3: Valores Energéticos e Coeficientes de Digestibilidade da Farinha de Carne e Ossos para Aves, Determinados em Rações com Correções Nutricionais.....	43
1 Resumo	43
2 Abstract.....	44

3 Introdução	45
4 Material e Métodos	46
5 Resultados e Discussão	54
6 Conclusões.....	62
7 Referências Bibliográficas.....	63

LISTA DE TABELAS

	Página
Capítulo 2	
TABELA 1 Composição centesimal e calculada da ração basal e os seguintes tratamentos com os níveis das correções e substituições correspondentes.....	28
TABELA 2 Composição química e valores de energia bruta do milho, farelo de soja e do óleo de soja (na base de matéria seca).....	35
TABELA 3 Valores de EMA, EMAn, CDPB, CDMS e CDAEE do milho com e sem a presença de enzimas, aos 21 dias de idade, na matéria seca.....	38
TABELA 4 Valores de EMA, EMAn, CDPB, CDMS e CDAEE do milho, com e sem a presença de enzimas, aos 42 dias de idade, na matéria seca.....	44
Capítulo 3	
TABELA 1 Composição química e valores de energia bruta do milho, farelo de soja, farinha de carne e ossos e do óleo de soja (na base de matéria seca).....	55
TABELA 2 Composição percentual da ração basal e os tratamentos com os tipos de correções e substituições do alimento teste correspondentes para as fases de 14 a 21 e 35 a 42 dias.....	60
TABELA 3 Valores de EMA, EMAn, CDAPB, CDAMS e CDAEE da FCO, com e sem a presença de enzimas, aos 21 dias de idade na matéria seca.....	67
TABELA 4 Valores de EMA, EMAn, CDAPB, CDAMS e CDAEE da FCO, com e sem a presença de enzimas, aos 42 dias de idade na matéria seca.....	75

RESUMO GERAL

COSTA, Victor Augusto. **Valores energéticos e coeficientes de digestibilidade de ingredientes para aves, determinados em rações com correções nutricionais.** 2009. 65 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.¹

A metodologia usualmente empregada na determinação de energia metabolizável e coeficientes de digestibilidade de nutrientes dos alimentos é a substituição de parte de uma ração referência por um determinado ingrediente teste. A diluição da dieta suscita dúvidas sobre os valores determinados para o ingrediente teste considerando-se a deficiência de nutrientes específicos nas rações fornecidas às aves. Assim, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar correções nutricionais das rações basais, com e sem a adição de enzimas, após a inclusão do ingrediente teste, sobre os valores energéticos e digestibilidade de nutrientes, para a fase inicial e final na criação de frangos de corte. Os experimentos foram conduzidos no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da UFLA. O primeiro, na fase inicial (14 a 21 dias), e o segundo, na fase final (35 a 42 dias) de criação dos frangos de corte. Foram determinadas a energia metabolizável aparente (EMA), a energia metabolizável aparente corrigida (EMAn), os coeficientes de digestibilidade aparentes da proteína bruta (CDAPB), da matéria seca (CDAMS) e aparente do extrato etéreo (CDAEE) do milho e da farinha de carne e ossos (FCO), com ou sem a utilização de enzimas. No total, foram utilizados 1568 frangos de corte machos Cobb-500, em que o número de aves por unidade experimental, foi ajustado em cada fase para adequação da densidade de criação na gaiola de metabolismo. Os tratamentos foram organizados no esquema fatorial 5x2, 5 tipos de correções, com a presença ou ausência de enzima, em um delineamento inteiramente casualizado com oito repetições cada, para os dois ensaios. Foi utilizado o método tradicional de coleta total de excretas, em que as aves foram mantidas nas gaiolas de metabolismo durante sete dias. Quatro dias, para adaptação à gaiola e à alimentação, e três dias para coleta de excretas. Os valores de composição química dos ingredientes, EMA, EMAn, CDPB, CDMS e CDAEE, de maneira geral, também, foram semelhantes aos encontrados na literatura. Tanto a maior correção de nutrientes, como também o complexo enzimático, incrementou os valores de EMA, EMAn, CDPB e CDMS do milho, com

¹ Comitê Orientador: Prof Antônio Gilberto Bertechini – UFLA (Orientador), Prof Paulo Borges Rodrigues – UFLA e Prof Édison José Fassani - UFLA.

exceção do CDAEE. Para a FCO, na fase de inicial, a correção mais completa não melhorou as medidas de EMA, EMAn CDAPB, CDAMS e CDAEE. No entanto, a protease melhorou a EMA, CDAMS e o CDAEE dessa farinha. Já na fase final, a correção mais completa e a protease ajudaram a melhorar todas as medidas analisadas. Conclui-se que o uso do método tradicional, sem correções nutricionais, pode estar subestimando os valores de energia e digestibilidade de nutrientes atribuídos ao milho e superestimando os valores para FCO na fase de crescimento dos frangos de corte. O uso de enzimas aumentou os valores de energia e digestibilidade de nutrientes do milho e da FCO.

Palavras-chaves: milho, farinha de carne e ossos, metodologia, enzimas, frangos de corte.

GENERAL ABSTRACT

COSTA, Victor Augusto. **Energy values and digestibility coefficients of ingredients for birds determined in diets with nutritional corrections.** 2009. 65 p. Dissertation (Master in Animal Science) - Federal University of Lavras, Lavras.²

The methodology usually employed in determining the metabolizable energy and digestibility coefficients of feeds is the replacement of a part of a reference diet by a given test ingredient. The dilution of the diet gives rise to doubts about the values determined for the test ingredient due to the deficiency of particular nutrients in the diets fed to birds. So, the present work was conducted to evaluate nutritional corrections of basal diets both with and without the addition of enzymes after the inclusion of the test ingredient on the energy values and nutrient digestibility for a starter and finish phase in the raising of broilers. The experiments were conducted in the Poultry Production Sector of the Animal Science Department, the first one being at starter phase (14 to 21 days) and the second at finish phase (35 to 42 days) of rearing of broilers. The apparent metabolizable energy (AME), the corrected apparent metabolizable energy (AMEn), the apparent digestibility coefficient of crude protein (ADCCP), of dry matter (ADCDM) and of ether extract (ADCEE) of corn and meat and bone meal (MBM), either with or without the use of enzymes. In the whole, 1,568 male broilers of the Cobb-500 strain were utilized, where the number of birds per experimental unit was adjusted in each phase to the adequacy of the stocking density in the metabolism cage. The treatments were arranged in the factorial scheme 5x2, that is, 5 types of corrections with the presence or absence of enzyme, in a completely randomized design with eight replicates each for the two assays. The traditional method of total collection of excreta in which the birds were kept in metabolism cages for seven days was utilized, that is, four days for adaptation to the cage and to the feeding and three days for excreta collection. The values of chemical composition of the ingredients, AME, AMEn, DCCP, DCDM and ADCEE, in general, were also similar to those found in the literature. Both the increased correction of nutrients and also the enzyme complex enhanced the values of AME, AMEn, DCCP and DCDM of corn, with the exception of DCAEE. For MBM, at starter phase, the most complete correction did not improve the measures of AME, AMEn, ADCCP, ADCDM and ADCEE. Nevertheless, protease improved AME,

² Guidance Committee: Prof Antônio Gilberto Bertechini – UFLA (Adviser), Prof Paulo Borges Rodrigues – UFLA and Prof Édison José Fassani.- UFLA.

ADCDM and ADCEE of that meal. But at finish phase, the most complete correction and protease helped to improve all the measures investigated. It follows that the use of the traditional method, without corrections, can be underestimating the values of energy and digestibility ascribed to corn and overestimating the values for MBM of the broilers' growing phase. The use of enzymes increased the values of energy and digestibility of nutrients of corn and MBM.

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO GERAL

A definição do nível de energia das dietas dos frangos de corte é primordial, para as necessidades energéticas, bem como propiciar a correção dos nutrientes dietéticos, favorecendo o máximo desempenho. Ao mesmo tempo, a acurácia, na determinação dos valores energéticos dos ingredientes, sem dúvida, pode garantir maior segurança aos nutricionistas no momento da formulação das dietas avícolas.

O milho é o principal ingrediente energético das rações avícolas. Assim, a determinação da energia metabolizável e os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes desse ingrediente, assim como todos os ingredientes utilizados nas rações avícolas são de extrema importância para uma formulação mais adequada. Contudo, tais determinações são contestadas em termos metodológicos.

A farinha de carne e ossos é um ingrediente de origem animal, usado normalmente em rações de aves, não somente por ser uma fonte proteica, mas também por ser fonte de cálcio e fósforo de baixo custo. As farinhas de carne e ossos apresentam grande variação em suas composições químicas, em decorrência de vários fatores como a qualidade de armazenamento, os subprodutos utilizados em sua fabricação, dentre outros. Dessa forma, é importante a determinação da energia metabolizável das farinhas utilizadas e seus coeficientes de digestibilidade para garantir um bom desempenho das aves e possibilitar economia nas formulações.

A metodologia mais usual na determinação da energia metabolizável dos ingredientes tem como base a substituição de parte de uma ração referência

pelo ingrediente teste. Essa metodologia é chamada de método da coleta total de excreta. A utilização dessa metodologia gera dúvidas quanto aos valores determinados, tanto na porcentagem do ingrediente substituído como também na utilização de rações “imbalaceadas”.

Nos estudos de valoração energética de ingredientes com o uso de enzimas, também, é utilizado o método tradicional e os problemas de “déficits” nutricionais, em virtude da inclusão do ingrediente teste, podem alterar os valores determinados.

Diante do exposto, há necessidade de estudos que possam modificar o estado estático com que se tem tratado as variações nas determinações tradicionais de energia e digestibilidade de nutrientes, que apresentam erros padrões de média maiores àqueles aceitáveis para um melhor ajuste nutricional das rações avícolas modernas.

Assim, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de estudar as correções nutricionais dietéticas, durante as determinações de energia e coeficientes de digestibilidade de nutrientes de ingredientes, para rações de aves.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Energia Metabolizável

A energia liberada da oxidação dos nutrientes, assim como a oriunda do metabolismo energético como calor produzido, é expressa em caloria.

A energia bruta (EB) é produzida pela oxidação total da matéria orgânica dos ingredientes e medida em bomba calorimétrica. Os carboidratos fornecem 3,7 kcal/g (glicose) e 4,2 kcal/g (amido); as proteínas 5,6 kcal/g e as gorduras 9,4 kcal/g de EB, respectivamente, (Sakomura & Rostagno, 2007).

A energia metabolizável aparente (EMA) é a forma normalmente utilizada para aves e suínos no Brasil. É obtida pela diferença entre a EB do ingrediente e a EB das excretas (fezes e urina) e dos gases oriundos da digestão. Considerando que a energia perdida na forma de gases nos monogástricos é muito baixa, tem sido desprezada nos cálculos da energia metabolizável (EM) (Sakomura & Rostagno, 2007).

A EMA é imprescindível para o desenvolvimento adequado de frangos de corte. Paralelamente, associado a este fato, ocorre o surgimento de programas de rações, adequando a fase fisiológica da ave aos níveis nutricionais utilizados na formulação, contribuindo, assim, como ferramentas eficazes na nutrição avícola (Bertechini & Brito, 2007).

Vários fatores podem influenciar a composição dos ingredientes utilizados nas rações para aves. Da mesma forma, a metodologia para determinação do conteúdo energético desses ingredientes pode resultar em diferentes valores de EM. Os valores de composição energética dos ingredientes utilizados nas formulações de rações são compilados de literaturas estrangeiras (Reference..., 2001; National Research Council - NRC, 1994). Entretanto, esses valores podem sofrer influências de vários fatores como clima, genética, manejo,

época, dentre outros. Seguindo este raciocínio, pesquisadores brasileiros trabalharam com a avaliação dos ingredientes, buscando obter um banco de dados nacional (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, 1991; Rostagno et al., 2000; Rostagno, 2005), possibilitando o conhecimento dos ingredientes em condições brasileiras.

A Energia Metabolizável Aparente Corrigida (EMAn) foi uma forma de padronizar a EMA dos ingredientes e, embora de uso generalizado, subestima a energia do ingrediente utilizado pelas aves em produção segundo Penz et al. (1999).

As normas da Federación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal - FEDNA (1999) apresentam os valores de EMA dos ingredientes para aves a partir de 20 dias de idade. De acordo com essa publicação, há um aumento da EMAn dos ingredientes, juntamente com a idade das aves, e essas diferenças devem ser consideradas nos cálculos das rações.

Segundo Yaghoobfar (2001), a adoção de um único valor de EMAn, para todas as classes de aves, provoca muita polêmica entre os pesquisadores.

Em estudos preliminares, realizados por Hill & Anderson (1958), verificou-se que os valores de energia metabolizável variavam menos do que os valores de energia produtiva. A energia metabolizável é considerada a melhor medida para expressar a energia disponível dos ingredientes para aves e esses valores são utilizados até hoje (Hill & Anderson, 1958; Matterson et al., 1965; Sibbald, 1976; Bertchini, 2006; Sakomura & Rostagno, 2007).

Não basta, entretanto, apenas saber o conteúdo energético dos ingredientes, mas também definir níveis energéticos das dietas, adequados a cada fase de vida do animal, aliado a outros fatores nutricionais. É determinante para obtenção do estipulado desempenho das aves segundo Bertchini et al. (2006).

Nobre et al. (1998) avaliaram o desempenho de frangos de corte recebendo rações com dois níveis de energia metabolizável (2.850 e 3.100 kcal/kg), no período de 1 a 21 dias e não encontraram diferenças significativas no desempenho e na digestibilidade dos nutrientes, mas os melhores resultados de desempenho foram obtidos com 3.100 kcal/kg.

O processamento de determinados ingredientes ou subprodutos pode influenciar os valores de digestibilidade e metabolização dos nutrientes. A superfície de exposição dos ingredientes à ação enzimática, associada à alteração do tempo de passagem desse ingrediente pelo trato digestório da ave, pode alterar a digestibilidade e, conseqüentemente, a disponibilidade de nutrientes.

2.2 Ingredientes de Rações de Aves

Os ingredientes mais usuais em rações das aves são o milho e o farelo de soja. As rações de aves são formuladas, em média, com 60% a 70% de milho que contém um alto conteúdo energético, por causa da presença de amido. O farelo de soja, que contribui com 25% a 35%, tem sido substituído em parte pela farinha de carne e ossos, por uma série de fatores a fim de diminuir o custo de produção. Essas farinhas são fonte de proteínas mais baratas que o farelo de soja, além de fornecer cálcio e fósforo (Faria Filho et al., 2002). A farinha de carne e ossos é um ingrediente alternativo que merece estudos mais detalhados sobre suas composições químicas, de modo a se obter o máximo sucesso em sua utilização, uma vez que é matéria-prima de alto teor proteico (Tucci et al., 2003).

2.2.1 Milho

O milho é o cereal mais utilizado nas rações para frangos de corte, em virtude de seu elevado valor energético e porque se acreditava ser constante o valor nutricional deste de lote para lote. Outro ponto marcante é com relação à

digestibilidade do amido, onde se espera, em aves, uma digestibilidade ileal de 98%. Porém, dados obtidos por Noy & Sklan (1995), citados por Wyatt et al. (1999), revelaram uma digestibilidade entre 82 e 89%, em aves de 4 a 21 dias, sem nenhuma evidência de aumento com o avanço da idade das aves. Já Gracia et al. (2003) encontraram valores próximos de 95%, embora outros autores sugiram valores bem menores, como 85% (Soto-Salanova et al., 1996), podendo ser afetada pela idade da ave (Mahagna et al., 1995), ocorrendo diminuição com o avanço da idade (96,7% aos 7 dias para 93,7% aos 21 dias). Essa diferença deve-se, provavelmente, à degradação fermentativa do amido no intestino grosso, resultando em baixa utilização energética.

A característica energética conferida ao grão de milho deve-se ao alto conteúdo de carboidratos, principalmente, na forma de amido. O grão de amido do milho contém dois tipos de moléculas: amilose e amilopectina, que constituem, respectivamente, 27% e 73% do total de amido (Butolo, 2002).

O amido contribui com 60% da EMA nas dietas das aves (Weurding et al., 2001) e, assim, pequenas diferenças na digestibilidade do amido podem ter impacto substancial sobre o conteúdo energético da dieta.

Segundo Penz Júnior (1998), as variações de digestibilidade dos carboidratos devem-se às diferenças entre as variedades, às condições de cultivo da planta e às formas diferentes de estrutura espacial dos polímeros de amido.

No milho, os lipídeos compreendem cerca de 5% e são encontrados, principalmente, no germe (cerca de 80% do total) e apenas 15% no endosperma (Earle et al., 1946). O conteúdo de proteína é de aproximadamente 10%, estando 80% localizados no endosperma.

Vieira et al. (2007) determinaram o valor de EMA e EMAn, pela metodologia convencional, de 45 híbridos de milho com os seus respectivos erros-padrão e observaram um valor médio de EMA de 3744 ± 152 kcal/kg e EMAn de 3251 ± 83 kcal/kg.

Assim, o conhecimento do valor real de energia deste cereal é de fundamental importância para se obter sucesso na formulação de rações, possibilitando fornecimento mais adequado de energia para as aves (Albino et al., 1992).

2.2.2 Farinha de Carne e Ossos

A farinha de carne e ossos (FCO) é um ingrediente largamente utilizado em dietas para frangos de corte e poedeiras comerciais, atuando geralmente como redutor nos custos de formulações. A farinha de carne e ossos é um dos ingredientes alternativos que merece destaque e estudos mais detalhados sobre sua composição química de modo a se obter o máximo sucesso na utilização desta matéria-prima (Vieites, 1999).

Segundo Lesson & Summers (1997), para cada tonelada de carne preparada para o consumo humano, cerca de 300 kg são descartados como produtos não comestíveis, e desses, aproximadamente 200 kg, transformam-se em farinha de carne. Trata-se de um ingrediente rico em proteína bruta (PB), cálcio (Ca) e fósforo (P), mas que contém grande variação em seus valores nutricionais. Para Rostagno (1990), esse fato se deve à diferença existente na composição da matéria-prima e ao processamento pelo qual passam esses produtos.

Dolz & Blas (1992), analisando 20 diferentes amostras de farinha de carne e ossos, afirmaram que, dependendo do tipo de matéria prima utilizada no processamento a que foram submetidos, os níveis de proteína, gordura e cinzas desse produto mostram-se extremamente variáveis.

A viabilidade de incorporação da FCO em dietas para frangos de corte depende em grande parte do valor de EM desse ingrediente. Vários autores (Lessire et al., 1985; Martosiswoyo & Jensen, 1988; Jensen, 1991; Dale, 1997, 1998) consideram que os valores de EM da FCO estão normalmente

subestimados quando obtidos com metodologias nas quais o nível de inclusão de FCO na dieta-referência varia de 40 a 50%. Possivelmente, os elevados níveis dietários de cálcio e fósforo, proporcionados pela alta inclusão da FCO, comprometem a utilização dos demais nutrientes. Assim, Azevedo (1997) indica que o nível mais adequado de inclusão da FCO na dieta-referência é de 20% para a determinação dos valores de energia.

O tipo de farinha, quanto a sua origem: suína, bovina ou mista tem influência na digestibilidade dos nutrientes, principalmente, de aminoácidos. As farinhas mistas de bovinos e suínos apresentam menor digestibilidade do que quando separadas individualmente por espécies. Dale (1997), citado por Bellaver (2001), calculou a energia metabolizável da farinha de carne e ossos. Verificou que, à medida que há mais resíduos de ossos na farinha, há uma redução na energia metabolizável estimada quando essa é obtida com níveis de substituição altos em uma dieta de referência (40%, por exemplo).

Vieites et al. (2000), estudando seis amostras de farinhas de carnes e ossos, observaram que a EMA, com os seus respectivos erros-padrão, variaram de $1,12 \pm 0,11$ a $2,28 \pm 0,12$ e de EMAn, $1,11 \pm 0,13$ a $2,12 \pm 0,13$ kcal/g.

Nunes et al. (2005), analisando duas amostras de farinhas de carne e ossos, observaram que os valores de EMA e EMAn e seus respectivos desvios-padrão na matéria natural são 2.567 ± 114 e 2.307 ± 132 kcal/kg na amostra 1, 1.652 ± 172 e 1.488 ± 175 kcal/kg na amostra 2 e, para essas mesmas amostras, os autores observaram coeficientes de metabolizabilidade aparente de 67,71 e 51,14%, respectivamente, e os de metabolizabilidade aparente corrigida, de 60,85 e 46,07%, respectivamente.

2.3 Enzimas x Energia e Digestibilidade

As enzimas são proteínas altamente especializadas, com eficiência catalítica extraordinária e um alto grau de especificidade por seus substratos.

Como catalisadoras de processos biológicos, classificam-se com base nas reações que catalisam. Algumas são proteínas simples, outras são proteínas conjugadas e contêm grupos prostéticos constituídos por íons metálicos, por coenzimas ou por ambos (Lehninger, 2007).

No intuito de melhorar o valor nutritivo das dietas à base de milho e farelo de soja, já havia sido sugerido no início da década de 90 (Finnfeeds, 1991, citado por Borges, 1997), o uso de complexos enzimáticos. Dessa forma, com o objetivo de melhorar o desempenho das aves, a utilização de enzimas nas dietas avícolas tem sido uma alternativa crescente, uma vez que o seu emprego em dietas à base de cevada, no passado, estimulou seu uso nas rações, procurando melhorar a digestibilidade dos nutrientes.

Para Silva et al. (2000), as enzimas exógenas aumentam a digestibilidade e eficiência dos ingredientes, reduzindo a ação de inibidores de crescimento, principalmente, os polissacarídeos não-amiláceos solúveis (PNA's), auxiliando as enzimas endógenas nos processos digestivos. Os PNA's são encontrados, principalmente, como componentes estruturais das paredes celulares dos cereais. Além de serem importantes na integridade estrutural da planta, as ligações entre PNA's e outros componentes, provavelmente, determinam sua atividade nutricional e digestibilidade. As ligações covalentes entre os PNA's e a lignina limitam a digestibilidade de forragens em herbívoros e, naturalmente, limitam a digestibilidade dos polissacarídeos quando ingeridos por não-ruminantes (Fischer et al., 2002).

No milho, o amido, os xilanos (constituintes das paredes celulares), as proteínas de armazenamento (zeína e kafirina) e os fitatos, na soja, os fatores anti-trípsicos, as lectinas, as proteínas antigênicas, as pectinas, os oligossacarídeos, os fitatos, os xilanos e as proteínas de armazenamento podem servir de substrato para as enzimas. As dietas vegetais contêm maiores teores de substratos para a atuação das enzimas exógenas. Mesmo em dietas com outros

ingredientes vegetais, que não o milho e a soja, há espaço para o uso de enzimas exógenas como xilanases, proteases, pectinases e amilases, além da fitase. Porque melhora o aproveitamento dos nutrientes, as enzimas podem degradar fatores antinutricionais, modular a flora microbiana e melhorar a uniformidade dos lotes (Penz & Dari, 2007).

A amilase atua na região superior do trato gastrointestinal do animal para corrigir a digestão incompleta do amido do endosperma. A xilanase reduz a viscosidade, degrada as paredes celulares e libera xilo-oligômeros; a protease degrada proteínas, na soja especificamente as proteínas de armazenamento, conglicina e beta-conglicina e os fatores antinutricionais como os inibidores de tripsina, lectinas e proteínas antigênicas (Soto-Salanova et al., 1996).

Uma forma de melhorar a consistência do valor nutritivo do milho é a de adicionar enzimas exógenas específicas destinadas a melhorar os efeitos adversos dos anti-fatores nutricionais e de melhorar a digestibilidade de amido, óleo e proteína. Essa estratégia tem-se revelado altamente bem sucedida em dietas que são baseados em trigo e cevada (Bedford & Morgan, 1996; Bedford & Schulze, 1998).

Entre as enzimas comercialmente disponíveis, todas seguramente podem proporcionar reduções nos custos das rações, entretanto, as carboidrases são as que possibilitam reduções mais significativas. As dietas hoje praticadas são formuladas, em sua maioria, à base de milho e soja e, como se nota, esses ingredientes, principalmente, a soja tem frações energéticas, que somente poderão ser aproveitadas pelas aves conforme o uso de enzimas exógenas. Quanto mais energia o alimento tiver, ao se utilizarem enzimas, mais ele será aproveitado e pode reduzir seus níveis de inclusão nas dietas (Campestrini et al., 2005).

De acordo com Wang et al. (2006), as proteases são recomendadas para adição às dietas de frangos de corte, pois, melhora o desempenho e rendimento

de carcaça. Seus efeitos mais pronunciados evidenciam-se, quando as dietas são formuladas com baixos níveis de aminoácidos essenciais ou de proteína total, de forma a minimizar as excreções de nitrogênio.

Gracia et al. (2003) relataram melhoras na digestibilidade do amido com o uso de amilase, ao favorecer a digestibilidade da matéria seca, energia metabolizável aparente corrigida e energia total da dieta. Citaram, também, que a digestibilidade do amido aumenta com a idade das aves.

Segundo Rios et al. (2007), o uso de α -amilase melhorou o desempenho de frangos de corte na fase final de criação (vinte e quatro a quarenta e cinco dias de idade), com a utilização de 250g/ton da amilase, permitindo redução no consumo de ração de 5,2%, melhoria no ganho de peso e conversão alimentar de 4,3 e 9,9%, respectivamente.

Slominski et al. (2006) utilizando a suplementação de enzimas para avaliar o aproveitamento energético das dietas, verificaram que o uso de enzimas exógenas demonstrou eficiência na degradação dos PNAs, melhorando o uso da energia da dieta e, também, a digestão da gordura de origem vegetal.

A adição de complexo enzimático, em rações à base de farelo de soja e milho, para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, melhorou a eficiência de utilização da energia metabolizável e dos aminoácidos (Metionina, Metionina+Cistina e Lisina) em 9 e 7%, respectivamente. A redução da densidade energética e aminoacídica das dietas, à base de farelo de soja e milho, contendo complexo enzimático, não comprometem o desempenho de frangos de corte, segundo Strada et al. (2005).

A utilização de enzimas exógenas em rações avícolas já é uma prática comum com objetivos específicos. Por outro lado, os ajustes finos nas densidades das rações, ainda, não podem ser realizados por falta de informações dos valores mais próximos da realidade, dos conteúdos energéticos dos

ingredientes nas diversas fases de criação, bem como quando ocorrer a associação com as enzimas adicionadas.

Assim, o setor tem trabalhado com margens de segurança que, às vezes, oneram os custos de produção, além dos desajustes nutricionais, que implicam, principalmente, na piora da qualidade da carcaça dos frangos de corte.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; TAFURI, M. L.; SILVA, M. A. Determinação dos valores de energia metabolizável aparente e verdadeira de alguns ingredientes para aves, usando diferentes métodos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 21, n. 6, p. 1047-1058, 1992.

AZEVEDO, D. M. S. **Fatores que afetam os valores de metabolizável da farinha de carne e ossos para aves**. 1997. 58 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

BEDFORD, M. R.; MORGAN, A. J. The use of enzymes in poultry diets. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v. 52, p. 61-68, 1996.

BEDFORD, M. R.; SCHULZE, H. Exogenous enzymes for pigs and poultry. **Nutrition Research Reviews**, Cambridge, v. 11, p. 91-114, 1998.

BELLAVER, C. Ingredientes de origem animal destinados à fabricação de rações. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2001. p. 167-190.

BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogástrico**. Lavras: UFLA, 2006. 301 p.

BERTECHINI, A. G.; BRITO, J. A. G. Utilização correta de enzima em rações de aves. **Revista AveWorld**, Campinas. Disponível em: <<http://www.aveworld.com.br/default.php?acao=documento&cod=1337>>. Acesso em: 31 ago. 2007.

BERTECHINI, A. G.; VIERA, S. L.; CARVALHO, J. C. C.; FIGUEIREDO, G. O.; BRITO, J. A. G. Energy releasing effect of an alpha amylase-beta glucanase blend in all vegetable corn soy diets for broilers. In: ANNUAL MEETING OF THE POULTRY SCIENCE ASSOCIATION, 95., 2006, Canadá. **Abstracts...** Canadá: Poultry Science Association, 2006. p. 93.

BORGES, F. M. Utilização de enzimas em dietas avícolas. **Caderno Técnico Escola de Veterinária**, Belo Horizonte, v. 20, p. 5-30, 1997.

BUTOLO, J. E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2002. 430 p.

CAMPESTRINI, E.; SILVA, V. T. M.; APPELT, M. D. Utilização de enzimas na alimentação animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, Viçosa, MG, v. 2, n. 6, p. 259-272, nov./dez. 2005.

DALE, N. Avanços na quantificação do valor nutritivo da farinha de carne. In: SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA, 3., 1998, Goiânia. **Anais...** Goiânia: AGA, 1998. p. 79-81.

DALE, N. Metabolizable energy of meat and bone meal. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 6, p. 169-173, 1997.

DOLZ, S.; BLAS, C. Metabolizable energy of meat and bone meal from spanish rendering plants as influenced by level of substitution and method of determination. **Poultry Science**, Champaign, v. 71, p. 316-322, 1992.

EARLE, F. R.; CURTTS, J. J.; HUBBARD, J. E. Composition of the component parts of the corn kernel. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 23, p. 504-511, 1946.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tabela de composição química e valores energéticos de ingredientes para suínos e aves**. Concórdia: EMBRAPA/CNPASA, 1991. 97 p.

FARIA FILHO, D. E.; FARIA, D. E.; JUNQUEIRA, O. M.; RIZZO, M. F.; ARAÚJO, L. F.; ARAÚJO, C. S. S. Avaliação da farinha de carne e ossos na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 4, n. 1, jan./abr. 2002. doi: 10.1590/S1516-635X2002000100005.

FEDERACIÓN ESPAÑOLA PARA EL DESARROLLO DE LA NUTRICIÓN ANIMAL. **Normas FEDNA para la formulación de piensos compuestos**. Madrid: Peninsular, 1999. 496 p.

FINNFEEDS INTERNATIONAL. **Feed enzymes: technical support manual**. England, 1991. p. 11-16.

FISCHER, G.; MAIER, J. C.; RUTZ, F.; BERMUDEZ, V. L. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas à base de milho e farelo de soja, com ou sem adição de enzimas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 1, p. 402- 410, 2002. Suplemento.

GRACIA, M. I.; ARANÝBAR, M. J.; LÁZARO, R.; MEDEL, P.; MATEOS, G. G. α -Amylase supplementation of broiler diets based on corn. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, p. 436-442, 2003.

HILL, F. W.; ANDERSON, D. L. Comparison of metabolizable energy and productive energy determinations whit growing chicks. **Journal Nutrition**, Davis, v. 64, n. 4, p. 587-604, 1958.

JENSEN, L. S. Subproductos de animales em las formulaciones. **Industria Avícola**, Mount Morris, v. 38, n. 11, p. 28-31, 1991.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica**. 4. ed. Local: Sarvier, 2007. 1232 p.

LESSIRE, M.; LECLERCQ, B.; CONAN, L.; HALLOUIS, J. M. A methodological study of the relationship between the metabolizable energy values of two meat meals and their level of inclusion in the diet. **Poultry Science**, Champaign, v. 64, p. 1721-1728, 1985.

LESSON, S.; SUMMERS, D. J. **Commercial poultry nutrition**. 2. ed. Guelph: University Books, 1997. 350 p.

LIMA, I. L.; SILVA, D. J.; ROSTAGNO, H. S.; TAFURI, M. L. Composição química e valores energéticos de alguns alimentos determinados com pintos e galos, utilizando duas metodologias. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 18, n. 6, p. 546-556, nov./dez. 1989.

MAHAGNA, M.; NIR, I.; LARBIER, M. Effect of age and exogenous amylase and protease on development of the digestive tract, pancreatic enzyme activities and digestibility of nutrients in young meat-type chicks. **Reproduction, Nutrition, Development**, Paris, v. 35, p. 201-212, 1995.

MARTOSISWOYO, A. W.; JENSEN, L. S. Available energy in meat and bone meal as measured by different methods. **Poultry Science**, Champaign, v. 67, p. 280-293, 1988.

MATTERSON, L. D.; POTTER, L. M.; STUTZ, M. W. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Agricultural Experimental Station Research Report**, Florida, v. 7, p. 3-11, 1965.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requeriments of poultry**. 9. ed. Washington: National Academy of Science, 1994. 155 p.

NOBRE, P. T. C.; BUTOLO, E. A. F.; SERAFINI, F. V. Influência dos níveis de taurina e energia metabolizável na performance de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1998, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1998. p. 39.

NOY, Y.; SKLAN, D. Digestion and absorption in young chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 74, p. 366-373, 1995.

NUNES, R. V.; POZZA, P. C.; NUNES, C. G. V.; CAMPESTRINI, E.; KÜHL, R.; ROCHA, L. D.; COSTA, F. G. P. Valores energéticos de subprodutos de origem animal para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 4, p. 1217-1224, 2005.

PENZ, A. M.; DARI, R. Enzimas em dietas vegetais para frangos de corte. **Revista Aveworld**, Campinas, 2007. Disponível em: <<http://www.aveworld.com.br/default.php?acao=documento&cod=1418>>. Acesso em: 10 jun. 2009.

PENZ, A. M. J.; KESSLER, A. M.; BRUGALI, I. Novos conceitos de energia para aves. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, 1999, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 1999. p. 1-24.

PENZ JÚNIOR, A. M. Enzimas em rações para aves e suínos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. p. 165-178.

REFERENCE issue e buyers guide. **Feedstuffs**, Minnetonka, v. 73, n. 29, p. 220, 2001.

RIOS, R. L.; CARVALHO, J. C. C.; LIMA E. M. C. Estudo dos efeitos dos níveis de suplementação de alfa-amilase na fase final de criação (24 a 45 dias de idade) em frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 9, p. 137, 2007. Suplemento.

ROSTAGNO, H. S. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: composição de ingredientes e exigências nutricionais. Viçosa, MG: UFV, 2005. 186 p.

ROSTAGNO, H. S. Valores de composição dos alimentos e de exigências nutricionais utilizados na formulação de rações para aves. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27., 1990, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1990. p. 11-30.

ROSTAGNO, H. S.; SILVA, D. J.; COSTA, P. M. A. **Composição de ingredientes e exigências nutricionais de aves e suínos:** tabelas brasileiras. Viçosa, MG: UFV, 2000. 141 p.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos.** Jabotical: FUNEP, 2007. 283 p.

SIBBALD, I. R. A bioassay for metabolizable energy in feedingstuffs. **Poultry Science**, Champaign, v. 55, n. 1, p. 303-308, 1976.

SILVA, H. O.; FONSECA, R. A. ; GUEDES FILHO, R. S. Características produtivas e digestibilidade da farinha de folhas de mandioca em dietas de frangos de corte com e sem adição de enzimas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, n. 3, p. 823-829, 2000.

SLOMINSKI, B. A.; MENG, X.; CAMPBELL, L. D.; GUENTER, W.; JONEST, O. The use of enzyme technology for improved energy utilization from full-fat oilseeds. Part II: Flaxseed. **Poultry Science**, Champaign, v. 85, p. 1031-1037, 2006.

SOTO-SALANOVA, M. F.; GARCIA, O.; GRAHAM, H.; PACK, M. Uso de enzimas em dietas de milho e soja para frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1996, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 1996. p. 71-76.

STRADA, E. S. O.; ABREU, R. D.; OLIVEIRA, G. J. C.; COSTA, M. C. M. M.; CARVALHO, G. J. L.; FRANCA, A. S.; CLARTON, L.; AZEVEDO, J. L. Uso de enzimas na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 6, p. 2369-2375, nov./dez. 2005.

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

VIEIRA, R. O.; RODRIGUES, P. B.; FREITAS, R. T. F.; NASCIMENTO, G. A. J.; SILVA, E. L.; HESPANHOL, R. Composição química e energia metabolizável de híbridos de milho para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 36, n. 4, p. 832-838, 2007.

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

VIEITES, F. M.; ALBINO, L. F. T.; SOARES, P. R.; ROSTAGNO, H. S.; MOURA, C. O.; TEJEDOR, A. A. Valores de energia metabolizável aparente da farinha de carne e ossos para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, n. 6, p. 2292-2299, 2000.

WANG, J. J.; GARLICH, J. D.; SHIH, J. C. H. Beneficial effects of versazyme, a keratinase feed additive, on body weight, feed conversion, and breast yield of broilers chickens. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 15, p. 544-550, 2006.

WEURDING, R. E.; VELDMAN, A.; VEEN, W. A. G.; AAR, P. J. van der, VERSTEGEN, W. A. Starch digestion rate in the small intestine of the chicken differs among feedstuffs. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 131, p. 2329-2335, 2001.

WYATT, C. L.; BEDFORD, M. R.; WALDRON, L. A. Role of enzymes in reducing variability in nutritive value of corn using the ileal digestibility method. In: AUSTRALIAN POULTRY SCIENCE SYMPOSIUM, 1999, Sydney. **Proceedings...** Sydney: Poultry Research Foundation, 1999. p. 108-111.

YAGHOB FAR, A. Effect of genetic line, sex of birds and the type of bioassay on the metabolizable energy value of maize. **British Poultry Science**, London, v. 42, p. 350-353, 2001.

CAPÍTULO 2

VALORES ENERGÉTICOS E COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE DO MILHO PARA AVES, DETERMINADOS EM RAÇÕES COM CORREÇÕES NUTRICIONAIS

1 RESUMO

Foram determinadas a composição química e, utilizando-se o método de coleta total de excretas os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn), os coeficientes de digestibilidade da proteína bruta (CDPB), da matéria seca (CDMS) e do extrato etéreo (CDEE) do milho. Utilizaram-se 768 pintos Cobb-500, nos períodos de 14 a 21 dias de idade, distribuídos em gaiolas de metabolismo na qual receberam 10 tratamentos no esquema fatorial 5x2 e cinco tipos de correções nutricionais da dieta teste, com presença ou ausência de enzima em um delineamento inteiramente casualizado com oito repetições cada. Os valores de composição química dos ingredientes EMA, EMAn, CDPB, CDMS e CDAEE, de maneira geral, foram semelhantes aos encontrados na literatura para o tratamento controle. Para ambas as fases, tanto a maior correção nutricional, como também o complexo enzimático (CE), incrementaram os valores de EMA, EMAn, CDPB e CDMS, fato não observado para o CDAEE. Assim, o uso da metodologia tradicional subestima os valores atribuídos ao milho, e a suplementação como o CE possibilita melhoria nos valores do milho.

Palavras chaves: complexo enzimático, metodologia, frangos de corte, dieta teste.

2 ABSTRACT

The chemical composition and by utilizing the method of total collection of excreta, the values of apparent metabolizable energy (AME) and nitrogen balance-corrected apparent metabolizable energy (AMEn), the digestibility coefficients of crude protein (DCCP), of dry matter (CDDM) and of ether extract (DCEE) of corn, were determined. 768 Cobb-500 chicks in the periods of 14 to 21 days of age distributed into metabolism cages where they were given 10 treatments in the factorial scheme 5x2 were utilized, the types of nutritional corrections of the test diet numbering five, either with the presence or absence of enzyme in a completely randomized design with eight replicates each,. The values of the chemical composition of the ingredients, AME, AMEn, ADCCP, ADCDM and ADCEE, in general, were similar to those found in the literature for the control treatment. For the two phases, both the highest nutritional correction and the also the enzyme complex (EC) enhanced the values of AME, AMEn, ADCCP and ADCDM, a fact not found for DCEE. So, the use of the traditional methodology underestimates the values ascribed to corn and the supplementation with CE enables to improve the values of corn.

Key words: enzyme complex, methodology, broilers, test diet.

3 INTRODUÇÃO

Os valores finais de energia metabolizável de rações de aves depende da acurácia na determinação dos conteúdos energéticos dos ingredientes utilizados. O teor de energia das rações influi diretamente no desempenho das aves e quanto a isso, a definição do nível energético da dieta é fator primário para acertar todos os nutrientes que a compõem, já que a relação nutriente/caloria deve ser observada durante as formulações (Bertechini, 2006). O conhecimento, principalmente do valor energético dos ingredientes de rações para frangos de corte, nas suas diversas fases de desenvolvimento, pode garantir melhores equilíbrios nutricionais voltados para o máximo desempenho dessas aves.

Por outro lado, pesquisas utilizando enzimas exógenas, em dietas à base de milho e farelo de soja, são direcionadas para um melhor aproveitamento dos nutrientes contidos nesses ingredientes, reduzindo os efeitos dos fatores anti-nutricionais presentes nestes alimentos, constituindo-se os principais componentes das rações de aves utilizadas no Brasil. Nos dias atuais, é comum o uso de rações com adição de alguma enzima, já que ela é essencial para o crescimento e desenvolvimento da avicultura moderna, considerando-se a melhora na digestibilidade de nutrientes das rações.

Nos estudos de determinação de energia e digestibilidade dos nutrientes, têm-se utilizado o método tradicional de coleta de excretas (Matterson et al., 1965) cuja proposta é a substituição de parte de uma dieta referência pelo ingrediente teste, podendo ocorrer possíveis erros, como sub ou superestimativa das medidas analisadas dos ingredientes teste. Em função desses possíveis erros, o aperfeiçoamento de técnicas, que visem melhorar a precisão nas determinações de energia dos ingredientes para aves, é de extrema importância, não somente

para uma melhor adequação das dietas, mas também no que se refere a uma melhoria de suas eficiências.

Assim, o presente trabalho foi desenvolvido para avaliar os efeitos de correções nutricionais das rações teste. Simultaneamente, foram estudados os efeitos do uso de complexos enzimáticos associados a essas correções nutricionais nas fases inicial e final de criação dos frangos de corte.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram realizados na Universidade Federal de Lavras - UFLA-MG, no período de novembro a dezembro de 2008. Foram utilizadas 768 aves Cobb-500, durante as duas fases estudadas, de 14 a 21 e 35 a 42 dias de idade das aves.

As aves foram alojadas em galpão de alvenaria convencional, utilizando cama de maravalha e tratadas com dietas balanceadas, de acordo com recomendações de Bertechini (2006), à base de milho e farelo de soja, suplementadas com minerais, vitaminas, aminoácidos e aditivos indicados. A fase experimental ocorreu em sala de metabolismo com ambiente semi-controlado de 90m² (12m x 6m) e as aves alojadas em gaiolas metabólicas (50cm x 50cm x 45cm), providas de bandejas metálicas coletoras e revestidas com plástico para facilitar as coletas de excretas. Foram utilizadas, para as fases de 14 a 21 e 35 a 42 dias, 5 e 3 aves por parcela, respectivamente. Utilizou-se um programa de iluminação constante de 24 horas.

Em cada ensaio, foram estudadas duas rações basais; uma com a presença de complexo enzimático (CE) e outra sem, e mais 10 tratamentos, em esquema fatorial 5x2 e cinco os tipos de correções com a presença ou ausência de enzima, em um delineamento inteiramente casualizado com oito repetições cada. As correções foram realizadas suplementando as rações experimentais com um ou mais corretivos: premix de minerais, premix vitamínicos, sódio, aminoácidos, cálcio e fósforo. Por meio da ração basal (RB), foram formulados os tratamentos em que a dieta basal foi substituída em 40% pelo ingrediente teste, com ou sem a utilização de 500 ppm de um complexo enzimático-CE Ronozyme[®] A (200KNU/g α -amilase, 350 FGU/g β -glucanase) e as correções correspondentes realizadas dentro da inclusão do alimento, juntamente

corrigindo, também, quanto à presença da enzima, mantendo a proporção de 500ppm, como apresentado abaixo:

Ração Basal (RB) - 1

Ração Basal mais CE - 2

T1 - 1 + 40 % de milho

T2 - 2 + (40% de mistura de milho + CE)

T3- 1 + (40% de mistura de milho + Premixes Mineral e Vitamínico)

T4-2 + (40% de mistura de milho + Premixes Mineral e Vitamínico + CE)

T5- 1 + (40% de mistura de milho + Premixes Mineral e Vitamínico + Sódio)

T6- 2 + (40% de mistura de milho + Premixes Mineral e Vitamínico + Sódio + CE)

T7- 1 + (40% de mistura de milho + Premixes Mineral e Vitamínico + Sódio + Aminoácidos)

T8- 2 + (40% de mistura de milho + Premixes Mineral e Vitamínico + Sódio + Aminoácidos + CE)

T9- 1 + (40% de mistura de milho + Premixes Mineral e Vitamínico + Sódio + Aminoácidos + Cálcio e Fósforo)

T10- 2 + (40% de mistura de milho + Premixes Mineral e Vitamínico + Sódio + Aminoácidos + Cálcio e Fósforo + CE)

A composição centesimal e calculada das rações referência à base de milho e farelo de soja, juntamente com as correções que foram realizadas dentro da inclusão do ingrediente teste, está apresentada na Tabela 1.

TABELA 1 Composição centesimal e calculada da ração basal para frangos de corte com os níveis das correções e proporções correspondentes

Ingredientes	Ração Basal (kg)		Proporções e Correções (kg)			
	Quantidade	T1/T2	T3/T4	T5/T6	T7/T8	T9/T10
Ração Basal	-	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Milho	54,032	40,00	39,92	39,76	38,87	37,67
Farelo de Soja	37,116	-	-	-	-	-
Óleo Vegetal	4,760	-	-	-	-	-
Fosfato Bicálcico	1,805	-	-	-	-	0,79
Calcário Calcítico	0,892	-	-	-	-	0,39
Sal comum	0,420	-	-	0,17	0,17	0,17
Premix Mineral ¹	0,050	-	0,04	0,04	0,04	0,04
Premix Vitamínico ²	0,100	-	0,04	0,04	0,04	0,04
DL-Metionina 99	0,271	-	-	-	0,22	0,22
L-Lisina 78	0,091	-	-	-	0,47	0,47
L-Treonina 98	0,028	-	-	-	0,20	0,20
Salinomicina 10%	0,055	-	-	-	-	-
Antibiótico ³	0,025	-	-	-	-	-
Cloreto Colina 70%	0,034	-	-	-	-	-
Caulim*	0,320	-	-	-	-	-
TOTAL (kg)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
E.Metab, kcal/kg	3100,000	3212,400	3209,700	3204,000	3208,400	3108,500
PB, %	21,000	15,720	15,714	15,701	16,320	16,235

...continua...

TABELA 1, Cont.

Cálcio	0,890	0,546	0,546	0,546	0,546	0,890
Fósforo Disponível	0,435	0,293	0,293	0,293	0,292	0,434
Sódio	0,185	0,119	0,119	0,185	0,185	0,185
M+C. Dig	0,829	0,618	0,618	0,617	0,829	0,829
Lis. Dig	1,105	0,741	0,741	0,741	1,105	1,105
Tre. Dig	0,718	0,524	0,524	0,524	0,718	0,718

¹ Enriquecimento por kg de ração: Selênio = 0,25mg; Mn = 75mg; Zn = 70mg; Cu = 8,5mg; Fe = 50mg; I = 1,5mg; Co = 0,2mg;

² Enriquecimento por kg de ração: Vitamina A = 12.000UI; vit. D3 = 2.200UI; vit. E = 30mg; vit. K3 = 2,5mg; vit. B1 = 2,2mg; vit. B2 = 6mg; vit. B6 = 3,3mg; vit. B12 = 0,016mg; Niacina = 53mg; Ác. Pantotênico = 13mg; Biotina = 0,11mg; Ac. Fólico = 1mg, ³ Bacitracina de zinco 10%.

* Os tratamentos 2, 4, 6, 8 e 10 foram suplementados com complexo enzimático e, nesses tratamentos, a inclusão foi de 500 ppm.

Foram determinadas neste estudo, a energia metabolizável aparente (EMA), a energia metabolizável aparente corrigida (EMAn), os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDAPB), da matéria seca (CDAMS) e do extrato etéreo (CDAEE) do milho, com ou sem a utilização do CE. Ao mesmo tempo, foram testadas metodologias de avaliação com e sem correções de nutrientes da dieta basal. As dietas basais com e sem complexo enzimático foram utilizadas para os cálculos referentes aos dez tratamentos estudados.

Adotou-se o método da coleta total de excretas, com quatro dias para adaptação à gaiola e à alimentação, e três dias para a coleta de excretas. As coletas eram realizadas duas vezes ao dia; uma, na parte de manhã e outra, no final da tarde para evitar possíveis perdas. Para se determinar o início e o final do período de coleta, foi utilizado óxido férrico (1,0%). O período de três dias é menor que o usualmente utilizado neste tipo de experimento, mas é considerado suficiente e confiável, segundo Rodrigues et al. (2005).

As excretas coletadas no período foram pré-secas em estufas a 65°C, por período de 72 horas e, posteriormente, moídas para determinação da matéria seca (MS), energia bruta (Bomba Colorimétrica Parr), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e, assim, posteriores cálculos da EMA, EMAn, CDMS, CDPB e CDAEE. Os valores utilizados foram todos à base da matéria seca. Para análise dos dados, utilizou-se o pacote estatístico SISVAR, descrito por Ferreira (2003), utilizando-se o teste de *Scott-knott* para verificar possíveis diferenças nos valores obtidos das variáveis estudadas.

As equações utilizadas, quando não houve correções, são descritas abaixo:

$$EMA_{\text{RaçãoBasal}} = \frac{EE_{\text{ingerida}} - EE_{\text{excretada}}}{MS_{\text{ingerida}}}$$

$$EMA_{\text{ingredientes}} = EMA_{\text{Ração Basal}} + \frac{(EMA_{\text{Ração Teste}} - EMA_{\text{Ração Basal}})}{\text{Inclusão alimento}\%}$$

$$EMAn_{\text{ingredientes}} = EMAn_{\text{Ração Basal}} + \frac{(EMAn_{\text{Ração Teste}} - EMAn_{\text{Ração Basal}})}{\text{Inclusão alimento}\%}$$

em que: $BN = N_{\text{ingerido}} - N_{\text{excretado}}$

$$CDPB_{\text{Ração Basal}} = \frac{PB_{\text{ingerida}} - PB_{\text{excretada}}}{PB_{\text{ingerida}}}$$

$$CDPB_{\text{ingredientes}} = CDPB_{\text{Ração Basal}} + \frac{(CDPB_{\text{Ração Teste}} - CDPB_{\text{Ração Basal}})}{\text{Inclusão alimento}\%}$$

$$CDMS_{\text{Ração Basal}} = \frac{MS_{\text{ingerida}} - MS_{\text{excretada}}}{MS_{\text{ingerida}}}$$

$$CDMS_{\text{ingredientes}} = CDMS_{\text{Ração Basal}} + \frac{(CDMS_{\text{Ração Teste}} - CDMS_{\text{Ração Basal}})}{\text{Inclusão alimento}\%}$$

$$CDAEE_{\text{Ração Basal}} = \frac{EE_{\text{Ingerido}} - EE_{\text{Excretado}}}{EE_{\text{Ingerido}}}$$

$$CDAEE_{\text{Ingrediente}} = CDAEE_{\text{Ração Basal}} + \frac{(CDAEE_{\text{Ração Teste}} - CDAEE_{\text{Ração Basal}})}{\text{Inclusão Alimento}\%}$$

Para os cálculos em que foram utilizadas as correções, aplicou-se um fator de correção (FC). Tal fator refere-se a uma possível valoração tanto da energia como dos coeficientes de digestibilidade dos ingredientes utilizados. As equações com as correções foram:

$$EMA_{Alimento} = \frac{EMA_{Ra\c{c}aoTeste} - [(EMA_{Ra\c{c}aoBasal} \times Inclus\tilde{a}o_{Ra\c{c}aoBasa} \%) + (FC)]}{Inclus\tilde{a}o_{Alimento} \%}$$

em que $FC = \sum (EM_{amino\acute{a}cidos} \times Inclus\tilde{a}o_{amino\acute{a}cidos} \%)$

$$EMAn_{Alimento} = \frac{EMAn_{Ra\c{c}aoTeste} - [(EMAn_{Ra\c{c}aoBasal} \times Inclus\tilde{a}o_{Ra\c{c}aoBasa} \%) + (FC)]}{Inclus\tilde{a}o_{Alimento} \%}$$

em que $FC = \sum (EMAn_{amin\acute{o}cidos} \times Inclus\tilde{a}o_{amin\acute{o}cidos} \%)$

$$CDAPB_{Alimento} = \frac{CDAPB_{Ra\c{c}aoTeste} - [(CDAPB_{Ra\c{c}aoBasal} \times Inclus\tilde{a}o_{Ra\c{c}aoBasa} \%) + (FC)]}{Inclus\tilde{a}o_{Alimento} \%}$$

em que $FC = \sum (PB_{amino\acute{a}cidos} \times Inclus\tilde{a}o_{amino\acute{a}cidos} \%)$

$$CDAMS_{Alimento} = \frac{CDAMS_{Ra\c{c}aoTeste} - [(CDAMS_{Ra\c{c}aoBasal} \times Inclus\tilde{a}o_{Ra\c{c}aoBasa} \%) + (FC)]}{Inclus\tilde{a}o_{Alimento} \%}$$

em que $FC = \sum (MS_{amino\acute{a}cidos} \times Inclus\tilde{a}o_{amino\acute{a}cidos} \%)$

$$CDAEE_{Alimento} = \frac{CDAEE_{Ra\c{c}aoTeste} - [(CDAEE_{Ra\c{c}aoBasal} \times Inclus\tilde{a}o_{Ra\c{c}aoBasa} \%) + (FC)]}{Inclus\tilde{a}o_{Alimento} \%}$$

em que $FC = \sum (EE_{amino\acute{a}cidos} \times Inclus\tilde{a}o_{amino\acute{a}cidos} \%)$

Os resultados da composi\c{c}\~ao qu\imica dos ingredientes utilizados est\~ao apresentados na Tabela 2.

TABELA 2 Composição química e valores de energia bruta do milho, farelo de soja e do óleo de soja (na base de matéria seca)

Composição^{1 2}	Milho	Farelo de Soja	Óleo de soja
MS (%)	88,06	89,85	99,45
PB (%)	9,55	45,12	-
EB(kcal/kg)	3.886	4.198	9.495
EE (%)	3,02	1,54	98,54
FB (%)	1,72	4,82	-
MM (%)	1,61	5,74	-
Ca (%)	0,03	0,37	-
P (%)	0,26	0,55	-

¹ Análises realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia/UFLA – Lavras, Minas Gerais.

² MS – matéria seca; PB – proteína bruta; EB – energia bruta; EE – extrato etéreo; FB – fibra bruta; MM – matéria mineral; Ca – cálcio; P – fósforo.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para a fase inicial (14-21d), apresentados na Tabelas 3, indicam que não houve interação significativa ($P>0,05$) nos valores de EMA e EMAn entre as correções e uso ou não de CE, no entanto, para as correções propostas e o uso de CE, tanto para EMA e EMAn. Foram observados maiores valores determinados de EMA e EMAn para a maior correção (completa). O valor de EMAn observado para o maior nível de correção, sem o uso de enzima, foi de 3915 kcal/kg e esse valor um pouco superior do descrito por Rostagno (2005) e Kato (2005), de 3881 e 3794 \pm 61 kcal/kg na matéria seca, respectivamente. Esses valores são bem semelhantes com o encontrado, quando não se fez correção nutricional (3798 kcal/kg), mostrando que rações balanceadas ajudam a melhorar os valores de energia metabolizável do milho. Os piores valores de energia obtidos foram para as correções com os premixes mineral e vitamínico e com premixes mineral, vitamínico e o sódio. Observa-se, ainda, que o uso do CE melhorou, significativamente, a EMA e EMAn do milho, corroborando com Lima et al. (2008) que, quando usaram 400 ppm de um CE, contendo β -glucanase e α -amilase, a EMAn aumentou em 113kcal.

Para o CDAMS observou-se interação mais significativa ($P<0,05$) que para as correções nutricionais. Na ausência de enzimas, apresentou melhores valores de CDAMS para os três maiores níveis de correções. No entanto, na presença de enzimas, os maiores valores de CDAMS foram obtidos pelos tratamentos com as correções mais completas. Observou-se, ainda que, ao se fazer apenas correções para os premixes mineral e vitamínico em presença de enzima têm uma melhora no valor do CDMS. Contudo, tal diferença não foi observada para as demais correções.

No CDAPB, observa-se que não houve interação significativa ($P>0,05$), mas houve diferença significativa ($P<0,05$) tanto para as correções nutricionais como para o CE. Observou-se que os maiores valores de CDPB foram obtidos com maiores correções, seguidos pela correção com premixes mineral e vitamínico mais sódio, pois, as aves aproveitam melhor os alimentos, quando as rações estão balanceadas e, ainda, pode-se observar que, na presença do CE, houve uma melhora no CDPB ($P<0,05$).

Para o CDAEE, observou-se interação correção: CE em que, na ausência do CE, os CDAEE foram iguais ($P>0,05$), tanto para as correções como quando não houve correção. Com a presença de enzima, observou-se que os melhores valores de CDAEE obtidos foram com as correções de apenas premixes, com premixes mais sódio e aminoácidos e, também, para o tratamento sem correção (T2), ou seja, quando se fizeram as correções em premixes mineral e vitamínico mais sódio e, também, em premixes mineral e vitamínico, sódio, aminoácidos, cálcio e fósforo, o CE piorou os valores obtidos para CDAEE. Rodrigues et al. (2003), também, observaram que, para uma determinada variedade de milho estudado, a enzima piorou o CDAEE. Esses resultados assemelham-se àqueles encontrados por Zanella (1998) e Zanella et al. (1999), onde a digestibilidade dos nutrientes melhora com adição de CE, com exceção da digestibilidade do extrato etéreo, na qual os referidos autores não obtiveram diferença significativa.

TABELA 3 Valores de EMA, EMAn, CDPB, CDMS e CDAEE do milho, com e sem a presença do CE, para frangos de corte na fase inicial de criação, na matéria seca.

EMA ¹				
Correções (C)	Enzima, 500ppm		Médias	Erro-padrão
	Sem	Com		
Sem	3824	3882	3853 b	±30,01
PM + PV	3730	3838	3784 c	±38,52
PM + PV + Na	3646	3851	3749 c	±31,08
PM + PV + Na +aa	3748	3845	3853 b	±19,74
PM + PV + Na +aa + Ca + P	4022	4087	4054 a	±25,35
médias	3794 B	3900 A		
Anova	CV %	C*CE	C	CE
	2,25	0,13	0,01	0,01
EMAn ¹				
Sem	3798	3845	3821 b	±26,46
PM + PV	3702	3794	3748 c	±34,88
PM + PV + Na	3608	3776	3692 c	±29,13
PM + PV + Na +aa	3642	3743	3692 c	±17,83
PM + PV + Na +aa + Ca + P	3915	3969	3942 a	±24,76
Médias	3733 B	3825 A		
Anova	CV %	C*CE	C	CE
	2,14	0,24	0,01	0,01
CDAMS ¹				
Sem	84,13 bA	85,43 bA	84,78	±0,81
PM + PV	83,59 bB	88,17 aA	85,88	±0,85
PM + PV + Na	85,38 aA	86,74 aA	86,06	±0,83
PM + PV + Na +aa	87,30 aA	85,12 bA	86,21	±0,53
PM + PV + Na +aa + Ca + P	86,34 aA	87,15 aA	86,75	±0,57

...continua...

“TABELA 3, Cont.”

Médias	85,35	86,52		
Anova	CV %	C*CE	C	CE
	2,62	<0,01	0,05	0,01
	CDAPB ¹			
Sem	45,97	50,04	48,01 c	±2,93
PM + PV	46,99	54,37	50,68 c	±2,90
PM + PV + Na	55,09	65,96	60,52 b	±1,54
PM + PV + Na +aa	73,64	69,67	71,65 a	±2,74
PM + PV + Na +aa + Ca + P	69,71	74,24	71,98 a	±2,07
Médias	58,28 B	62,85 A		
Anova	CV %	C*CE	C	CE
	12,07	0,07	0,01	0,01
	CDAEE ¹			
Sem	93,57 aA	90,72 aA	92,12	±1,66
PM + PV	92,14 aA	95,95 aA	94,05	±0,89
PM + PV + Na	92,04 aA	85,78 bB	88,91	±2,53
PM + PV + Na +aa	94,41 aA	91,08 aA	92,75	±1,87
PM + PV + Na +aa + Ca + P	95,39 aA	84,73 bB	90,06	±1,87
médias	93,51	89,65		
Anova	CV %	C*CE	C	CE
	5,89	<0,01	0,01	0,68

As médias seguidas das mesmas letras minúsculas, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-knott, e as maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de F, ambos ao nível de 5% de probabilidade.

¹EMA, Energia metabolizável aparente; EMAn, Energia Metabolizável Aparente corrigida para o balanço de nitrogênio; CDAMS, Coeficiente de Digestibilidade Aparente da Matéria Seca; CDAPB, Coeficiente de Digestibilidade Aparente da Proteína Bruta; CDAEE, Coeficiente de Digestibilidade Aparente do Extrato Etéreo.

PM: Premix mineral; PV: Premix Vitamínico; Na: Sódio; aa: Aminoácidos; P: Fósforo.

Quando se determinou a EMA e EMAn, aos 42 dias de idade (Tabela 4), observou-se que ocorreu interação significativa ($P < 0,05$) entre as correções e o uso ou não do CE, onde, na ausência do CE, obtiveram-se os maiores valores de energia para a correção mais completa. Na presença de enzima, observa-se que se tem o maior valor de EMA, para o tratamento de maior correção, e o pior valor para o tratamento corrigido apenas com os premixes mineral e vitamínico. Vale ressaltar, ainda, que, na metodologia convencional, a utilização da enzima melhora os valores de EMA. Tal diferença não ocorre nas correções utilizadas, e isso tem ocorrido, frequentemente, em ensaios com enzimas, ou seja, quando se utilizou a metodologia convencional encontraram-se resultados significativos, mas quando a mesma enzima é utilizada em uma ração balanceada, em nível de campo, essa diferença não é observada.

Para a EMAn, ocorreu diferença significativa apenas para as correções, cujos maiores valores de EMAn foram observados para as maiores correções e o menor valor obtido quando se fez apenas a correção para os premixes mineral e vitamínico. Comparando com os dados encontrados por Kato (2005), para esta fase, o valor médio de diferentes milhos foi de 3754 kcal/kg MS de EMAn e o valor encontrado no presente trabalho de EMAn, quando não se fez correção e não se utilizou o CE, foi de 3617 kcal/kg. Com a correção, porém, o valor foi bem superior a ambos, com 3943 kcal/kg de EMAn, mostrando que, tanto na fase inicial quanto na final, a metodologia convencional pode estar subestimando os valores de EMA e EMAn do milho.

Para as medidas de CDAMS e CDAPB observa-se que ocorreu interação correção: CE. Na ausência de enzima, os maiores valores de CDAMS e CDAPB foram obtidos para os tratamentos de maiores correção, que sofreram correções mais próximas das exigências, seguidos pelo tratamento corrigido com premixes mineral, vitamínico e sódio, e na presença do CE, apenas para a maior correção é que se obteve o maior valor de CDAMS e de CDAPB, diferenciando assim dos

demais. Quando não se utiliza nenhuma correção (metodologia convencional) ou faz-se apenas correção, para os premixes mineral e vitamínico, ocorre uma melhora nos valores de CDAMS e CDAPB em presença do CE, contudo, não sendo observada tal diferença nas demais correções, confirmando que, em ensaios com enzima, a metodologia convencional pode apresentar erros significativos nos valores de digestibilidade do milho.

O CDAEE apresentou diferença para enzimas e, também, correções, e, para correções, o maior valor de CDAEE observado foi para a correção nutricional, mais completa. Observa-se, ainda, que as demais correções não se diferenciaram e, na presença de enzima, há uma piora nos valores obtidos para o CDAEE.

TABELA 4 Valores de EMA, EMAn, CDPB, CDMS e CDAEE do milho, com e sem a presença do CE, para frangos de corte na fase final de criação, na matéria seca.

Correções	EMA ¹		Médias	Erro-padrão
	CE, 500ppm			
	Sem	Com		
Sem	3695 cB	3847 bA	3771	±31,07
PM + PV	3669 cA	3668 cA	3669	±35,12
PM + PV + Na	3743 cA	3772 bA	3758	±34,36
PM + PV + Na +aa	3828 bA	3816 bA	3822	±28,97
PM + PV + Na +aa + Ca + P	4090 aA	4039 aA	4065	±21,20
médias	3805	3828		
Anova	CV %	C*E	C	E
	2,34	0,02	<0,01	0,24
EMAn ¹				
Sem	3617	3736	3676 b	±27,89
PM + PV	3581	3569	3575 c	±32,95

...continua...

“TABELA 4, Cont.”

PM + PV + Na	3643	3661	3652 b	±32,51
PM + PV + Na +aa	3699	3690	3695 b	±26,99
PM + PV + Na +aa + Ca + P	3943	3891	3917 a	±21,07
médias	3696	3709		
Anova	CV %	C*E	C	E
	2,25	0,06	<0,01	0,49
CDAMS ¹				
Sem	81,03 cB	87,75 bA	84,39	±0,88
PM + PV	82,33 cB	85,56 bA	83,95	±0,90
PM + PV + Na	84,81 bA	86,02 bA	85,41	±0,78
PM + PV + Na +aa	89,56 aA	87,70 bA	88,63	±0,69
PM + PV + Na +aa + Ca + P	89,02 aA	90,32 aA	89,67	±0,54
Médias	85,35	87,47		
Anova	CV %	C*E	C	E
	2,61	<0,01	<0,01	<0,01
CDAPB ¹				
Sem	68,27 cB	78,46 bA	73,36	±1,95
PM + PV	69,26 cB	74,82 bA	72,04	±1,49
PM + PV + Na	74,66 bA	78,64 bA	76,65	±1,62
PM + PV + Na +aa	79,56 aA	76,48 bA	78,02	±1,55
PM + PV + Na +aa + Ca + P	82,95 aA	84,29 aA	83,62	±0,46
Médias	74,94	78,54		
Anova	CV %	C*E	C	E
	5,73	<0,01	<0,01	<0,01
CDAEE ¹				
Sem	90,71	89,26	89,98 b	±1,71
PM + PV	89,5	88,34	88,92 b	±2,49
PM + PV + Na	93,78	88,79	91,28 b	±1,34

...continua...

“TABELA 4, Cont.”

PM + PV + Na +aa	94,52	89,07	91,80 b	±1,51
PM + PV + Na +aa + Ca + P	99,24	94,84	97,04 a	±1,13
Médias	93,55 A	90,06 B		
Anova	CV %	C*E	C	E
	5,43	0,62	<0,01	<0,01

As médias seguidas das mesmas letras minúsculas, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-knott, e as maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de F, ambos ao nível de 5% de probabilidade.

¹EMA, Energia metabolizável aparente; EMAn, Energia Metabolizável Aparente corrigida para o balanço de nitrogênio; CDAMS, Coeficiente de Digestibilidade Aparente da Matéria Seca; CDAPB, Coeficiente de Digestibilidade Aparente da Proteína Bruta; CDAEE, Coeficiente de Digestibilidade Aparente do Extrato Etéreo.

PM: Premix mineral; PV: Premix Vitamínico; Na: Sódio; aa: Aminoácidos; P: Fósforo.

Gracia et al. (2003) relataram melhoras na digestibilidade do amido com o uso de amilase, melhorando a digestibilidade da matéria seca, energia metabolizável aparente corrigida e energia total da dieta. Citaram, também, que a digestibilidade do amido aumenta com a idade das aves, corroborando com os apresentados na Tabela 3 e que são melhores do que os apresentados na Tabela 2.

Estes resultados podem estar relacionados ao maior conteúdo de amido, nas dietas de crescimento e final, exigindo maior demanda de amilase. A maior parte dos trabalhos com amilase aponta efeitos mais significativos na fase final de criação (Gracia et al., 2003; Bertechini et al., 2006; Brito et al., 2007). Os resultados demonstram que a suplementação da α -amilase propiciou aumento em, aproximadamente, 1,4% (48 kcal/kg ração (MS) na fase de crescimento) na energia metabolizável da ração, segundo Brito et al. (2007), usando a α -amilase

para re-estabelecer o desempenho das aves com a redução da energia metabolizável.

Segundo Costa (2007), por meio da avaliação isolada do milho em comparação com a ração referência, observou-se uma maior variação nos resultados para o milho, provavelmente, ocasionada pelo desbalanceamento das rações considerando-se a metodologia convencional (substituição da ração referência).

6 CONCLUSÕES

Com base nos objetivos, conclui-se que o uso da metodologia convencional na determinação das EMA, EMAn, CDMS, CDPB e CDAEE do milho pode estar subestimando-os, devendo-se fazer correção de nutrientes na dieta teste.

Com a utilização do CE, a diferença entre os valores obtidos, quando não se faz correção e quando a correção é mais completa, é reduzida, mostrando que, em ensaios de metabolismo que utilizam a metodologia convencional, podem acarretar em diferenças significativas nos resultados.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogástrico**. Lavras: UFLA, 2006. 301 p.

BERTECHINI, A. G.; VIERA, S. L.; CARVALHO, J. C. C.; FIGUEIREDO, G. O.; BRITO, J. A. G. Energy releasing effect of an alpha amylase-beta glucanase blend in all vegetable corn soy diets for broilers. In: ANNUAL MEETING OF THE POULTRY SCIENCE ASSOCIATION, 95., 2006, Canadá. **Abstracts...** Canadá: Poultry Science Association, 2006. p. 93.

BRITO, J. A. G.; BERTECHINI, A. G.; FIGUEIREDO, G. O.; MENEGUETTI, C.; LIMA, E. M. C.; GARCIA JÚNIOR, A. P. P. Suplementação de amilase exógena em rações de frangos de corte na fase final de criação (28-42 dias). In: CONFERÊNCIA APINCO, 2007, Santos. **Anais...** Santos: FACTA, 2007. p. 129.

CARVALHO, J. C. C. **Complexos enzimáticos em rações fareladas para frangos de corte**. 2006. 77 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

COSTA, V. A. **Uso de uma carboidrase sobre a energia metabolizável do milho e rações para frangos de corte em diferentes idades**. 2007. 36 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

FERREIRA, D. F. **Sisvar**: versão 4.2. Lavras: DEX/UFLA, 2003.

GRACIA, M. I.; ARANÝBAR, M. J.; LÁZARO, R.; MEDEL, P.; MATEOS, G. G. α -Amylase supplementation of broiler diets based on corn. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, p. 436-442, 2003.

KATO, R. K. **Valores de energia metabolizável de ingredientes para frangos de corte em diferentes idades**. 2005. 146 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

LIMA, E. M. C.; MELO, F. A.; FORTES, B. D.; SANTOS, W. A.; BERTECHINI, A. G. Efeito do uso de β -glucanase e α -amilase na energia metabolizável e digestibilidade de nutrientes em dietas para frangos. In: CONFERÊNCIA APINCO, 2008, Santos. **Anais...** Santos: FACTA, 2008. p. 138.

MATTERSON, L. D.; POTTER, L. M.; STUTZ, M. W. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Agricultural Experimental Station Research Report**, Florida, v. 7, p. 3-11, 1965.

RODRIGUES, P. B.; MARTINEZ, R. S.; FREITAS, R. T. F.; BERTECHINI, A. G.; FIALHO, E. T. Influência no tempo de coleta e metodologias sobre a digestibilidade e valor energético de rações para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 3, p. 882-889, 2005.

RODRIGUES, P. B.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T. Desempenho de frangos de corte, digestibilidade dos nutrientes e valores de energia de dietas formuladas com diferentes milhos, suplementadas com enzimas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 32, p. 171-182, 2003.

ROSTAGNO, H. S. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: UFV, 2005. 186 p.

SOUZA, R. M. de; BERTECHINI, A. G.; SOUSA, R. V. de; RODRIGUES, P. B.; CARVALHO, J. C. C. de; BRITO, J. A. G. de. Efeitos da suplementação enzimática e da forma física da ração sobre o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 584-590, mar./abr. 2008.

ZANELLA, I. **Suplementação enzimática em dietas a base de milho e soja processadas sobre a digestibilidade de nutrientes e desempenho de frangos de corte**. 1998. 179 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual de São Paulo, Jabotical.

ZANELLA, I.; SAKOMURA, N. K.; SILVERSIDES, F. G.; FIQUEIRDO, A.; PACK, M. Effect of enzyme supplementation of broiler diets based on corn and soybeans. **Poultry Science**, Champaign, v. 78, n. 4, p. 561-568, 1999.

CAPÍTULO 3

VALORES ENERGÉTICOS E COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE DA FARINHA DE CARNE E OSSOS PARA AVES, DETERMINADOS EM RAÇÕES COM CORREÇÕES NUTRICIONAIS

1 RESUMO

Foram determinadas a composição química e os valores de energia metabolizável aparente (EMA), aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn), os coeficientes de digestibilidade da proteína bruta (CDPB), da matéria seca (CDMS) e do extrato etéreo (CDAEE) da farinha de carne e ossos (FCO), utilizando o método de coleta total de excretas. Foram utilizados 800 frangos de corte machos Cobb-500, de um dia de idade, distribuídos em tratamentos em um esquema fatorial 5x2 e cinco tipos de correções, e a presença ou ausência de uma protease em um delineamento inteiramente casualizado com oito repetições cada. Os valores de composição química dos ingredientes EMA, EMAn, CDPB, CDMS e CDAEE, de maneira geral, foram semelhantes aos encontrados na literatura. Na fase inicial, a correção mais completa não ajudou a melhorar as medidas de EMA, EMAn, CDAPB, CDAMS e CDAEE, porém, a protease melhorou a EMA, o CDAMS e o CDAEE. Para a fase final, a correção mais completa e a protease ajudaram a melhorar todas as medidas avaliadas.

Palavras chaves: protease, metodologia, frangos de corte, dieta teste.

2 ABSTRACT

The chemical composition, the apparent metabolizable energy (AME) and apparent metabolizable energy corrected by nitrogen balance (AMEn), the digestibility coefficient of protein (DCPC), the digestibility coefficient of dry matter (DCDM) and apparent digestibility coefficients of ether extract (ADCEE) of meat and bone meal (MBM), using the method of total excreta collection. Were used 800 male broilers the Cobb-500 strain, with a day old. Using a 5x2 factorial schedule, with 5 the types of corrections and 2 the presence or absence of protease in a completely randomized design with eight replicates each. The values of the chemical composition of the ingredients, AME, AMEn, DCPC, DCDM e ADCEE in general were similar to those found in the literature. In the more complete correction of the start phase not helped improve the parameters of AME, AMEn, DCPC, DCDM and ADCEE, but the protease improved EMA, CDAMS and CDAEE. Already in the final phase the correction more complete and protease helped improve all parameters examined.

Key words: protease, methodology, broilers, test diet.

3 INTRODUÇÃO

A metodologia convencional de determinação dos valores de energia metabolizável com aves não leva em consideração correções nutricionais que, possivelmente, afetam diretamente os resultados. O problema aumenta, principalmente, quando se quer avaliar os valores de energia das fontes proteicas, cuja dieta referência é substituída em parte pela fonte proteica em teste, possibilitando grandes “ímbalços” nutricionais, que podem interferir nos resultados finais, não só de energia metabolizável como também dos coeficientes de digestibilidade. Neste sentido, os subprodutos de origem animal (farinhas) têm sido avaliados com resultados que apresentam grande variação, considerando-se, principalmente, as grandes variações nos conteúdos energéticos e proteicos, alterando os seus conteúdos nutricionais.

Por outro lado, a inclusão de proteases exógenas na dieta pode melhorar o valor nutricional dos alimentos proteicos por meio da hidrólise de certos tipos de proteínas que resistem ao processo digestivo e/ou da complementação das enzimas digestivas das próprias aves (Torres et al., 2003). Também, com a possibilidade de uso de proteases exógenas, os valores de energia e dos coeficientes de digestibilidade determinados podem ser melhorados, quando se faz ou não correções nutricionais durante as determinações.

Assim, este trabalho foi conduzido para avaliar o efeito de correções nutricionais nas rações testes, durante a determinação dos valores de energia metabolizável aparente (EMA), e aparente corrigida (EMAn), coeficientes de digestibilidade aparente da proteína (CDAPB), da matéria seca (CDAMS) e, também, do extrato etéreo (CDAEE), utilizando farinha de carne e ossos (FCO) em rações, com e sem a adição de uma protease exógena, para a fase inicial e final de frangos de corte.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram realizados na Universidade Federal de Lavras - UFLA – MG, no período de novembro a dezembro de 2008. Foram utilizados 800 frangos de corte machos Cobb-500, durante as duas fases estudadas, de 14 a 21 e 35 a 42 dias de idade das aves.

As aves foram alojadas, desde um dia de idade, em galpão de alvenaria convencional, utilizando como cama a maravalha e alimentadas com dietas formuladas de acordo com as recomendações de Bertechini (2006), à base de milho e farelo de soja, suplementadas com minerais, vitaminas e aminoácidos. Durante as fases estudadas, o experimento foi realizado em sala de metabolismo com ambiente semi-controlado, em que as aves foram alojadas em gaiolas metabólicas (50cm x 50cm x 45cm), providas de bandejas metálicas coletoras, revestidas com plástico, para facilitar as coletas de excretas, bebedouro e comedouro individualizados por parcela. Foram utilizadas, para as fases de 14 a 21 e 35 a 42 dias, 5 e 3 aves por parcela, respectivamente. Foi utilizado um programa de iluminação constante de 24 horas durante as avaliações.

Em cada ensaio, os tratamentos foram distribuídos em esquema fatorial 5x2, com cinco tipos de correções, com a presença ou ausência de enzima, em um delineamento inteiramente casualizado com oito repetições cada. Com base na ração basal (RB), foram formulados os tratamentos nos quais a mesma foi substituída em 20% pelo ingrediente teste (farinha de carne e ossos), com ou sem a utilização de 500 ppm de uma protease (ProcAct®). As correções correspondentes foram realizadas dentro da inclusão da FCO e estão apresentadas abaixo:

T1 – RB + 20% de FCO

- T2 – RB + 20% de FCO com enzima
- T3 - RB + (20% de mistura de FCO + Suplemento Mineral e Vitamínico)
- T4- RB + (20% de mistura de FCO + Suplemento Mineral e Vitamínico com enzima)
- T5- RB + (20% de mistura de FCO + Suplemento Mineral e Vitamínico + energia)
- T6- RB + (20% de mistura de FCO + Suplemento Mineral e Vitamínico + energia com enzima)
- T7- RB + (20% de mistura de FCO + Suplemento Mineral e Vitamínico + aminoácidos)
- T8- RB + (20% de mistura de FCO + Suplemento Mineral e Vitamínico + aminoácidos com enzima)
- T9- RB + (20% de mistura de FCO + Suplemento Mineral e Vitamínico + energia + aminoácidos)
- T10- RB + (20% de mistura de FCO + Suplemento Mineral e Vitamínico + energia + aminoácidos com enzima)

As correções foram feitas dentro da inclusão do ingrediente teste e, quanto aos aminoácidos, as correções foram realizadas com o objetivo de manter as relações com a lisina.

A composição dos ingredientes da ração basal foi analisada e está apresentada na Tabela 1.

TABELA 1 Composição química e valores de energia bruta do milho, farelo de soja, farinha de carne e ossos e do óleo de soja (na base de matéria seca)

Composição^{1 2}	Milho	Farelo de Soja	Farinha de carne e ossos	Óleo de soja
MS (%)	88,06	89,85	95,06	95,45
PB (%)	9,55	45,12	43,93	-
EB(kcal/kg)	3.886	4.198	3.838	9.495
EE (%)	3,02	1,54	7,26	98,54
FB (%)	1,72	4,82	-	-
MM (%)	1,61	5,74	28,64	-
Ca (%)	0,03	0,24	9,90	-
P (%)	0,08	0,18	4,83	-

¹. Análises realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia/UFLA – Lavras-MG.

². MS – matéria seca; PB – proteína bruta; EB – energia bruta; EE – extrato etéreo; FB – fibra bruta; MM – matéria mineral; Ca – cálcio; P – fósforo.

A composição centesimal e calculada das rações referência, juntamente com as correções que foram realizadas dentro da inclusão do ingrediente teste, está apresentada na Tabela 2.

TABELA 2 Composição percentual da ração basal e os tratamentos com os tipos de correções e substituições do alimento teste, correspondentes para as fases de 14 a 21 e 35 a 42 dias, dos frangos de corte

Ingredientes	Ração Basal	Correções e substituições				
	Quantidade	T1/T2	T3/T4	T5/T6	T7/T8	T9/T10
Ração Basal,	-	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00
Farinha de Carne e Ossos	-	20,00	19,96	17,91	19,79	17,80
Milho	58,263	-	-	-	-	-
F.Soja,	33,845	-	-	-	-	-
Óleo	3,905	-	-	2,05	-	2,00
Fosf.Bicácico	1,819	-	-	-	-	-
Calcário	0,924	-	-	-	-	-
Sal	0,382	-	-	-	-	-
Suplemento Mineral ¹	0,100	-	0,020	0,020	0,020	0,020
Suplemento Vitaminico ¹	0,100	-	0,020	0,020	0,020	0,020
DL-Metionina 99%	0,294	-	-	-	0,117	0,106
L-Lisina 78%,	0,186	-	-	-	-	-

...continua...

“TABELA 2. Cont.”

L-Treonina 98%	0,069	-	-	-	0,018	0,017
L-Triptofano,%	-	-	-	-	0,038	0,035
Anticoccidiano ² ,%	0,055	-	-	-	-	-
Antibiótico ³ ,%	0,025	-	-	-	-	-
Cloreto Colina 70%	0,034	-	-	-	-	-
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Energia Metabolizável, kcal/kg	3100	2969	2968	3098,1	2972,1	3098,6
Proteína Bruta, %	20,49	25,392	25,374	24,452	25,412	24,509
Cálcio,%	0,890	2,692	2,688	2,485	2,671	2,474
Fósforo disponível,%	0,435	1,308	1,306	1,208	1,298	1,203
Sódio, %	0,170	0,288	0,288	0,273	0,287	0,273
Metionina+Cistina. Digestível,%	0,829	0,817	0,817	0,801	0,930	0,904
Lisina Digestível	1,105	1,244	1,243	1,206	1,240	1,204
Treonina Digestível	0,718	0,790	0,790	0,768	0,806	0,783
Triptofano Digestível	0,213	0,219	0,219	0,215	0,256	0,250

¹ Enriquecimento por kg de ração: Selênio = 0,25mg; Mn = 75mg; Zn = 70mg; Cu = 8,5mg; Fe = 50mg; I = 1,5mg; Co = 0,2mg; vit. A = 12.000UI; vit. D3 = 2.200UI; vit. E = 30mg; vit. K3 = 2,5mg; vit. B1 = 2,2mg; vit. B2 = 6mg; vit. B6 = 3,3mg; vit. B12 = 0,016mg; Niacina = 53mg; Ác. Pantotênico = 13mg; Biotina = 0,11mg; Ac. Fólico = 1mg; ² Salinomicina 15%; ³ Bacitracina de zinco 10%.

Foram determinadas neste estudo, a energia metabolizável aparente (EMA), aparente corrigida (EMAn), os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDAPB), da matéria seca (CDAMS) e do extrato etéreo (CDAEE) da farinha de carne e ossos, com ou sem a utilização de uma protease, seguindo a metodologia convencional (Matterson et al., 1965), cuja dieta basal foi substituída em 20% pelo ingrediente teste. Ao mesmo tempo, foram testadas metodologias de avaliação com e sem correções de nutrientes da dieta basal. A dieta basal com e sem enzima foi utilizada para os cálculos referentes aos dez tratamentos estudados.

Adotou-se o método da coleta total de excretas e adotados quatro dias para adaptação à gaiola e à alimentação e três dias para a coleta de excretas da fase em estudo. Eram realizadas duas vezes ao dia, uma na parte de manhã e outra no final da tarde, para evitar possíveis perdas e, para se determinar o início e o final do período de coleta, foi utilizado óxido férrico 1,0% na ração. O período de três dias é menor que o usualmente utilizado neste tipo de experimento, mas é considerado suficiente e confiável, segundo Rodrigues et al. (2005).

As excretas coletadas no período foram pré-secas em estufas a 65°C em um período de 72 horas e, posteriormente, moídas para determinação da matéria seca (MS), energia bruta (Bomba Colorimétrica Parr), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e, assim, posterior cálculo da EMA, EMAn, CDMS, CDPB e CDAEE. Para análise estatística dos dados, foi utilizado o pacote estatístico SISVAR, descrito por Ferreira (2003), e o teste de Scott-knott ($P < 0,05$) para verificar possíveis diferenças nos valores obtidos das medidas estudadas.

As equações utilizadas, quando não houve adição de aminoácidos, são descritas abaixo:

$$EMA_{Ração\ Basal} = \frac{EB_{Ingerida} - EB_{Excretada}}{MS_{Ingerida}}$$

$$EMA_{Ingredientes} = EMA_{Ração\ Basal} + \frac{(EMA_{Ração\ Teste} - EMA_{Ração\ Basal})}{Inclusão\ alimento\ \%}$$

$$EMAN_{Ração\ Basal} = \frac{EB_{Ingerida} - (EB_{Excretada} + 8,22 \times BN)}{MS_{Ingerida}}$$

$$EMAN_{Ingredientes} = EMAN_{Ração\ Basal} + \frac{(EMAN_{Ração\ Teste} - EMAN_{Ração\ Basal})}{Inclusão\ alimento\ \%}$$

em que: $BN = N_{Ingerido} - N_{Excretado}$

$$CDPB_{Ração\ Basal} = \frac{PB_{Ingerida} - PB_{Excretada}}{PB_{Ingerida}}$$

$$CDPB_{Ingredientes} = CDPB_{Ração\ Basal} + \frac{(CDPB_{Ração\ Teste} - CDPB_{Ração\ Basal})}{Inclusão\ alimento\ \%}$$

$$CDMS_{Ração\ Basal} = \frac{MS_{Ingerida} - MS_{Excretada}}{MS_{Ingerida}}$$

$$CDMS_{Ingredientes} = CDMS_{Ração\ Basal} + \frac{(CDMS_{Ração\ Teste} - CDMS_{Ração\ Basal})}{Inclusão\ alimento\ \%}$$

$$CDAEE_{Ração\ Basal} = \frac{EE_{Ingerido} - EE_{Excretado}}{EE_{Ingerido}}$$

$$CDAEE_{Ingrediente} = CDAEE_{Ração\ Basal} + \frac{(CDAEE_{Ração\ Teste} - CDAEE_{Ração\ Basal})}{Inclusão\ Alimento\ \%}$$

Para os cálculos em que foram utilizadas as correções, aplicou-se um fator de correção (FC). Tal fator se refere-se a uma possível valoração tanto da

energia como dos coeficientes de digestibilidade dos ingredientes utilizados. As equações com as correções foram:

$$EMA_{Alimento} = \frac{EMA_{RaçãoTeste} - [(EMA_{RaçãoBasal} \times Inclusão_{RaçãoBasal} \%) + (FC)]}{Inclusão_{Alimento} \%}$$

em que $FC = \sum(EM_{aminoácidos} \times Inclusão_{aminoácidos} \%)$

$$EMAn_{Alimento} = \frac{EMAn_{RaçãoTeste} - [(EMAn_{RaçãoBasal} \times Inclusão_{RaçãoBasal} \%) + (FC)]}{Inclusão_{Alimento} \%}$$

em que $FC = \sum(EMAn_{aminoácidos} \times Inclusão_{aminoácidos} \%)$

$$CDAPB_{Alimento} = \frac{CDAPB_{RaçãoTeste} - [(CDAPB_{RaçãoBasal} \times Inclusão_{RaçãoBasal} \%) + (FC)]}{Inclusão_{Alimento} \%}$$

em que $FC = \sum(PB_{aminoácidos} \times Inclusão_{aminoácidos} \%)$

$$CDAMS_{Alimento} = \frac{CDAMS_{RaçãoTeste} - [(CDAMS_{RaçãoBasal} \times Inclusão_{RaçãoBasal} \%) + (FC)]}{Inclusão_{Alimento} \%}$$

em que $FC = \sum(MS_{aminoácidos} \times Inclusão_{aminoácidos} \%)$

$$CDAEE_{Alimento} = \frac{CDAEE_{RaçãoTeste} - [(CDAEE_{RaçãoBasal} \times Inclusão_{RaçãoBasal} \%) + (FC)]}{Inclusão_{Alimento} \%}$$

em que $FC = \sum(BE_{aminoácidos} \times Inclusão_{aminoácidos} \%)$

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das determinações de energia e coeficientes de digestibilidade, para as fases de 14 a 21 e 35 a 42 dias de idade das aves, estão apresentados nas tabelas 2.3 e 2.4, respectivamente.

Não houve interação significativa ($P>0,05$) das correções nutricionais nas dietas teste e o uso da enzima para todas as medidas avaliadas neste ensaio (Tabela 2.3), na fase inicial. Observou-se que os valores de EMAn da FCO reduziram com o aumento das correções nutricionais, semelhante ao que ocorreu com a EMA. O tratamento sem correção nutricional foi similar ao tratamento em que houve as correções de minerais, vitaminas e aminoácidos. Para esta medida, observou-se maior precisão nas determinações com o uso da correção nutricional com minerais, vitaminas e energia. Não foi observada diferença significativa ($P>0,05$) com o uso da enzima em relação à EMAn nesta fase.

Os resultados de EMA e EMAn, obtidos neste trabalho, sem correção nutricional, são semelhantes aos indicados por Rostagno (2005) e superiores aos apresentados no NRC (1994). Por outro lado, Sartorelli et al., 2003, estudando a energia metabolizável de dez FCO produzidas no Brasil, encontraram uma ampla diferença entre elas: 1024 ± 329 até 2671 ± 125 kcal/kg de EMA na matéria seca e das dez FCO estudadas por esse autor a farinha com 2671 kcal/kg é que apresenta teor proteico mais parecido com a farinha em estudo.

Quanto aos coeficientes de digestibilidade, verificou-se maior valor de CDAPB, quando é feita a correção com os suplementos minerais e vitamínicos mais energia, e o menor valor observado para a correção mais completa, ou seja, com os suplementos minerais e vitamínicos, energia e aminoácidos. A protease não melhorou ($P>0,05$) o CDAPB para a FCO para a fase inicial de criação.

Semelhantemente aos resultados de CDAPB, o CDAMS e CDAEE apresentaram valores maiores para a correção com suplemento mineral e vitamínico mais energia e, quando se fez a correção para suplemento mineral e vitamínico, energia e aminoácidos. O uso da enzima protease melhorou, significativamente, ($P < 0,05$) os valores de CDAMS e CDAEE da farinha de carne e ossos aos 21 dias.

TABELA 3 Valores de EMA, EMAn, CDAPB, CDAMS e CDAEE da FCO, com e sem a presença de enzimas, para frangos de corte aos 21 dias de idade, na matéria seca

EMA ¹				
Correções	Enzima, 500ppm		Médias	Erro-padrão
	Sem	Com		
Sem	2367	2398	2382 c	±47,16
PM + PV	2666	2756	2711 a	±39,86
PM + PV + energia	2565	2606	2585 b	±26,67
PM + PV + AA	2321	2364	2342 c	±55,31
PM + PV + energia + aa	1850	2008	1929 d	±78,16
Médias	2353 B	2426 A		
Anova	CV %	C*E	C	E
	6,13	0,72	<0,01	0,03
EMAn ¹				
Sem	1783	1826	1804 c	±48,23
PM + PV	2087	2133	2110 a	±42,80
PM + PV + energia	1981	1997	1989 b	±27,71
PM + PV + AA	1757	1788	1772 c	±56,71
PM + PV + energia + aa	1411	1562	1487 d	±77,12
Médias	1803	1861		

...continua...

“TABELA 3, Cont.”

Anova	CV %	C*E	C	E
	8,13	0,72	<0,01	0,09
CDAPB ¹				
Sem	38,37	42,5	40,44 b	±0,88
PM + PV	42,14	47,98	45,06 b	±0,70
PM + PV + energia	49,45	52,76	51,10 a	±1,14
PM + PV + AA	41,65	43,18	42,42 b	±0,78
PM + PV + energia +aa	22,56	22,34	22,45 c	±1,47
Médias	38,84	41,75		
Anova	CV %	C*E	C	E
	21,9	0,89	<0,01	0,14
CDAMS ¹				
Sem	50,19	48,94	49,56 c	±1,11
PM + PV	53,4	56,33	54,86 b	±0,65
PM + PV + energia	57,35	60,47	58,91 a	±0,93
PM + PV + AA	47,53	47,67	47,60 c	±0,79
PM + PV + energia +aa	36,14	41,35	38,74 d	±2,03
Médias	48,92 B	50,95 A		
Anova	CV %	C*E	C	E
	6,67	0,06	<0,01	<0,01
CDAEE ¹				
Sem	60,24	64,51	62,38 d	±1,37
PM + PV	75,56	82,83	79,2 c	±0,53
PM + PV + energia	94,93	98,82	96,87 a	±1,75
PM + PV + AA	83,77	83,72	83,75 b	±1,91
PM + PV + energia +aa	79,35	85,27	82,31 b	±1,12
Médias	78,77 B	85,03 A		
Anova	CV %	C*E	C	E
	5,03	0,13	<0,01	<0,01

As médias seguidas das mesmas letras minúsculas, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-knott, e as maiúsculas nas linhas,

não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de F, ambos ao nível de 5% de probabilidade.

¹ EMA, Energia metabolizável aparente; EMAn, Energia Metabolizável Aparente corrigida para o balanço de nitrogênio; CDAMS, Coeficiente de Digestibilidade Aparente da Matéria Seca; CDAPB, Coeficiente de Digestibilidade Aparente da Proteína Bruta; CDAEE, Coeficiente de Digestibilidade Aparente do Extrato Etéreo.

PM: Premix mineral; PV: Premix Vitamínico; aa: Aminoácidos.

No período de 35 a 42 dias de idade das aves, observou-se interação das correções e suplementações com a protease, verificando-se maior valor de EMAn (Tabela 2.4) e as correções de apenas alguns nutrientes não melhoraram a EMAn, fato observado quando a correção foi completa ou apenas sem corrigir aminoácidos. Por outro lado, quando se utilizou a protease, novamente o maior valor foi observado pela correção completa e o menor valor quando não se fez nenhum tipo de correção com os valores 3270 e 2177 kcal/kg, respectivamente, ou seja, uma diferença de 1093 kcal/kg é observada no valor da EMAn com o uso das diferentes metodologias, demonstrando o melhor aproveitamento do alimento quando as rações estão corretamente balanceadas. O uso da protease melhorou, significativamente, ($P < 0,05$) os valores de EMAn, quando se fez as correções para os aminoácidos, ou seja, mantendo a relação lisina e os demais aminoácidos como sugerem as tabelas brasileiras (Rostagno, 2005). Essa melhora com o uso da protease não foi observada para as demais correções e nem quando não se fez nenhum tipo de correção que demonstra a importância de manter a relação correta dos aminoácidos em função da lisina para promover um melhor aproveitamento do alimento com o uso de proteases.

Nunes et al. (2005) estudaram duas FCO com teor de proteína acima de 40% e encontraram os seguintes valores para EMA 2597 ± 114 e 1652 ± 172 kcal/kg, EMAn 2307 ± 132 e 1488 ± 175 kcal/kg, respectivamente, na matéria natural.

Observou-se ainda que os valores de EMA e EMAn aumentaram juntamente com a idade das aves, e a protease melhorou muito mais a EMA na segunda fase do que na primeira (165 e 41 kcal/kg, respectivamente). Isso se deve ao fato de que as aves jovens apresentarem menor digestibilidade dos alimentos, em relação às aves adultas, que poderia justificar a diferença observada entre os sistemas de determinação da energia metabolizável dos frangos de corte (Albino et al., 1992). As EMAn diminuíram, depois de serem corrigidas pelo balanço de nitrogênio. O mesmo foi observado pelos autores Coelho (1983), Azevedo (1997) e Albino et al. (1992) que, também, observaram EMAn valores inferiores a AME. E, para o tratamento com correção para os suplementos minerais e vitamínicos, mais energia apresentaram erros-padrão bem menores que os demais tratamentos para ambas as fases mostrando ser uma metodologia mais confiável que as demais.

Avila et al., (2006) observaram que a correção das quantidades de cloreto de colina e dos premixes vitamínico e micromineral na ração-teste, equiparando-se à ração-referência, resultou em maiores valores de EMA e EMAn do farelo de soja, quando comparados aos valores determinados com uso da ração sem correção. Entretanto, Coelho (1983) afirma que, de modo geral, os valores de EMA dos ingredientes utilizados na alimentação de aves são influenciados por fatores como deficiências múltiplas de aminoácidos e vitaminas, níveis de cálcio e fósforo, nível de inclusão do ingrediente-teste, entre outros, o que está de acordo com o observado neste trabalho, no qual houve efeito da suplementação de vitaminas minerais e aminoácidos sobre os valores de EMA e EMAn.

Verifica-se que, para o CDAPB e CDAMS, os melhores resultados ($P < 0,05$) são nas correções mais completas, independente da suplementação com proteases. Para o CDAEE a melhora nos coeficientes somente ocorre quando se faz a correção nutricional completa na ração sem a utilização de protease, ou em

todas as correções, quando se utiliza a protease a 88 %, muito mais alto do que os determinados para a farinha em estudo.

Quando não se fez correção (metodologia atual), o valor do CDAMS foi de 39,69%, valor um pouco maior do que encontrado por Albino et al. (1981) e Coelho (1983). Com o uso da protease melhorou o CDAMS da farinha de carne e ossos em 4,56%.

Deyhim & Teeter (1993) observaram que a retirada dos suplementos vitamínico e mineral da ração, durante o período de 28 a 49 dias de idade, provocou redução do ganho de peso e da eficiência alimentar que explica a melhora na digestibilidade do alimento com a utilização das metodologias com suplementos minerais e vitamínicos. Mesmo fato foi observado por Ávila et al. (2006) que relataram o quanto é importante a correção das quantidades dos premixes vitamínico e mineral nas rações teste em experimentos para determinação da energia metabolizável de ingredientes para aves.

TABELA 4 Valores de EMA, EMAn, CDPB, CDMS e CDAEE da FCO com e sem a presença de enzimas aos 42 dias de idade

Correções	EMA ¹		Médias	Erro-padrão
	Enzima, 500ppm			
	Sem	Com		
Sem	2238	2361	2300 e	±67,08
PM + PV	2710	2799	2754 c	±46,19
PM + PV + energia	2818	2983	2900 b	±61,91
PM + PV + aa	2469	2768	2619 d	±86,32
PM + PV + energia +aa	3209	3553	3381 a	±58,28
médias	2689 B	2893 A		
Anova	CV %	C*E	C	E
	6,47	0,2	<0,01	<0,01

...continua...

“TABELA 4, Cont.”

EMAn ¹				
Sem	2092 dA	2177 cA	2134	±62,84
PM + PV	2555 bA	2645 bA	2600	±40,27
PM + PV + energia	2654 bA	2665 bA	2660	±50,42
PM + PV + aa	2261 cB	2522 bA	2391	±77,88
PM + PV + energia +aa	2973 aB	3270 aA	3121	±55,15
médias	2507	2656		
Anova	CV %	C*E	C	E
	5,93	0,04	<0,01	<0,01
CDPB ¹				
Sem	27,55	36,04	31,79 c	±4,02
PM + PV	34,41	38,45	36,43 c	±3,18
PM + PV + energia	29,39	39,12	34,25 c	±5,07
PM + PV + aa	38,14	49,98	44,06 b	±4,47
PM + PV + energia +aa	47,76	61,98	54,87 a	±3,51
médias	35,45 B	45,11 A		
Anova	CV %	C*E	C	E
	26,81	0,73	<0,01	<0,01
CDMS ¹				
Sem	38,92	40,45	39,69 d	±1,31
PM + PV	51,69	54,45	53,67 b	±0,88
PM + PV + energia	43,49	48,99	46,24 c	±1,57
PM + PV + aa	49,8	53,66	51,73 b	±1,79
PM + PV + energia +aa	56,48	65,6	61,04 a	±1,77
médias	48,07 B	52,63 A		
Anova	CV %	C*E	C	E
	7,91	0,08	<0,01	<0,01
CDAEE ¹				

...continua...

“TABELA 4, Cont.”

Sem	47,55 bA	42,22 bA	44,89	±3,43
PM + PV	46,78 bA	49,70 aA	48,24	±1,26
PM + PV + energia	41,91 bB	51,98 aA	46,94	±3,34
PM + PV + aa	41,84 bB	52,98 aA	47,41	±2,35
PM + PV + energia +aa	56,00 aA	55,97 aA	55,98	±1,09
médias	46,82	50,57		
Anova	CV %	C*E	C	E
	13,4	<0,01	<0,01	0,01

As médias seguidas das mesmas letras minúsculas, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-knott, e as maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de F, ambos ao nível de 5% de probabilidade.

¹ EMA, Energia metabolizável aparente; EMAn, Energia Metabolizável Aparente corrigida para o balanço de nitrogênio; CDAMS, Coeficiente de Digestibilidade Aparente da Matéria Seca; CDAPB, Coeficiente de Digestibilidade Aparente da Proteína Bruta; CDAEE, Coeficiente de Digestibilidade Aparente do Extrato Etéreo.

PM: Premix mineral; PV: Premix Vitamínico; aa: Aminoácidos.

6 CONCLUSÕES

Na fase inicial, a adequação nutricional com minerais, vitaminas e energia proporcionam maiores valores de energia e de digestibilidade dos nutrientes quando comparado a estas determinações, sem qualquer correção e, na fase final, independentemente do uso de protease, a correção nutricional completa resulta em maiores valores de energia e coeficientes de digestibilidade dos nutrientes.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; FONSECA, J. B.; COSTA, P. M. A.; SILVA, D. J.; SILVA, M. A. Tabela de composição de alimentos concentrados: valores de composição química e de energia determinados com aves em diferentes idades. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 10, n. 1, p. 133-146, 1981.

ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; FONSECA, J. B.; TORRES, R. A. Utilização de diferentes sistemas de avaliação energética dos alimentos na formulação de rações para frangos de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 21, p. 1037-1046, 1992.

ÁVILA, V. S.; PAULA, A.; BRUM, P. A. R.; BARIONI JÚNIOR, W.; MAIER, J. C. Uso da metodologia de coleta total de excretas na determinação da energia metabolizável em rações para frangos de corte ajustadas ou não quanto aos níveis de vitaminas e minerais. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 4, p. 1691-1695, 2006.

AZEVEDO, D. M. S. **Fatores que influenciam os valores de energia metabolizável da farinha de carne e ossos para aves**. 1997. 58 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

BATTERHAM, E. S.; LOWE, R. F.; DARNELL, R. E. Availability of lysine in meat meal, meat and bone meal and blood meal as determined by slope-ratio assay with growing pigs, rats and chicks and by chemical techniques. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 55, p. 427-440, 1986.

BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogástrico**. Lavras: UFLA, 2006. 301 p.

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

DALE, N. Avanços na quantificação do valor nutritivo da farinha de carne. In: SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA, 3., 1998, Goiânia. **Anais...** Goiânia: AGA, 1998. p. 79-81.

DEYHIM, F.; TEETER, R. G. Dietary vitamin and/or trace mineral premix effects on performance, humoral mediated immunity, and carcass composition of broilers during thermoneutral and high ambient temperature distress. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 2, p. 347-355, 1993.

FERREIRA, D. F. **Sisvar**: versão 4.2. Lavras: DEX/UFLA, 2003.

JENSEN, L. S. Subproductos de animales em las formulaciones. **Industria Avícola**, Mount Morris, v. 38, n. 11, p. 28-31, 1991.

MATTERSON, L. D.; POTTER, L. M.; STUTZ, M. W. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Agricultural Experimental Station Research Report**, Florida, v. 7, p. 3-11, 1965.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of poultry**. 9. ed. Washington: National Academy of Science, 1994. 155 p.

NUNES, R. V.; POZZA, P. C.; NUNES, C. G. V.; CAMPESTRINI, E.; KÜHL, R.; ROCHA, L. D.; COSTA, F. G. P. Valores energéticos de subprodutos de origem animal para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 4, p. 1217-1224, 2005.

RODRIGUES, P. B.; MARTINEZ, R. S.; FREITAS, R. T. F.; BERTECHINI, A. G.; FIALHO, E. T. Influência no tempo de coleta e metodologias sobre a digestibilidade e valor energético de rações para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 3, p. 882-889, 2005.

ROSTAGNO, H. S. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: composição de ingredientes e exigências nutricionais. Viçosa, MG: UFV, 2005. 186 p.

ROSTAGNO, H. S.; SILVA, D. J.; COSTA, P. M. A. **Composição de ingredientes e exigências nutricionais de aves e suínos**: tabelas brasileiras. Viçosa, MG: UFV, 2000. 141 p.

SARTORELLI, A. S.; BERTECHINI, A. G.; FASSANI, E. J.; KATO, R. K.; FIALHO, E. T. Nutritional and microbiological evaluation of meat and bone meal produced in the state of Minas Gerais. **Brazilian Journal of Poultry Science**, Campinas, v. 5, n. 1, p. 51-60, jan./abr. 2003.

TORRES, D. M.; TEIXEIRA, A. S.; RODRIGUES, P. B.; BERTECHINI, A. G.; FREITAS, R. T. F.; SANTOS, E. C. Eficiência das enzimas amilase, protease e xilanase sobre o desempenho de frangos de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 6, p. 1404-1408, 2003.