

MARCELLE SANTANA DE ARAUJO

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ENERGÉTICA E AMINOÁCIDOS DIGESTÍVEIS DE
ALGUNS ALIMENTOS PARA CODORNAS JAPONESAS

Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-graduação
em Zootecnia, para obtenção do título de
"Doctor Scientiae"

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2008

MARCELLE SANTANA DE ARAUJO

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ENERGÉTICA E AMINOÁCIDOS DIGESTÍVEIS DE
ALGUNS ALIMENTOS PARA CODORNAS JAPONESAS

Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-graduação
em Zootecnia, para obtenção do título de
"Doctor Scientiae"

APROVADA: 18 de dezembro de 2008

Prof. Paulo Cezar Gomes
(Co-orientador)

Prof. Luiz Fernando Teixeira Albino

Dr. Rogério Pinto

Prof.: Martinho de Almeida e Silva

Prof. Sergio Luiz de Toledo Barreto
(Orientador)

À DEUS

AOS MEUS PAIS JORGE MACHADO DE ARAUJO
EDNA SANTANA DE ARAUJO

meu irmão, Marcelo Araujo
meu marido, Sergio Zanetti

- AS PESSOAS MAIS IMPORTANTES DA MINHA VIDA -

meus amigos, familiares e
aos animais.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização deste curso; ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo e a empresa Ajinomoto Biolatina - SP, em especial à Eduardo Nogueira e Marianne Kutschenko, pela realização das análises de aminoácidos.

Ao meu orientador Sergio Luiz de Toledo Barreto e aos meus conselheiros e professores Paulo Cezar Gomes e Juarez Donzele.

Aos professores Rita Flavia de Oliveira, Luiz Fernando Teixeira Albino, Aloízio Soares Ferreira, Juquinha, Bernadete Miranda, Ilda Tinoco e Robledo Torres.

Aos professores Martinho de Almeida e Silva e Rogério Pinto pela colaboração e conhecimentos acrescentados a este trabalho.

Aos funcionários do Aviário e do DZO, Elísio, Zé Lino, Mauro Godoi, Adriano, Chulipa, Adilson, Celeste, Venâncio, Marcia, Rosana, Edson, Cleone, Iraci, Cida, Monteiro, Vera, Valdir e Fernando.

À Jorge, Edna, Marcelo e Jô pela união e bons exemplos.

À Sergio pelo nosso Amor.

Aos meus familiares.

À todos meus cães, gatos, aves, peixes e coelho.

Aos meus amigos Tatiana Cristina da Rocha, André Viana Coelho de Souza, Silvano Bünzen, Ana Paula de Assis, Eric Marcio Balbino, Will Pereira de Oliveira, Marcos Gonçalves de Souza, Renata Mara de Souza, Mauricio Tarcio Viana, Fellipe Freitas, Felipe Barbosa, Lidson Ramos Nery, Regina Tie Umigi, Heloiza Helena de Carvalho Mello, Juliano Vogas Peixoto, Darcilene Figueiredo, Carlos Henrique Costa, Matheus Valeriano, Renata Reis, Heder D'Ávilla, Danilo Vargas, Raquel Mencialha, Kariny Moreira, Paola Medina, Eriane Globis e Rodrigo Lopes.

BIOGRAFIA

MARCELLE SANTANA DE ARAUJO, filha de Jorge Machado de Araujo e Edna Santana de Araujo, nasceu em 10 de julho de 1978, na cidade de São João de Meriti, Estado do Rio de Janeiro.

Em abril de 1999, iniciou o curso de graduação em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, colando grau em agosto de 2003.

Em setembro de 2003, ingressou-se no curso de pós-graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Monogástricos e defendendo tese em 7 de julho de 2005 e em nível de Doutorado, na Universidade Federal de Viçosa, baseando sua pesquisa na avaliação de alimentos para nutrição de aves; o exame de qualificação foi concluído em 14 de novembro e a tese defendida em 18 de dezembro de 2008.

ÍNDICE

	Página
Resumo.....	Vi
Abstract.....	Viii
1 – Introdução Geral.....	10
2 – Revisão Bibliográfica	
2.1 – Composição química dos alimentos.....	12
2.2 – Energia metabolizável.....	13
2.3 – Métodos de determinação dos valores de energia metabolizável dos alimentos.....	14
2.4 – Fatores que interferem na determinação da energia metabolizável.....	15
2.5 – Aminoácidos digestíveis.....	18
2.6 – Métodos de determinação dos coeficientes de digestibilidade de aminoácidos.....	19
2.7 – Fatores que influenciam na determinação dos aminoácidos digestíveis	20
CAPÍTULO 1 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ENERGIA METABOLIZÁVEL APARENTE DE ALGUNS ALIMENTOS DETERMINADOS COM CODORNAS JAPONESAS	
1 – Introdução.....	22
2 – Material e Métodos.....	23
3 – Resultados e Discussão.....	26
4 – Conclusões.....	34
CAPÍTULO 2 – DIGESTIBILIDADE ILEAL APARENTE DE AMINOÁCIDOS E AMINOÁCIDOS DIGESTÍVEIS DE ALGUNS ALIMENTOS UTILIZADOS NA NUTRIÇÃO DE CODORNAS JAPONESAS	
1 – Introdução.....	35
2 – Material e Métodos.....	36
3 – Resultados e Discussão.....	39
4 – Conclusão.....	47
CAPÍTULO 3 – VALIDAÇÃO DE VALORES DE ENERGIA METABOLIZÁVEL DE ALIMENTOS, DETERMINADOS COM FRANGOS DE CORTE E COM CODORNAS, NA FORMULAÇÃO DE RAÇÃO PARA CODORNAS JAPONESAS EM POSTURA	
1 – Introdução.....	48
2 – Material e Métodos.....	49
3 – Resultados e Discussão.....	56
4 – Conclusão.....	62
3 – Conclusões Gerais.....	63
Referências Bibliográficas.....	64
Anexo.....	71

RESUMO

ARAÚJO, Marcelle S. D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2008. **Composição Química e Energética e Aminoácidos Digestíveis de Alguns Alimentos para Codornas Japonesas.** Orientador: Sergio Luiz de Toledo Barreto. Co-orientadores: Paulo Cezar Gomes e Juarez Lopes Donzele.

Foram realizados três experimentos no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa. Objetivou-se, no primeiro, avaliar a composição química, os valores de energia metabolizável e os coeficientes de metabolizabilidade da energia bruta de onze alimentos determinados com codornas japonesas; no segundo, determinar os coeficientes de digestibilidade ileal aparente e os valores de aminoácidos digestíveis de sete alimentos para codornas japonesas e, no terceiro, validar os valores de energia metabolizável do milho, do sorgo, do farelo de soja e das farinhas de vísceras de aves, de carne e ossos e de peixe determinados com frangos de corte e com codornas japonesas utilizando-os na dieta de codornas na fase de postura. Para determinar os valores de energia metabolizável aparente (EMA), de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn), de coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta (CMEB) e de coeficiente de metabolizabilidade corrigido da energia bruta (CMEBn) foi utilizado o método tradicional de coleta total de excretas, com codornas machos, com 32 dias de idade, num delineamento experimental inteiramente ao caso, com onze tratamentos, oito repetições e oito aves por unidade experimental. Os alimentos estudados foram: milho, sorgo, farelo de soja, soja integral extrusada, soja integral micronizada, farelo de canola, farelo de glúten de milho, farinha de carne e ossos, farinha de penas, farinha de peixe e farinha de vísceras de aves. Os valores de EMA e EMAn (Kcal/Kg), na matéria natural, foram para o milho de 3.261 e 3.252, para o sorgo de 3.219 e 3.211, para o farelo de soja de 2.287 e 2.276, para a soja integral extrusada de 3.481 e 3.479, para a soja integral micronizada de 4.029 e 4.018, para o farelo de canola de 1.894 e 1.888, para o farelo de glúten de 3.731 e 3.712, para a farinha de carne e ossos de 2.152 e 2.142, para a farinha de penas de 3.139 e 3.137, para

a farinha de peixe de 2.658 e 2.651 e para a farinha de vísceras de aves de 3.565 e 3.545, respectivamente e os CMEB e CMEBn dos alimentos estudados, expressos em porcentagem, foram para o milho de 84,51 e 84,30, para o sorgo de 80,85 e 80,66, para o farelo de soja de 55,01 e 54,74, para a soja integral extrusada de 67,45 e 67,42, para a soja integral micronizada de 73,29 e 73,09, para o farelo de canola de 45,29 e 45,12, para o farelo de glúten de 69,96 e 69,61, para a farinha de carne e ossos de 60,82 e 60,51, para a farinha de penas de 59,29 e 59,25, para a farinha de peixe de 64,26 e 64,09 e para a farinha de vísceras de aves de 79,08 e 78,64, respectivamente. No segundo experimento, foi utilizado o método de coleta de digesta ileal com codornas, em delineamento experimental inteiramente ao acaso, com sete tratamentos, quatorze repetições e treze codornas por unidade experimental. Os alimentos estudados foram: farinha de carne e ossos, farinha de peixe, soja integral extrusada, soja integral micronizada, farelo de soja, farelo de canola e farelo de glúten de milho. As médias dos coeficientes ileais aparentes de aminoácidos essenciais e não essenciais foram para a farinha de carne e ossos, 68,0 e 62,68%; para a farinha de peixe, 79,81 e 76,12%; para a soja integral extrusada, 81,89 e 81,27%; para a soja integral micronizada, 86,36 e 85,72%; para o farelo de soja, 87,19 e 86,58%; para o farelo de canola 74,79 e 74,56% e para o farelo de glúten de milho, 80,44 e 83,65%, respectivamente. No terceiro experimento, 720 codornas japonesas com produção de ovos de 91,1% e 19 semanas de idade foram distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso com nove repetições e oito aves por unidade experimental, sendo os tratamentos constituídos em esquema dMAe arranjo fatorial 3x3 (formulação x alimento). Observou-se interação significativa somente para consumo de ração ($P < 0,01$). Quanto às diferentes formulações, o peso final, o ganho de peso ($P < 0,05$), a taxa de postura, a taxa de postura de ovos comercializáveis, o peso médio de ovo, a massa de ovo/ ave-dia, as conversões alimentares (por massa e por dúzia), o peso e a porcentagem de casca obtiveram resposta significativa ($P < 0,01$); entretanto, as variáveis peso inicial, viabilidade, peso e porcentagem de gema e de albúmen não foram influenciados ($P > 0,05$). A inclusão dos alimentos alternativos não influenciou ($P > 0,05$) nenhuma das variáveis estudadas.

Os valores de energia metabolizável aparente corrigida do milho, do sorgo, do farelo de soja e das farinhas de vísceras de aves, de carne e ossos e de peixe determinados com codornas são mais apropriados para a formulação de rações para codornas japonesas em postura do que aqueles determinados com frangos de corte e galinhas poedeiras.

ABSTRACT

ARAUJO, Marcelle, S. D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, december, 2005. **Chemical composition, energy values and digestible amino acids values of some feedstuff for Japanese quails.** Adviser: Sergio Luiz de Toledo Barreto. Co-Advisers: Paulo Cezar Gomes and Juarez Lopes Donzele.

Three experiments were carried on the animal science Department of the Federal University of Viçosa. The first one to determined chemical composition, metabolizable energy values and gross energy metabolizability coefficient of eleven feedstuff for male japanese quails; the second experiment determined ileal digestibility coefficients and digestible amino acids values of seven feedstuff for male Japanese quails; the third experiment compared the performance japanese quail feed diets based on nitrogen corrected metabolizable energy of corn, sorghum, soybean meal, poultry by-product meal, meat an bone meal and fish meal, for broilers and Japanese quails. Total excretion collection method was used to determine values for apparent metabolizable energy (AME), nitrogen corrected apparent metabolizable energy (AMEn), gross energy apparent metabolizability coefficient (EMC) and gross energy nitrogen corrected apparent metabolizability coefficient (EMCn) for 32-d-old male Japanese quails. A completely randomized experimental design with eleven treatments, eight replicates and eight quails per experimental unit was used in the first experimental. The feedstuff studied were: corn, sorghum, soybean meal, extruded whole soybean, micronized whole soybean, canola meal, corn gluten meal, meat and bone meal, feather meal, fish meal and poultry by-product meal. The AME and AMEn (Kcal/Kg) values as fed were: corn 3.261 and 3.252, sorghum 3.219 and 3.211, soybean meal 2.287 and 2.276, extruded whole soybean 3.481 and 3.479, micronized whole soybean 4.029 and 4.018, canola meal 1.894 and 1.888, corn gluten meal 3.731 and 3.712, meat and bone meal 2.152 and 2.142, feather meal 3.139 and 3.137, fish meal 2.658 and 2.651 and poultry by-product meal 3.565 and 3.545, respectivaly and the EMC (%) and EMCn (%) of feedstuffs were: corn 84,51 and 84,30, sorghum 80,85 and

80,66, soybean meal 55,01 and 54,74, extruded whole soybean 67,45 e 67,42, micronized whole soybean 73,29 and 73,09, canola meal 45,29 and 45,12, corn gluten meal 69,96 and 69,61, meat and bone meal 60,82 and 60,51, feather meal 59,29 and 59,25, fish meal 64,26 and 64,09 and poultry by-product meal 79,08 e 78,64, respectively. In the third experiment, a total of 720 quails with 91,1% of egg production and 19week-old were used in a completely randomized experiment design with eight replicates and eight quails per experiment unit. The treatments consisted in a 3x3 factorial arrangement (feed formulation x feedstuff). The variable studied were body weight, viability, egg production, feed conversion, specific weight, and absolute and relative weight of egg components. The results suggest nitrogen corrected apparent metabolizable energy values of corn, sorghum, soybean meal, poultry by-product meal, meat and bone meal and fish meal for broilers are not adequate for japanese quails diet formulation.

1- INTRODUÇÃO GERAL

A criação de codornas é uma atividade que demanda baixos investimentos iniciais, requer áreas reduzidas e necessita de menor quantidade de mão-de-obra.

Desde a década de 90, têm-se observado crescimento na produção de ovos, principalmente nas regiões Sudeste e Sul, destacando-se o estado de São Paulo que detém 46,39% da produção nacional de ovos, sendo que na região metropolitana do estado, 66% da população apreciam o produto, especialmente por ser um alimento nutritivo, saudável e saboroso (Fujikura, 2004).

Existem outros fatores como a idade reprodutiva precoce, o período de fertilidade prolongado e a elevada taxa de postura, que poderão ser levados em consideração, na hora da escolha de uma atividade alternativa, principalmente na produção e comercialização de ovos “in natura” ou beneficiados.

A coturnicultura tem despertado atenção e interesse de pesquisadores da área avícola, no sentido de desenvolver trabalhos que venham contribuir para maior aprimoramento e fixação desta atividade como fonte de exploração rentável na produção comercial (Furlan et al., 1996). Porém, verifica-se que as pesquisas sobre exigências nutricionais de codorna ainda são escassas, o que se constitui em fator limitante para elaboração de rações de mínimo custo que sejam capazes de promover otimização no desempenho desses animais.

Acredita-se que o melhoramento genético, a nutrição, a sanidade e o manejo sejam pontos essenciais para o desenvolvimento das diferentes atividades zootécnicas. Quanto à nutrição, a formulação de rações balanceadas, que atendam às exigências nutricionais dos animais, é fundamental para o sucesso econômico da criação.

Atualmente, as tabelas que dispõem de valores de exigência nutricional para codornas de postura são estrangeiras, como NRC (1994) e INRA (1999). Sabendo-se que as condições climáticas e o manejo são fatores que podem influenciar nos valores de exigência nutricional, o uso de tabelas de outros países pode resultar na utilização de valores, muitas vezes, inadequados para as condições do Brasil.

O conhecimento dos alimentos é imprescindível tanto sob o ponto de vista nutricional quanto econômico para criação de aves. Dessa maneira, para melhor

utilização dos alimentos pelos animais, é preciso conhecer, além da composição química, os valores energéticos dos alimentos. A determinação dos valores de energia metabolizável (EM) dos alimentos é necessária a fim de se obterem produtividade e rentabilidade, ou seja, importante para o cálculo de rações adequadas para cada espécie e fase de criação.

Além do conteúdo energético, o teor em aminoácidos digestíveis também é uma característica muito importante, uma vez que os aminoácidos que compõem a proteína dos diferentes alimentos não estão totalmente disponíveis para o animal. A formulação de dietas, com base em aminoácidos digestíveis, proporciona melhor previsão da qualidade da proteína da dieta e melhor desempenho das aves, comparada às dietas com base em aminoácidos totais (Rostagno et al., 1995).

Murakami & Furlan (2002) corroboram estas informações e, ainda, afirmam que a codorna apresenta peculiaridades fisiológicas e comportamentais, que as diferenciam das demais aves de produção em eficiência alimentar e produtividade. Daí a relevância em se saber como se dá a interação de um alimento e o organismo animal.

Vários autores Sakamoto et al. (2006), Murakami & Furlan (2002) e Silva et al. (2007), referindo-se à codornas citam que o tempo de passagem da digesta pelo intestino das codornas é muito rápido, o que pode influenciar na digestibilidade dos nutrientes e, conseqüentemente, seu valor energético. Outras fontes de variação podem ser citadas como o aspecto físico e a composição do alimento, levando a alterações no consumo e na própria taxa de passagem do alimento pelo trato gastrointestinal.

No balanceamento de rações para codornas, empregam-se valores de energia metabolizável e de digestibilidade de aminoácidos para o milho e para o farelo de soja usados para frangos de corte e poedeiras. Entretanto, em virtude de codornas apresentarem maior velocidade de passagem dos alimentos pelo trato gastrintestinal, podem ocorrer diferenças marcantes entre essas espécies na digestibilidade e aproveitamento dos alimentos.

2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1- COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS ALIMENTOS

O conceito de alimento é muito amplo, pois engloba todas substâncias que podem ser incluídas nas dietas dos animais, por conterem nutrientes. Estas substâncias compreendem não somente os produtos de origem vegetal e animal e seus subprodutos, mas também substâncias nutritivas puras, quimicamente sintetizadas ou produzidas por processos como a fermentação microbiana, por exemplo.

O valor de uma substância tida como alimento é baseado em seu teor de nutrientes. Para tanto, a determinação da composição química é uma análise quantitativa do alimento, ou seja, um ponto de partida para se determinar seu valor nutritivo. O teor de nutrientes de um mesmo alimento pode ter valores distintos, pois estão intimamente ligados a fatores como clima, condições do solo, variedade, armazenamento, processamento, manejo e amostragem (Albino, 1980; Borges, 1998).

As análises laboratoriais (químico-bromatológicas), também constituem-se em fonte de diferenças na determinação dos níveis nutricionais dos alimentos. São consideradas custosas e levam longo período para serem realizadas, portanto, no momento da formulação das rações os nutricionistas usam constantemente as tabelas de composição química e energética dos alimentos.

Os alimentos de origem vegetal, de um modo geral, apresentam pouca variação no seu valor nutricional, quando mantidos em condições adequadas de armazenamento, entretanto, os alimentos de origem animal mostram pouca padronização. De acordo com Vieites (1999), a farinha de carne e ossos é um alimento utilizado abaixo das recomendações por parte dos nutricionistas por possuir grande variabilidade de nutrientes, baixas qualidade microbiológica e palatabilidade entre as farinhas disponíveis no mercado. Segundo Rostagno (1990), esta diferença existe em função da composição da matéria-prima e do processamento pelo qual esses produtos são submetidos. Quando o processamento é feito de modo padronizado, as diferenças observadas nos valores nutritivos e energéticos dos alimentos, na literatura estrangeira,

comparados com a literatura brasileira, podem diminuir. Por isso, os valores apresentados em tabelas devem ser utilizados como um guia e não como uma informação precisa da composição do alimento (Bath et al., 1999).

2.2- ENERGIA METABOLIZÁVEL

A energia não é um nutriente, mas pode ser utilizada nos processos metabólicos dos animais, a partir da oxidação de moléculas orgânicas.

De acordo com Sibbald (1982), é o requerimento decisivo para aves e um componente muito importante em todos alimentos, pois o consumo alimentar é regulado pela densidade energética da ração e pela exigência dos animais. Portanto, para se obterem produtividade, eficiência e rentabilidade há necessidade do conhecimento detalhado dos valores energéticos dos alimentos (Souza, 2005).

Os alimentos contêm energia bruta (EB), expressa em calorias e medida a partir de uma bomba calorimétrica. A energia metabolizável aparente (EMA) é a EB dos alimentos menos a EB das fezes, da urina e dos produtos gasosos, podendo o último ser considerado insignificante, no caso de monogástricos e principalmente, das aves. A energia metabolizável verdadeira (EMV) é a EMA corrigida pelas perdas de energia fecal metabólica (EFm) e energia urinária endógena (EUE) na fração excretada.

Os valores de EMA ou de EMV podem ser corrigidos em função do balanço de nitrogênio (BN), possibilitando uma estimativa da retenção ou perda de nitrogênio pelo animal (Wolynetz & Sibbald, 1984). O nitrogênio retido como tecido, se catabolizado, contribuirá para as perdas de energia urinária endógena, pois é excretado na forma de compostos que contêm energia, tal como o ácido úrico, levando à valores de EMA e EMV distintos. Assim, Hill & Anderson (1958) propuseram um valor de correção de 8,22 kcal por grama de nitrogênio retido, em razão desta ser a energia obtida quando o ácido úrico é completamente oxidado. Essa constante tornou-se universalmente utilizada, pois cerca de 80% do nitrogênio encontrado na urina das aves está na forma de ácido úrico (NRC, 1994).

Nunes (2003), cita que durante o ensaio de metabolismo, as aves apresentam diferentes taxas de crescimento, o que aumenta a importância da correção da EMA pelo balanço de nitrogênio.

A EM é a melhor forma de se expressar a energia disponível para as aves e, portanto, a mais utilizada nos cálculos de rações de aves (Sibbald, 1989).

2.3- MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO DOS VALORES DE ENERGIA METABOLIZÁVEL DOS ALIMENTOS

Para avaliar a qualidade nutritiva dos alimentos, Scott et al. (1982) classificaram os métodos em químicos e biológicos. Em relação à determinação dos valores de EM dos ingredientes, esses autores citaram, como método químico, a elaboração de equações de predição e como método biológico, os ensaios de metabolismo utilizando pintos e galos adultos.

Segundo Fischer et al. (1998), a utilização destes métodos permite a determinação de valores de EMA, de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn), EMV e energia metabolizável verdadeira corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMVn).

Dentre os métodos biológicos, o mais utilizado para a determinação da EMA é o tradicional de coleta total de excretas, descrito por Sibbald & Slinger (1963), que considera a quantidade de energia consumida subtraída da quantidade de energia excretada pelas aves, num determinado período de tempo. Outra forma de determinação dos valores de EMA é pelo uso de substâncias indigestíveis como o óxido crômico ou a cinza ácida insolúvel conhecidos como indicadores e utilizados para determinar o fator de indigestibilidade. A estimativa da quantidade de excreta que corresponde a uma unidade de ração consumida pode ser feita a partir da utilização de indicadores externos nas rações (Sakomura & Rostagno, 2007).

No entanto, os diferentes métodos existentes possuem vantagens e desvantagens. Borges et al. (1998) observaram que os valores de EMA foram influenciados pela quantidade de alimento ingerido, sendo que quanto menor o consumo, menores serão os valores de EMA, podendo gerar erros experimentais. Ou ainda, o fato de que existem perdas metabólicas e endógenas do animal, subestimando os valores de EMA dos alimentos. Nem toda energia perdida na excreta vem do alimento (Albino, 1991). Dessa forma, a fração perdida (de origem metabólica e endógena) é a principal fonte de críticas ao método de coleta total. Sabe-se que a energia fecal das aves é composta pela energia dos resíduos do alimento não digerido e da energia metabólica, que consiste da energia proveniente da bile, de escamações das células da parede intestinal e dos sucos digestivos, enquanto que a energia da urina é constituída do alimento que não foi utilizado, da energia endógena resultante de subprodutos nitrogenados dos tecidos que estão em renovação e da energia metabólica originada de subprodutos nitrogenados da utilização de nutrientes (Nascimento, 2002).

É possível corrigir os valores de EMA, considerando-se as perdas da EFm e da EUE, segundo Sibbald (1976). Estas frações são obtidas por meio de aves em jejum, durante o período de coleta de excretas, resultando em valores de EMV.

Na metodologia estabelecida por Sibbald (1976), havia a necessidade do fornecimento de uma quantidade pequena e conhecida (20-30g) do alimento a ser testado através de um funil-sonda com acesso direto no papo ou ingluvívio. Em seguida, a coleta total das excretas era realizada em um período de 48 horas, sendo este conhecido como método de alimentação forçada ou alimentação precisa. Porém, Farrel & Raharjo (1982) e Askbrant (1990) verificaram que, o rápido tempo para execução da metodologia da alimentação forçada, juntamente com a pequena quantidade de alimento utilizada gerava perdas na EFm e EUE maiores em relação à excreção de energia, resultando em decréscimo do valor de EMV. Os autores comentam, ainda, que a ingestão dos alimentos puros evita os efeitos antagônicos e sinérgicos existentes entre os alimentos, que são desejáveis para a utilização da energia destes.

De acordo com Penz Junior (1999), a EMA representa melhor a estimativa de EM para o animal, pois a ingestão calórica é avaliada de forma generalizada, em calorias, e não como substância química definida. Dessa forma, o balanço energético total, por unidade de tempo, é mais adequado para os animais. Já os valores calculados como EMV são verdadeiros somente para o alimento.

2.4- FATORES QUE INTERFEREM NA DETERMINAÇÃO DA ENERGIA METABOLIZÁVEL

Muitos são os fatores que causam diferenças entre os alimentos quanto ao valor de EM para aves, os quais podem ser inerentes ao animal, ao alimento e ao próprio método utilizado. Segundo Coelho (1983), deficiências de aminoácidos e vitaminas, níveis de cálcio e fósforo, níveis de inclusão de gorduras, idade das aves, peso das aves, sexo, metodologia utilizada, componentes da ração, entre outros são fatores que podem causar essas diferenças.

Com o avançar da idade ocorrem mudanças nas atividades enzimáticas bem como modificações na taxa de passagem da digesta no trato digestivo. Assim, aves mais velhas, apresentam sistema digestivo desenvolvido e maior tamanho do trato gastrointestinal, possibilitando maior tempo de permanência do alimento em contato com as enzimas e secreções gástricas e melhor aproveitamento dos alimentos. No

entanto, as aves mais jovens possuem menor capacidade de digestão e absorção de nutrientes, em razão do sistema digestivo não estar completamente desenvolvido, resultando em baixa secreção de lipase e sais biliares, influenciando principalmente na digestão das gorduras (Brumano et al., 2006).

Schutte (1998) verificou que aves jovens apresentam baixa atividade da lipase e pequena concentração de ácidos biliares, sendo esses fatores limitantes na digestibilidade das gorduras. Por esses motivos, Albino (1991) relatou que os valores de EMA, determinados para aves adultas, são maiores que os obtidos para aves jovens.

O valor de EMA do milho para codornas japonesas com 65 dias de idade, de acordo com Furlan et al. (1998) é de 3.444 kcal/kg de ração. Entretanto, Torres (2003) ao trabalhar com codornas francesas com 26 dias de idade, encontrou 3.134 kcal de EMA/kg de ração para o mesmo alimento. Segundo este autor, esta diferença, pode ser explicada pela maior idade das codornas usadas no trabalho de Furlan et al. (1998).

Segundo Nascimento et al. (2002), as aves adultas parecem utilizar mais energia que aves jovens, para determinados alimentos, pois alguns nutrientes são melhor metabolizados por elas, o que pode ser atribuído à maior digestibilidade dos nutrientes, à menor taxa de passagem e, conseqüentemente, maior tempo de permanência dos nutrientes no trato gastrointestinal, sob ação das secreções gástricas.

Ao determinar a EMA e EMAn de alguns alimentos de origem animal e do farelo de soja 45% para codornas japonesas macho em duas idades (20 a 25 dias e 35 a 40 dias), Santos (2006) não encontrou diferença entre idades para os valores de EMA, mas houve diferença para os valores de EMAn.

Ao trabalhar com frangos de 10 a 17 dias, de 26 a 33 dias, de 40 a 47 dias e com galos, Calderano (2008) testou o farelo de soja 45%, a soja integral desativada, a soja integral micronizada, a farinha de soja desativada, o farelo de glúten de milho 21% e o gérmen de milho, observou melhora significativa nos valores de EMAn com o aumento da idade das aves. O autor relata que a variação dos resultados observados, bem como daqueles encontrados na literatura, mostram que a adoção de um único valor de EM para todas idades, pode levar à utilização de valores superestimados, principalmente para aves nas primeiras semanas de idade.

O teor de fibra bruta também pode influenciar nos resultados, pois aves mais velhas possuem maior atividade microbiana ao nível dos cecos, segundo Fischer & McNab (1987).

Albino et al. (1982), verificaram que os alimentos com altos teores de fibra bruta apresentaram valores de EM melhores, quando utilizados para frangos de corte com 42 dias de idade.

O consumo de alimentos também pode influenciar os valores de EM. Wolynetz & Sibbald (1984) observaram que quanto maior o consumo de alimento maior seria a precisão dos valores de EM. Silva (2006) observou relação inversa em baixos consumos, neste caso as perdas foram proporcionalmente maiores, resultando em diminuição dos valores estimados para EMA e EMAn.

Além disso, o nível de inclusão do alimento teste à ração-referência, ao utilizar o método de coleta total de excretas, pode diminuir os valores de EMA dependendo do tipo de alimento. Freitas (2004), em ensaio conduzido com pintos, avaliou a semente e o farelo de girassol, substituindo em 20 e 40% a ração-referência e concluiu que a substituição de 40% proporcionou redução da EMA em relação ao nível de 20%, por diminuir a velocidade de passagem do alimento no trato digestivo.

As etapas de processamento, assim como as formas e o período armazenamento dos alimentos podem fazer com que a digestibilidade de seus nutrientes e o seu valor energético sejam alterados.

Carvalho et al. (2004), ao trabalharem com milhos de diferentes temperaturas de secagem (80, 100 e 120°C) e diferentes tempos de armazenamento (0, 60, 120 e 180 dias), observaram redução dos valores de EMA e EMAn do milho de até 300 kcal/kg de ração com o aumento do tempo de armazenamento e da temperatura de secagem. Maiores valores de EMA e EMAn foram encontrados por Café et al. (2000) para a soja integral extruzada em relação à soja integral tostada pelo vapor e ao farelo de soja com adição de óleo.

A espécie estudada também é fonte de diferenciação dos valores energéticos mesmo para alimentos convencionais. No estudo do farelo de soja por Torres (2003), o resultado encontrado para EMAn foi 2.544 kcal/kg de ração para codornas francesas. Ao comparar este valor com os publicados por Rostagno (2000), de 2.266 kcal/kg para frangos de corte, o autor sugere diferença de 12 % entre os valores encontrados para o mesmo alimento.

Para alimentos fibrosos, a diferença é ainda maior entre os autores citados anteriormente. Torres (2003) determinou a EMAn do farelo de trigo e concluiu sendo de 2.457 kcal/kg de ração para codornas francesas, enquanto que Rostagno (2000), 1.888 kcal/kg, ou seja, uma variação de 40%.

Além da taxa de passagem, a eficiência da digestão dos alimentos pode ser alterada em razão da superfície exposta às enzimas digestivas. Assim, a granulometria ou o grau de moagem influencia os valores de digestibilidade e a disponibilidade dos nutrientes (Zanotto et al., 1995). Portanto, alimentos com partículas menores e com maiores áreas de superfície apresentam valores elevados de EMA, mas, por outro lado a degradação das partículas no duodeno proximal é mais lenta quando as partículas são maiores. As partículas maiores provocam um aumento no antiperistaltismo, o que tende a aumentar a utilização dos nutrientes, os quais permanecem mais tempo em contato com as secreções digestivas (Penz Junior, 1999). Ao testar a farinha de carne e ossos com diâmetro geométrico médio (DGM) de 0,59 mm, Brugalli (1996) observou menor valor para EMAn comparado ao da mesma farinha com DGM de 0,51 e 0,42 mm, para frango de corte com duas semanas de idade.

2.5- AMINOÁCIDOS DIGESTÍVEIS

O estabelecimento de valores de digestibilidade e da disponibilidade dos aminoácidos é tão importante quanto o conhecimento desses valores relacionados à energia, uma vez que os animais devem ingerir quantidades de aminoácidos compatíveis com sua exigência nutricional. De acordo com a literatura, a formulação de rações com base nos aminoácidos digestíveis traz maiores benefícios, em decorrência das diferenças de digestibilidade entre os diversos ingredientes (Sakomura & Rostagno, 2007; Rostagno et al., 1999; Wang & Parsons, 1998; NRC, 1994).

A disponibilidade representa a quantidade de nutrientes presentes nos alimentos que está disponível para o animal, ou seja, nutrientes a serem utilizados nos processos de anabolismo e catabolismo, ou ainda, no crescimento, na manutenção e na produção (Cave, 1988). A digestibilidade é determinada pela diferença entre a quantidade de aminoácidos ingeridos e a quantidade de aminoácidos na excreta ou no material coletado na porção intestinal do íleo terminal (Batterham, 1992). Embora a metodologia da digestibilidade seja a mais utilizada atualmente, o conceito de disponibilidade, seguindo as observações de Rostagno et al. (1999), é a metodologia mais precisa para a formulação de rações, por representar o que realmente será utilizado pelo animal. Vale ressaltar, que no caso da codorna, estes valores não existem para maioria dos nutrientes.

O conhecimento da quantidade de aminoácidos digestíveis das diversas matérias-primas possibilita melhor utilização daquelas de custo elevado e daquelas consideradas alternativas ao milho e à soja.

Pupa (1995), observou que rações elaboradas com valores de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos de alimentos alternativos, suplementadas com aminoácidos sintéticos, resultaram em frangos de corte com desempenhos semelhantes e com uma dieta de menor custo, em relação aos animais que receberam rações à base de milho e farelo de soja (alimentos convencionais). Assim, é possível utilizar melhor os alimentos alternativos quando se conhecem seus conteúdos em aminoácidos digestíveis.

Vieites (1999), comenta que a utilização das diversas farinhas de carne e ossos, existentes no mercado, nas formulações de dietas para aves deve ser feita considerando-se a composição do produto, em aminoácidos digestíveis, a fim de que os aminoácidos limitantes sejam suplementados adequadamente.

Wang & Parsons (1998), ao utilizarem alimentos alternativos, formularam rações com base em aminoácidos totais, digestíveis e disponíveis. Os autores concluíram que as rações formuladas com base em aminoácidos digestíveis são semelhantes às formuladas com aminoácidos disponíveis, no entanto são superiores às formuladas com base em aminoácidos totais, quanto ao desempenho dos animais.

2.6- MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO DOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE DE AMINOÁCIDOS

A digestibilidade dos aminoácidos pode ser determinada por meio de métodos *in vitro* ou *in vivo*. Os métodos *in vitro*, apesar de não reproduzirem a complexidade e as condições dinâmicas dos organismos animais, fornecem resultados mais rápidos, baratos e determinantes na detecção de diferenças na digestibilidade dos aminoácidos (Parsons, 1985). Por outro lado, os ensaios *in vivo* são considerados mais precisos para avaliar a digestibilidade dos aminoácidos, destacando-se o método da alimentação forçada com galos inteiros ou cecectomizados, o método de coleta de digesta ileal com galos ou pintos com alimentação à vontade e a coleta total de excretas com pintos.

No método da alimentação forçada, o uso de galos cecectomizados elimina a interferência da ação microbiana cecal na excreção dos aminoácidos. Kiener (1989) declarou que a degradação de aminoácidos, pela microflora dos cecos, pode contribuir para superestimar os valores do coeficiente de digestibilidade. No entanto, há críticas

quanto à quantidade de alimento fornecido e ao período de duração da coleta de excretas, principalmente para aqueles alimentos com baixo teor do aminoácido a ser estudado, tornando o método menos preciso para esses alimentos.

Para o método de coleta total de excretas com pintos, o alimento testado substitui de 30 a 40 % uma dieta referência, dando origem a uma ração-teste. Determina-se a digestibilidade dos aminoácidos pela diferença do conteúdo de aminoácidos ingeridos e aminoácidos excretados. Neste método pode-se usar um indicador fecal.

A determinação da digestibilidade dos aminoácidos, pela coleta de digesta ileal, considera que os aminoácidos são absorvidos no intestino delgado, enquanto as proteínas, os peptídeos e os aminoácidos não digeridos são desdobrados por microrganismos, no intestino grosso, sendo absorvidos como amônia, amins ou amidas, não sendo, portanto utilizados na síntese protéica (Rostagno et al., 2001). Dentre os inconvenientes deste método, está a necessidade de sacrificar as aves e a pequena quantidade de amostra coletada no íleo terminal.

2.7- FATORES QUE INFLUENCIAM A DETERMINAÇÃO DOS AMINOÁCIDOS DIGESTÍVEIS

Os coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos das diferentes fontes alimentares podem ser influenciados por muitos fatores, assim como visto para determinação dos valores de EM.

O consumo pode influenciar no valor dos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos. Borges (1999), ao utilizar metodologia de alimentação forçada para determinar a digestibilidade do grão de trigo e seus subprodutos, verificou menor digestibilidade dos aminoácidos, quando forneceu 25 g do alimento aos galos, em relação à 50 g.

Alimentos fibrosos tendem aumentar a taxa de passagem, por ocasionar aumento da descamação das células do epitélio intestinal e levar à menor digestibilidade dos aminoácidos, em função de maior excreção de aminoácidos endógenos (Rostagno et al., 1973).

O processamento (temperaturas de secagem dos grãos), as formas e o tempo de armazenamento dos produtos também podem ser causas de variação dos valores de digestibilidade dos aminoácidos.

Carvalho et al. (2002), ao trabalharem com milhos submetidos à diferentes temperaturas de secagem (80, 100 e 120°C) e diversos tempos de armazenagem (0, 60, 120 e 180 dias), observaram que a temperatura de secagem reduziu a digestibilidade da maioria dos aminoácidos, sendo os mais influenciados a metionina, a lisina, a metionina + cistina, o triptofano, a fenilalanina e a isoleucina.

Ao estudarem a digestibilidade da proteína e dos aminoácidos do farelo de soja e da colza, em duas temperaturas 32 e 21 °C, utilizando frangos de corte de 4 a 6 semanas de idade, Zuprizal et al. (1993) verificaram que os valores de digestibilidade protéica e aminoacídica dos alimentos diminuíram em média 12 e 5 %, respectivamente, com o aumento da temperatura ambiente. Esses autores observaram também piora mais acentuada na digestibilidade dos aminoácidos do farelo de colza para as fêmeas, parecendo ser mais sensíveis ao calor.

Além dos fatores citados, a concentração de proteína da ração pode explicar a variação encontrada no conteúdo de aminoácidos digestíveis dos alimentos (Angkanaporn et al., 1997). E ainda, o tempo de permanência das excretas nas bandejas coletoras também pode influenciar nos valores dos coeficientes de digestibilidade, em consequência do processo de fermentação, no caso do método de coleta total de excretas.

CAPÍTULO 1

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ENERGIA METABOLIZÁVEL APARENTE DE ALGUNS ALIMENTOS DETERMINADOS COM CODORNAS JAPONESAS

1- INTRODUÇÃO

Na coturnicultura de postura, a alimentação, à base de milho e de farelo de soja, representa cerca de 70-75% do custo de produção, sendo a proteína e a energia, os componentes mais caros. Por essas razões, o estudo dos alimentos, em termos energéticos e de composição de nutrientes permite atualização das tabelas de composição de alimentos e a formulação de rações de mínimo custo que promovam máximo resultado dos índices zootécnicos. Neste ponto de vista se inclui, também, a utilização dos alimentos alternativos, que são basicamente os resíduos das indústrias e aqueles disponíveis em regiões específicas, mais viáveis economicamente.

A energia dos alimentos, expressa em kcal, é utilizada nas rações de aves na sua forma metabolizável, além disso o consumo e o desempenho podem ser influenciados pelo nível de energia da ração. Dessa maneira, fica clara a importância do conhecimento dos nutrientes e do valor energético dos alimentos e a relação existente entre eles, ou seja, como se dá a metabolizabilidade do conteúdo de energia de um grupo de nutrientes, para determinado animal.

Objetivou-se neste trabalho determinar a composição química, avaliar os valores de energia metabolizável aparente e aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio e calcular os coeficientes de metabolizabilidade da energia bruta de alguns alimentos para codornas japonesas machos.

2- MATERIAL E MÉTODOS

Realizou-se um ensaio de metabolismo no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa - MG, no período de 17/06/2006 a 21/08/2006, utilizando-se o método tradicional de coleta total de excretas.

Os alimentos de origem vegetal avaliados foram o milho, o sorgo, o farelo de soja, a soja integral extruzada, a soja integral micronizada, o farelo de canola e o farelo de glúten de milho, e os de origem animal, a farinha de carne e ossos, a farinha de penas, a farinha de peixe e a farinha de vísceras de aves.

O ensaio consistiu da avaliação de 11 alimentos e uma ração-referência (Tabela 1), calculada segundo as exigências preconizadas pelo NRC (1994). O milho e o sorgo substituíram 40% da ração-referência e os demais alimentos 25%, para compor as rações-teste.

Foram utilizadas 768 codornas machos com 32 dias de idade, distribuídos em delineamento experimental inteiramente ao acaso, com 12 tratamentos, oito repetições e oito aves por unidade experimental.

Até o 20º dia de idade, as aves receberam ração inicial, segundo as recomendações do NRC (1994) e foram alojadas, em piso coberto com maravalha, numa instalação de alvenaria. Ao completarem vinte dias de idade e com peso corporal médio de $82,50 \pm 3,48$ g, as aves foram transferidas para baterias de estrutura metálica, constituídas de 15 compartimentos de 96 x 37 x 16 cm (largura x profundidade x altura) distribuídos em cinco andares, com comedouro de metal galvanizado, bebedouro tipo calha de PVC (policloreto de vinila) e bandeja encapada com lona plástica para coleta das excretas. Durante dez dias, as aves receberam água e ração experimental à vontade, sendo cinco dias para adaptação e cinco para coleta total das excretas, que foram realizadas duas vezes ao dia, às 8:00 e às 17:00 h, para evitar fermentação.

A temperatura foi medida por meio de termômetros de máxima e de mínima, mantidos à altura média das baterias, e posicionados no centro da sala.

As excretas foram acondicionadas em sacos plásticos identificados e armazenados em freezer até o final do período de coleta. Ao término do experimento, as excretas foram descongeladas, pesadas, homogeneizadas e retiradas amostras para análises laboratoriais. A quantidade de ração consumida, equivalente aos cinco dias de coleta, foi calculada, descontando-se as sobras do comedouro e do balde da quantidade de ração pesada no início do experimento, para cada unidade experimental.

Tabela 1 - Composição da ração-referência, na matéria natural

Ingredientes	%
Milho	49,70
Farelo de soja	43,90
Óleo de soja	2,49
Fosfato bicálcico	1,70
Calcário	1,30
Sal comum	0,40
DL – metionina (99%)	0,15
L-Treonina (97%)	0,10
Mistura vitamínica ¹	0,10
Mistura mineral ²	0,05
Coccidiostático ³	0,05
Cloreto de colina (60%)	0,04
Antibiótico ⁴	0,01
Antioxidante ⁵	0,01
Total	100,00
Composição calculada	
Energia metabolizável (kcal/kg)	2.900
Proteína bruta (%)	24,00
Metionina + Cistina total (%)	0,89
Metionina + Cistina digestível (%)	0,80
Lisina total (%)	1,35
Lisina digestível (%)	1,22
Treonina total (%)	1,04
Treonina digestível (%)	0,92
Triptofano total (%)	0,32
Triptofano digestível (%)	0,28
Cálcio (%)	1,04
Fósforo disponível (%)	0,43
Sódio (%)	0,18

¹ Composição/kg de produto: Vit. A: 12.000.000 U.I., Vit D₃: 3.600.000 U.I., Vit. E: 3.500 U.I., Vit B₁: 2.500 mg, Vit B₂: 8.000 mg, Vit B₆: 5.000 mg; Ácido pantotênico: 12.000 mg, Biotina: 200 mg, Vit. K: 3.000 mg, Ácido fólico: 1.500mg, Ácido nicotínico: 40.000 mg, Vit. B₁₂: 20.000mg, Selênio: 150 mg, Veículo q.s.p.: 1.000g.

² Composição/kg de produto: Manganês: 160g, Ferro: 100g, Zinco: 100g, Cobre: 20g, Cobalto: 2g, Iodo: 2g, Excipiente q.s.p.: 1000 g.

³ Coxistac

⁴ Avilamicina 10%

⁵ Butil-hidróxi-tolueno (99%).

As análises bromatológicas dos alimentos foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do DZO da Universidade Federal de Viçosa, sendo determinados os valores de matéria seca (MS), de proteína bruta (PB), de extrato etéreo (EE), de fibra bruta (FB), de fibra em detergente neutro (FDN), de fibra em detergente ácido (FDA), de matéria mineral (MM), de cálcio (Ca) e de fósforo total (Pt), segundo técnicas

descritas por Silva & Queiros (2002). Os valores de extrato não nitrogenado (ENN) foram calculados pela fórmula: $100-(PB+EE+MM+FB)$.

Uma vez obtidos os resultados das análises laboratoriais dos alimentos, da ração-referência e das excretas, foram calculados os valores de energia metabolizável (aparente = EMA e aparente corrigida = EMAn), utilizando equações propostas por Sakomura & Rostagno (2007) e os coeficientes de metabolizabilidade da energia bruta (aparente = CMEB e aparente corrigida = CMEBn), obtidos a partir da porcentagem de energia bruta convertida em EMA comparados pelo teste de SNK ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa SAEG – Sistema de Análise Estatística e Genética da Universidade Federal de Viçosa (2001) versão 9.0.

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

1- EMA = Energia Metabolizável Aparente

$$\text{EMA ração-teste} = \frac{\text{EB ingerida} - \text{EB excretada}}{\text{matéria seca ingerida}}$$

$$\text{EMA ração-referência} = \frac{\text{EB ingerida} - \text{EB excretada}}{\text{matéria seca ingerida}}$$

$$\text{EMA alimento} = \text{EMA ração-referência} + \frac{\text{EMA ração-teste} - \text{EMA ração-referência}}{\% \text{ substituição}}$$

2- EMAn = Energia Metabolizável Aparente Corrigida

$$\text{EMAn ração-teste} = \frac{\text{EB ingerida} - \text{EB excretada} \pm 8,22 * \text{BN}}{\text{matéria seca ingerida}}$$

$$\text{EMAn ração-referência} = \frac{\text{EB ingerida} - \text{EB excretada} \pm 8,22 * \text{BN}}{\text{matéria seca ingerida}}$$

$$\text{EMAn alimento} = \text{EMAn ração-referência} + \frac{\text{EMAn ração-teste} - \text{EMAn ração-referência}}{\% \text{ substituição}}$$

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As temperaturas médias, mínima e máxima, do dia, no interior da sala de metabolismo, durante a fase experimental (coleta de excretas), foram $19,3\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1,20$ e $24,6\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2,24$, respectivamente.

3.1. Composição química

Os valores referentes à composição química e à energia bruta dos alimentos encontram-se na Tabela 2.

Ao comparar com os da literatura (Rostagno et al., 2005), observaram-se variações entre os valores de composição química dos alimentos estudados.

Os teores de proteína bruta do milho, da soja integral extrusada, da farinha de peixe e da farinha de vísceras de aves foram inferiores aos valores propostos por Rostagno et al. (2005), os demais alimentos foram superiores, exceto para o farelo de canola que foi semelhante.

Os valores de extrato etéreo foram semelhantes ou superiores para maioria dos alimentos, com exceção do farelo de canola e da farinha de carne e ossos, os quais foram 38,02% e 15,13% inferiores àqueles descritos por Rostagno et al. (2005).

A variação no conteúdo de matéria mineral foi pequena ao relacionar os alimentos estudados e os valores citados por Rostagno et al. (2005), exceto para farinha de vísceras de aves e de carne e ossos.

As diferenças quanto ao teor de cálcio (Ca) dos alimentos foram mais evidentes para o milho (0,01% vs 0,03%), o farelo de glúten (0,01% vs 0,03%), a farinha de penas (0,21% vs 0,36%) e o farelo de soja (0,32% vs 0,24%), quando comparados aos valores publicados por Rostagno et al. (2005). Na literatura foram encontrados valores variados quanto aos teores de Ca para os alimentos citados. Nery et al. (2007) utilizaram milho com 0,01% de Ca, Brumano et al. (2006), farelo de glúten com 0,02% de Ca e Nunes et al. (2005), farinha de penas com 0,16% de Ca.

Tabela 2 - Composição química e valores de energia bruta dos alimentos, expressos na matéria natural¹

Alimentos	MS	PB	EE	MM	Ca	Pt	FB	FDN	FDA	ENN	EB
	(%)										(Kcal/kg)
Origem vegetal											
Milho	87,15	7,78	3,85	1,17	0,01	0,21	1,85	15,12	2,18	72,49	3.858
Sorgo	87,85	9,36	3,63	1,71	0,02	0,29	2,16	17,32	4,38	70,99	3.981
Farelo de Soja	87,76	45,77	2,39	6,63	0,32	0,49	9,25	12,86	8,00	27,05	4.158
Soja Integral Extrusada	90,94	35,42	19,87	5,51	0,24	0,47	6,70	13,27	7,17	26,32	5.160
Soja Integral Micronizada	95,83	39,40	22,78	5,37	0,17	0,53	1,20	28,95	2,42	27,70	5.497
Farelo de Canola	87,04	39,02	0,75	6,57	0,64	0,71	14,49	24,28	Nd	26,83	4.183
Farelo de Glúten	90,26	62,81	3,17	1,29	0,01	0,29	1,11	11,36	7,98	21,88	5.333
Origem animal											
Farinha de Carne e Ossos	87,75	42,65	9,37	34,14	10,31	4,67	Nd	Nd	Nd	1,58	3.539
Farinha de Penas	90,03	73,70	8,92	2,79	0,21	0,40	Nd	Nd	Nd	4,62	5.295
Farinha de Peixe	88,19	54,19	9,02	22,00	6,39	1,13	Nd	Nd	Nd	5,41	4.136
Farinha de Vísceras de Aves	91,53	51,36	15,21	20,95	5,63	0,94	Nd	Nd	Nd	4,00	4.508

¹ Matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), cálcio (Ca), fósforo total (Pt), fibra bruta (FB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), extrato não nitrogenado (ENN), energia bruta (EB);

Nd = não determinado

Os alimentos de origem animal e o farelo de glúten de milho foram aqueles que apresentaram maiores diferenças para o teor de fósforo total (Pt), quando comparados aos dados publicados por Rostagno et al. (2005). A farinha de carne e ossos, a farinha de peixe e a farinha de vísceras de aves foram inferiores, em Pt, também ao compará-las com os resultados de Vieites et al. (2000), de Brumano et al. (2006) e de Nunes et al. (2005). A farinha de penas, avaliada neste trabalho, apresentou teores de Pt, 42,50% superiores àqueles descritos por Nunes et al. (2005).

Os farelos de soja e de canola apresentaram teores de fibra bruta (FB) 41,51% e 27,88% maiores do que os apresentados por Rostagno et al. (2005), respectivamente, os demais alimentos foram semelhantes.

Ao comparar os dados de fibra detergente neutro (FDN) e fibra detergente ácido (FDA) com os dados de Rostagno et al. (2005), somente o milho, o sorgo e o farelo de glúten apresentaram valores maiores, os demais alimentos foram menores. As sojas integrais, extrusada e micronizada, apresentaram valores menores de FDA ao compará-las com as sojas estudadas por Calderano (2008).

Os farelos de soja, de canola, de glúten e as farinhas de penas, de peixe e de vísceras de aves, foram os alimentos que mais diferiram daqueles citados por Rostagno et al. (2005), quanto ao teor de ENN. Ao analisar os alimentos de origem vegetal, verificou-se que os nutrientes FB, EE e PB foram aqueles que contribuíram para essas diferenças e para os alimentos de origem animal, o EE foi o nutriente responsável. No caso da farinha de vísceras, os altos valores de EE e de MM foram os componentes responsáveis pela redução do valor de ENN, ao comparar com os dados descritos por Rostagno et al. (2005).

O valor de energia bruta (EB) da soja integral extrusada, da soja integral micronizada, do farelo de glúten e da farinha de carne e ossos foram superiores em 222, 218, 286 e 253 kcal/kg, respectivamente, e a farinha de vísceras, inferior em 153 kcal/kg em comparação aos valores citados por Rostagno et al. (2005). Ao comparar o conteúdo em EB da farinha de vísceras com os dados apresentados por Nunes et al., (2005), notou-se superioridade, em 647 kcal/kg, para a farinha avaliada no presente ensaio.

As diferentes matérias-primas utilizadas para a constituição dos alimentos de origem animal e a falta de padronização, em função de fatores operacionais e dos constituintes, são as possíveis causas das diferenças na composição química os alimentos avaliados neste estudo e aqueles semelhantes publicados na literatura.

3.2- Valores de energia metabolizável e coeficientes de metabolizabilidade da energia bruta

Os valores obtidos para EMA, EMAN, CMEB e CMEBn encontram-se na Tabela 3.

Os valores de EMA foram superiores aos de EMAN, característica considerada normal, quando existe retenção de nitrogênio no organismo dos animais, principalmente aqueles em fase de crescimento, sendo esta mais acentuada para os alimentos protéicos. Entretanto, os valores de EMAN, podem estar superestimados pela presença de material protéico nas excretas de codornas machos, oriundo da glândula paragenital, no final da fase de crescimento, fazendo com que os valores de retenção de nitrogênio pareçam menores. O mesmo foi verificado por Furlan et al. (1998), ao determinar os valores de EMA e EMAN de alguns alimentos para codornas japonesas machos aos 65 dias de idade. Porém, Silva et al. (2003), utilizando lote de codornas mistas (machos e fêmeas), aos 22 dias de idade, puderam observar maior diferença entre a EMA e a EMAN dos alimentos, principalmente para os protéicos.

3.2.1 - Alimentos de origem vegetal

Os valores de EMA e EMAN, encontrados para o milho, foram menores do que os publicados na literatura (Rostagno et al., 2005; Silva et al., 2003; Furlan et al., 1998), onde observou-se inferioridade de 5,31 e 5,44%, respectivamente, àqueles relatados por Furlan et al. (1998), ao utilizarem codornas japonesas machos aos 65 dias de idade e de 2,37 e 3,14%, respectivamente, aos encontrados por Silva et al. (2003) ao utilizarem codornas japonesas machos e fêmeas aos 22 dias de idade. O CMEBn do milho foi menor do que o coeficiente calculado utilizando dados publicados por Rostagno et al. (2005) de 86,14% e ao relatado por Furlan et al. (1998) de 88,99%, porém foi maior do que aquele descrito por Silva et al. (2003) de 74,57%. Nunes (2003) ao trabalhar com dois tipos de milho relatou valores distintos para CMEBn, 84,91 e 82,93%, ambos determinados com frangos, indicando que, além da espécie, a variedade do vegetal também pode gerar diferenças nos coeficientes de metabolizabilidade dos alimentos.

Tabela 3 – Energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida (EMAn), coeficiente de metabolizabilidade aparente da energia bruta (CMEB) e coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta (CMEBn) dos alimentos, expressos na matéria natural

Alimentos	EMA ± DP	EMAn ± DP	CMEB ± DP	CMEBn ± DP
	(Kcal/kg)		(%)	
Origem vegetal ¹				
Milho	3.261 ± 82,39	3.252 ± 80,53	84,51 ± 2,14 A	84,30 ± 2,09 A
Sorgo	3.219 ± 68,82	3.211 ± 72,51	80,85 ± 1,73 B	80,66 ± 1,82 B
Farelo de soja	2.287 ± 140,96	2.276 ± 137,42	55,01 ± 3,39 E	54,74 ± 3,30 E
Soja integral extrusada	3.481 ± 182,48	3.479 ± 177,92	67,45 ± 3,54 D	67,42 ± 3,45 D
Soja integral micronizada	4.029 ± 112,67	4.018 ± 109,49	73,29 ± 2,05 C	73,09 ± 1,99 C
Farelo de canola	1.894 ± 72,27	1.888 ± 67,85	45,29 ± 1,73 F	45,12 ± 1,62 F
Farelo de glúten	3.731 ± 99,38	3.712 ± 95,21	69,96 ± 1,86 D	69,61 ± 1,79 D
Origem animal ²				
Farinha de carne e ossos	2.152 ± 142,61	2.142 ± 140,28	60,82 ± 4,03 B	60,51 ± 3,96 B
Farinha de penas	3.139 ± 217,21	3.137 ± 191,43	59,29 ± 3,71 B	59,25 ± 3,62 B
Farinha de peixe	2.658 ± 196,50	2.651 ± 195,06	64,26 ± 4,75 B	64,09 ± 4,72 B
Farinha de vísceras de aves	3.565 ± 425,58	3.545 ± 412,90	79,08 ± 9,44 A	78,64 ± 9,16 A

DP = desvio padrão

^{1,2} Médias seguidas por letras diferentes na coluna, diferem entre si pelo teste Student Newman-Keuls ao nível de 1%

O valor de EMAn do sorgo foi superior em 0,59% em relação aos dados de Rostagno et al. (2005) e menores do que aqueles observados por Nunes (2003) ao utilizar pintos com 21 dias de idade e por Gomes et al. (2007) ao utilizarem codornas em postura com 19 semanas de idade. O CMEBn do sorgo foi inferior em 0,74% em relação ao coeficiente calculado com base nos dados de Rostagno et al. (2005) e em 6,87% em relação aos publicados por Gomes et al. (2007).

O farelo de soja é um alimento amplamente estudado na literatura, porém apresenta valores de EM diferenciados. Os valores de EMA e EMAn encontrados foram menores do que aqueles descritos por Furlan et al. (1998) e por Silva et al. (2003), ao utilizarem codornas japonesas e semelhantes aos relatados por Santos et al. (2006) determinados com codornas de corte machos dos 35 aos 40 dias de idade. Da mesma forma o resultado de EMAc citado por Rostagno et al. (2005) foi inferior em apenas 0,88% (2.256 kcal/kg) com relação ao valor de EMAn do farelo de soja encontrado neste ensaio. Os valores de CMEBn, do farelo de soja, relatados na literatura foram sempre maiores, onde Furlan et al. (1998) encontraram 63,29%, Santos et al. (2006), 57,31% e Rostagno et al. (2005), 55,31%, porém, Silva et al. (2003) concluíram com 50,12%.

As sojas integrais processadas diferiram quanto aos valores de EMAn daqueles publicados por Rostagno et al. (2005), em 8,91 e 1,44%, para a soja micronizada (3.660 kcal/kg) e para a soja extrusada (3.429 kcal/kg), respectivamente. O valor de EMAn da soja integral micronizada foi semelhante ao relatado por Rodrigues et al. (2002), ao utilizarem aves de diferentes idades, os quais obtiveram os valores de 4.104 e 4.180 kcal/kg de EMAn determinados com pintos (22 dias de idade) e com galos adultos (18 meses de idade), respectivamente. Quanto aos valores de CMEBn, observou-se inferioridade de 3,0% para soja extrusada e de 5,14% para soja micronizada com relação aos valores calculados com base nos dados publicados por Rostagno et al. (2005).

O valor de EMAn para farelo de canola foi maior do que o encontrado por Rostagno et al. (2005) com frangos de corte, diferindo em 196 kcal. O maior tamanho relativo dos cecos proporciona às codornas melhor digestibilidade e aproveitamento da fração fibrosa com relação a outras espécies. Entretanto, foram menores do que aqueles encontrados por Furlan et al. (1998), que observaram 1.996 kcal de EMAn/kg, ao utilizarem codornas adultas (65 dias de idade), o que pode ter sido influenciado pela idade das aves. O resultado encontrado para CMEBn, nesta pesquisa, foi superior ao

calculado com base nos dados publicados por Rostagno et al. (2005) em 11,57%, observando-se maior metabolizabilidade da EB de alimentos fibrosos por parte das codornas quando comparados com frangos de corte.

O valor de EMAn para farelo de glúten de milho foi superior em 0,43%, em relação àquele determinado com frangos de corte relatados por Rostagno et al. (2005), e inferior em 7,01% em relação ao obtido por Silva et al. (2003) ao utilizarem codornas japonesas. O valor de CMEBn do farelo de glúten de milho foi semelhante àquele descrito por Silva et al. (2003), que concluíram com 69,37% e inferior em 4,94% comparado ao valor calculado com base nos dados descritos por Rostagno et al. (2005).

3.2.2 - Alimentos de origem animal

Dentre os alimentos de origem animal, a farinha de carne e ossos foi o que obteve menor valor de EMAn, enquanto que a farinha de vísceras de aves foi superior para este parâmetro. Estes achados são similares àqueles publicados por Rostagno et al. (2005).

Os resultados encontrados para EMAn da farinha de carne e ossos foram maiores do que aqueles relatados por Rostagno et al. (2005) e menores do que os descritos por Gomes et al. (2007). O valor de CMEBn da farinha de carne e ossos diferiu em 2,58% daqueles determinados com frangos de corte por Rostagno et al. (2005) e em 18,30% dos resultados estimados para codornas japonesas em postura com 19 semanas de idade por Gomes et al. (2007). A idade das aves e o tipo de processamento aplicado aos alimentos de origem animal podem causar diferenças nos resultados, tanto para valores de EMA quanto para os de CMEB.

O valor de EMAn determinado para farinha de penas foi maior do que todos aqueles citados na literatura (Nery et al., 2007; Santos et al., 2006; Rostagno et al., 2005; Nunes et al., 2005). O resultado de EMAn para farinha de penas foi superior em 19,57 e 12,24% quando comparado aos dados observados por Nery et al. (2007) ao testarem dois tipos de farinha de penas e em 16,77% em relação ao valor publicado por Rostagno et al. (2005). Santos et al. (2006) ao realizarem ensaio com codornas de corte macho aos 35 dias de idade também determinaram valores menores para EMAn da farinha de penas (2.642 kcal/kg) comparados aos encontrados neste ensaio. É possível que a farinha de penas, por ser um produto processado e oriundo de abatedouros, possua contaminações com sangue, o que resultaria em aumento dos valores de EMAn. O

resultado encontrado para CMEBn da farinha de penas foi maior do que aquele verificado por Nery et al. (2007) que concluíram, em média, 50,59%, para as duas farinhas estudadas, por Santos et al. (2006) que observaram 51,94% e por Nunes et al. (2005) com 55,18%.

O valor de EMAn para farinha de peixe foi semelhante (2.651 vs 2.627 kcal/kg) àquele publicado por Rostagno et al. (2005), entretanto foi superior em 7,47% em relação aquele visto por Silva et al. (2003), ao utilizarem codornas japonesas. Os valores calculados para CMEBn da farinha de peixe se aproximaram mais dos descritos por Rostagno et al. (2005), determinados para frangos de corte (63,85%) do que daqueles relatados por Silva et al. (2003) utilizando codornas (57,57%).

Foi encontrado resultado superior de EMAn para farinha de vísceras de aves em comparação com aquele relatado por Rostagno et al. (2005) e por Silva et al. (2003), em 8,06 e 21,27%, respectivamente. O valor aqui descrito para EMAn da farinha de vísceras de aves foi maior também em relação aos relatados por Nunes (2003) ao avaliar três tipos de farinha de vísceras de aves utilizando frangos de corte aos 21 dias de idade, concluindo com 2.750, 2.713 e 3.069 kcal de EMAn/kg e por Santos et al. (2006) ao trabalharem com codornas de corte machos aos 35 dias de idade, concluindo com o valor de 2.665 kcal/kg. O valor encontrado para CMEBn foi maior do que àqueles publicados por Santos et al. (2006) que relataram o valor de 58,12%, por Rostagno et al. (2005) de 69,92%, por Silva et al. (2003) de 65,0% e por Nunes (2003) de 67,21%.

4- CONCLUSÕES

Os valores de energia metabolizável aparente corrigida dos alimentos estudados, expressos em kcal/kg, foram de 3.252 para o milho, de 3.211 para o sorgo, de 2.276 para o farelo de soja, de 3.479 para a soja integral extrusada, de 4.018 para a soja integral micronizada, de 1.888 para o farelo de canola, de 3.712 para o farelo de glúten, de 2.142 para a farinha de carne e ossos, de 3.137 para a farinha de penas, de 2.651 para a farinha de peixe e de 3.545 para a farinha de vísceras de aves.

Os valores de coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta dos alimentos estudados, expressos em porcentagem, foram de 84,30 para o milho, de 80,66 para o sorgo, de 54,74 para o farelo de soja, de 67,42 para a soja integral extrusada, de 73,09 para a soja integral micronizada, de 45,12 para o farelo de canola, de 69,61 para o farelo de glúten, de 60,51 para a farinha de carne e ossos, de 59,25 para a farinha de penas, de 64,09 para a farinha de peixe e de 78,64 para a farinha de vísceras de aves.

CAPÍTULO 2

DIGESTIBILIDADE ILEAL APARENTE DE AMINOÁCIDOS E AMINOÁCIDOS DIGESTÍVEIS DE ALGUNS ALIMENTOS UTILIZADOS NA NUTRIÇÃO DE CODORNAS JAPONESAS

1- INTRODUÇÃO

A proteína é nutriente de grande participação na alimentação de aves e também um dos mais caros. Os aminoácidos são as unidades das proteínas absorvidas pelos animais, portanto as dietas devem prover as aves das quantidades de aminoácidos essenciais e não essenciais que permitam máximo desempenho e mínimo custo.

A importância do conhecimento da porção digestível dos aminoácidos presente nos alimentos foi relatada por Rostagno et al. (1995), que ao compararem rações formuladas com base em aminoácidos totais e digestíveis, concluíram serem iguais o desempenho e os parâmetros de carcaça das aves alimentadas com rações à base de milho e farelo de soja, porém as aves que receberam as rações formuladas com alimentos alternativos e com base em aminoácidos totais, tiveram o desempenho e o rendimento de peito reduzido.

Sakomura & Rostagno (2007) também avaliaram a necessidade da formulação das rações baseando-se em aminoácidos digestíveis. Primeiro, pela otimização do uso de matérias-primas de custo mais elevado e, segundo, pela possibilidade da substituição do milho e do farelo de soja, por ingredientes alternativos. Contudo, verifica-se que a formulação de rações, baseando-se em valores de aminoácidos digestíveis, permite aos profissionais maior retorno econômico e melhor eficiência das aves.

Objetivou-se neste trabalho determinar os coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos e calcular os valores de aminoácidos digestíveis de alguns alimentos protéicos utilizados na alimentação de codornas japonesas.

2- MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa – MG, no período de 24/06/2006 a 28/08/2006.

Foram utilizadas 1.456 codornas machos com 52 dias de idade, distribuídas em delineamento experimental inteiramente ao acaso, com oito tratamentos, quatorze repetições e treze aves por unidade experimental.

O método utilizado foi o de coleta de digesta ileal para determinar os valores de aminoácidos digestíveis e dos coeficientes de digestibilidade ileal dos aminoácidos de sete alimentos protéicos: farinha de carne e ossos, farinha de peixe, soja integral extrusada, soja integral micronizada, farelo de soja, farelo de canola e farelo de glúten de milho. Uma dieta isenta de proteína (DIP) foi testada com a finalidade de se quantificar a fração endógena das aves.

As rações experimentais (Tabela 1) foram formuladas com base nos valores de exigências nutricionais para codornas preconizados pelo NRC (1994), exceto para proteína bruta, o qual variou de 10,15 a 14,48% entre os tratamentos. As quantidades dos demais nutrientes foram calculadas em função do nível de inclusão do alimento-teste nas rações experimentais. A casca de arroz (29,31% de FB), adicionada em 10% à todas rações, exceto para farelo de glúten e para DIP (12%). A casca de arroz foi separada dos grãos remanescentes dentro da casca e das impurezas contidas na palha, e depois moída finamente. Todas as rações continham 0,5% de óxido de cromo (Cr_2O_3), utilizado como indicador na determinação do fator de indigestibilidade.

Tabela 1 – Composição das rações experimentais, na matéria natural

Ingredientes (%)	FCO	FPX	SIE	SIM	FS	FC	FG	DIP
Alimento teste	23,000	20,000	34,000	36,000	29,000	27,000	24,000	-
Amido de milho	65,540	68,590	52,493	50,292	53,284	44,745	60,217	84,165
Casca de arroz	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	12,000	12,000
Açúcar	-	-	-	-	-	10,000	-	-
Fosfato Bicálcico	-	-	1,350	1,441	1,570	1,287	1,541	1,676
Calcário	0,700	0,600	1,023	1,127	1,000	0,879	1,092	1,019
Óleo de soja	-	-	-	-	4,000	5,000	-	-
Sal comum	-	0,050	0,374	0,380	0,386	0,329	0,390	0,380
Premix Mineral	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Premix Vitamínico	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Antioxidante ¹	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Coccidiostático ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Antibiótico ³	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Cloreto de colina	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
Óxido de cromo	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Total	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Composição química								
Energia metabolizável (kcal/kg)	2,983	3,012	3,069	3,141	2,937	2,901	3,070	3,051
Proteína bruta (%)	11,755	10,880	12,580	14,090	13,143	10,146	14,484	0,000
Fósforo disponível (%)	1,072	0,574	0,307	0,328	0,343	0,311	0,321	0,310
Cálcio (%)	2,098	1,418	0,810	0,873	0,846	0,812	0,814	0,812
Sódio (%)	0,136	0,156	0,152	0,154	0,159	0,160	0,157	0,151
Fibra (%)	2,931	2,931	5,053	3,421	4,500	5,752	3,774	3,517

FCO = farinha de carne e ossos; FPX = farinha de peixe; SIE = soja integral extruzada; SIM = soja integral micronizada; FS = farelo de soja; FC = farelo de canola; FG = farelo de glúten de milho; DIP = dieta isenta de proteína; ¹ Butil-hidróxi-tolueno (99%); ² Coxistac; ³ Avilamicina 10%

As codornas macho, adquiridas com 30 dias de idade, receberam ração formulada segundo as exigências preconizadas pelo NRC (1994), para fase inicial até completarem 40 dias de idade. A partir do 41º dia de idade, as codornas receberam ração formulada com base nas exigências de poedeiras, exceto para o teor de Ca. As rações experimentais foram fornecidas às codornas, a partir dos 52 dias de idade, durante sete dias. Todas as aves foram abatidas ao completarem 59 dias de idade, por deslocamento cervical e evisceradas, para coleta da digesta ileal e aquelas que permaneceram nas gaiolas, durante o abate, foram estimuladas ao consumo, revolvendo-se a ração no comedouro, para evitar esvaziamento do trato digestivo.

A coleta do conteúdo ileal foi feita medindo-se um ponto com distância de 2 cm antes da junção íleo-cecólica até 10 cm em direção ao jejuno, com base na confecção de lâminas histológicas dos diferentes segmentos do intestino delgado (duodeno, jejuno e íleo) coletados previamente ao início do ensaio de digestibilidade, com finalidade de identificação da porção ileal e coleta de material sem interferência da digesta do jejuno. O conteúdo retirado foi armazenado em recipientes plásticos, identificados e acondicionados em freezer com temperatura de -70 °C. Posteriormente, as amostras foram liofilizadas, durante 24h e pesadas para obtenção do valor de matéria seca e preparadas para análise laboratorial do teor de cromo, de nitrogênio e de aminoácidos totais.

As análises químicas do teor de cromo, das rações e das digestas, foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV, utilizando-se a metodologia descrita por Silva e Queiros (2002). As análises de aminoácidos totais (exceto triptofano) foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Ajinomoto Biolatina – SP, utilizando-se HPLC – Cromatografia Líquida de Alta Performance.

Para o cálculo dos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos foram utilizadas as fórmulas citadas por Sakomura & Rostagno (2007):

1- Coeficiente de Digestibilidade ileal aparente de aminoácido (CDIap)

$$\text{CDIap} = \frac{(\% \text{AA dieta} - (\% \text{AA digesta} \times \text{FI}_1))}{\text{AA dieta, \%}} \times 100$$

em que:

FI₁ = Fator de indigestibilidade

$$\text{FI}_1 = \frac{\% \text{ cromo dieta}}{\% \text{ cromo digesta}}$$

2- Coeficiente de Digestibilidade ileal verdadeiro de aminoácido (CDIv)

$$\text{CDIv} = \frac{(\% \text{AA dieta} - (\% \text{AA digesta} \times \text{FI}_1) - (\text{AA endógeno} \times \text{FI}_2))}{\text{AA dieta, \%}} \times 100$$

em que:

FI₂ = Fator de indigestibilidade

$$\text{FI}_2 = \frac{\% \text{cromo dieta DIP}}{\% \text{cromo digesta DIP}}$$

3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

As temperaturas médias, mínima e máxima, do dia, no interior da sala de metabolismo, durante a fase experimental, foram $19,3^{\circ}\text{C} \pm 1,20$ e $24,6^{\circ}\text{C} \pm 2,24$, respectivamente.

A composição dos alimentos em aminoácidos totais (Tabela 2) utilizados neste ensaio foi semelhante àquelas descritas por Rostagno et al. (2005), com base na matéria natural.

Dentre as matérias-primas estudadas, o alimento com maior quantidade em aminoácidos foi o farelo de glúten (FG); a soja integral extrusada (SIE) foi o alimento com menor quantidade em aminoácidos essenciais e, novamente a SIE e o farelo de canola (FC) foram aqueles que apresentaram menores conteúdos em aminoácidos não essenciais.

A farinha de carne e ossos (FCO) apresentou valores menores em aminoácidos essenciais comparados àqueles publicados por Rostagno et al. (2005) e maiores valores de glicina e de tirosina em relação aos dados relatados por Vieites et al. (2000), que avaliaram FCO com 52,43% de proteína bruta (PB). A composição aminoacídica da FCO foi menor também quando comparada àquela publicada no NRC (1994), exceto para arginina e glicina.

Tabela 2 – Matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e aminoácidos totais dos alimentos na matéria natural¹

	FCO	FPX	SIE	SIM	FS	FC	FG
MS (%)	89,13	89,68	92,35	92,42	94,14	89,16	91,24
PB (%)	50,36	54,19	35,42	39,40	45,77	39,02	68,46
Aminoácidos Essenciais (%)							
Lisina	2,445	3,990	2,263	2,514	2,987	2,052	0,992
Metionina	0,650	1,547	0,509	0,538	0,621	0,792	1,530
Metionina + Cistina	0,957	2,003	1,054	1,065	1,231	1,768	2,621
Treonina	1,527	2,241	1,488	1,642	1,924	1,656	2,203
Arginina	3,530	3,140	2,484	3,049	3,490	2,333	2,028
Histidina	0,809	1,139	0,931	1,026	1,208	1,056	1,288
Valina	1,741	2,607	1,652	1,961	2,258	1,992	2,978
Isoleucina	1,251	2,250	1,586	1,843	2,088	1,468	2,640
Leucina	2,741	3,914	2,680	3,134	3,592	2,656	11,948
Fenilalanina	1,618	2,216	1,715	2,088	2,361	1,519	4,086
Glicina	8,783	4,003	1,533	1,712	2,091	1,994	1,718
Aminoácidos Não Essenciais (%)							
Cistina	0,307	0,456	0,544	0,527	0,609	0,976	1,091
Alanina	3,957	3,649	1,582	1,818	2,100	1,862	6,385
Aspartato	3,539	4,974	4,123	4,820	5,556	2,676	3,956
Glutamato	5,760	7,234	6,507	7,752	8,782	7,135	14,908
Serina	1,878	2,026	1,852	2,113	2,484	1,647	3,544
Tirosina	1,071	1,707	1,226	1,421	1,629	1,052	3,306

FCO = farinha de carne e ossos; FPX = farinha de peixe; SIE = soja integral extruzada; SIM = soja integral micronizada; FS = farelo de soja; FC = farelo de canola; FG = farelo de glúten de milho

¹ Análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Ajinomoto Biolatina - SP

A composição de aminoácidos essenciais da farinha de peixe (FPX) foi inferior àquela determinada por Rostagno et al. (2005) e por Brumano et al. (2006), exceto para lisina, metionina e histidina. Para os aminoácidos não essenciais, Brumano et al. (2006) utilizaram farinha de peixe com maiores concentrações de cistina e serina quando comparados aos valores encontrados neste ensaio.

A soja integral extruzada (SIE) apresentou menores valores para aminoácidos quando comparados àqueles publicados por Rostagno et al. (2005), exceto para os teores de lisina e de treonina. Ao comparar o conteúdo de aminoácidos da SIE com a soja integral extruzada parcialmente desengordura estudada por Brumano et al. (2006) verifica-se menores valores para arginina, valina, alanina, aspartato e glutamato, e valores semelhantes para serina.

A SIM apresentou valores semelhantes em arginina, valina, leucina e fenilalanina e superiores para lisina e treonina em relação àquela citada por Rostagno et al. (2005). Foram observados valores inferiores para metionina, treonina, aspartato e serina em relação aos resultados observados por Nery (2005), para SIM.

O valor dos aminoácidos do FS foi superior àquele relatado por Ost et al. (2007), exceto para metionina+cistina, treonina, histidina e cistina e foi inferior àquele descrito por Rostagno et al. (2005), exceto para metionina+cistina, treonina e metionina. Ao comparar a composição de aminoácidos essenciais do FS com os valores descritos no NRC (1994), verifica-se menor valor para metionina e, dentre os aminoácidos não essenciais, maior para serina para este trabalho.

O conteúdo de aminoácidos do FC foi menor do que o observado por Huang et al. (2006), com exceção da metionina, da isoleucina e da tirosina, ao estudarem FC com teor de PB inferior, 33,97%. Os aminoácidos do FC foram superiores em relação ao mesmo alimento relatado no NRC (1994), exceto para metionina+cistina, cistina e serina.

A composição de aminoácidos do FG, obtida neste experimento, foi superior àquela relatada por Brumano et al. (2006) e por Rostagno et al. (2005), exceto para lisina e histidina. Da mesma forma, os aminoácidos essenciais do FG foram superiores aos descritos no NRC (1994), exceto para metionina+cistina, porém foram inferiores para os não essenciais, com exceção da serina e da tirosina.

Não foi possível obter estimativa dos valores de digestibilidade ileal verdadeira, pois a fração endógena determinada foi superestimada, possivelmente pelo alto nível de inclusão de casca de arroz que pode ter aumentado a descamação do epitélio intestinal e a produção de muco, mascarando os valores endógenos.

Com relação aos coeficientes de digestibilidade ileal aparente dos aminoácidos, a farinha de carne e ossos (FCO) apresentou valores menores, exceto para lisina e para glicina. Por outro lado, o farelo de soja obteve valores maiores para maioria dos coeficientes, exceto para arginina, leucina, fenilalanina, alanina, glutamato e tirosina.

A menor digestibilidade aminoacídica, entre os alimentos de origem vegetal, foi observada para o farelo de canola. Sabe-se que o teor de fibra dos alimentos pode reduzir a digestibilidade dos aminoácidos e aumentar as perdas endógenas das aves, provavelmente esta foi razão da menor digestibilidade dos aminoácidos do farelo de canola. De acordo com Coon (1991), a presença de material fibroso aumenta a atividade das células da mucosa intestinal e a produção de muco, diminui a digestibilidade de aminoácidos, em função da formação de um gel em torno dos nutrientes ou por se ligar às enzimas digestivas.

A digestibilidade ileal dos aminoácidos essenciais da FPX foi 14,80% maior do que a da FCO e 17,66%, para os não essenciais. Resultados semelhantes foram observados por Brumano et al. (2006), ao determinarem coeficientes de digestibilidade verdadeiros utilizando galos cecectomizados e alimentação forçada.

Os coeficientes de digestibilidade ileal aparente dos aminoácidos, descritos neste trabalho, foram menores do que aqueles relatados por Rostagno et al. (2005), os quais foram determinados pelo método de alimentação forçada e coleta total de excretas com galos cecectomizados, além disso a correção para as excreções endógenas (digestibilidade verdadeira) fazem com que os valores de digestibilidade aumentem.

A digestibilidade dos aminoácidos da FPX foi inferior àquela relatada por Brumano et al. (2006) ao adotarem a metodologia de alimentação forçada com galos cecectomizados.

Os coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos encontrados para SIE foram menores do que aqueles descritos por Rostagno et al. (2005), ao determinarem a digestibilidade de aminoácidos com frangos de corte.

Os valores de digestibilidade dos aminoácidos da soja integral micronizada (SIM) foram inferiores aos relatados por Rostagno et al. (2005) e por Nery (2005), com exceção da cistina e da alanina.

Tabela 3 – Coeficientes (COEF) de digestibilidade ileal aparente dos aminoácidos, em porcentagem, e respectivos desvios-padrão (DP)

	FCO		FPX		SIE		SIM		FS		FC		FG	
	COEF	± DP	COEF	± DP	COEF	± DP	COEF	± DP	COEF	± DP	COEF	± DP	COEF	± DP
Aminoácidos Essenciais														
Lisina	74,71	1,87	85,23	0,56	86,85	0,44	89,78	1,43	90,03	2,68	70,20	2,19	60,59	5,05
Metionina	70,23	0,89	84,11	0,52	81,60	0,89	86,61	0,42	89,13	3,71	81,16	2,38	90,03	0,98
Met + Cist	50,79	5,32	75,83	2,41	75,19	0,29	82,29	0,79	84,66	4,23	78,55	2,69	81,92	2,98
Treonina	52,87	4,83	71,95	3,56	75,26	0,08	80,18	0,07	82,25	5,40	62,26	5,87	70,81	3,10
Arginina	79,39	2,07	81,50	0,86	86,59	0,75	91,09	3,08	89,72	1,95	76,63	1,00	77,87	0,92
Histidina	72,64	0,01	78,40	0,57	86,52	0,49	89,94	0,52	89,83	2,91	81,01	3,19	84,31	1,53
Valina	64,85	3,95	78,41	3,27	79,30	0,96	84,58	0,04	85,77	4,08	70,64	2,73	81,56	1,98
Isoleucina	63,17	3,47	79,80	3,09	83,40	1,05	87,22	0,59	88,14	3,91	73,94	2,29	85,32	1,01
Leucina	70,61	1,57	81,87	2,58	83,71	0,56	87,21	0,81	88,16	3,64	78,11	2,36	93,92	0,17
Fenilalanina	68,50	1,78	79,44	1,90	84,92	0,73	87,84	0,50	88,37	3,66	76,71	3,14	89,97	0,39
Glicina	80,23	3,10	81,33	0,68	77,45	0,33	83,21	0,54	83,10	3,97	73,43	3,02	68,51	2,02
Média	68,00		79,81		81,89		86,36		87,19		74,79		80,44	
Aminoácidos Não Essenciais														
Cistina	15,57	13,63	51,23	8,15	68,71	1,36	77,74	1,17	79,95	4,77	76,45	2,93	70,65	8,47
Alanina	77,02	1,04	84,17	0,49	81,73	0,86	85,58	0,11	87,36	3,96	77,59	2,35	92,13	0,04
Aspartato	56,83	0,71	73,33	0,57	83,51	0,15	85,69	1,52	87,05	4,03	69,75	3,28	78,34	0,81
Glutamato	72,58	0,16	82,89	1,49	88,51	0,63	90,68	0,92	91,00	2,72	84,15	1,70	92,23	0,09
Serina	59,25	4,83	70,18	5,02	79,45	0,10	85,14	0,52	85,44	4,31	66,58	5,01	81,10	4,03
Tirosina	58,20	3,12	76,96	1,62	82,85	0,37	87,71	0,88	88,14	3,27	68,02	2,88	89,25	0,17
Média	62,68		76,12		81,27		85,72		86,58		74,56		83,65	

FCO = farinha de carne e ossos; FPX = farinha de peixe; SIE = soja integral extruzada; SIM = soja micronizada; FS = farelo de soja; FC = farelo de canola; FG = farelo de glúten

Os coeficientes de digestibilidade ileal aparente dos aminoácidos determinados para a FCO, o FS e o FC foram inferiores aos relatados por Huang et al. (2006), exceto para alanina e para arginina da FCO, os quais foram 76,0 e 78,0%, respectivamente e para a metionina, o aspartato, o glutamato, a serina e a tirosina do FS, ao utilizarem galos com 44 semanas de idade. Vale ressaltar que os teores de proteína bruta da FCO e do FS testados por Huang et al. (2006) foram superiores aos avaliados nesta pesquisa, sendo 54,75 e 48,66%, respectivamente.

A digestibilidade dos aminoácidos do FS foi inferior comparando-se aos valores publicados por Fischer Jr. et al. (1998) e aos descritos por Rostagno et al. (2005) ao adotarem metodologia de alimentação forçada com galos.

O FG estudado por Rodrigues et al. (2001) e por Rostagno et al. (2005) apresentaram coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos superiores aqueles determinados neste ensaio.

Os valores de aminoácidos digestíveis aparentes dos alimentos (Tabela 4) foram, em sua maioria, menores do que aqueles declarados na literatura, principalmente devido à determinação de valores aparentes e não verdadeiros, os quais se aproximam mais da exigência dos animais. Ainda assim, a determinação da digestibilidade aparente dos aminoácidos, nos diversos alimentos, é um ponto de partida para novas pesquisas na coturnicultura. Contudo, alguns valores de aminoácidos digestíveis foram maiores do que os registrados por alguns autores.

O valor de metionina digestível foi superior, para todos os alimentos estudados, em comparação com os dados publicados por Brumano et al. (2006), por Rostagno et al. (2005), por Nery (2005), por Vieites (1999) e por Fischer et al. (1998). O teor de lisina foi maior, na FPX, em relação aos valores publicados por Rostagno et al. (2005) e por Brumano et al. (2006) e no FS, quando comparada aos dados de Rostagno et al. (2005). Superioridade também foi verificada para treonina, no FG, comparando-se aos valores observados por Brumano et al. (2006). Os valores de arginina e de histidina foram maiores do que aqueles encontrados por Nery (2005), para SIM. O teor de histidina foi semelhante aos relatados por Vieites (1999), para FCO, e por Fischer et al. (1998), para FS. A leucina foi maior do que aquela observada por Rostagno et al. (2005) e por Brumano et al. (2006), para FG. Da mesma maneira, foi observado maior valor de alanina ao compará-la com os dados de Nery (2005), para SIM, e de Brumano et al. (2006), para FG. O valor do glutamato e da

serina, em relação aos valores verificados por Fischer et al. (1998), para FS e por Brumano et al. (2006), para FG, também foram maiores. O valor de valina foi inferior, porém muito semelhante ao descrito por Nery (2005), para SIM e por Fischer et al. (1998), para FS, assim como o teor de fenilalanina relatado por Brumano et al. (2006), para FG e o de cistina e de aspartato citados por Nery (2005), para SIM.

A comparação dos resultados obtidos com codornas japonesas não pôde ser feita com dados da mesma espécie em razão do pioneirismo deste trabalho. Muitas das diferenças detectadas podem ter sido em função da comparação com valores determinados por espécies distintas (codornas vs frangos de corte e galinhas poedeiras).

Com relação aos resultados de digestibilidade de aminoácidos, de um modo geral, os efeitos relacionados à composição química, ao tipo de processamento e à falta de padronização dos alimentos são os mesmos observados em ensaios utilizando codornas, frangos de corte ou galinhas poedeiras.

Pesquisas devem ser realizadas a fim de se obterem resultados mais consistentes da digestibilidade dos nutrientes, em especial dos aminoácidos, com a finalidade de reduzir os custos de produção e aumentar a eficiência de utilização dos diferentes ingredientes disponíveis para nutrição de codornas.

Tabela 4 – Aminoácidos digestíveis aparentes dos alimentos, na matéria natural

	FCO	FPX	SIE	SIM	FS	FC	FG
Aminoácidos Essenciais (%)							
Lisina	1,827	3,401	1,966	2,257	2,689	1,440	0,601
Metionina	1,072	1,885	1,214	1,422	1,715	1,344	1,983
Metionina + Cistina	0,330	1,173	0,383	0,443	0,526	0,622	1,253
Treonina	0,506	1,441	0,793	0,854	1,012	1,101	1,856
Arginina	2,802	2,559	2,151	2,777	3,131	1,788	1,579
Histidina	0,588	0,893	0,805	0,923	1,085	0,855	1,086
Valina	1,129	2,044	1,310	1,659	1,937	1,407	2,429
Isoleucina	0,790	1,796	1,323	1,607	1,840	1,085	2,252
Leucina	1,935	3,205	2,243	2,733	3,167	2,075	11,22
Fenilalanina	1,108	1,760	1,456	1,834	2,086	1,165	3,676
Glicina	7,046	3,256	1,187	1,425	1,738	1,464	1,177
Aminoácidos Não Essenciais (%)							
Alanina	3,048	3,071	1,293	1,556	1,834	1,445	5,883
Cistina	0,048	0,234	0,374	0,41	0,487	0,746	0,771
Aspartato	2,011	3,647	3,443	4,13	4,836	1,867	3,099
Glutamato	4,181	5,996	5,759	7,03	7,991	6,004	13,75
Serina	1,113	1,422	1,471	1,799	2,122	1,097	2,874
Tirosina	0,623	1,314	1,016	1,246	1,436	0,716	2,951

FCO = farinha de carne e ossos; FPX = farinha de peixe; SIE = soja integral extruzada; SIM = soja micronizada; FS = farelo de soja; FC = farelo de canola; FG = farelo de glúten

4- CONCLUSÃO

Os valores de coeficiente de digestibilidade ileal aparente de aminoácidos, essenciais e não essenciais, foram para a farinha de carne e ossos, 68,0 e 62,68%; farinha de peixe, 79,81 e 76,12%; soja integral extrusada, 81,89 e 81,27%; soja integral micronizada, 86,36 e 85,72%; farelo de soja, 87,19 e 86,58%; farelo de canola 74,79 e 74,56% e farelo de glúten de milho, 80,44 e 83,65 %, respectivamente.

CAPÍTULO 3

VALIDAÇÃO DE VALORES DE ENERGIA METABOLIZÁVEL DE ALIMENTOS, DETERMINADOS COM FRANGOS DE CORTE E COM CODORNAS, NA FORMULAÇÃO DE RAÇÃO PARA CODORNAS JAPONESAS EM POSTURA

1- INTRODUÇÃO

A criação de codornas tem sido uma atividade que demanda baixos investimentos iniciais e que requer uso de pequenas áreas, quando comparada à criação de frangos de corte e poedeiras. A produção de ovos de codornas está definitivamente incorporada ao segmento avícola.

Além do crescimento físico dos plantéis, nos últimos anos, houve também aumento na produção de ovos, evidenciando importante ganho em produtividade, certamente resultado de melhores tecnologias aplicadas às áreas de melhoramento genético, nutrição, manejo e às criações comerciais de um modo geral.

Embora o número de pesquisas tenha aumentado nos últimos anos, ainda se observa escassez de dados, no que se refere às necessidades nutricionais e à digestibilidade dos nutrientes dos diversos alimentos. Esse banco de dados limitado constitui uma desvantagem na elaboração de rações que sejam de máxima lucratividade e desempenho da atividade. Para tanto, o conhecimento dos alimentos quanto à sua composição química e ao seu conteúdo energético é de extrema importância.

A energia não é um nutriente; os diversos nutrientes produzem energia quando oxidados por meio de reações do metabolismo (NRC, 1994). O conteúdo energético dos alimentos passível de ser metabolizado pelas aves, assim como as exigências

nutricionais são expressos na forma de energia metabolizável aparente (Albino et al., 1992).

As rações destinadas à alimentação de codornas são balanceadas empregando-se valores de energia metabolizável dos alimentos determinados com frangos de corte e poedeiras comerciais, o que pode ser considerada uma extrapolação incorreta, pois codornas possuem maior taxa de passagem dos alimentos no trato digestivo e maior proporção do aparelho digestivo em relação ao peso corporal (Silva et al., 2007). Tal fato pode gerar diferenças em termos de digestibilidade, aproveitamento e determinação do valor energético dos alimentos (Murakami & Furlan, 2002).

Objetivou-se neste experimento validar os valores de energia metabolizável de alguns alimentos determinados com codornas japonesas e compará-los com aqueles determinados com frangos de corte e poedeiras, aplicando-os na formulação de rações utilizadas na nutrição de codornas japonesas em fase de postura.

2- MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no setor de avicultura da Universidade Federal de Viçosa – MG, no período de 29/06 a 22/09 de 2008.

Foram utilizadas 648 codornas japonesas com 82 dias de idade, com produção de ovos média de 91,1% e peso inicial médio de $178,09 \pm 4,34$ g, distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso segundo arranjo fatorial 3x3 (formulações x alimentos), com nove repetições e oito aves por unidade experimental.

Os valores de proteína e energia bruta dos alimentos (Tabela 1) utilizados nas rações experimentais foram analisados no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa. O valor de energia metabolizável (Tabela 2), de cada alimento, foi calculado a partir do coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta, de acordo com a fonte de dados utilizada como objeto da comparação: frangos de corte (coeficientes calculados a partir dos dados publicados por Rostagno et al. (2005)) e codornas japonesas (coeficientes determinados no Capítulo I desta tese, página 30).

Tabela 1 – Proteína bruta, energia bruta e coeficientes de metabolizabilidade dos alimentos utilizados nas rações experimentais, com base na matéria natural

Alimento	Proteína Bruta (%)		Energia Bruta (kcal/kg)		CMEBn* (%)	CMEBn** (%)
	Tabelado*	Analisado ¹	Tabelado*	Analisado ¹		
Milho	8,26	7,75	3.925	3.933	86,14	84,30
Sorgo	9,23	10,25	3.928	3.967	81,26	80,66
Farelo de soja	45,32	45,43	4.079	4.304	55,31	54,74
Farinha de carne e ossos	41,00	40,79	3.286	3.098	58,95	60,51
Farinha de vísceras de aves	57,00	53,34	4.661	4.520	69,92	78,64
Farinha de peixe	54,40	53,59	4.114	3.708	63,85	64,09

* Rostagno et al. (2005)

** Resultados obtidos no ensaio de metabolismo descrito no Capítulo I.

CMEBn = coeficiente de metabolizabilidade corrigida da energia bruta

¹ Análise realizada no Laboratório de Nutrição Animal do DZO da UFV.

Tabela 2 – Energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) calculada dos alimentos, com base na matéria natural

Alimento	EMAn* (kcal/kg)	EMAn** (kcal/kg)
Milho	3.387	3.315
Sorgo	3.224	3.200
Farelo de soja	2.380	2.356
Farinha de carne e ossos	1.826	1.875
Farinha de vísceras de aves	3.160	3.554
Farinha de peixe	2.368	2.376

* Resultados calculados a partir dos coeficientes de metabolizabilidade corrigida da energia bruta segundo Rostagno et al. (2005).

** Resultados calculados a partir dos coeficientes de metabolizabilidade corrigida da energia bruta obtidos no ensaio de metabolismo descrito no Capítulo I.

As rações experimentais (Tabela 3) seguiram os valores de exigências nutricionais utilizadas por Lima (2008) e a composição química e os níveis práticos de inclusão dos alimentos em rações de galinhas poedeiras descritos por Rostagno et al. (2005). Foram utilizados valores subótimos para a exigência de energia metabolizável (2.600 kcal/kg), exceto para as rações controle (2.800 kcal/kg), a fim de que a comparação entre os resultados fosse mais clara e precisa, considerando que o conteúdo energético dos componentes das rações pudessem ser maximizados quanto à utilização.

As rações foram formuladas à base de milho, farelo de soja e sorgo. Foram incluídos alimentos alternativos tais como: farinha de vísceras de aves aos tratamentos T1, T2 e T3; farinha de carne e ossos aos tratamentos T4, T5 e T6 e farinha de peixe aos tratamentos T7, T8 e T9. Os tratamentos T1, T4 e T7 continham na sua formulação 2.800 kcal de EM/kg e valor de EMAn dos alimentos segundo Rostagno et al. (2005); os tratamentos T2, T5 e T8 continham na sua formulação 2.600 kcal de EM/kg e valor de EMAn dos alimentos segundo Rostagno et al. (2005) e os tratamentos T3, T6 e T9 continham 2.600 kcal de EM/kg e valor de EMAn dos alimentos determinados com codornas (conforme resultados descritos no Capítulo I, página 30);

As codornas foram alojadas em gaiolas dispostas em sistema escada de dois andares confeccionadas em arame com dimensões de 25 x 34 x 16 cm (largura x profundidade x altura), fornecendo área de 106 cm²/ave, equipadas com comedouro linear de metal galvanizado, bebedouro automático tipo nipple com copinho e aparador de ovos.

O programa de luz teve duração de 16h diárias, utilizando-se para este fim lâmpadas incandescentes de 60W controladas por um “timer”. Diariamente, a coleta dos ovos foi realizada pela manhã (8:00h) e o fornecimento da ração no período da manhã (8:00) e à tarde (16:00h).

O consumo de ração foi controlado, sendo este estimado antes do período experimental para que o fornecimento de nutrientes não fosse ajustado e alterado, em função da densidade energética da ração.

A pesagem da ração de cada unidade experimental foi feita diariamente, sendo o peso equivalente à quantidade de aves da gaiola e corrigido de acordo com a mortalidade. As sobras eram guardadas e anotadas de acordo com a data e o número da unidade experimental.

Durante a realização do experimento, foram observadas e registradas as seguintes variáveis:

Tabela 3 – Composição das rações experimentais, na matéria natural

Alimento (%)	2800TBAS	2600TBAS	2600COD	2800TBAS	2600TBAS	2600COD	2800TBAS	2600TBAS	2600COD
	Farinha de vísceras de aves			Farinha de carne e ossos			Farinha de peixe		
Milho	27,777	27,777	27,777	28,050	28,050	28,050	27,977	27,977	27,977
Farelo de Soja	27,959	27,959	27,959	28,942	28,942	28,942	29,155	29,155	29,155
Sorgo	27,777	27,777	27,777	28,050	28,050	28,050	27,977	27,977	27,977
Alimento alternativo	3,107	3,107	3,107	3,109	3,109	3,109	2,194	2,194	2,194
Fosfato bicálcico	0,702	0,702	0,702	-	-	-	0,794	0,794	0,794
Calcário	7,052	7,052	7,052	7,010	7,010	7,010	6,971	6,971	6,971
Óleo de soja	2,273	-	0,241	2,273	-	0,369	2,324	0,049	0,435
Sal comum	0,293	0,293	0,293	0,282	0,282	0,282	0,285	0,285	0,285
Lisina-HCl (79%)	0,227	0,227	0,227	0,233	0,233	0,233	0,210	0,210	0,210
DL-Metionina (99%)	0,340	0,340	0,340	0,359	0,359	0,359	0,331	0,331	0,331
L-Triptofano (99%)	0,009	0,009	0,009	0,012	0,012	0,012	0,007	0,007	0,007
Isoleucina (99%)	0,104	0,104	0,104	0,123	0,123	0,123	0,097	0,097	0,097
Arginina (99%)	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,033	0,033	0,033
Valina (99%)	0,058	0,058	0,058	0,074	0,074	0,074	0,058	0,058	0,058
Premix Vitamínico ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Premix Mineral ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Cloreto de Colina (60%)	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060
Antioxidante ³	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Inerte ⁴	2,077	4,350	4,109	1,239	3,512	3,143	1,367	3,642	3,256
Total	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000

TBAS = EMAn dos alimentos determinada com frangos de corte (Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos, segundo Rostagno et al. (2005);

COD = EMAn dos alimentos determinada com codornas japonesas (segundo determinado no Capítulo I desta tese)

2800 = 2.800Kcal de EM/kg de ração

2600 = 2.600Kcal de EM/kg de ração

¹Composição/kg de produto: Vit. A: 12.000.000 U.I., Vit D₃: 3.600.000 U.I., Vit. E: 3.500 U.I., Vit B₁: 2.500 mg, Vit B₂: 8.000 mg, Vit B₆: 5.000 mg; Ácido pantotênico: 12.000 mg, Biotina: 200 mg, Vit. K: 3.000 mg, Ácido fólico: 1.500mg, Ácido nicotínico: 40.000 mg, Vit. B₁₂: 20.000mg, Selênio: 150 mg, Veículo q.s.p.: 1.000g;

²Composição/kg de produto: Manganês: 160g, Ferro: 100g, Zinco: 100g, Cobre: 20g, Cobalto: 2g, Iodo: 2g, Excipiente q.s.p.: 1000 g; ³Butil-hidróxi-tolueno (99%);

⁴Areia lavada;

Continuação da Tabela 3

Alimento (%)	2800TBAS	2600TBAS	2600COD	2800TBAS	2600TBAS	2600COD	2800TBAS	2600TBAS	2600COD
	Farinha de vísceras de aves			Farinha de carne e ossos			Farinha de peixe		
Composição química									
Energia metabolizável (kcal/kg)	2.800	2.600	2.600	2.800	2.600	2.600	2.800	2.600	2.600
Proteína bruta (%)	19,300	19,300	19,300	19,300	19,300	19,300	19,300	19,300	19,300
Lisina (%)	1,080	1,080	1,080	1,080	1,080	1,080	1,080	1,080	1,080
Metionina + cistina (%)	0,860	0,860	0,860	0,860	0,860	0,860	0,860	0,860	0,860
Triptofano (%)	0,218	0,218	0,218	0,218	0,218	0,218	0,218	0,218	0,218
Treonina (%)	0,645	0,645	0,645	0,630	0,630	0,630	0,649	0,649	0,649
Leucina (%)	1,370	1,370	1,370	1,370	1,370	1,370	1,370	1,370	1,370
Isoleucina (%)	0,870	0,870	0,870	0,870	0,870	0,870	0,870	0,870	0,870
Arginina (%)	1,220	1,220	1,220	1,220	1,220	1,220	1,220	1,220	1,220
Valina (%)	0,890	0,890	0,890	0,890	0,890	0,890	0,890	0,890	0,890
Histidina (%)	0,410	0,410	0,410	0,410	0,410	0,410	0,410	0,410	0,410
Fenilalanina + tirosina (%)	1,350	1,350	1,350	1,350	1,350	1,350	1,350	1,350	1,350
Cálcio (%)	3,090	3,090	3,090	3,090	3,090	3,090	3,090	3,090	3,090
Fósforo disponível (%)	0,310	0,310	0,310	0,310	0,310	0,310	0,310	0,310	0,310
Sódio (%)	0,145	0,145	0,145	0,145	0,145	0,145	0,145	0,145	0,145

TBAS = EMAn dos alimentos determinada com frangos de corte (Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos, segundo Rostagno et al. (2005);

COD = EMAn dos alimentos determinada com codornas japonesas (segundo determinado no Capítulo I desta tese)

2800 = 2.800Kcal de EM/kg de ração

2600 = 2.600Kcal de EM/kg de ração

¹Composição/kg de produto: Vit. A: 12.000.000 U.I., Vit D₃: 3.600.000 U.I., Vit. E: 3.500 U.I., Vit B₁: 2.500 mg, Vit B₂: 8.000 mg, Vit B₆: 5.000 mg; Ácido pantotênico: 12.000 mg, Biotina: 200 mg, Vit. K: 3.000 mg, Ácido fólico: 1.500mg, Ácido nicotínico: 40.000 mg, Vit. B₁₂: 20.000mg, Selênio: 150 mg, Veículo q.s.p.: 1.000g; ²Composição/kg de produto: Manganês: 160g, Ferro: 100g, Zinco: 100g, Cobre: 20g, Cobalto: 2g, Iodo: 2g, Excipiente q.s.p.: 1000 g; ³Butil-hidróxi-tolueno (99%); ⁴Areia lavada;

Ganho de peso

Todas as aves foram pesadas ao início e ao término do experimento, para determinação do ganho de peso das codornas.

Viabilidade das aves

O total de aves mortas foi anotado diariamente e o número acumulado foi subtraído do número total de aves vivas, sendo os valores obtidos, convertidos em percentagem, no final do experimento.

Consumo de ração

As rações fornecidas e as sobras foram pesadas diariamente para todas as unidades experimentais. Ao final do experimento o consumo de ração foi calculado subtraindo-se as sobras do total fornecido para cada unidade experimental. Em caso de mortalidade, o peso da ração fornecida foi corrigido para o número de aves da gaiola.

Produção de ovos

Os ovos foram coletados diariamente às 8:00 horas. A produção média de ovos no período foi obtida computando-se diariamente o número de ovos produzidos, incluindo os quebrados, os trincados e os anormais, e foi expressa em porcentagem sobre a média de aves do período (ovo/ave/dia). Também foi calculado o número de ovos comercializáveis durante o período experimental, que foi obtido descontando-se os quebrados, os trincados e os anormais do total de ovos, sendo este valor utilizado para calcular a produção de ovos comercializáveis ave-dia.

Peso de ovo médio

Todos os ovos íntegros produzidos durante o 19^o, 20^o, 21^o, 40^o, 41^o, 42^o, 61^o, 62^o, 63^o, 82^o, 83^o e 84^o dias experimentais, em cada repetição, foram pesados e o peso total obtido foi dividido pelo número de ovos utilizados na pesagem.

Massa de ovos

O peso de ovo médio foi multiplicado pelo número total de ovos produzidos no período experimental, obtendo-se assim a massa total de ovos. Esta massa total foi dividida pelo número total de aves por dia do período, sendo expressa em gramas de ovo por ave por dia.

Conversão alimentar

Foram avaliadas as conversões alimentares por dúzia de ovos, expressa pelo consumo total de ração em quilogramas dividido pela dúzia de ovos produzidos (kg/dz), e por massa de ovos, que foi obtida pelo consumo de ração em quilogramas dividido pela massa de ovos produzida em quilogramas (kg/kg).

Gravidade específica dos ovos

No 16^o, 17^o, 18^o, 37^o, 38^o, 39^o, 58^o, 59^o, 60^o, 79^o, 80^o e 81^o dias do período experimental, foi avaliada a gravidade específica de todos os ovos íntegros coletados. Os ovos foram imersos em soluções de NaCl com densidade que variam de 1,055 a 1,085 g/cm³, com intervalos de 0,005 g/cm³ entre elas. A densidade das soluções foi medida com o auxílio de um densímetro modelo INCOTERM – OM - 5565.

Componentes do ovo

Para avaliação dos componentes dos ovos foram analisados os pesos da gema, do albúmen e da casca em relação ao peso do ovo, no 19^o, 20^o, 21^o, 40^o, 41^o, 42^o, 61^o, 62^o, 63^o, 82^o, 83^o e 84^o dias experimentais, para obtenção das porcentagens dos componentes dos ovos.

Para isso, em cada dia, foram utilizados aleatoriamente três ovos de cada unidade experimental. Eles foram pesados individualmente em balança com precisão de 0,001 g. A gema de cada ovo foi pesada e registrada, e a respectiva casca, foi lavada e seca ao ar durante três dias, para obtenção do seu peso. O peso do albúmen foi obtido subtraindo-se, do peso do ovo, o peso da gema e o da casca.

Análise de variância foi realizada para todas as variáveis e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa SAEG – Sistema de Análise Estatística e Genética da Universidade Federal de Viçosa (2001) versão 9.0.

3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de temperatura ambiente, mínima e máxima diárias, de bulbo seco e de bulbo úmido e a umidade relativa do ar (%) estão descritas na Tabela 4.

Tabela 4- Temperaturas mínima, máxima, de bulbo seco e de bulbo úmido e umidade relativa do ar durante o período experimental

Horário	Mínima (°C)	Máxima (°C)	Bulbo seco (°C)	Bulbo úmido (°C)	Umidade Relativa (%)
8:00			17,87 ± 2,98	15,27 ± 2,12	76,14 ± 9,72
16:00	15,53 ± 2,89	26,75 ± 3,28	23,29 ± 3,36	17,39 ± 2,24	59,51 ± 12,36

As variáveis referentes ao peso corporal e a viabilidade das codornas de acordo com a formulação das rações e tipos de alimentos encontram-se na Tabela 5. Não houve interação significativa ($P>0,05$) entre as formulações e o tipo de alimento utilizado para estas variáveis.

A viabilidade das aves não foi influenciada ($P>0,05$) pelos tratamentos utilizados. O peso final das codornas alimentadas com a ração controle (2.800 kcal de EM/kg) foi maior ($P<0,05$) do que aqueles observados para as aves que receberam rações com níveis reduzidos de energia (2.600 kcal de EM/kg). A diferença observada entre o peso final das aves que receberam a ração controle e a formulação segundo Rostagno et al. (2005) foi de 4,15g e entre o controle e a formulação segundo dados do Capítulo I, página 30 foi de 2,28g. As aves pertencentes aos tratamentos, cujas rações foram formuladas com base em valores de EMAn dos alimentos determinados com codornas, obtiveram peso final maior, em 1,87g, comparadas àquelas que receberam rações formuladas com valores de EMAn determinados com frangos de corte. O peso final também foi influenciado ($P<0,01$) pelo alimento alternativo utilizado. Codornas alimentadas com rações à base de farinha de carne e ossos (FCO) apresentaram peso final semelhante ao das aves alimentadas com farinha de vísceras de aves (FVA) e maior do que as alimentadas com farinha de peixe (FPX).

Tabela 5 – Peso corporal, ganho de peso e viabilidade de codornas japonesas de acordo com as formulações e alimentos utilizados

Alimento Alternativo	Formulação			Média ¹
	2800TBAS	2600TBAS	2600COD	
Peso inicial, g				
Farinha de Vísceras de Aves	179,11	177,72	176,78	177,87
Farinha de Carne e Ossos	177,53	179,51	179,01	178,69
Farinha de Peixe	177,14	178,15	177,97	177,76
Média	177,93	178,46	177,92	
Peso final, g				
Farinha de Vísceras de Aves	196,14	188,53	192,07	192,24 AB
Farinha de Carne e Ossos	193,07	192,36	194,95	193,07 A
Farinha de Peixe	191,97	187,86	187,35	191,97 B
Média ²	193,73 a	189,58 b	191,45 ab	
Ganho de peso, g				
Farinha de Vísceras de Aves	17,02	10,81	15,00	14,28
Farinha de Carne e Ossos	15,54	12,85	15,92	14,77
Farinha de Peixe	14,28	9,71	9,37	11,12
Média ³	15,62 a	11,12 b	13,43 ab	
Viabilidade, %				
Farinha de Vísceras de Aves	84,72	87,50	88,89	87,04
Farinha de Carne e Ossos	79,17	81,94	80,56	80,56
Farinha de Peixe	86,11	86,11	83,33	85,19
Média	83,33	85,19	84,26	

^{1,3} Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%

² Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 1%

TBAS = EMAn dos alimentos determinada com frangos de corte segundo Rostagno et al. (2005);

COD = EMAn dos alimentos determinada com codornas japonesas (segundo determinado no Capítulo I, página 30)

2800 = 2.800Kcal de EM/kg de ração

2600 = 2.600Kcal de EM/kg de ração

O resultado do ganho de peso foi semelhante ao observado para peso final quanto ao efeito da formulação, no entanto, não houve influência ($P>0,05$) dos alimentos utilizados. Codornas alimentadas com ração formulada com base em valores determinados com codornas apresentaram maior ganho de peso do que aquelas alimentadas com ração formulada com valores determinados para frangos de corte (2,31g) e apresentaram ganho de peso semelhante ($P<0,05$) ao grupo controle.

Os resultados referentes ao desempenho das codornas encontram-se na Tabela 6. Houve interação significativa ($P<0,01$) entre as formulações das rações e os alimentos alternativos apenas para o consumo de ração. Verificou-se influência da formulação ($P<0,01$) para todas variáveis. No entanto, o tipo de alimento não influenciou ($P>0,05$) as demais variáveis analisadas.

Tabela 6 – Desempenho de codornas japonesas de acordo com as formulações e os alimentos utilizados

Alimento Alternativo	Formulação			Média ²
	2800TBAS	2600TBAS	2600COD	
	Consumo de ração (g) ¹			
Farinha de Vísceras de Aves	27,39 a	27,72 a	27,63 a	27,58
Farinha de Carne e Ossos	26,77 b	27,75 a	27,69 a	27,40
Farinha de Peixe	27,49 a	27,79 a	27,73 a	27,67
Média ³	27,22	27,76	27,68	
	Taxa de postura ave-dia (%)			
Farinha de Vísceras de Aves	93,86	83,60	86,89	88,12
Farinha de Carne e Ossos	92,86	82,52	87,00	87,46
Farinha de Peixe	92,78	85,02	85,71	87,84
Média ³	93,17 a	83,72 c	86,54 b	
	Taxa de postura de ovos comercializáveis (%)			
Farinha de Vísceras de Aves	92,01	81,69	85,22	86,31
Farinha de Carne e Ossos	91,26	80,48	85,08	85,61
Farinha de Peixe	91,12	83,23	83,97	86,10
Média ³	91,46 a	81,80 c	84,76 b	
	Peso médio de ovo (g)			
Farinha de Vísceras de Aves	12,06	11,94	11,94	11,98
Farinha de Carne e Ossos	12,17	11,99	12,03	12,06
Farinha de Peixe	12,17	11,94	11,85	11,99
Média ³	12,13 a	11,96 b	11,94 b	
	Massa de ovo por ave-dia (g)			
Farinha de Vísceras de Aves	11,31	9,97	10,38	10,56
Farinha de Carne e Ossos	11,30	9,89	10,46	10,55
Farinha de Peixe	11,29	10,15	10,15	10,53
Média ³	11,30 a	10,00 c	10,33 b	
	Conversão alimentar por massa de ovos			
Farinha de Vísceras de Aves	2,421	2,782	2,668	2,624
Farinha de Carne e Ossos	2,371	2,811	2,649	2,610
Farinha de Peixe	2,436	2,741	2,733	2,637
Média ³	2,409 a	2,778 c	2,683 b	
	Conversão alimentar por dúzia de ovos (kg/dz)			
Farinha de Vísceras de Aves	0,350	0,398	0,382	0,377
Farinha de Carne e Ossos	0,346	0,405	0,382	0,378
Farinha de Peixe	0,356	0,393	0,389	0,379
Média ³	0,351 a	0,399 c	0,384 b	

¹ Interação significativa (P<0,01): médias seguidas de letras diferentes na coluna dentro de formulação diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 1%

² Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%

³ Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 1%

TBAS = EMAn dos alimentos determinada com frangos de corte segundo Rostagno et al. (2005);
COD = EMAn dos alimentos determinada com codornas japonesas (segundo determinado no Capítulo I, página 30)

2800 = 2.800Kcal de EM/kg de ração

2600 = 2.600Kcal de EM/kg de ração

Verificou-se efeito ($P < 0,05$) dos alimentos utilizados apenas para o consumo de ração da formulação controle (2.800 kcal de EM/kg). As aves que receberam FCO consumiram menos do que as codornas alimentadas com rações contendo FVA e/ou FPX. No entanto, os alimentos não influenciaram ($P > 0,05$) o consumo de ração nas formulações contendo 2.600 kcal de EM/kg (TBAS ou COD). A adição de FPX proporcionou consumo semelhante à FVA e maior do que à de FCO.

A quantidade de ração consumida, pelo grupo controle, foi superior ao verificado por Moura et al. (2008) de 25,2g/ ave-dia, embora as codornas utilizadas por estes autores apresentassem peso inicial menor, em 23g/ ave, em relação ao observado nesta pesquisa, o que influenciou o consumo diário de energia, 70,6 kcal/ave (Moura et al., 2008) vs 76,2 kcal/ave-dia.

As demais variáveis de desempenho foram sempre superiores ($P < 0,01$) para as codornas que receberam ração controle (2.800 kcal de EM/kg). Desse modo, as comparações a seguir serão feitas entre aves que receberam ração contendo níveis subótimos de energia metabolizável (2.600 kcal de EM/ kg).

Resultados distintos foram observados para as taxas de postura de ovos (ave-dia e ovos comercializáveis), a massa de ovo (g/ave-dia) e as conversões alimentares (por massa e por dúzia de ovos) de acordo com a formulação utilizada. As rações formuladas com dados determinados com codornas permitiram melhor aproveitamento energético dos alimentos pelas codornas. Por outro lado, rações balanceadas com valores determinados com frangos de corte não se ajustaram às exigências energéticas de codornas japonesas, uma vez que foi verificado piores resultados para este grupo (2600 TBAS).

A produção e a massa de ovos do grupo controle foram equivalentes àquelas publicadas recentemente na literatura por Moura et al. (2008), que obtiveram 92,9% e 11,42 g/ave-dia, respectivamente, para a mesma espécie da 19^o à 40^o semana de idade. A taxa de postura ave-dia, a taxa de postura de ovos comercializáveis e a massa de ovo provenientes de codornas alimentadas com ração formuladas com valores determinados com codornas (2600cod) foram superiores em 3,26, 3,49 e 3,19%, respectivamente, do que às médias obtidas para aquelas que receberam ração formuladas com valores determinados com frangos (2600TBAS). Silva et al. (2003), apesar de não encontrarem resposta significativa para as variáveis estudadas, relataram pequena superioridade (6,5%), em valores absolutos, na produção de ovos de codornas que receberam ração formulada com conteúdo energético para o milho e o farelo de soja estimados por Furlan

et al. (1996), utilizando codornas japonesas em relação ao tratamento cuja dieta foi balanceada com base nos dados de frangos de corte.

Para a conversão alimentar por massa e por dúzia de ovos, os valores foram inferiores em 3,60 e 5,00%, respectivamente ao relacionar as médias obtidas com rações formuladas para codornas (2600COD) e com rações formuladas para frangos (2600TBAS). Novamente, Silva et al. (2003) detectaram diferenças numéricas, em relação aos resultados obtidos com as diferentes formulações usadas para codornas, ou seja, os valores energéticos determinados com codornas melhoraram a conversão alimentar por massa de ovo em 12%, em relação à ração formulada com a energia do milho e do farelo de soja determinados com frangos de corte.

Para peso de ovo médio verificou-se efeito não significativo ($P>0,05$) para os ovos provenientes de aves alimentadas com ração formulada com base nos valores energéticos de alimentos determinados com codornas e com frangos de corte.

Os resultados referentes à qualidade interna e externa dos ovos encontram-se na Tabela 7. Observou-se interação não significativa ($P>0,05$) entre as formulações e os alimentos alternativos e não houve efeito significativo ($P>0,05$) dos alimentos sobre as variáveis estudadas. A formulação das rações influenciou significativamente nas variáveis relacionadas à qualidade de casca ($P<0,01$). O peso e a porcentagem de casca e a gravidade específica do ovo foram maiores para as aves que alimentadas com rações contendo 2.800 kcal de EM/kg, ou seja, os tratamentos contendo 2.600 kcal de EM/kg, independente da fonte de dados de EMAn dos alimentos, foram semelhantes.

A partir da análise dos índices zootécnicos pode-se inferir que os valores de EMAn determinados com codornas japonesas foram melhor ajustados à esta espécie em relação àqueles descritos por Rostagno et al. (2005), cujos dados foram determinados com frangos de corte e galinhas poedeiras.

Dentre os alimentos avaliados destacam-se o milho, o sorgo e o farelo de soja, pois foram os ingredientes com maior participação quantitativa nas rações experimentais, diferentemente dos alimentos alternativos, incluídos no máximo em 3% das rações, o que significa que suas contribuições energéticas foram pequenas quando comparadas aos alimentos incluídos em maior proporção.

Tabela 7 – Qualidade interna e externa dos ovos de codornas japonesas de acordo com as formulações e os alimentos utilizados

Alimentos	Formulação			Média
	2800TBAS	2600TBAS	2600COD	
	Peso de gema, g			
Farinha de Vísceras de Aves	3,60	3,56	3,57	3,58
Farinha de Carne e Ossos	3,64	3,66	3,56	3,62
Farinha de Peixe	3,61	3,54	3,58	3,58
Média	3,61	3,59	3,57	
	Peso de albúmen, g			
Farinha de Vísceras de Aves	7,64	7,53	7,60	7,59
Farinha de Carne e Ossos	7,65	7,55	7,64	7,61
Farinha de Peixe	7,63	7,52	7,48	7,54
Média	7,64	7,53	7,57	
	Peso de casca, g			
Farinha de Vísceras de Aves	1,000	0,946	0,953	0,967
Farinha de Carne e Ossos	0,999	0,982	0,976	0,986
Farinha de Peixe	0,991	0,991	0,956	0,970
Média ¹	0,997 a	0,963 b	0,961 b	
	Porcentagem de gema, %			
Farinha de Vísceras de Aves	29,42	29,61	29,47	29,50
Farinha de Carne e Ossos	29,61	30,02	29,25	29,62
Farinha de Peixe	29,51	29,48	29,82	29,60
Média	29,51	29,70	29,51	
	Porcentagem de albúmen, %			
Farinha de Vísceras de Aves	62,40	62,53	62,66	62,53
Farinha de Carne e Ossos	62,26	61,93	62,72	62,30
Farinha de Peixe	62,39	62,52	62,22	62,38
Média	62,35	62,33	62,53	
	Porcentagem de casca, %			
Farinha de Vísceras de Aves	8,18	7,86	7,86	7,97
Farinha de Carne e Ossos	8,13	8,05	8,01	8,06
Farinha de Peixe	8,10	8,00	7,95	8,02
Média ¹	8,14 a	7,97 b	7,94 b	
	Gravidade específica, g/cm ³			
Farinha de Vísceras de Aves	1,0737	1,0717	1,0725	1,0726
Farinha de Carne e Ossos	1,0741	1,0730	1,0727	1,0733
Farinha de Peixe	1,0743	1,0728	1,0728	1,0733
Média ¹	1,0740 a	1,0725 b	1,0727 b	

¹ Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 1%
 TBAS = EMAn dos alimentos determinada com frangos de corte segundo Rostagno et al. (2005);
 COD = EMAn dos alimentos determinada com codornas japonesas (segundo determinado no Capítulo I, página 30)

2800 = 2.800Kcal de EM/kg de ração

2600 = 2.600Kcal de EM/kg de ração

4- CONCLUSÃO

Os valores de energia metabolizável aparente corrigida do milho, do sorgo, do farelo de soja e das farinhas de vísceras de aves, de carne e ossos e de peixe, determinados com codornas, são mais apropriados para a formulação de rações para codornas japonesas em postura do que aqueles determinados com frangos de corte e galinhas poedeiras.

3- CONCLUSÕES GERAIS

Os valores de energia metabolizável aparente corrigida dos alimentos estudados, expressos em kcal/kg, foram de 3.252 para o milho, de 3.211 para o sorgo, de 2.276 para o farelo de soja, de 3.479 para a soja integral extrusada, de 4.018 para a soja integral micronizada, de 1.888 para o farelo de canola, de 3.712 para o farelo de glúten, de 2.142 para a farinha de carne e ossos, de 3.137 para a farinha de penas, de 2.651 para a farinha de peixe e de 3.545 para a farinha de vísceras de aves.

Os valores de coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta dos alimentos estudados, expressos em porcentagem, foram de 84,30 para o milho, de 80,66 para o sorgo, de 54,74 para o farelo de soja, de 67,42 para a soja integral extrusada, de 73,09 para a soja integral micronizada, de 45,12 para o farelo de canola, de 69,61 para o farelo de glúten, de 60,51 para a farinha de carne e ossos, de 59,25 para a farinha de penas, de 64,09 para a farinha de peixe e de 78,64 para a farinha de vísceras de aves.

As médias dos valores de coeficiente de digestibilidade ileal aparente de aminoácidos essenciais e não essenciais foram para a farinha de carne e ossos, 68,0 e 62,68%; para a farinha de peixe, 79,81 e 76,12%; para a soja integral extrusada, 81,89 e 81,27%; para a soja integral micronizada, 86,36 e 85,72%; para o farelo de soja, 87,19 e 86,58%; para o farelo de canola 74,79 e 74,56% e para o farelo de glúten de milho, 80,44 e 83,65 %, respectivamente.

Os valores de energia metabolizável aparente corrigida do milho, do sorgo, do farelo de soja e das farinhas de vísceras de aves, de carne e ossos e de peixe, determinados com codornas, são mais apropriados para a formulação de rações para codornas japonesas em postura do que aqueles determinados com frangos de corte e galinhas poedeiras.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ALBINO, L.F.T. **Determinação de valores de energia metabolizável e triptofano de alguns alimentos para aves em diferentes idades.** Viçosa, UFV, 1980. 55p. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1980.
- ALBINO, L.F.T., FERREIRA, A.S., FIALHO, E.T. et al. Determinação dos valores de energia metabolizável e matéria seca aparentemente metabolizável de alguns alimentos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.11, n.2, p.207-220, 1982.
- ALBINO, L.F.T. **Sistemas de avaliação nutricional de alimentos e suas aplicações na formulação de rações para frangos de corte.** Viçosa, UFV, 1991. 141p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1991.
- ALBINO, L.F.T., ROSTAGNO, H.S., TAFURI, M.L. et al. Determinação dos valores de energia metabolizável aparente e verdadeira de alguns alimentos para aves, usando diferentes métodos. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.21, n.6, p.1047-1058, 1992.
- ANDRIGUETTO, J.M.; PERLY, L.; MINARDI, I. et al. **Nutrição Animal – Alimentação Animal Aplicada.** São Paulo: Nobel, 3ª edição, v.2, 1988.
- ANGKANAPORN, K., RAVINDRAN, V., BRYDEN, W.L. Influence of caeectomy and dietary protein concentration on apparent excreta amino acid digestibility in adult cockerels. **British Poultry Science**, Edinburgh, v. 38, n.3, p.270-276, 1997.
- ASKBRANT, S. **The concept of metabolizable energy for poultry.** Swedish University of Agricultural Sciences. Dissertation. 36p, 1990.
- BATH, D., DUNBAR, J., KING, J. et al. Byproducts and unusual feedstuffs. **Feedstuffs**, 71(31), 1999.
- BATTERHAM, E.S. Availability and utilization of amino acids for growing pigs. **Nutrition Research Reviews**, Cambridge, v.5, p.1-18, 1992.
- BORGES, F.M.O. Determinação de Valores Energéticos e dos Aminoácidos Digestíveis do Grão de Trigo e seus Subprodutos para Frangos de Corte. UFMG, 1999. 135p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais, 1999.
- BORGES, F.M.O., ROSTAGNO, H.S., RODRIGUEZ, N.M. et al. Metodologia de alimentação forçada em aves – I – Efeito dos níveis de consumo de alimento na avaliação da energia metabolizável. In: Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 35, Botucatu, 1998. **Anais...** Botucatu: FMVZ-UNESP, p. 389-391, 1998.

- BRUGALLI, I. **Efeito da granulometria na biodisponibilidade de fósforo e valores energéticos da farinha de carne e ossos e exigência nutricional de fósforo para pintos de corte.** Viçosa, UFV, 1996. 83p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- BRUMANO, G. **Composição Química e Valores de Energia Metabolizável e de Aminoácidos Digestíveis de Alimentos Protéicos para Aves.** Viçosa, UFV, 2005. 70p. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2005.
- BRUMANO, G.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T. Composição Química e Valores de Energia Metabolizável de Alimentos Protéicos Determinados com Frangos de Corte em Diferentes Idades. **Revista Brasileira de Zootecnia.** v.35, n.6, p.2297-2302, 2006.
- CAFE, M.B.; SAKOMURA, N.K.; JUNQUEIRA, O.M. et al. Determinação do valor nutricional das sojas integrais processadas para aves. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.2, n.1, p. 67-74, 2000.
- CALDERANO, A.A. **Composição Química e Valores de Energia Metabolizável de Alimentos de Origem Vegetal para Aves em Diferentes Idades.** Viçosa, UFV, 2008. 48p. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2008.
- CARVALHO, D.C.O., ALBINO, L.F.T., ROSTAGNO, H.S. et al. Composição química e energética de amostras de milho submetidas a diferentes temperaturas de secagem e períodos de armazenamento. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.358-364, 2004.
- CARVALHO, D.C.O., ALBINO, L.F.T., ROSTAGNO, H.S., GOMES, P.C., FERES, F.A., OLIVEIRA, J.E., JÚNIOR, J.G.V., TOLEDO, R.S., BRUMANO, G. Coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos de amostras de milho submetidas a diferentes temperaturas de secagem e períodos de armazenamento. In: XXXIX Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Recife, 2002, **Anais...** Recife, 2002.
- CAVE, N.A. Bioavailability of amino acids in plant feedstuffs determined by in vitro digestion, chick growth assay, and true amino acid availability methods. **Poultry Science**, v.67, p. 78-87, 1988.
- COELHO, M.G.R. **Valores energéticos e de triptofano metabolizável de alimentos para aves, utilizando duas metodologias.** Viçosa, UFV, 1983. 77p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1983.
- COON, C.N. Optimizing ingredient utilization through a better understanding of amino acid bioavailability. In: Technical Symposium, 1991, Aruba. **Proceedings...** Aruba: Novus International, 1991. p.11-40.
- FARREL, D.J., RAHARJO, Y. Ileal digestion of dietary amino acids in poultry feedstuffs. In: Maryland Nutrition Conference for Feed Manufacturers, 1982. **Proceedings...**p. 26-34, 1982.

- FISCHER, C., McNAB, J.M. Techniques for determining the metabolizable energy content of poultry feeds. In: COLE, D.J.A., HAZELSIGN, W. (Eds.) **Recent developments in poultry nutrition. Butterworths**, p.54-69, 1987.
- FISCHER JR., A.A., ALBINO, L.F.T., ROSTAGNO, H.S. et al. Determinação dos coeficientes de digestibilidade e dos valores de aminoácidos digestíveis de diferentes alimentos para aves. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, vol. 27, n.2, p. 307-313, 1998.
- FUJIKURA, W.S. A Posição de São Paulo no Mercado Nacional de Ovos de Codorna e o Perfil do Consumidor Paulistano. In: 2º Simpósio Internacional e 1º Congresso Brasileiro de Coturnicultura, 2004. Lavras – MG. **Anais...** Lavras, p. 11-12, 2004.
- FURLAN, A.C.; ANDREOTTI, M.O.; MURAKAMI, A.E. et al. Valores energéticos de alguns alimentos determinados com codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1996. Campinas-SP. **Anais...** Campinas: FACTA, p.43, 1996.
- FURLAN, A.C.; ANDREOTTI, M.O.; MURAKAMI, A.E. et al. Valores energéticos de alguns alimentos determinados com codornas japonesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.27, n.6, p.1147-1150, 1998.
- FREITAS,E.R.; SAKOMURA, N.K.; NEME, R. et al. Determinação da digestibilidade dos nutrientes e da energia metabolizável da semente e do farelo de girassol para frangos de corte. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 41, 2004, Campo Grande. **Anais...**Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004.
- GOMES, F.U.; FASSANI, E.J.; RODRIGUES, P.B. et al. Valores Energéticos de Alguns Alimentos Utilizados em Rações para Codornas Japonesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.36, n.2, p.396-402, 2007.
- HUANG, K.H; LI, X.; RAVINDRAN, V.; BRYDEN, W.L. Comparison of Apparent Ileal Amino Acid Digestibility of Feed Ingredients Measured with Broilers, Layers and Roosters. **Poultry Science**, 85:625-634, 2006.
- HILL, F.W., ANDERSON, D.L. Comparison of metabolizable energy and productive energy determinations whit growing chicks. **Journal of Nutrition**, Davis, v.64, n.3, p.587-604, 1958.
- INSTITUTO NACIONAL DE LA RECHERCHÉ AGRONOMIQUE. **Alimentação dos animais monogástricos: suínos, coelhos e aves**. 2ª ed. São Paulo: Roca, p.245, 1999.
- KATO, R.K. Importância do Custo de Produção na Coturnicultura. In: III Simpósio Internacional e II Congresso Brasileiro de Coturnicultura, 2007, Lavras, MG. **Anais...**Lavras: Universidade Federal de Lavras, p.72-74, 2007.
- KIENER, T. Amino acid digestibility in feed ingredients: methodology and recent results in poultry. In: PACIFIC NORTHWEST ANIMAL NUTRITION CONFERENCE, Boise, 1989. **Proceedings...** Boise, p.113-121, 1989.

- LIMA, H.J.D. Uso da Enzima Fitase em Ração para Codornas Japonesas em Postura. Viçosa, UFV, 2008. 49p. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2008.
- MOURA, G.S.; BARRETO, S.L.T.; DONZELE, J.L. et al. Dietas de Diferentes densidades energéticas mantendo constante a relação energia metabolizável:nutrientes para codornas japonesas em postura. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.9, p.1628-1633, 2008.
- MURAKAMI, A.E.; FURLAN, A.C. Pesquisas na nutrição e alimentação de codornas em postura no Brasil. In: Simpósio Internacional de Coturnicultura, 1., 2002, Lavras, MG. **Anais...**Lavras: Universidade Federal de Lavras, p.113-120, 2002.
- NASCIMENTO, A. H.; GOMES, P. C.; ALBINO, L. F. T. Composição Química e Valores de Energia Metabolizável das Farinhas de Penas e Vísceras Determinados por Diferentes Metodologias para Aves. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1409-1417, 2002.
- NATIONAL RESERCH COUNCIL. **Nutrient requirements of poultry**. 9.ed. Washington, National Academy of Sciences: p.155, 1994.
- NERY, L.R. **Valores de Energia Metabolizável e de Aminoácidos Digestíveis de Alguns Alimentos para Aves**. Viçosa, UFV, 2005. 100p. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2005.
- NERY, L.R.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO H.S. et al. Valores de Energia Metabolizável de Alimentos Determinados com Frangos de Corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1354-1358, 2007.
- NUNES, R.V. **Digestibilidade de Nutrientes e Valores Energéticos de Alguns Alimentos para Aves**. Viçosa, UFV, 2003. 114p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- NUNES, R.V.; POZZA, P.C.; NUNES, C.G.V. et al. Valores energéticos de Subprodutos de Origem Animal para Aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1217-1224, 2005.
- OLIVEIRA, B.L. Manejo em Granjas Automatizadas de Codornas de Postura Comercial. In: III Simpósio Internacional e II Congresso Brasileiro de Coturnicultura, 2007, Lavras, MG. **Anais...**Lavras: Universidade Federal de Lavras, p.11-16, 2007.
- OST, P.R.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, RT.F. et al. Aminoácidos Digestíveis Verdadeiros de Alguns Alimentos Protéicos Determinados em Galos Cecetomizados e por Equações de Predição. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1820-1828, 2007.
- PARSONS, C. M. Amino acids availability in feedstuffs for poultry and swine. **In: Recent advances in amino acid nutrition**. Urbana: University of Illinois, p. 35-48, 1985.

- PENZ JUNIOR, A.M. **Novos conceitos de energia para aves.** In: Simpósio Internacional sobre Nutrição de Aves. Campinas: FACTA. p. 1-24, 1999.
- PUPA, J. M. R. **Rações para frangos de corte formuladas com valores de aminoácidos digestíveis verdadeiros, determinados com galos cecectomizados.** Viçosa, UFV, 1995. 63p. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- RODRIGUES, P.B.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. et al. Aminoácidos Digestíveis Verdadeiros do Milheto, do Milho e Subprodutos do Milho, Determinados com Galos Adultos Cecectomizados. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia.** v.30, n.6, supl, p.2046-2058, 2001.
- RODRIGUES, P.B.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. et al. Valores Energéticos da Soja e Subprodutos da Soja, Determinados com Frangos de Corte e Galos Adultos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia.** v.31, n.3, supl, p.1771-1782, 2002.
- ROSTAGNO, H.S.; ROGLER, J.C.; FEATHERSON, W.R. Studies on the Nutritional Value of Sorghum Grains with Varying tannin contents for chicks. 2- Digestibility studies. *Poultry Science.* 52:772-778, 1973.
- ROSTAGNO, H.S. Valores de composição de alimentos e exigências nutricionais utilizadas na formulação de rações para aves. In: XXXVII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Piracicaba, 1990. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p.11-30, 1990.
- ROSTAGNO, H.S., PUPA, J.M.R., PACK, M. Diet formulation for broilers based on total versus digestible amino acids. **Journal Applied Poultry Science,** n.4, p. 293-299, 1995.
- ROSTAGNO, H.S., NASCIMENTO, A.H., ALBINO, L.F.T. Aminoácidos totais e digestíveis para aves. In: Simpósio Internacional sobre Nutrição de Aves, Campinas, SP, 1999. **Anais...** Campinas: FACTA, p.65-83, 1999.
- ROSTAGNO, H.S. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais.** Viçosa: UFV, 141p., 2000.
- ROSTAGNO, H.S. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais.** 2ª edição, Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 186p, 2005.
- SAKAMOTO, M.I.; MURAKAMI, A.E.; SOUZA, L.M.G et al. Valor energético de alguns alimentos alternativos para codornas japonesas. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.35, n.3, p.818-821, 2006.
- SAKOMURA, N.K. & ROSTAGNO, H.S. **Métodos de Pesquisa em Nutrição de monogástricos.** Jaboticabal: Funep, 283p , 2007.
- SANTOS, A.L.S.; GOMES, A.V.C.; PESSOA, M.F. et al. Composição Química e Valores Energéticos de Fontes Protéicas em Codornas de Corte em Diferentes Idades. **Revista Ciência Rural,** v.36, n.3, p.930-935, 2006.

- SCHUTTE, J.B. Differences in dietary energy value of feedstuffs between young and adult birds. In: Mini Simpósio de Nutrição de Aves e Suínos, Viçosa, 1998. **Anais... Viçosa - MG**, p.7-14 , 1998.
- SIBBALD, I.R., SLINGER, S.J. A biological assay for metabolizable energy in poultry feed ingredients together with findings which demonstrate some of the problems associated with evaluation of fats. **Poultry Science**, v. 42, n. 1, p. 13-25, 1963.
- SIBBALD, I.R. A bioassay for metabolizable energy in feedingstuffs. **Poultry Science**, v.55, n.1, p.303-308, 1976.
- SIBBALD, I.R. Measurement of bioavailable energy in poultry feedingstuffs: a review. **Canadian Journal Animal Science** 62:(4)983-1048, 1982.
- SIBBALD, I.R. Metabolizable energy evaluation of poultry. In: Recent Developments in Poultry Nutrition. Ed. D.J.a. Cole e W. Haresign. Butterworths. p. 12-26, 1989.
- SILVA, D.J, QUEIROS, A.C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 1º reimpressão. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 235p, 2002.
- SILVA, J.H.V.; SILVA, M.B.; SILVA, E.L. et al. Energia metabolizável de ingredientes determinada com codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). **Revista Brasileira de Zootecnia** v.32, n.6, p.1912-1918 (suplemento 2), 2003.
- SILVA, E.P.; RABELLO, C.B.V.; LIRA, R.C. et al. Estimativas de Perdas Endógenas e Metabólicas em Frangos de Corte. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.1, n.3, p.115-121, 2006.
- SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P; SILVA, E.L. et al. Exigências Nutricionais de Codornas. In: III Simpósio Internacional e II Congresso Brasileiro de Coturnicultura, 2007. **Anais...Lavras:UFLA**, p.44-64, 2007.
- SCOTT, M.L., NESHEIM, M.C., YOUNG, R.J. **Nutrition of the chicken**. 3.ed. Ithaca, NY, 562p, 1982.
- SOUZA, L.M.G., MURAKAMI, A.E., SAKAMOTO, M.I. et al. Digestibilidade e Desempenho de Codorna Japonesa (*Coturnix coturnix japonica*) alimentadas com semente de linhaça. In: 42ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005. Goiânia–GO. **Anais...Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia**, [2005]. CD-ROM. Nutrição de Monogástricos/1119.htm.
- TORRES, A.F. **Valor energético de sete alimentos e influência do diâmetro geométrico médio do milho para codorna francesa**. Brasília, UNB, 2003. 50p. Tese (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal de Brasília, 2003.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. Central de Processamento de Dados (UFV/CPD). **Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas - Versão 9.0**. Viçosa, MG: UFV, 2001.

- VIEITES, F.M. **Valores de energia metabolizável aparente da farinha de carne e ossos para aves.** Viçosa, UFV, 1999. 89p. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- VIEITES, F.M.; ALBINO, L.F.T.; SOARES, P.R. et al. Valores de energia metabolizável aparente da farinha de carne e ossos para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2292-2299, 2000.
- WANG, X. & PARSONS, C. M. Dietary Formulation with meat and bone meal on a total versus a digestible or bioavailable amino acid basis. **Poult. Sci**, v. 77, p. 1010 - 1015, 1998.
- ZANOTTO, D.L., MONTICELLI, C., MAZZUCO, H. Implicações da granulometria de ingredientes de rações sobre a produção de suínos e aves. In: Simpósio Latino-Americano de Nutrição de Suínos e Aves, 1995, Campinas. **Anais...** Campinas-SP, p. 111-133, 1995.
- ZUPRIZAL, M.L., CHAGNEAU, A.M., GERAERT, P.A. Influence of ambient temperature on true digestibility of protein and amino acids of rapeseed and soybean meals in broilers. **Poultry Science**, v.72, p. 289-295, 1993.

ANEXO

Capítulo 1

Tabela 1A – Análise de variância para o coeficiente de metabolizabilidade aparente da energia bruta para os alimentos de origem vegetal

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Soma de Quadrado	Quadrado médio	F	Significância
Alimentos	6	9237,112	1539,519	190,302	0,00000
Resíduo	49	396,4036	8,089869		

Coeficiente de Variação (%) = 4,18

Tabela 2A – Análise de variância para o coeficiente de metabolizabilidade aparente corrigido da energia bruta para os alimentos de origem vegetal

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Soma de Quadrado	Quadrado médio	F	Significância
Alimentos	6	9229,850	1538,308	201,729	0,00000
Resíduo	49	373,6562	7,625637		

Coeficiente de Variação (%) = 4,07

Tabela 3A – Análise de variância para o coeficiente de metabolizabilidade aparente da energia bruta para os alimentos de origem animal

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Soma de Quadrado	Quadrado médio	F	Significância
Alimentos	3	1966,810	655,6035	11,129	0,00006
Resíduo	28	1649,495	58,91055		

Coeficiente de Variação (%) = 11,65

Tabela 4A – Análise de variância para o coeficiente de metabolizabilidade aparente corrigido da energia bruta para os alimentos de origem animal

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Soma de Quadrado	Quadrado médio	F	Significância
Alimentos	3	1906,899	635,6330	11,389	0,00005
Resíduo	28	1562,702	55,81078		

Coeficiente de Variação (%) = 11,38

Capítulo 3

Tabela 1A – Análise de variância para peso inicial

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Soma de Quadrado	Quadrado médio	F	Significância
Formulação (F)	2	5,23649	2,618248	0,124	*****
Alimentos (A)	2	13,88927	6,944637	0,330	*****
F x A	4	44,03434	11,008580	0,522	*****
Resíduo	72	1517,33300	21,074070		

Coefficiente de Variação (%) = 2,58

Tabela 2A – Análise de variância para peso final

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Soma de Quadrado	Quadrado médio	F	Significância
Formulação (F)	2	232,2800	116,14000	4,587	0,01333
Alimentos (A)	2	279,0390	139,51950	5,511	0,00594
F x A	4	176,1942	44,04856	1,740	0,15064
Resíduo	72	1822,9450	25,31868		

Coefficiente de Variação (%) = 2,63

Tabela 3A – Análise de variância para ganho de peso

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Soma de Quadrado	Quadrado médio	F	Significância
Formulação (F)	2	273,02310	136,51150	3,605	0,03221
Alimentos (A)	2	211,62200	105,81100	2,794	0,0678
F x A	4	94,05095	23,51274	0,621	*****
Resíduo	72	2726,51000	37,86819		

Coefficiente de Variação (%) = 45,96

Tabela 4A – Análise de variância para viabilidade

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Soma de Quadrado	Quadrado médio	F	Significância
Formulação (F)	2	0,00462963	0,002314815	0,151	*****
Alimentos (A)	2	0,06018519	0,030092590	1,962	0,14799
F x A	4	0,01157407	0,002893519	0,189	*****
Resíduo	72	1,10416700	0,015335650		

Coefficiente de Variação (%) = 14,70

Tabela 5A – Análise de variância para consumo de ração

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Soma de Quadrado	Quadrado médio	F	Significância
Formulação (F)	2	4,648183	2,3240910	20,749	0,00000
Alimentos (A)	2	0,998279	0,4991399	4,456	0,01498
F x A	4	1,817222	0,4543055	4,056	0,00507
Resíduo	72	8,064540	0,1120075		

Coefficiente de Variação (%) = 1,22

Tabela 6A – Análise de variância para taxa de postura ave-dia

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Soma de Quadrado	Quadrado médio	F	Significância
Formulação (F)	2	1270,31600	635,158200	68,890	0,00000
Alimentos (A)	2	5,86146	2,930734	0,318	*****
F x A	4	38,71562	9,678905	1,050	0,38775
Resíduo	72	663,82950	9,219854		

Coeficiente de Variação (%) = 3,46

Tabela 7A – Análise de variância para taxa de postura de ovos comercializáveis

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Soma de Quadrado	Quadrado médio	F	Significância
Formulação (F)	2	744,10580	372,05290	10,111	0,00014
Alimentos (A)	2	80,54219	40,27109	1,094	0,34022
F x A	4	108,66760	27,16689	0,738	*****
Resíduo	72	2649,25900	36,79527		

Coeficiente de Variação (%) = 7,40

Tabela 8A – Análise de variância para peso médio de ovo

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Soma de Quadrado	Quadrado médio	F	Significância
Formulação (F)	2	0,6154208	0,30771040	5,297	0,00715
Alimentos (A)	2	0,1161784	0,05808922	1,000	*****
F x A	4	0,1161784	0,03179496	0,547	*****
Resíduo	72	4,1825190	0,05809055		

Coeficiente de Variação (%) = 2,01

Tabela 9A - Análise de variância para massa de ovo

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Soma de Quadrado	Quadrado médio	F	Significância
Formulação (F)	2	24,5854900	12,2927400	95,924	0,00000
Alimentos (A)	2	0,0084950	0,0042475	0,033	*****
F x A	4	0,7686344	0,1921586	1,499	0,21142
Resíduo	72	9,2268620	0,1281509		

Coeficiente de Variação (%) = 3,39

Tabela 10A – Análise de variância para conversão alimentar por massa de ovo

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Soma de Quadrado	Quadrado médio	F	Significância
Formulação (F)	2	1,978484	0,9892422	110,571	0,00000
Alimentos (A)	2	0,009523	0,0047616	0,532	*****
F x A	4	0,068391	0,0170979	1,911	0,11783
Resíduo	72	0,644158	0,0089466		

Coeficiente de Variação (%) = 3,61

Tabela 11A – Análise de variância para conversão alimentar por dúzia de ovos

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Soma de Quadrado	Quadrado médio	F	Significância
Formulação (F)	2	0,03263125	0,01631563	85,502	0,00000
Alimentos (A)	2	0,00006468	0,00003234	0,169	*****
F x A	4	0,00122742	0,00030685	1,608	0,18156
Resíduo	72	0,01373913	0,00019082		

Coeficiente de Variação (%) = 3,66

Tabela 12A – Análise de variância para peso de gema

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Soma de Quadrado	Quadrado médio	F	Significância
Formulação (F)	2	0,02438783	0,01219391	1,266	0,28825
Alimentos (A)	2	0,03095010	0,01547505	1,606	0,20775
F x A	4	0,04522793	0,01130698	1,174	0,32969
Resíduo	72	0,06936708	0,00963431		

Coeficiente de Variação (%) = 2,73

Tabela 13A – Análise de variância para peso de albúmen

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Soma de Quadrado	Quadrado médio	F	Significância
Formulação (F)	2	0,1553034	0,07765168	2,123	0,12708
Alimentos (A)	2	0,07111781	0,03558905	0,973	*****
F x A	4	0,0653426	0,01633567	0,447	*****
Resíduo	72	2,6332580	0,03657303		

Coeficiente de Variação (%) = 2,52

Tabela 14A – Análise de variância para peso de casca

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Soma de Quadrado	Quadrado médio	F	Significância
Formulação (F)	2	0,0216257	0,01081285	11,111	0,00006
Alimentos (A)	2	0,0055800	0,00279002	2,867	0,06339
F x A	4	0,0035498	0,00088747	0,912	*****
Resíduo	72	0,0700671	0,00097315		

Coeficiente de Variação (%) = 3,203

Tabela 15A – Análise de variância para porcentagem de gema

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Soma de Quadrado	Quadrado médio	F	Significância
Formulação (F)	2	0,6465526	0,3232763	0,964	*****
Alimentos (A)	2	0,6465526	0,1215202	0,363	*****
F x A	4	2,8592680	0,7148171	2,133	0,08548
Resíduo	72	24,1326100	0,3351752		

Coeficiente de Variação (%) = 1,96

Tabela 16A – Análise de variância para porcentagem de albúmen

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Soma de Quadrado	Quadrado médio	F	Significância
Formulação (F)	2	0,6927940	0,3463970	0,765	*****
Alimentos (A)	2	0,7313758	0,3656879	0,808	*****
F x A	4	2,8258640	0,7064660	1,561	0,19412
Resíduo	72	32,5951900	0,4527110		

Coeficiente de Variação (%) = 1,08

Tabela 17A – Análise de variância para porcentagem de casca

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Soma de Quadrado	Quadrado médio	F	Significância
Formulação (F)	2	0,5988476	0,29942380	6,286	0,00305
Alimentos (A)	2	0,1278068	0,06390341	1,341	0,26792
F x A	4	0,1799453	0,04498633	0,944	*****
Resíduo	72	3,4298640	0,04763700		

Coeficiente de Variação (%) = 2,72

Tabela 18A – Análise de variância para gravidade específica

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Soma de Quadrado	Quadrado médio	F	Significância
Formulação (F)	2	0,0000380809	0,00001904046	8,910	0,00035
Alimentos (A)	2	0,0000080809	0,00000404046	1,891	0,15839
F x A	4	0,0000029202	0,00000404046	0,342	*****
Resíduo	72	0,0001538673	0,00000213704		

Coeficiente de Variação (%) = 0,14