



RENATA RIBEIRO ALVARENGA

**AVALIAÇÃO DE EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO
DOS VALORES ENERGÉTICOS DO MILHO E
DO FARELO DE SOJA NA FORMULAÇÃO DE
RAÇÕES PARA FRANGOS DE CORTE**

LAVRAS - MG

2012

RENATA RIBEIRO ALVARENGA

**AVALIAÇÃO DE EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO DOS VALORES
ENERGÉTICOS DO MILHO E DO FARELO DE SOJA NA
FORMULAÇÃO DE RAÇÕES PARA FRANGOS DE CORTE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição de Não-Ruminantes, para a obtenção do título de Doutor.

Dr. Paulo Borges Rodrigues
Orientador

**LAVRAS-MG
2012**

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

Alvarenga, Renata Ribeiro.

Avaliação de equações de predição dos valores energéticos do milho e do farelo de soja na formulação de rações para frangos de corte / Renata Ribeiro Alvarenga. – Lavras : UFLA, 2012.

92 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2012.

Orientador: Paulo Borges Rodrigues.

Bibliografia.

1. Avicultura. 2. Energia metabolizável. 3. Nutrição avícola. 4. Rações formuladas. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 636.508557

RENATA RIBEIRO ALVARENGA

**AVALIAÇÃO DE EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO DOS VALORES
ENERGÉTICOS DO MILHO E DO FARELO DE SOJA NA
FORMULAÇÃO DE RAÇÕES PARA FRANGOS DE CORTE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição de Não-Ruminantes, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 23 de fevereiro de 2012

Dr. Édison José Fassani UFLA

Dr. Luiz Fernando Teixeira Albino UFV

Dr. Renato Ribeiro de Lima UFLA

Dr. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas UFLA

Dr. Paulo Borges Rodrigues
Orientador

**LAVRAS-MG
2012**

*A Deus e a Nossa Senhora Aparecida, por iluminar meus caminhos.
A minha mãe (in memoriam): a única certeza que tenho é que a senhora sempre
esteve ao meu lado durante toda esta jornada e que sempre será meu exemplo
de vida!!!*

*Ao meu pai, Vicente, pelo amor, dedicação e ensinamentos.
Aos meus irmãos, Rogério e Patrícia, pelo carinho e por sempre me apoiarem.*

OFEREÇO

*Ao meu grande e único amor, meu marido Márcio, pela participação constante
em minha vida, como amigo, companheiro e grande entusiasta. Com você
aprendi e levo sempre a lição de nunca desistir diante das dificuldades da vida.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de cursar o doutorado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao meu orientador, Prof. Paulo Borges Rodrigues, pelo exemplo de profissionalismo, ensinamento, amizade e confiança desde a graduação.

Aos Professores, Rilke Tadeu Fonseca de Freitas e Renato Ribeiro de Lima, pelo auxílio nas análises estatísticas, disponibilidade e paciência.

Aos Professores, Édison José Fassani e Luiz Fernando Teixeira Albino, pela participação na banca de defesa e pelas sugestões e críticas apresentadas para melhoria deste trabalho.

Aos professores do DZO, pelos valiosos ensinamentos.

Aos bolsistas de iniciação científica e estagiários, Letícia Makiyama, Evelyn Cristina, Leonardo Rafael, Gustavo Lima, David Henrique e Rodrigo Silva, pela imprescindível ajuda na condução deste estudo.

Aos amigos de Pós-Graduação, pela agradável convivência, amizade e constantes contribuições para a realização do experimento.

As amigas, Letícia, Evelyn, Valéria e Mary Ana, pela dedicação, amizade e palavras sábias que tanto me ajudaram nos momentos difíceis.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, em especial ao Luís Carlos de Oliveira (Borginho), pela ajuda na execução dos experimentos. Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal, pela colaboração na realização das análises laboratoriais.

A todos familiares, amigos e aqueles que, direta ou indiretamente contribuíram para a concretização deste trabalho.

Nunca se conquista uma vitória sozinha, portanto, muito obrigada!

BIOGRAFIA

RENATA RIBEIRO ALVARENGA, filha de Vicente Lopes de Alvarenga e Ivani Ribeiro Alvarenga (*in memoriam*), nasceu na cidade de Campo Belo (MG), em 9 de agosto de 1982.

Em setembro de 2002, ingressou na Universidade Federal de Lavras, na qual se graduou em Zootecnia em 28 de setembro de 2007.

Ingressou no Programa de Pós-Graduação do Departamento de Zootecnia na Universidade Federal de Lavras em março de 2008 obtendo o título de Mestre em Zootecnia, com concentração em Nutrição de Monogástricos, em 15 de maio de 2009.

Em março de 2009, iniciou o curso de Doutorado (via programa de mudança de nível oferecido pela CAPES) em Zootecnia, também na Universidade Federal de Lavras, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Monogástricos.

Em 23 de fevereiro de 2012, submeteu-se à defesa de tese para obtenção do título de Doutor.

RESUMO

Objetivou-se, com este trabalho, avaliar o uso de equações de predição para estimar valores de energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) do milho e do farelo de soja utilizados para frangos de corte. Três experimentos foram conduzidos: dois de metabolismo, sendo um para determinar os valores de EMAn do milho e farelo de soja (ensaio *in vivo*) e outro para determinar os valores energéticos das rações experimentais formuladas com valores de EMAn do milho e do farelo de soja obtidos pelas equações, tabelas de composição ou ensaio *in vivo*; e um de desempenho. No primeiro ensaio, 90 pintos Cobb com 18 dias de idade foram distribuídos aleatoriamente em seis repetições de cinco aves por parcela experimental. No segundo, 240 aves de oito dias de idade foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x8 (dois sexos e oito rações experimentais) com parcela subdividida no tempo (fases de avaliação) com cinco aves por parcela experimental na fase de 8 a 21 dias, quatro na fase de 22 a 35 dias e três na fase de 36 a 42 dias. Para o desempenho, 1200 aves de um dia (machos e fêmeas) foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado no mesmo esquema fatorial 2x8 com três repetições de cada sexo com 25 aves. Os tratamentos consistiram no uso de equações para prever os valores de EMAn dos alimentos utilizados, que foram comparados ao uso das Tabelas Brasileiras ou valores obtidos no ensaio *in vivo*. As médias obtidas com o ensaio de desempenho, características de carcaça e de metabolizabilidade dos nutrientes foram comparadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. O ajuste entre os valores de EMAn das rações determinados pelo uso das equações e os valores de EMAn determinados pelo ensaio metabólico ou EMAn exigidos pelas aves em cada fase do desenvolvimento foi avaliado pelo intervalo de confiança a 95%. Observou-se que o uso de valores de EMAn obtidos *in vivo* foi o mais aplicável, e que o uso de algumas equações foi melhor em relação ao uso das Tabelas. As equações que melhor se adequaram foram $EMAn = 4021,8 - 227,55MM$ (para o milho) e $EMAn = - 822,33 + 69,54PB - 45,26FDA + 90,81EE$ (para o farelo de soja); $EMAn = 36,21PB + 85,44EE + 37,26ENN$ (para o milho) e $EMAn = 37,5PB + 46,39EE + 14,9ENN$ (para o farelo de soja) ou $EMAn = 4164,187 + 51,006EE - 197,663MM - 35,689FB - 20,593FDN$ (para alimentos energéticos e proteicos). Conclui-se que o uso de equações de predição para estimar os valores energéticos do milho e do farelo de soja utilizados para frangos de corte é mais viável em relação ao uso de Tabelas de composição química e energética, porém, o uso de valores de EMAn determinados *in vivo* ainda é o mais eficaz.

Palavras-chave: Avicultura. Energia metabolizável. Formulação de rações.

ABSTRACT

Besides the knowledge of metabolizability of the nutritional components, information about the energy content in the feedstuffs is also essential for adequate nutritional balance. Thus, the objective was to evaluate the use of some prediction equations for estimating values of apparent metabolizable energy corrected for nitrogen (AMEn) of corn and soybean meal used to broilers. Three experiments were conducted: two metabolism assays, one to determine the AMEn values of corn and soybean meal (*in vivo* assay) and another to determine the energy values of the experimental diets formulated using the equations, tables of composition and *in vivo* assay; and one of performance. In the first experiment, 90 Cobb broilers with 18 days of age were randomly divided into six replicates of five birds. In the second, 240 birds with eight days old were distributed in a completely randomized design in factorial scheme 2x8 (two sex and eight experimental diets) with parcel in plot time (phases of evaluation) with five birds per experimental unit during 8 to 21 days old, four in 22 to 35 days and three in 36 to 42 days. For performance, 1200 birds (males and females) were distributed in completely randomized design in the same factorial scheme 2x8 with three repetitions per sex with 25 birds. The treatments consisted in use of equations to predict the AMEn of the feedstuffs used, which were compared to the use of Brazilian tables or values obtained *in vivo*. The mean values obtained with performance, carcass characteristics and metabolizability of nutrients were compared by Scott-Knott test at 5%. The fit between the AMEn values of the diets determined by use of equations and AMEn determined by *in vivo* assay or AMEn required by birds in each phase of development was assessed by the confidence interval at 95%. It was observed that the use of AMEn values obtained in *in vivo* assay was the more appropriate, and the use of some equations was better comparing to use of the Tables. The equations that best have adapted were $AMEn = 4021.8 - 227.55MM$ (in corn) and $AMEn = - 822.33 + 69.54CP - 45.26ADF + 90.81EE$ (for soybean meal); $AMEn = 36.21CP + 85.44EE + 37.26NNE$ (for corn) and $AMEn = 37.5CP + 46.39EE + 14.9ENN$ (for soybean meal); and $AMEn = 4164.187 + 51.006EE - 197.663MM - 35.689CF - 20.593NDF$ (for energy and protein food). It is concluded that the use of prediction equations to estimate the energy values of corn and soybean meal used for broilers is more feasible if compared to the use of tables of chemical and energy composition, however, the use of AMEn values determined *in vivo* is still the most effective.

Keywords: Avian production. Feed formulation. Metabolizable energy.

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1

- TABELA 1. Composição centesimal e calculada da ração referência 45
- TABELA 2. Composição química e energética do milho e do farelo de soja, expressos na matéria natural 48

ARTIGO 2

- TABELA 1. Composição centesimal e calculada das dietas experimentais utilizadas para frangos de corte de 1 a 7 dias de idade..... 611
- TABELA 2. Composição centesimal e calculada das dietas experimentais utilizadas para frangos de corte de 8 a 21 dias de idade..... 622
- TABELA 3. Composição centesimal e calculada das dietas experimentais utilizadas para frangos de corte de 22 a 35 dias de idade..... 633
- TABELA 4. Composição centesimal e calculada das dietas experimentais utilizadas para frangos de corte de 36 a 42 dias de idade..... 644
- TABELA 5. Energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (kcal/kg), com seus respectivos intervalos de confiança 95%, em base na matéria natural, de rações formuladas com valores energéticos do milho e do farelo de soja obtidos por meio de equações de predição, tabelas de composição e ensaio *in vivo*. Média (limite inferior; limite superior)..... 677
- TABELA 6. Coeficientes de metabolizabilidade aparente (CMA) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) de rações formuladas com valores energéticos do milho e do farelo de soja obtidos por meio de equações de predição, 688

tabelas de composição ou ensaio *in vivo*.....

TABELA 7.	Desempenho de frangos de corte alimentados com rações formuladas com valores energéticos do milho e do farelo de soja obtidos por meio de equações de predição, tabelas e ensaio <i>in vivo</i>	70
TABELA 8.	Características de carcaça de frangos de corte alimentados com rações formuladas com valores energéticos do milho e do farelo de soja obtidos por meio de equações de predição, tabelas e ensaio <i>in vivo</i>	722

SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE	
1	INTRODUÇÃO..... 13
2	REFERENCIAL TEÓRICO 15
3	CONSIDERAÇÕES GERAIS 31
	REFERÊNCIAS..... 32
SEGUNDA PARTE: ARTIGOS CIENTÍFICOS	
	ARTIGO 1. Determinação da composição química e energética do milho e do farelo de soja utilizado para frangos de corte 41
	ARTIGO 2. Uso de equações de predição para estimar valores energéticos de alimentos para frangos de corte 53
	Anexos 82

PRIMEIRA PARTE

INTRODUÇÃO

O grande desenvolvimento do setor avícola deve-se principalmente ao dinamismo desta atividade, que absorve rapidamente as inovações tecnológicas de diversos ramos da ciência, como a genética, sanidade, manejo e nutrição. No entanto, para atender adequadamente as exigências nutricionais dos animais para a expressão do máximo potencial produtivo, é necessária a formulação de rações equilibradas que, por sua vez, necessita de valores precisos da composição química e energética dos alimentos.

Com relação à energia, sabe-se que, além de indispensável para as funções vitais das células, esta tem participação na regulação do consumo e na quantidade de nutrientes ingeridos pelas aves, sendo um dos principais fatores limitantes para o bom desenvolvimento corporal. Uma das formas de expressar o conteúdo energético dos alimentos é a EMAn (energia metabolizável aparente corrigida pelo nitrogênio retido), que é utilizada durante a formulação de rações. Assim, o adequado equilíbrio entre EMAn e demais nutrientes nas rações é importante para assegurar o máximo desempenho produtivo e qualidade das carcaças em frangos de corte.

Na prática, diversos fatores podem influenciar a quantidade de EMAn dos alimentos de origem vegetal, sendo o mais importante a composição química dos mesmos. Esta, por sua vez, depende das condições geográficas e época de plantio, da fertilidade do solo, da variedade genética dos cultivares, além das formas de armazenamento e processamento dos grãos. Assim, é de se esperar uma grande variabilidade nos valores de EMAn de um mesmo ingrediente utilizado nas rações.

Para amenizar este problema, o adequado seria a condução de ensaios metabólicos com animais (ensaios *in vivo*) para se conhecer os reais valores de EMAn dos ingredientes a serem utilizados nas rações. No entanto, essa prática é inviável nos atuais sistemas de produção, uma vez que demanda tempo, além de ser onerosa economicamente. Dessa forma, as indústrias e nutricionistas têm utilizado tabelas nacionais ou estrangeiras de composição química e energética de alimentos. No entanto, esta prática apresenta uma série de limitações, uma vez que os valores apresentados são procedentes de ingredientes obtidos nas mais diversas condições e, muitas vezes, não representam a realidade, levando à elaboração de rações pouco adequadas às exigências das aves.

Neste sentido, trabalhos na literatura têm demonstrado a possibilidade do uso de equações de predição, que são estabelecidas em função da composição química dos alimentos, a partir da qual é possível estimar a EMAn dos mesmos. A vantagem do uso dessas equações é a possibilidade de se obter, de forma rápida, os valores energéticos dos alimentos. No entanto, estudos que comprovem a eficácia do uso de tais equações nas mais diversas condições são fundamentais.

Assim, objetivou-se, com este trabalho, avaliar o uso de equações de predição para estimar valores de energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) do milho e do farelo de soja utilizados para frangos de corte nas diferentes fases do crescimento.

REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Valor energético dos alimentos

A diversidade de alimentos e seus subprodutos utilizados na formulação de rações para aves são indicativos da necessidade de se conhecer, cada vez mais, os seus valores nutritivos e energéticos, objetivando melhor aproveitamento e utilização de forma mais adequada destes alimentos. A precisão dos valores de composição química, energética e digestibilidade de nutrientes, além de necessária, é primordial na redução dos custos e melhor produtividade.

Um dos fatores mais importantes a serem considerados na nutrição animal é a energia gerada pela oxidação dos nutrientes durante o metabolismo. Segundo Duarte et al. (2007), o nível energético da dieta modula a eficiência alimentar de duas formas: primeiramente, com o aumento da energia da dieta, as necessidades energéticas das aves são atendidas com menor consumo; segundo, a taxa de crescimento pode ser melhorada com níveis mais elevados de energia, direcionando o uso da proteína bruta da dieta para deposição de tecido muscular e não para geração de energia.

Existem diferentes formas de expressar o conteúdo energético dos alimentos, tais como a energia bruta, energia digestível, energia metabolizável aparente, energia metabolizável verdadeira e energia líquida. A energia bruta é aquela determinada em laboratório e representa a quantidade de energia liberada por um ingrediente durante a incineração. Seu valor indica apenas o total de energia presente no alimento e não a que está realmente disponível para o animal. Já a energia digestível é determinada pela diferença entre a energia ingerida e a excretada nas fezes; porém, para aves, essa determinação não é usual, pelo fato de as mesmas excretarem fezes e urina juntas.

Com relação à energia da excreta, esta é composta da energia proveniente de uma fração não assimilada do alimento pelas aves e de uma fração de origem endógena, perdida durante os processos digestivos. Neste contexto, tem-se a energia metabolizável aparente, que consiste simplesmente na diferença entre energia consumida e energia da excreta, não considerando que parte desta última seja proveniente de material endógeno. Neste caso, a energia contida na excreta proveniente das perdas endógenas é contabilizada como se fosse energia do alimento não absorvida. Por outro lado, quando se determina a quantidade de energia proveniente de perdas endógenas e considera-se este valor nos cálculos, tem-se a energia metabolizável verdadeira (SONG et al., 2003). No entanto, seu uso é mais restrito, pela dificuldade em se determinar os valores energéticos das perdas endógenas, que representam as perdas decorrentes de descamação de células do trato gastrointestinal e enzimas digestivas. Normalmente, tais perdas são quantificadas em aves em jejum, o que não representa o estado fisiológico do animal durante o processo digestivo (BORGES, 1997).

Para a obtenção da energia líquida, deve-se subtrair da energia metabolizável, o calor perdido durante os processos digestivos e metabólicos do organismo, que é conhecido como incremento calórico. A energia líquida representa a energia que é efetivamente utilizada para crescimento, manutenção e produção.

Em aves, é comum corrigir os valores energéticos para o balanço de nitrogênio igual a zero, em função da capacidade da ave em reter o nitrogênio. Isto se justifica pelo fato de que este elemento, se metabolizado, é excretado na forma de compostos que contém energia, como o ácido úrico (SIBBALD, 1982) e não representa a energia que é realmente utilizada para crescimento e desenvolvimento das aves. Para realizar esta correção, Hill e Anderson (1958) propuseram um valor de correção de 8,22, que corresponde à quantidade de energia bruta (em quilocalorias) obtida pela combustão completa de um grama

de nitrogênio urinário na forma de ácido úrico. 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). Assim, é possível obter-se a energia metabolizável aparente e a energia metabolizável verdadeira corrigidas para nitrogênio (EMAn e EMVn).

2.2. Determinação dos valores energéticos dos alimentos

O conhecimento da necessidade diária energética das aves e sua relação com o consumo é fundamental na formulação prática de rações (SIBBALD, 1982). Isso porque se acredita que os animais tendem a consumir alimentos para atender primeiramente suas necessidades energéticas. Assim, uma ração balanceada é aquela que apresenta uma relação ideal de todos os nutrientes em relação à energia (MACARI; FURLAN; GONZALES, 1994), sendo esta, portanto, usada como referência. Dessa forma, a efetividade desse método de formulação de rações é dependente da precisão e da exatidão obtidas nas determinações dos valores de energia dos alimentos.

Atualmente, diferentes metodologias estão disponíveis para se determinar o conteúdo energético dos alimentos utilizados para aves. No entanto, segundo Kato (2005), estas podem resultar em valores discrepantes de energia de um mesmo alimento. Dentre essas técnicas, têm-se os ensaios biológicos (*in vivo*), que representam o método tradicional de coleta total de excretas (SIBBALD; SLINGER, 1963), a alimentação precisa (SIBBALD, 1976) e o método rápido (FARREL, 1978), e os ensaios não biológicos, que são os métodos *in vitro* e o uso de tabelas ou de equações de predição baseados na composição química dos alimentos. O grande problema dos ensaios biológicos é o tempo de execução e o custo, além da própria questão de bem-estar das aves. Por isso, se justifica o uso

de tabelas de composição química dos alimentos para a formulação de rações para animais.

Por outro lado, como os valores de composição química dos alimentos podem variar em função de diversos fatores. O uso de equações de predição baseadas na própria composição química dos alimentos está ganhando cada vez mais espaço. Por meio dessa técnica, conhecendo-se apenas a composição bromatológica dos alimentos determinada em laboratório, é possível predizer tanto a EMA como a EMV, ambas corrigidas para nitrogênio.

Segundo Albino e Silva (1996), o uso das equações pode ser útil para aumentar a precisão na formulação de rações, corrigindo a energia dos alimentos em função da variação na sua composição. Como a determinação de valores energéticos dos alimentos é dependente de bombas calorimétricas e de uma metodologia específica com animais, o uso de equações de predição pode ser de grande valia. Trabalhos mostrando diversas equações de predição de valores energéticos são citados na literatura, porém, a confiabilidade das mesmas ainda é questionável, devido aos escassos trabalhos de validação.

2.3. Fatores que interferem nos valores de energia metabolizável

2.3.1. Balanço de nitrogênio

Ao se determinar a EMA dos alimentos, é comum corrigir seus valores pelo balanço de nitrogênio, que consiste na diferença entre as quantidades de nitrogênio ingerido e excretado pelas aves. De acordo com Nunes et al. (2008), essa correção é necessária, simulando uma condição em que todas as aves apresentam a mesma taxa de crescimento. Isso se deve ao fato de que o nitrogênio que é retido como tecido, se catabolizado, contribui para as perdas de energia urinária endógena, não aproveitada pelo animal. Em outras palavras,

quanto maior a deposição de nitrogênio nos tecidos, maior o gasto energético que a ave terá para catabolizá-lo. Portanto, variações na retenção de nitrogênio contribuem para variações nos valores de EMA, por isso a necessidade da correção.

Alguns fatores podem afetar o balanço de nitrogênio das aves, tais como a idade e o método de determinação. Segundo Sibbald (1982), aves em crescimento utilizam aminoácidos da ração para formação e deposição proteica, enquanto que, em aves adultas, essa deposição é pequena. Nesse caso, a excreção do nitrogênio pelas aves é maior e o balanço de nitrogênio tende a zero. De fato, Andreotti et al. (2004) observaram maior retenção de nitrogênio em frangos com idade entre 22 a 30 dias quando comparados à idade entre 42 a 50 dias.

Considerando a técnica utilizada, ao se comparar ensaios de metodologia tradicional (coleta total de excretas) com o método de alimentação forçada, menores valores de balanço de nitrogênio são esperados na segunda técnica, uma vez que aves que recebem alimentação forçada são predispostas a um maior nível de estresse e, conseqüentemente, menor retenção de nitrogênio é esperado.

2.3.2. Composição química dos alimentos

A concentração de nutrientes dos alimentos também afeta os teores de energia. Alimentos com maior quantidade de lipídeos ou carboidratos, por exemplo, apresentam maiores valores de energia metabolizável que aqueles ricos em proteína ou fibra (ZHOU et al., 2010). Em estudo conduzido por Wang e Parsons (1998) avaliando valores energéticos de milhos com níveis crescentes de extrato etéreo (5,9% a 6,6% e 9,5% na matéria seca), verificou-se relação positiva entre EMVn e os níveis de óleo neste alimento. Vieira et al. (2007), analisando os valores energéticos de 45 híbridos de milho utilizado em dietas

para frangos de corte, verificaram que a EMAn variou de 3405 a 4013 kcal/kg. Desta forma, o uso de tabelas de composição química e energética dos alimentos pode ser considerada, em alguns casos, inadequada para assegurar o máximo desempenho das aves e melhores características de carcaça.

Outro fator importante a se considerar é a presença de polissacarídeos não amiláceos (PNA) dietéticos. Sabe-se que estes componentes fibrosos impedem o acesso de enzimas digestivas aos componentes celulares dos alimentos, reduzindo a eficiência de absorção. Além disso, são capazes de reter água, provocando o processo de gelatinização e aumentando a viscosidade do bolo alimentar. Isso, de certa forma, reduz o tempo de permanência da digesta no intestino delgado, que é o principal local de absorção de nutrientes. Ao mesmo tempo, aumentam a permanência dos alimentos no estômago, reduzindo a capacidade de consumo de ração (BORGES, 1997).

Nunes et al. (2005) relatam que o teor de matéria mineral nos alimentos também influencia os valores de EMAn. Estes autores verificaram que duas amostras de farinha de carne e ossos apresentaram valores distintos de EMAn (1488 e 2307 kcal/kg na matéria natural), com diferentes teores de matéria mineral (29,59% e 25,54%, também na matéria natural, respectivamente). Resultados semelhantes foram observados por Generoso et al. (2008), que afirmam que isso pode estar relacionado à menor digestibilidade dessa fração alimentar.

A presença combinada desses fatores é um importante ponto a ser considerado quando se trata dos valores energéticos disponíveis aos animais. No entanto, a característica mais importante ainda é controversa, havendo necessidade de mais estudos que auxiliem na elaboração de equações de predição mais eficazes para estimar os valores energéticos dos alimentos.

2.3.3. Consumo e níveis de substituição do alimento

O consumo pela ave também está diretamente relacionado com a determinação do valor energético dos alimentos. Em estudo conduzido por Borges, Rostagno e Saad (2004) com o objetivo de avaliar o efeito do consumo (25 e 50g) pelo método de alimentação forçada sobre os valores de energia do trigo e alguns de seus subprodutos, verificou-se que os valores de EMA e EMAn foram superiores com o maior consumo. Estes autores argumentaram que, quando o consumo é alto, a influência das perdas endógenas é menor. Por outro lado, quando o consumo é baixo, as perdas endógenas podem reduzir os valores energéticos.

Outro fator de grande relevância é o nível de inclusão do alimento teste à ração referência. No método tradicional para a determinação dos valores de EMAn, os níveis de substituição dos ingredientes de origem animal e vegetal nas rações referência geralmente variam de 20% a 40%, podendo gerar, dependendo do ingrediente, rações desbalanceadas nutricionalmente, que, por sua vez, podem interferir na determinação dos valores corretos (PAULA et al., 2002). Nascimento et al. (2005) verificaram que, com o aumento dos níveis de substituição (5, 10, 20, 30 e 40%) da ração referência por farinha de vísceras e de penas, ocorreu diminuição do valor energético desses alimentos.

2.3.4. Processamento dos ingredientes

O processamento pelo qual os alimentos são submetidos interfere na digestibilidade de seus nutrientes, podendo alterar o seu valor energético. Alguns processamentos, como extrusão, micronização e cozimento têm sido utilizados com o objetivo de modificar a estrutura inicial das moléculas dos nutrientes,

proporcionando melhor atuação dos complexos enzimáticos e no processo de digestão (MOREIRA et al., 2001).

Café et al. (2000) observaram que a soja extrusada apresentou valores de EMAn superiores aos encontrados para a soja tostada pelo vapor e para o farelo de soja com adição de óleo. Resultados semelhantes também foram encontrados por Sakomura et al. (2004). Carvalho et al. (2004), trabalhando com milhos de diferentes temperaturas de secagem (80, 100 e 120 °C), verificaram que altas temperaturas influenciam os valores de EMAn, mas não alteram a composição química e o valor de energia bruta dos alimentos.

Desta forma, procedimentos para estimar os valores energéticos dos alimentos, considerando suas composições químicas e diferentes formas de processamento são necessários para adequar os níveis de energia das rações.

2.3.5. Idade e sexo das aves

A idade da ave também é um fator de importância para se determinar a EMA, pois, com o avançar da idade, ocorrem mudanças nas atividades enzimáticas, bem como modificações na taxa de passagem da digesta no trato digestivo (NERY, 2005). De acordo com Brumano et al. (2006), aves mais jovens têm menor capacidade de digestão e absorção dos nutrientes, uma vez que o sistema digestivo ainda se encontra em desenvolvimento, enquanto as mais velhas apresentam sistema digestivo de maior tamanho e plenamente desenvolvido, possibilitando maior permanência do alimento em contato com as enzimas e secreções gástricas, resultando em melhor aproveitamento dos nutrientes. Para Schutte (1998), aves jovens apresentam baixa atividade da lipase e pequena concentração de ácidos biliares, sendo esses fatores limitantes na digestibilidade de lipídeos. Por sua vez, Kato (2005) sugere ainda que a atividade das enzimas digestivas, tanto pancreáticas como de membrana,

aumenta com a idade da ave, atingindo níveis mais elevados a partir dos dez dias de idade. Este autor trabalhando com diferentes milhos e farelo de soja, concluiu que aves com idade de 21 a 42 dias têm a mesma capacidade de aproveitamento do conteúdo energético dos ingredientes, enquanto que Brumano et al. (2006) encontraram valores energéticos superiores em 12,95% no período de 41 a 50 dias de idade em relação ao período de 21 a 30 dias. Mello et al. (2009) observaram que a idade das aves influenciou os valores de EMAn do farelo de soja e farinha de penas, sendo que os valores obtidos no período de 10 a 17 dias de idade foram inferiores aos encontrados nas outras fases do crescimento (26 a 33 e 40 a 47 dias) e em galos.

Aves mais velhas também possuem maior atividade microbiana no ceco, tendo, portanto, maior capacidade de aproveitamento de fibras (FISCHER; MCNAB, 1987). Para Batal e Parsons (2002), aves mais jovens são menos eficientes na utilização de fibras dos alimentos, especialmente até os sete ou dez dias pós-eclosão, porém, a partir dos quatorze dias de idade, já são capazes de utilizar esses nutrientes com maior eficiência. Esses resultados mostram que não há um consenso na literatura e que mais estudos considerando aves em diferentes idades devem ser realizados.

O sexo das aves também pode influenciar os valores de EMAn dos alimentos. Nascif et al. (2004) encontraram valores energéticos de alguns tipos de óleos e gorduras maiores para pintos de corte machos em relação às fêmeas, tendo os valores encontrados para fêmeas sido equivalente a 98% dos encontrados para os machos. Resultados semelhantes também foram observados por Ravidran, Wu e Hendriks (2004) os quais encontraram maiores valores de EMAn para machos em relação às fêmeas a partir da terceira semana de idade. No entanto, segundo os autores não há um consenso na literatura do efeito de sexo sobre o aproveitamento de nutrientes. Parsons, Potter e Bliss (1982)

concluíram que não há diferenças entre machos e fêmeas quando se corrige os valores energéticos para balanço de nitrogênio.

2.4. Desempenho e aproveitamento de nutrientes em função dos níveis energéticos da dieta

Um dos maiores desafios da atualidade é adequar os níveis energéticos das dietas aos requerimentos das aves, uma vez que a literatura tem mostrado que o nível de energia dietético tem relação direta com o desempenho e com o aproveitamento de nutrientes pelas aves, reduzindo a excreção de elementos poluentes ao ambiente. Neste aspecto, acredita-se que o nível energético possa modular a eficiência alimentar de duas formas: primeiramente, com o aumento da energia, as necessidades energéticas das aves são atendidas com menor consumo alimentar; segundo, a taxa de crescimento pode ser reduzida com baixos níveis de energia, uma vez que parte da proteína é direcionada para o suprimento energético do organismo e não para o crescimento tecidual (WALDROUP, 1981).

Ao avaliar o desempenho de frangos de corte machos de 1 a 49 dias de idade, Rosa et al. (2000) verificaram que os níveis de energia variando de 2900 e 3200 kcal/kg de EM em função dos níveis de óleo não influenciaram o ganho de peso, porém, reduziu o consumo e melhorou a conversão alimentar. Albuquerque et al. (2003) estudaram dois níveis de energia (3200 e 3600 kcal EM/kg) no período de 21 a 56 dias de idade e verificaram que o nível de 3600 kcal proporcionou menor ganho de peso, o que pode ser explicado pelo menor consumo de ração resultando em menor consumo de nutrientes.

Rocha et al. (2003) relataram que os níveis de EM (2850 e 3000 kcal/kg) não influenciaram o desempenho nem os valores de metabolizabilidade da matéria seca e retenção de nitrogênio em pintos de corte na fase de um a sete

dias de idade. Resultados semelhantes haviam sido observados por Maiorka et al. (1997) que avaliaram rações contendo 2900, 3000 e 3100 kcal/kg de EM na fase de 1 a 7 dias de idade. Já para o período de 7 a 14 dias, estes autores observaram maior ganho de peso e melhor conversão alimentar em aves que receberam os níveis mais altos de energia.

Mendes et al. (2004), ao estudar os efeitos da energia da dieta variando de 2900 a 3200 kcal/kg de EM, observaram que, no período de 1 a 42 dias de idade, houve menor consumo de ração e menor conversão alimentar à medida que se aumentou o nível de energia da ração. Ao mesmo tempo, à medida que se acrescentou energia na dieta, houve aumento linear na porcentagem de gordura abdominal e redução no rendimento de asas, mas não houve efeito sobre o rendimento de carcaça e das demais partes.

Ao avaliarem a EM da ração variando de 3050 a 3350 kcal/kg no desempenho e balanço energético em frangos de corte de 22 a 43 dias de idade, Sakomura et al. (2004) observaram que o nível de energia mais alto proporcionou melhores resultados de desempenho, sendo esse resultado atribuído ao efeito extracalórico em função do maior nível de óleo, elevando a disponibilidade dos nutrientes dos ingredientes da ração. Já o valor médio (3200 kcal/kg) apresentou melhor equilíbrio na eficiência de utilização de energia para deposição de proteína e gordura; conseqüentemente, melhor qualidade da carcaça em decorrência da menor deposição de gordura. Os valores de rendimento de carcaça e peito não foram afetados significativamente pelos níveis de energia na ração. Em contrapartida, Waldroup (1996) havia observado maior rendimento de carcaça com o aumento do nível de energia nas rações, diminuindo a partir de 3227 kcal/kg. Nesse mesmo trabalho, o rendimento de carne de peito foi maximizado com 3188 kcal/kg de energia na dieta.

Duarte et al. (2007) avaliaram diferentes níveis de energia (3200 e 3600 kcal/kg) e programas de alimentação (recomendações de aminoácidos) sobre a

qualidade de carcaça e o desempenho de frangos de corte entre 42 e 57 dias de idade. Os autores verificaram que os níveis energéticos não determinaram diferenças expressivas na qualidade da carcaça, porém, observaram que o maior nível de EM proporcionou melhor desempenho das aves.

Bertechini (2011) relata que a maioria dos estudos com níveis de EM variando de 2850 até 3250 kcal/kg apresentam resultados semelhantes e que níveis abaixo ou acima desses valores não se pode prever os resultados. A maioria das pesquisas indica que, para valores acima deste intervalo, a ave não é capaz de melhorar o seu desempenho (RICHARDS, 2003). Abaixo disso, o conteúdo de fibra impede o consumo calórico e de nutrientes em quantidades suficientes para alcançar as necessidades diárias, afetando de forma negativa o desempenho da ave (LATSHAW, 2008).

Em geral, mesmo com resultados controversos com relação aos níveis de energia, é consenso entre nutricionistas de que os níveis energéticos das rações devam ser adequados. Nesse caso, o uso de equações de predição poderia melhorar o balanço energético e de nutrientes das aves.

2.5. Estimativa dos valores energéticos por equações de predição e a importância da validação

Durante anos, a possibilidade de utilizar equações para estimar os valores energéticos dos alimentos baseados em sua composição química, tem sido alvo de pesquisas (SILVA, 1978; JANSSEN, 1989; RODRIGUES, 2000; RODRIGUES et al., 2001; RODRIGUES et al., 2002; ZHAO et al., 2008; WAN et al., 2009; NASCIMENTO et al., 2011; SEDGHI et al., 2011). Isso se deve, principalmente, à dificuldade de se avaliar a disponibilidade de energia e à importância de se conhecer o conteúdo energético dos alimentos.

De acordo com Sakomura e Silva (1998), a concentração de nutrientes de vários cereais encontrados nas tabelas de composição de alimentos não é confiável para a formulação de rações, sendo o grande número de cultivares o principal fator que determina essa diversidade de valores. Borges et al. (2003) relatam que, diante de tantas variações nos valores energéticos, não é seguro para as indústrias utilizar os valores de tabela. No entanto, seria extremamente oneroso e difícil submeter todas as partidas de matéria-prima a ensaios *in vivo* para a obtenção dos valores energéticos. Entretanto, poderiam obter, com relativa facilidade, composições químicas, como teores de proteína bruta, fibra, extrato etéreo, entre outras.

Várias equações podem ser encontradas na literatura. Janssen (1989), baseando-se em dados oriundos de vários experimentos na Europa, elaborou a Tabela Europeia de Valores Energéticos de Alimentos para Aves, na qual é apresentada uma série de equações de predição dos valores de EMAn para vários grupos de alimentos. Entretanto, o autor ressalta que, para alimentos cuja composição química varia muito além da média apresentada, as equações podem levar à predição de resultados diferentes.

A eficácia de uma equação de predição pode estar relacionada ao número e ao tipo de variável que a compõe. Silva (1978) havia observado que as equações melhor ajustadas para vários alimentos são aquelas que consideram os valores de fibra bruta (FB), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM). Nunes, Rostagno e Albino (2001), trabalhando com grão de trigo e alguns subprodutos, observaram que a equação composta pela proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) foi a que melhor se ajustou ($EMAn = 4754,02 - 48,38 PB - 45,32 FDN$; $R^2 = 0,98$) e ressaltam que o uso de equações com duas a quatro variáveis pode oferecer maior facilidade, já que estas necessitam de menor número de análises laboratoriais.

Ost et al. (2005), por sua vez, relataram que equações contendo de uma a seis variáveis tiveram a mesma capacidade de prever os valores de EMVn de sojas integrais e farelos de soja. Assim, concluíram que o ideal é que as equações apresentem variáveis provenientes de análises laboratoriais simples e rotineiras, ao contrário das equações apresentadas por Robbins e Firman (2006) e Silva et al. (2010), que dependem de equipamentos onerosos. Estes autores determinaram equações que dependem de calorímetro e de espectrofotômetro de absorção atômica. Robbins e Firman (2006) argumentam que a equação de predição com a variável umidade (UM), energia bruta, ferro, cálcio e potássio ($EMVn = -2486 + 71,2UM + 0,9EB - 0,2Fe + 67,7Ca + 1036,7K; R^2 = 0,98$) é mais eficaz na determinação da EMAn de farinhas de subprodutos de aves. Para Silva et al. (2010), a equação geral para farinha de vísceras foi $EMAn = -2315,69 + 31,4439PB + 29,7697MM + 0,7689EB - 49,3611Ca, R^2 = 72\%$. Nesses casos, apesar de exigir equipamentos sofisticados, ainda é compensatório, pois não há necessidade do uso de animais para determinação da EMAn dos alimentos.

Borges et al. (2003), trabalhando com equações para estimar valores energéticos ($EMAn = 4337,0 - 202,0FB - 156,8EE; R^2 = 0,93$) de trigo e seus subprodutos, observaram que a fibra bruta foi a variável que melhor se relacionou (negativamente) com os valores de energia metabolizável, embora não deva ser utilizada como único fator. Segundo os autores, esse resultado já era esperado, pois, de acordo com Carré, Prevotel e Leclercq (1984), a parede celular dos alimentos é considerada um diluidor da energia metabolizável dos alimentos. Para Nascimento et al. (2011) a fibra, além de atuar diretamente sobre a EMAn dos alimentos, também participa, provavelmente, de forma direta e considerável sobre todas as outras variáveis da composição química.

Rochell, Kerr e Dozier (2011) enfatizam que os melhores preditores de EMAn para coprodutos do milho são a hemicelulose, extrato etéreo e matéria

mineral ($EMAn = 3517 + 46,02EE - 82,47MM - 33,27HC$; $R^2 = 0,89$), sendo a hemicelulose a variável com maior efeito nos valores de EMAn. Substituindo a hemicelulose do modelo de predição pelo FDN, obteve-se a seguinte equação com menor R^2 ($EMAn = -30,19FDN + 0,81EB - 12,26PB$; $R^2 = 0,87$). Já Cozannet et al. (2010) relataram que a fibra bruta por si só representa muito da variação de EMAn de coprodutos do trigo. No entanto, em seu estudo, a FDA apresentou maior correlação com EMAn ao invés da FDN e hemicelulose.

Em trabalhos conduzidos por Rodrigues (2000), foi determinada a energia metabolizável (aparente e verdadeira) de dezenove alimentos (híbridos de milhos, subprodutos do milho, milheto e derivados de soja) utilizando o método tradicional de coleta de excretas com pintos e o de alimentação forçada com galos adultos. A partir dos resultados obtidos, foram ajustadas equações para prever os valores energéticos dos alimentos do grupo do milho e de subprodutos da soja, em função da composição dos alimentos. As equações com duas a quatro variáveis fizeram boas predições dos valores energéticos dos alimentos do grupo do milho e da soja utilizados no experimento, explicando mais de 91% das variações nos valores de EMAn e EMVn obtidos com pintos e galos, respectivamente. De fato, Nagata et al. (2004) e Zonta et al. (2004), utilizando as mesmas equações propostas por Rodrigues (2000) para alimentos energéticos e proteicos, respectivamente, mostraram certa viabilidade da aplicação dessas equações para prever o conteúdo energético dos alimentos. Porém, em alguns casos, não apresentaram bons ajustes dos valores energéticos de alguns alimentos, necessitando, portanto, de mais estudos.

Até então, as pesquisas eram direcionadas para equações distintas para cada alimento ou para grupos de alimentos semelhantes, sem levar em consideração o sexo e a idade das aves e a metodologia empregada para a obtenção da energia. Assim, a utilização de uma técnica capaz de estabelecer tais equações considerando estes fatores é de fundamental importância.

Nascimento (2007) e Queiroz (2010), utilizando o princípio da meta-análise, também estabeleceram equações de predição de valores energéticos de alimentos empregados na formulação de rações para aves. Esse princípio utilizado pelos autores considera os efeitos de diferentes fatores que interferem na variabilidade dos resultados, tais como época do ano e local de execução do experimento, idade e sexo dos animais utilizados, número de repetições e metodologia utilizada na determinação da variável resposta, dentre outros, o que parece ser viável na elaboração de novas equações. A aplicação das equações propostas por estes autores pode viabilizar a estimativa dos valores energéticos de alimentos utilizados para aves nas diferentes fases fisiológicas do crescimento. Os autores utilizam equações variando de dois a cinco fatores, todas considerando, pelo menos, a fibra em detergente neutro (FDN) e o extrato etéreo (EE). Alvarenga et al. (2011) afirmaram que as equações propostas por Nascimento (2007) estimam adequadamente a EMAn de alimentos concentrados proteicos e energéticos.

Atualmente, apesar do esforço em buscar equações de predição, nem toda tentativa de relacionar composição química e energia tem sido obtida com sucesso. Muitas equações aparentemente bem ajustadas aos dados originais, muitas vezes não respondem satisfatoriamente quando testadas na prática. Além disso, Souza (2009) apresenta algumas críticas feitas às equações de predição como, por exemplo, o fato de que proteínas, carboidratos e lipídeos serem considerados igualmente digestíveis em todos os alimentos e a deficiente validação das equações em ensaios posteriores. Dessa forma, torna-se importante validar tais equações e estabelecer uma confiabilidade de seu uso.

CONSIDERAÇÕES GERAIS

O conhecimento do conteúdo energético dos alimentos é fundamental para o fornecimento adequado de nutrientes às aves, uma vez que a maioria dos trabalhos evidencia a participação da energia na regulação do consumo. Porém, o procedimento biológico necessário para determinar a EMAn dos alimentos é demorado e oneroso. Portanto, o avanço de modernas técnicas para determinar os valores energéticos de alimentos utilizados para frangos de corte tem sido bastante considerável nos últimos anos. A aplicabilidade de equações de predição pode substituir o uso de tabelas para se estimar os valores de EMAn dos alimentos baseada nos seus valores de composição química. Isso sugere novas frentes de pesquisas, direcionando na elaboração de rações mais adequadas às necessidades das aves.

REFERÊNCIAS

ALBINO, L. F. T.; SILVA, M. A. Valores nutritivos de alimentos para aves e suínos determinados no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 1996, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 1996. p. 303-318.

ALBUQUERQUE, R. et al. Effects of energy level in finisher diets and slaughter age of on the performance and carcass yield in broiler chickens. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 5, n. 2, p. 99-104, May/Aug. 2003.

ALVARENGA, R. R. et al. Energetic values of feedstuffs for broilers determined with *in vivo* assays and prediction equations. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 168, n. 3, p. 257–266, Sept. 2011.

ANDREOTTI, M. O. et al. Energia metabolizável do óleo de soja em diferentes níveis de inclusão para frangos de corte nas fases de crescimento e final. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 5, p. 1145-1151, set./out. 2004.

BATAL, A. B.; PARSONS, C. M. Effects of age on nutrient digestibility in chicks fed different diets. **Poultry Science**, Ithaca, v. 81, n. 3, p. 400-407, Mar. 2002.

BERTECHINI, A. G. Impacto da energia da dieta sobre as exigências nutricionais de frangos de corte. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 3., 2011, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2011. p. 297-310.

BORGES, F. M. O. et al. Equações de regressão para estimar valores energéticos do grão de trigo e seus subprodutos para frangos de corte, a partir de análises químicas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 55, n. 6, p. 734-746, dez. 2003.

BORGES, F. M. O. Utilização de enzimas em dietas avícolas. **Cadernos Técnicos da Escola de Medicina Veterinária da UFMG**, Belo Horizonte, n. 20, p. 5-30, jun. 1997.

BORGES, F. M. O.; ROSTAGNO, H. S.; SAAD, C. E. P. Efeito do consumo de alimento sobre os valores energéticos do grão de trigo e seus subprodutos para frangos de corte, obtidos pela metodologia da alimentação forçada. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 6, p. 1392-1399, nov./dez. 2004.

BRUGALLI, I. et al. Efeito do tamanho de partícula e do nível de substituição nos valores energéticos da farinha de carne e ossos para pintos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 4, p. 753-757, jul./ago. 1999.

BRUMANO, G. et al. Composição química e valores de energia metabolizável de alimentos proteicos determinados com frangos de corte em diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 6, p. 2297-2302, nov./dez. 2006.

CAFÉ, M. B. et al. Determinação do valor nutricional das sojas integrais processadas para aves. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 2, n. 1, p. 67-74, jan./abr. 2000.

CARRÉ, B.; PREVOTEL, B.; LECLERCQ, B. Cell wall content as a predictor of metabolisable energy value of poultry feedingstuffs. **British Poultry Science**, Edinburgh, v. 25, n. 4, p. 561-572, Oct./Dec.1984.

CARVALHO, D. C. et al. Composição química e energética de amostras de milho submetidas a diferentes temperaturas de secagem e períodos de armazenamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 358-364, mar./abr. 2004.

COZANNET, P. et al. Energy value of wheat dried distillers grains with solubles in roosters, broilers, layers, and turkeys. **Poultry Science**, Ithaca, v. 89, n. 10, p. 2230-2241, Oct. 2010.

DUARTE, K. F. et al. Efeito dos níveis de energia e programas de alimentação sobre a qualidade de carcaça e desempenho de frangos de corte abatidos tardiamente. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 29, n. 1, p. 39-47, Jan. 2007.

FARREL, D. J. Rapid determination of metabolizable energy of foods using cockrels. **British Poultry Science**, Edinburgh, v. 19, n. 3, p. 303-308, May/June 1978.

FISCHER, C.; MCNAB, J. M. Techniques for determining the metabolizable energy content of poultry feeds. In: COLE, D. J. A.; HAZELSIGN, W. (Ed.) **Recent developments in poultry nutrition**. Butterworths: Poultry, 1987. p. 54-69.

GENEROSO, R. A. R. et al. Composição química e energética de alguns alimentos para frangos de corte em duas idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 7, p. 1251-1256, ago. 2008.

HILL, S. J.; ANDERSON, D. L. Comparison of metabolizable energy and productive energy determinations with growing chicks. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 64, n. 4, p. 587-603. Apr. 1958.

JANSSEN, W. M. M. A. **European table of energy values for poultry feedstuffs**. 3. ed. Wageningen: Beekbergen, 1989.

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

LATSHAW, J. D. Daily energy intake of broiler chickens is altered by proximate nutrient content and form of the diet. **Poultry Science**, Ithaca, v. 87, N. 1, p. 89-95, Jan. 2008.

MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEB/UNESP, 1994.

MAIORKA, A. et al. Efeito do nível energético da ração sobre o desempenho de frangos de corte de 1 a 7, 7 a 14 e 14 a 21 dias de idade. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1997, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1997. p. 18.

MELLO, H. H. C. et al. Valores de energia metabolizável de alguns alimentos obtidos com aves de diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 5, p. 863-868, set./out. 2009.

MENDES, A. A. et al. Efeitos da energia da dieta sobre desempenho, rendimento de carcaça e gordura abdominal de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 2300-2307, dez. 2004.

MOREIRA, I. et al. Utilização da farinha pré-gelatinizada de milho na alimentação de leitões na fase de creche, digestibilidade e desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 440-448, mar./abr. 2001.

NAGATA, A. K. et al. Energia metabolizável de alguns alimentos energéticos para frangos de corte, determinada por ensaios metabólicos e por equações de predição. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 3, p. 668-677, maio/jun. 2004.

NASCIF, C. C. C. et al. Determinação dos valores energéticos de alguns óleos e gorduras para pintos de corte machos e fêmeas aos 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 375-385, mar./abr. 2004.

NASCIMENTO, A. H. et al. Valores de energia metabolizável de farinhas de penas e de vísceras determinados com diferentes níveis de inclusão e duas idades das aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 3, p. 877-881, maio/jun. 2005.

NASCIMENTO, G. A. J. **Equações de predição dos valores energéticos de alimentos para aves utilizando o princípio da meta-análise**. 2007. 199 f. Tese (Doutorado em Nutrição de Monogástricos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

NASCIMENTO, G. A. J. et al. Equações de predição para estimar valores de energia metabolizável de alimentos concentrados energéticos para aves utilizando meta-análise. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 63, n. 1, p. 222-230, fev. 2011.

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

NERY, L. R. **Valores de energia metabolizável e de aminoácidos digestíveis de alguns alimentos para aves**. 2005. 100 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

NUNES, R. V. et al. Coeficientes de metabolizabilidade da energia bruta de diferentes ingredientes para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 1, p. 89-94, jan./fev. 2008.

NUNES, R. V. et al. Valores energéticos de subprodutos de origem animal para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 4, p. 1217-1224, jul./ago. 2005.

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

OST, P. R. et al. Aminoácidos digestíveis verdadeiros de alguns alimentos protéicos determinados em galos cecectomizados e por equações de predição. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 6, p. 1820-1828, nov./dez. 2005.

PARSONS, C. M.; POTTER, L. M.; BLISS, B. A. True metabolizable energy corrected to nitrogen equilibrium. **Poultry Science**, Champaign, v. 61, n. 11, p. 2241-2246, Nov. 1982.

PAULA, A. et al. Valores de energia metabolizável da farinha de carne e ossos e farinha de vísceras determinados com diferentes níveis de substituição para frangos de corte. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 8, n. 1, p. 51-55, jan./abr. 2002.

QUEIROZ, F. C. M. **Análises de componentes principais na meta-análise para obtenção de equações de predição de valores energéticos de alimentos para aves**. 2010. 71 f. Dissertação (Mestrado em Estatística e Experimentação Agropecuária) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

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

RICHARDS, M. P. Genetic regulation of feed intake and energy balance in poultry. **Poultry Science**, Ithaca, v. 82, p. 907-916, 2003.

ROBBINS, D. H.; FIRMAN, J. D. Evaluation of the metabolizable energy of poultry by-product meal for chickens and turkeys by various methods. **International Journal of Poultry Science**, Pakistan, v. 5, n. 8, p. 753-758, 2006.

ROCHA, P. T. et al. Desempenho de frangos de corte alimentados com rações pré-iniciais contendo diferentes níveis de proteína bruta e energia metabolizável. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 162-170, jan. 2003.

ROCHELL, S. J.; KERR, B. J.; DOZIER III, W. A. Energy determination of corn co-products fed to broiler chicks from 15 to 24 days of age, and use of composition analysis to predict nitrogen-corrected apparent metabolizable energy. **Poultry Science**, Ithaca, v. 90, n. 9, p. 1999-2007, Sept. 2011.

RODRIGUES, P. B. **Digestibilidade de nutrientes e valores energéticos de alguns alimentos para aves.** 2000. 204 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

RODRIGUES, P. B. et al. Valores energéticos da soja e subprodutos da soja, determinados com frangos de corte e galos adultos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 1771-1782, jul./ago. 2002.

RODRIGUES, P.B. et al. Valores energéticos do milho, do milheto, do milho e subprodutos do milho, determinados com frangos de corte e galos adultos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 6, p. 1767-1778, nov./dez. 2001.

ROSA, A. P. et al. Desempenho e composição de carcaça de frangos submetidos às dietas com diferentes teores energéticos e níveis de gordura. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. 1 CD-ROM..

SAKOMURA, N. K.; SILVA, R. Conceitos inovadores aplicáveis à nutrição de não ruminantes. **Cadernos Técnicos da EV da UFMG**, Belo Horizonte, v. 22, n. 1, p. 125-146, jan./dez. 1998.

SAKOMURA, N. K. et al. Efeito da idade dos frangos de corte na atividade enzimática e digestibilidade dos nutrientes do farelo de soja e soja integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 4, p. 924-935, jul./ago. 2004.

SCAPIM, M. R. S. et al. Avaliação nutricional da farinha de penas e de sangue para frangos de corte submetida a diferentes tratamentos térmicos. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 25, n. 1, p. 91-98, jan. 2003.

SCHUTTE, J. B. Differences in dietary energy value of feedstuffs between young and adult birds. In: MINI SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 1998, Viçosa, MG. **Anais ...** Viçosa, MG: UFV, 1998. p. 7-14.

SEDGHI, M. et al. Estimation and modeling true metabolizable energy of sorghum grain for poultry. **Poultry Science**, Ithaca, v. 90, n. 5, p. 1138-1143, May, 2011.

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

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**, Ithaca, v. 42, n. 1, p. 13-25, Jan. 1963.

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

SILVA, E. P. et al. Prediction of metabolizable energy values in poultry offal meal for broiler chickens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 10, p. 2237-2245, Oct. 2010.

SILVA, J. M. F. **Composição química e energia metabolizável de ingredientes usados na alimentação de poedeiras e sua utilização em rações de mínimo custo**. 1978. 53 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SONG, G. L. et al. Comparisons of amino acid availability by different methods and metabolizable energy determination of a chinese variety of high oil corn. **Poultry Science**, Ithaca, v. 82, n. 2, p. 1017-1023, June 2003.

SOUZA, R. M. **Equações de predição dos valores energéticos de alimentos para aves**. 2009. 123 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

VIEIRA, R. O. et al. Composição química e energia metabolizável de híbridos de milho para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 4, p. 832-838, jul./ago. 2007.

WALDROUP, P. W. Energy levels for broilers. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Champaign, v. 58, n. 3, p. 309-313, abr. 1981.

WALDROUP, P. W. Nutrient requirement of broilers. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 1996, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1996. p. 55.

WAN, H. F. et al. Prediction of true metabolizable energy from chemical composition of wheat milling by-products for ducks. **Poultry Science**, Ithaca, v. 88, n. 1, p. 92-97, Jan. 2009.

WANG, X.; PARSONS, C. M. Dietary formulation with meat and boné meal on a total versus a digestible or bioavailable amino acid basis. **Poultry Science**, Ithaca, v. 77, n. 7, p. 1010-1015, July 1998.

ZHAO, F. et al. Predicting metabolizable energy of normal corn from its chemical composition in adult pekin ducks. **Poultry Science**, Ithaca, v. 87, n. 8, p. 1603-1608, Aug. 2008.

ZHOU, Z. et al. The influence of the amylopectin / amylase ratio in samples of corn on the true metabolizable energy value for ducks. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 157, n. 1, p. 99-103, Apr. 2010.

SEGUNDA PARTE – ARTIGOS CIENTÍFICOS

**ARTIGO 1:
DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ENERGÉTICA DO
MILHO E DO FARELO DE SOJA UTILIZADO PARA FRANGOS DE
CORTE**

Alvarenga, R.R.; Rodrigues, P.B. et al.

**Artigo redigido conforme norma da Revista Brasileira de Ciência Avícola –
versão preliminar**

Determinação da composição química e energética do milho e do farelo de soja utilizado para frangos de corte

Resumo

Objetivou-se determinar os valores de energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) e da composição química do milho e do farelo de soja utilizados para frangos de corte. Foram utilizados 90 pintos Cobb com 18 dias de idade, que foram distribuídos aleatoriamente em seis repetições de cinco aves por parcela experimental. Foi utilizado o método de coleta total de excretas, com período experimental de 10 dias, sendo sete para adaptação das aves e três para coleta do material. As dietas experimentais consistiram em duas rações contendo os alimentos-teste mais a ração referência. O milho foi incorporado na ração referência em 40% e o farelo de soja em 30%, todos com base na matéria natural. Os valores de composição química e energética foi diferente dos trabalhos encontrados na literatura. Para o milho, foram encontrados 8,62% de proteína bruta, 4,6% de extrato etéreo, 2,33% de fibra bruta, 10,77% de FDN, 3,2% de FDA, 0,85% de cinzas, 70,62% de extrato não nitrogenado e 3261 kcal/kg de EMAn. Para a soja, os valores foram 45,95% para proteína bruta, 2,35% de extrato etéreo, 5,97% de fibra bruta, 10,80% de FDN, 10,27% de FDA, 5,58% de cinzas, 29% de extrato não nitrogenado e 2108 kcal/kg de EMAn. Conclui-se que há uma variação considerável na composição química e energética do milho e do farelo de soja utilizado na alimentação de frangos de corte, sendo necessários trabalhos nas mais variadas condições para atualização de tabelas e elaboração de equações de predição para valores energéticos baseados na composição química.

Palavras-chave: avicultura, energia metabolizável, formulação de rações, nutrição

Introdução

A necessidade de se conhecer os valores nutritivos e energéticos dos alimentos utilizados em rações para frangos de corte se justifica em função do melhor aproveitamento e utilização de forma mais adequada destes alimentos pelas aves. Neste sentido, a precisão dos valores de composição química, energética e digestibilidade de nutrientes, além de necessários, são primordiais na redução dos custos e aumento da produtividade.

Atualmente, os principais ingredientes utilizados nas rações de frangos de corte são o milho e o farelo de soja. Dessa forma, para se obter sucesso na formulação de rações para aves, torna-se necessário o conhecimento preciso do conteúdo químico energético destes alimentos. Entretanto, os valores de composição química e energética podem variar em função de inúmeros fatores, tais como condições geográficas e época de plantio, fertilidade do solo, variedade genética dos cultivares, além das formas de armazenamento e processamento dos grãos. Assim, é de se esperar uma grande variabilidade nos valores de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) de um mesmo ingrediente utilizado nas rações (VIEIRA et al., 2007).

Na literatura, diversos trabalhos associam os valores energéticos dos alimentos ao extrato etéreo (WANG; PARSONS, 1998), carboidratos (ZHOU et al., 2010), matéria mineral (NUNES et al., 2005), dentre outros. Nesse caso, o uso de tabelas de composição química e energética dos alimentos pode ser considerado, em alguns casos, inadequado para assegurar o máximo desempenho das aves e melhores características de carcaça.

Desta forma, trabalhos apresentando a composição química e energética dos principais alimentos utilizados em dietas para frangos de corte é fundamental, não só para atualização de Tabelas, mas também para a elaboração e estudo de aplicabilidade de futuras equações de predição, onde se considera a

estimativa dos valores de EMAn dos alimentos baseando na composição química e determinada em diferentes condições e métodos de determinação.

Objetivou-se, com este trabalho, determinar os valores de energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) e da composição química do milho e do farelo de soja utilizados para frangos de corte.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no setor de avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, em Lavras, MG, em maio de 2010. Todo procedimento experimental teve aprovação do comitê de bioética da instituição.

Foram utilizados 90 pintos de corte da linhagem Cobb 500[®], alojados inicialmente em galpão de alvenaria com piso forrado com maravalha até a idade de 18 dias, período no qual receberam uma ração inicial de frangos de corte com milho e farelo de soja como ingredientes básicos, formulada de acordo com as exigências nutricionais recomendadas por Rostagno et al. (2005). Posteriormente, as aves foram pesadas, homogeneizadas pelo peso e transferidas para uma sala de metabolismo com ambiente controlado por dispositivo digital de controle de temperatura, recebendo luz artificial por 24 horas. Foram alojadas cinco aves em cada gaiola (unidade experimental), perfazendo um total de seis repetições por ração experimental. A temperatura interna da sala foi de $23,7 \pm 1,3$ °C.

As dietas experimentais consistiram em duas rações contendo os alimentos-teste mais a ração referência. O milho foi incorporado na ração referência em 40% e o farelo de soja em 30%, todos com base na matéria natural. A ração referência foi formulada a base de milho e farelo de soja,

suplementada com vitaminas e minerais seguindo as exigências nutricionais recomendadas por Rostagno et al. (2005) (Tabela 1).

Tabela 1. Composição centesimal e calculada da ração referência

Ingredientes (%)	Ração referência
Milho	61,30
Farelo de soja	31,66
Óleo de soja	3,520
Sal comum	0,430
Fosfato bicálcico	1,645
Calcário calcítico	0,840
Suplemento vitamínico ¹	0,030
Suplemento mineral ²	0,030
L-lisina HCl 78%	0,194
DL-metionina 99%	0,221
L-treonina 98%	0,034
Cloreto de colina 60%	0,040
Lasalocida 15%	0,060
Bacitracina de Zn 15%	0,025
<i>Composição Calculada*</i>	
EMAn (kcal/kg)	3100
Proteína bruta (%)	19,40
Lisina digestível (%)	1,072
Metionina + cistina digestível (%)	0,773
Treonina digestível (%)	0,697
Cálcio (%)	0,820
Fósforo disponível (%)	0,410

¹ Enriquecimento por kg do produto: ácido fólico, 1.600 mg; ácido pantotênico, 29.000 mg; biotina, 60 mg; niacina, 37000 mg; vitamina A, 20.000.000 UI; vitamina B1, 3.000 mg; vitamina E, 40.500 UI; vitamina B12, 27.000 mcg; vitamina B2, 12.000 mg; vitamina B6, 6.000 mg; vitamina D3, 5.000.000 UI; vitamina K3, 4.000 mg; BHT 5000 mg.

² Enriquecimento por kg do produto: zinco (mín.), 110 g; selênio (mín.), 360 mg; iodo (mín.), 1.400 mg; cobre (mín.), 20 g; manganês (mín.), 156 g; ferro (mín.), 96 g.

* Composição calculada de acordo com Rostagno et al. (2005)

As rações e água foram fornecidas à vontade durante um período de dez dias, sendo sete de adaptação às gaiolas e às rações experimentais e três de coleta total de excretas (RODRIGUES et al., 2005), a qual foi realizada uma vez ao dia, iniciando sempre às oito horas da manhã. No período de coleta (26 a 28 dias de idade), as bandejas foram revestidas com plástico resistente sob o piso de cada gaiola, a fim de se evitar perdas de excretas. As rações foram mantidas em baldes identificados com cada parcela. Vinte e quatro horas antes do início do período de coleta, os comedouros foram esvaziados e os baldes tiveram a quantidade de ração pesada e padronizada. Ao final do período de coleta, os comedouros foram novamente esvaziados e as sobras (comedouro e balde) foram pesadas para a determinação do consumo.

Das excretas, foi retirado todo material estranho (penas e partículas de rações) antes de serem acondicionadas em sacos plásticos previamente identificados e armazenadas em *freezer* até o final do período experimental, quando foram descongeladas, pesadas e homogeneizadas. Em seguida, foram retiradas amostras de 400 gramas que foram submetidas a uma pré-secagem em estufa de ventilação forçada (55 °C) durante 72 horas. Posteriormente, foram novamente pesadas para a determinação da matéria seca a 55 °C e moídas em moinho “tipo faca”, com peneira de dois milímetros. Amostras foram então encaminhadas ao laboratório para a determinação dos teores de matéria seca (MS), energia bruta (EB) e nitrogênio (N), assim como a amostra da ração referência, seguindo as técnicas descritas por Silva e Queiroz (2002). Com base nos resultados laboratoriais obtidos, foram calculados os valores de energia metabolizável aparente (EMA) utilizando-se as equações propostas por Matterson et al. (1965) e ajustados para a retenção de nitrogênio:

$$\text{EMAn da RT ou RR} = \frac{\text{EB ingerida} - (\text{EB excretada} + 8,22 \cdot \text{BN})}{\text{MS ingerida}}$$

$$\text{EMAn do alimento} = \text{EMAn}_{\text{RR}} + \frac{\text{EMAn}_{\text{RT}} - \text{EMAn}_{\text{RR}}}{\text{g/g de substituição}}$$

em que:

RT = ração teste;

RR = ração referência;

EB = energia bruta;

BN = balanço de nitrogênio (N ingerido - N excretado);

MS = matéria seca.

Para cada alimento, foram determinados os valores de EB, MS, PB, N, extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB), fibras em detergente ácido (FDA) e neutro (FDN) e matéria mineral (MM) conforme as técnicas descritas por Silva e Queiroz (2002). Os valores de energia bruta das rações, das excretas e dos alimentos foram determinados em bomba calorimétrica modelo Parr-1261 e o nitrogênio pelo método de Kjeldahl, sendo as análises realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal do DZO da UFLA.

Resultados e Discussão

Os valores da composição química dos alimentos estudados (Tabela 2) diferiram em alguns aspectos tanto dos resultados da literatura nacional (RODRIGUES, 2000; BRUMANO et al., 2006; NERY, 2005; ROSTAGNO et al., 2005) quanto da internacional (JANSSEN, 1989; NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1994; DALE, 1999). Todavia, estas diferenças eram esperadas, pois existem fatores que influenciam tais como fertilidade do solo, condições de plantio e adubação, clima, genética dos cultivares e condições de armazenamento e processamento dos grãos. Isso evidencia a importância e a necessidade de que valores de composição dos alimentos sejam revisados periodicamente.

Tabela 2. Composição química e energética do milho e do farelo de soja, expressos na matéria natural

Composição	Milho	Farelo de soja
Matéria seca (%)	87,02	88,85
Proteína bruta (%)	8,62	45,95
Extrato etéreo (%)	4,60	2,35
Fibra bruta (%)	2,33	5,97
Fibra em detergente neutro (%)	10,77	10,80
Fibra em detergente ácido (%)	3,20	10,27
Matéria mineral (%)	0,85	5,58
Extrato não nitrogenado (%)	70,62	29,0
EMAn (Kcal/kg)	3261	2108

EMAn: energia metabolizável aparente corrigida pelo nitrogênio retido

Os valores de matéria seca, proteína bruta e extrato não nitrogenado do milho foram semelhantes aos descritos nas Tabelas Brasileiras (ROSTAGNO et al., 2005). Os valores de extrato etéreo e fibra bruta foram superiores em 27 e 35%, respectivamente, enquanto que a matéria mineral, o FDA e FDN foram inferiores em 33, 10 e 8%, respectivamente. Quanto ao valor de EMAn, este apresentou-se 120 kcal/kg superior ao das Tabelas Brasileiras.

Quanto ao farelo de soja, a matéria seca, proteína bruta, matéria mineral e extrato não nitrogenado foram semelhantes aos apresentados por Rostagno et al. (2005). Apenas o extrato etéreo, o FDA e a fibra bruta foram superiores em 42, 26 e 10%, respectivamente, enquanto que o FDN apresentou-se inferior em 22%. Já o valor de EMAn, este apresentou-se 148 kcal/kg mais elevado.

Diversos outros trabalhos na literatura mostram variações consideráveis em alguns componentes químicos destes alimentos utilizados para aves

(VIEIRA et al., 2007). Generoso et al. (2008) observaram valores de extrato etéreo 18% menor, 32% menos fibra bruta, 36% mais FDN, 28% mais FDA e 39% mais fibra. Para o farelo de soja, os autores encontraram 33% menos extrato etéreo, 12% menos fibra bruta, 37% mais FDN e 16% menos FDA. Este resultado reflete a variação química entre os principais alimentos utilizados para frangos de corte. Segundo Nascimento et al. (1998), o tipo de processamento pode afetar o teor de extrato etéreo e fibra bruta do farelo de soja.

Os valores de proteína bruta obtidos no presente trabalho não variaram de forma significativa em relação ao que foi apresentado por Generoso et al. (2008), o que é característico de alimentos energéticos, onde o teor proteico é normalmente baixo.

Com relação ao farelo de soja, Ost et al. (2005) afirmaram que maiores teores de fibra são encontrados nos farelos de soja com menor teor de PB, em função da maior quantidade de casca. Isso também não pode ser confirmado no presente estudo, uma vez que o extrativo não nitrogenado pode ter apresentado maiores diferenças. De fato, os autores observaram 94 kcal/kg menos EMAn em relação ao do presente estudo, reflexo do menor teor de extrato etéreo e, provavelmente, menor teor de extrativo não nitrogenado.

Com relação à energia metabolizável, Vieira et al. (2007), analisando os valores energéticos de 45 híbridos de milho utilizado em dietas para frangos de corte, verificaram que a EMAn variou de 3405 a 4013 kcal/kg, sendo observado também uma grande variabilidade na composição química destes alimentos. Neste caso, sabe-se que a concentração de nutrientes dos alimentos está diretamente relacionada aos teores de energia dos alimentos. Por sua vez, Kato et al. (2011), estudando sete híbridos de milho, observaram valores de EMAn variando de 3690 a 3814 e afirmam que aves na primeira semana de idade apresentam menor capacidade de aproveitamento energético.

Mello et al. (2009), ao trabalharem com aves na mesma idade do presente trabalho, encontraram valores de 3144 kcal/kg para o milho e 2206 kcal/kg para o farelo de soja. Já Calderano et al. (2010) obtiveram valor de 2148 kcal/kg para o farelo de soja. Com base nestes resultados, pode-se inferir que a grande variação na composição química dos alimentos reflete em diferentes valores de EMAn. Assim, torna-se necessário a realização de estudos sobre a composição química e valores de EMAn do milho e do farelo de soja utilizado em rações para frangos de corte, visando complementar as tabelas nacionais e internacionais e contribuir para a elaboração e validação de futuras equações para predizer os valores de EMAn destes alimentos para que a formulação de rações seja otimizada.

Conclusão

Existe uma variação considerável na composição química do milho e do farelo de soja. A variação dos valores de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio obtido para os alimentos com aves comprova que a utilização de um único valor pode levar a erros na formulação. Os valores obtidos no presente estudo foram de 3261 Kcal/kg para o milho e 2108 kcal/kg para o farelo de soja.

Referências

BRUMANO, G. et al. Composição química e valores de energia metabolizável de alimentos proteicos determinados com frangos de corte em diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 6, p. 2297-2302, nov./dez. 2006.

CALDERANO, A. A. et al. Composição química e energética de alimentos de origem vegetal determinada em aves de diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 2, p. 320-326, Feb. 2010.

COWIESON, A. J. Factors that affect the nutritional value of maize for broilers. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 119, N. 3-4, p. 293-305, Jan. 2011.

DALE, N. Ingredient analysis table. **Feedstuffs**, Minnetonka, v. 71, n. 31, p. 24-31, Sept. 1999.

GENEROSO, R. A. R. et al. Composição química e energética de alguns alimentos para frangos de corte em duas idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 7, p. 1251-1256, ago. 2008.

JANSSEN, W. M. M. A. **European table of energy values for poultry feedstuffs**. 3. ed. Wageningen: Beekbergen, 1989.

KATO, R. K. et al. Metabolizable energy of corn hybrids for broiler chickens as different ages. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1218-1226, nov./dez. 2011.

MATTERSON, L. D. et al. **The metabolizable energy of feed ingredients for chickens**. Connecticut: Storrs, 1965. (Research Report, 7).

MELLO, H. H. C. et al. Valores de energia metabolizável de alguns alimentos obtidos com aves de diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 5, p. 863-868, set./out. 2009.

NASCIMENTO, G. A. J. et al. Equações de predição para estimar os valores energéticos de alimentos concentrados de origem vegetal para aves utilizando a metanálise. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 7, p. 1265-1271, jul. 2009.

NASCIMENTO, A. H. et al. Valores de composição química e energética de alimentos para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 579-583, set./out. 1998.

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

NERY, L. R. **Valores de energia metabolizável e de aminoácidos digestíveis de alguns alimentos para aves**. 2005. 100 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

ROST, P. R. et al. Valores energéticos de sojas integrais e de farelos de soja, determinados com galos adultos e por equações de predição. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 2, p. 467-475, jul./ago. 2005.

RODRIGUES, P. B. **Digestibilidade de nutrientes e valores energéticos de alguns alimentos para aves**. 2000. 204 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

RODRIGUES, P. B. et al. Influência do tempo de coleta e metodologias sobre a digestibilidade e valor energético de rações para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 3, p. 882-889, mar. 2005.

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

SILVA, D. J.; QUEIROZ, C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, 2002.

VIEIRA, R. O. et al. Composição química e energia metabolizável de híbridos de milho para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 4, p. 832-838, jul./ago. 2007.

ZHOU, Z. et al. The influence of the amylopectin / amylase ratio in samples of corn on the true metabolizable energy value for ducks. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 157, n. 1, p. 99–103, Apr. 2010.

**ARTIGO 2:
USO DE EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO PARA ESTIMAR VALORES
ENERGÉTICOS DE ALIMENTOS PARA FRANGOS DE CORTE**

Alvarenga, R.R.; Rodrigues, P.B. et al.

**Artigo redigido conforme norma da Revista Animal Feed Science and
Technology – versão preliminar**

Uso de equações de predição para estimar valores energéticos de alimentos para frangos de corte

Resumo

Objetivou-se avaliar o uso de equações de predição para estimar valores de energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) do milho e do farelo de soja com frangos de corte. Dois experimentos foram conduzidos: um de desempenho e um de metabolismo. Para o desempenho, 1200 aves de um dia (machos e fêmeas) foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x8 (dois sexos e oito rações experimentais) com três repetições de cada sexo com 25 aves. No metabolismo, 240 aves de oito dias de idade foram distribuídas no mesmo delineamento, porém com parcela subdividida no tempo (fases de avaliação) com cinco aves por parcela experimental na fase de 8 a 21 dias, quatro na fase de 22 a 35 dias e três na fase de 36 a 42 dias. Os tratamentos consistiram no uso de equações para prever os valores de EMAn dos alimentos utilizados, que foram comparados ao uso das Tabelas Brasileiras ou valores obtidos por ensaio *in vivo*. As médias obtidas com o ensaio de desempenho, características de carcaça e de metabolizabilidade dos nutrientes foram comparadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. O intervalo de confiança a 95% foi utilizado para avaliar os valores energéticos das rações experimentais e compará-los às exigências das aves em cada fase do desenvolvimento. Observou-se que o uso de valores de EMAn obtidos *in vivo* foi o que melhores resultados, e que o uso de algumas equações foi melhor em relação ao uso das Tabelas. As equações que melhor se adequaram foram $EMAn = 4021,8 - 227,55MM$ (para o milho) e $EMAn = - 822,33 + 69,54PB - 45,26FDA + 90,81EE$ (para o farelo de soja); $EMAn = 36,21PB + 85,44EE + 37,26ENN$ (para o milho) e $EMAn = 37,5PB + 46,39EE + 14,9ENN$ (para o farelo de soja) ou $EMAn = 4164,187 + 51,006EE - 197,663MM - 35,689FB - 20,593FDN$ (para alimentos energéticos e proteicos). Conclui-se que o uso de equações de predição para estimar os valores energéticos do milho e do farelo de soja utilizados para frangos de corte é viável em relação ao uso de Tabelas de composição química e energética, porém, o uso de valores de EMAn determinados *in vivo* ainda é o mais eficaz.

Palavras-chave: avicultura, energia metabolizável, formulação de rações, nutrição

1. Introdução

O setor avícola brasileiro tem apresentado significativo desenvolvimento nas últimas décadas, acompanhando o aumento do consumo de carne de frango pela população. No ano de 2011, a produção de carne de frango no Brasil foi superior a 12,9 milhões de toneladas, sendo que 3,30 milhões foram exportados (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 2011). Nesse cenário, a melhoria na nutrição, genética, sanidade e manejo têm permitido o desenvolvimento constante dessa atividade. Entretanto, para atender adequadamente às exigências nutricionais dos animais, faz-se necessário formular rações que maximizem o aproveitamento dos nutrientes da dieta.

Atualmente, os principais ingredientes utilizados nas rações de frangos de corte são o milho, o qual contribui com aproximadamente 65% da energia metabolizável (COWIESON, 2005) e o farelo de soja como principal fonte proteica, contribuindo em menor proporção na energia. Dessa maneira, para se obter sucesso na formulação de rações para aves, um dos principais fatores a ser levado em consideração é o conhecimento preciso do conteúdo energético desses alimentos, uma vez que o balanço energético das dietas pode influenciar o consumo de nutrientes, estando, dessa forma, diretamente relacionado ao bom desempenho das aves.

A energia metabolizável é a forma mais utilizada no cálculo de rações para aves. No entanto, sabe-se que há uma grande variação na composição química e energética dos alimentos em função de inúmeros fatores (ZHOU et al., 2010). Porém, algumas dificuldades são encontradas em sua determinação, tais como diferentes metodologias utilizadas (LOSADA et al., 2011) e o tempo necessário para a realização do ensaio metabólico. Dessa forma, as indústrias e nutricionistas têm utilizado tabelas nacionais ou estrangeiras de composição química e energética dos alimentos. Por outro lado, essa prática apresenta uma

série de limitações, uma vez que os valores apresentados nessas fontes são procedentes de ingredientes obtidos nas mais diversas condições, podendo levar, muitas vezes, à elaboração de rações desbalanceadas às aves.

Assim, a possibilidade de se utilizar equações para predizer os valores energéticos dos alimentos tem sido objetivo de pesquisas (WAN et al., 2009; NASCIMENTO et al., 2009; NASCIMENTO et al., 2011; ROCHELL; KERR; DOZIER, 2011). A importância das equações de predição para estimar o valor energético dos alimentos está na facilidade de determinação da energia metabolizável através de equações geradas a partir de análises químicas simples, eliminando a necessidade da realização de ensaios biológicos dispendiosos e muitas vezes demorados. Mas para que essas equações sejam assumidas como eficazes, a sua capacidade de estimar a energia metabolizável dos alimentos deve ser validada por meio de ensaios com animais (ALVARENGA et al., 2011).

Objetivou-se, com esse estudo, comparar rações para frangos de corte formuladas com uso de equações de predição para estimar valores de EMAn do milho e do farelo de soja com rações formuladas com valores energéticos obtidos por ensaio *in vivo* ou extraídos de tabelas de composição química.

2. Material e Métodos

2.1. Animais, instalações e delineamento experimental

Dois experimentos foram realizados, um de desempenho e um de metabolismo. Para o desempenho, foram utilizados 1200 pintos de corte Cobb 500 (machos e fêmeas), alojados em galpão de alvenaria com piso coberto com maravalha, recebendo rações formuladas para as diferentes fases de criação (1 a 7; 8 a 21; 22 a 35 e 36 a 42 dias de idade). Foi utilizado um delineamento

experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x8 (dois sexos e oito rações experimentais) com três repetições de cada sexo com 25 aves. Todos os boxes foram equipados com comedouros e bebedouros pendulares, cuja altura foi adaptada conforme a idade das aves.

Simultaneamente, foi conduzido um ensaio de metabolismo nas diferentes fases de criação (8 a 21, 22 a 35 e 36 a 42 dias de idade) para determinar os valores energéticos e a metabolizabilidade dos nutrientes das rações experimentais. Foram utilizadas 240 aves com oito dias de idade, distribuídas no mesmo delineamento do ensaio de desempenho, porém com parcela subdividida no tempo (fases de avaliação) com cinco aves por unidade experimental na fase de 8 a 21 dias, quatro na fase de 22 a 35 dias e três na fase de 36 a 42 dias.

2.2. Dietas experimentais

As dietas experimentais consistiram em rações específicas para cada fase de criação (1 a 7, 8 a 21, 22 a 35 e 36 a 42 dias de idade), formuladas com valores de EMAn do milho e do farelo de soja estimados por equações de predição, que foram comparadas às rações formuladas com valores de EMAn destes alimentos obtidos por meio de Tabelas (ROSTAGNO et al., 2005) ou ensaio *in vivo*. Os tratamentos ficaram assim definidos:

R1: ração formulada utilizando valores de EMAn (kcal/kg na MN) do milho e do farelo de soja descritos nas Tabelas Brasileiras (ROSTAGNO et al., 2005), sendo de 3381 e 2256 kcal/kg na MN, respectivamente;

R2: valores de EMAn (kcal/kg na MN) pré-determinados em ensaio *in vivo*, sendo de 3261 e 2108 kcal/kg na MN;

R3: valores de EMAn (kcal/kg na MS) preditos pelas equações de Janssen (1989) específicas para milho e farelo de soja:

EMAn (*milho*) = 36,21PB + 85,44EE + 37,26ENN, sendo de 3834 kcal/kg na MS ou 3336 kcal/kg na MN

EMAn (*farelo de soja*) = 37,5PB + 46,39EE + 14,9ENN, sendo de 2548 kcal/kg na MS ou 2264 kcal/kg na MN

R4: valores de EMAn (kcal/kg na MS) preditos pela equação (geral) para alimentos concentrados (proteicos e energéticos) obtida por Nascimento et al. (2009) e definida por Alvarenga et al. (2011) como aplicável na predição dos valores energéticos dos alimentos avaliados:

EMAn = 4101,33 + 56,28EE - 232,97MM - 24,86FDN + 10,42FDA, sendo de 3902 kcal/kg na MS ou 3395 kcal/kg na MN (para o milho) e 2605 kcal/kg na MS ou 2315 kcal/kg na MN (para o farelo de soja)

R5: valores de EMAn (kcal/kg na MS) preditos pela equação (geral) de Queiroz (2010) para alimentos concentrados (proteicos e energéticos):

EMAn = 4164,187 + 51,006EE - 197,663MM - 35,689FB - 20,593FDN, sendo de 3890 kcal/kg na MS ou 3385 kcal/kg na MN (para o milho) e 2568 kcal/kg na MS ou 2281 kcal/kg na MN (para o farelo de soja)

R6: valores de EMAn (kcal/kg na MS) preditos pelas equações (específicas) para alimentos energéticos e proteicos (NASCIMENTO, 2007), definidas por Alvarenga et al. (2011) por apresentarem menor erro-padrão da estimativa em ensaio de digestibilidade dos alimentos:

EMAn (*alimentos energéticos*) = 4205,23 + 30,58EE - 130,35MM - 58,29FB - 28,31FDN + 16,71FDA, sendo de 3795 kcal/kg na MS ou 3302 kcal/kg na MN para o milho

EMAn (*alimentos proteicos*) = 2707,71 + 58,63EE - 16,06FDN, sendo de 2668 kcal/kg na MS ou 2370 kcal/kg na MN para o farelo de soja

R7: valores de EMAn (kcal/kg na MS) preditos pelas equações específicas para milho e subprodutos (RODRIGUES, 2000) e para farelo de soja e subprodutos (RODRIGUES et al., 2002):

EMAn (*milho*) = $4021,8 - 227,55MM$, sendo de 3799 kcal/kg de MS ou 3306 kcal/kg na MN

EMAn (*farelo de soja*) = $- 822,33 + 69,54PB - 45,26FDA + 90,81EE$, sendo de 2491 kcal/kg na MS ou 2213 kcal/kg na MN

R8: valores de EMAn (kcal/kg na MN) preditos pela equação geral apresentada por Rostagno et al. (2005):

EMAn = $4,31 PB_{\text{digestível}} + 9,29 EE_{\text{digestível}} + 4,14 ENN_{\text{digestível}}$, sendo de 3415 kcal/kg para o milho e 2295 kcal/kg para o farelo de soja.

As composições das rações experimentais utilizadas nas fases de 1 a 7, 8 a 21, 22 a 35 e 36 a 42 dias de idade encontram-se nas Tabelas 1, 2, 3 e 4, respectivamente.

2.3. Procedimento experimental

Todo procedimento experimental recebeu aprovação pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de Lavras.

No ensaio de desempenho, as aves foram pesadas no início e ao final de cada período de crescimento para determinação do ganho de peso. As rações fornecidas e as sobras também foram pesadas para a determinação do consumo. A conversão alimentar foi calculada pela relação consumo: ganho de peso em cada período. Ao final do período experimental, duas aves de cada parcela foram abatidas para avaliação da carcaça, sendo selecionadas aquelas com peso próximo à média da parcela (5% acima ou abaixo do peso médio). Antes do sacrifício, as aves foram mantidas em jejum por 12 horas e pesadas logo em seguida. Após o abate, as aves foram depenadas e evisceradas e as carcaças, sem cabeça e pés foram pesadas. Para a determinação do rendimento de carcaça, foi considerado o peso da carcaça limpa e eviscerada em relação ao peso vivo obtido antes do abate. A gordura presente na região abdominal, próximo à bursa

de Fabrícus e à cloaca foi separada e pesada. Foram calculados os rendimentos de peito, asas, coxas mais sobrecoxas e da gordura abdominal em relação ao peso da carcaça eviscerada.

No ensaio de metabolismo, foi utilizada a técnica de coleta total de excretas (SIBBALD; SLINGER, 1963). As coletas foram realizadas sempre nos três últimos dias de cada fase de avaliação (aos 19, 20 e 21; 33, 34 e 35; 40, 41 e 42 dias de idade). As excretas foram armazenadas em freezer (-5 °C) até o final do período de coleta, quando foram descongeladas, pesadas e homogeneizadas. Em seguida, amostras representativas foram retiradas e submetidas à pré-secagem em estufa de ventilação forçada (65 °C) até peso constante. Após a secagem, as excretas foram moídas (moinho tipo faca com peneira de 1.0 mm) e armazenadas a 4 °C até a realização das análises químicas.

2.4. Análises químicas

Foram determinados, nas dietas experimentais e nas excretas, a matéria seca (MS) em estufa (método 943.01), proteína bruta (PB) pelo método Kjeldahl (método 954.01) e extrato etéreo (EE) sem hidrólise ácida (método 920.39), de acordo com AOAC (1995). A energia bruta (EB) foi determinada em bomba calorimétrica (modelo 1261, Parr Instrument Company, Moline, IL, USA). Todas as análises foram conduzidas em duplicatas.

Tabela 1. Composição centesimal e calculada das dietas experimentais utilizadas para frangos de corte de 1 a 7 dias de idade.

Ingredientes (%)	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
Milho	55,43	52,56	54,89	56,12	55,68	55,38	54,05	56,21
Farelo de soja	37,57	38,11	37,67	37,44	37,52	37,58	37,83	37,42
Óleo de soja	2,600	4,920	3,030	2,030	2,380	2,630	3,710	1,950
Sal comum	0,516	0,516	0,516	0,515	0,515	0,515	0,515	0,515
Fosfato bicálcico	2,035	2,036	2,036	2,036	2,036	2,036	2,036	2,036
Calcário calcítico	0,895	0,894	0,894	0,895	0,895	0,895	0,895	0,895
Suplemento vitamínico ¹	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Suplemento mineral ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
L-lisina HCl 78%	0,304	0,294	0,302	0,306	0,305	0,304	0,299	0,307
DL-metionina 99%	0,334	0,337	0,334	0,333	0,333	0,334	0,335	0,333
L-treonina 98%	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113
Cloreto de colina 60%	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Lasalocida 15%	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060
Bacitracina de Zn 15%	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
<i>Composição Calculada</i>								
EMAn (kcal/kg)	2950	2950	2950	2950	2950	2950	2950	2950
Proteína bruta (%)	22,04	22,04	22,04	22,04	22,04	22,04	22,04	22,04
Lisina digestível (%)	1,330	1,330	1,330	1,330	1,330	1,330	1,330	1,330
M + C digestível (%)	0,944	0,944	0,944	0,944	0,944	0,944	0,944	0,944
Treonina digestível (%)	0,865	0,865	0,865	0,865	0,865	0,865	0,865	0,865
Cálcio (%)	0,939	0,939	0,939	0,939	0,939	0,939	0,939	0,939
Fósforo disponível (%)	0,470	0,470	0,470	0,470	0,470	0,470	0,470	0,470
Extrato etéreo (%)	6,020	8,210	6,430	5,480	5,810	6,050	7,070	5,410
Fibra bruta (%)	3,530	3,500	3,530	3,540	3,540	3,530	3,520	3,540
FDN (%)	10,03	9,780	9,980	10,09	10,05	10,02	9,910	10,10
FDA (%)	5,630	5,600	5,630	5,640	5,640	5,630	5,610	5,640
Matéria mineral (%)	2,570	2,570	2,570	2,570	2,570	2,570	2,570	2,570
Bal.eletrol.(mEq/g)	213	214	213	213	213	213	213	213

R1: ração formulada com valores de EMAn do milho e farelo de soja descrito nas Tabelas Brasileiras (ROSTAGNO et al., 2005); **R2:** valores de EMAn determinados *in vivo*; **R3:** equações Janssen (1989); **R4:** equação geral Nascimento et al. (2009); **R5:** equação geral Queiroz (2010); **R6:** equações específicas Nascimento (2007); **R7:** equações específicas Rodrigues et al. (2000); Rodrigues et al. (2002); **R8:** equações Rostagno et al. (2005)

¹ Enriquecimento por kg do produto: ácido fólico, 1.600 mg; ácido pantotênico, 29.000 mg; biotina, 60 mg; niacina, 37000 mg; vitamina A, 20.000.000 UI; vitamina B1, 3.000 mg; vitamina E, 40.500 UI; vitamina B12, 27.000 mcg; vitamina B2, 12.000 mg; vitamina B6, 6.000 mg; vitamina D3, 5.000.000 UI; vitamina K3, 4.000 mg; BHT 5000 mg.

² Enriquecimento por kg do produto: zinco (mín.), 110g; Selênio (mín.), 360mg; iodo (mín.), 1.400 mg; cobre (mín.), 20 g; manganês (mín.), 156 g; ferro (mín.), 96 g.

Tabela 2. Composição centesimal e calculada das dietas experimentais utilizadas para frangos de corte de 8 a 21 dias de idade.

Ingredientes (%)	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
Milho	59,55	56,7	58,98	60,23	59,81	59,36	58,16	60,35
Farelo de soja	34,07	34,60	34,18	33,95	34,03	34,11	34,34	33,92
Óleo de soja	2,480	4,800	2,942	1,928	2,269	2,636	3,613	1,826
Sal comum	0,492	0,492	0,492	0,492	0,492	0,492	0,492	0,492
Fosfato bicálcico	1,903	1,907	1,907	1,905	1,906	1,906	1,907	1,905
Calcário calcítico	0,855	0,851	0,852	0,854	0,853	0,853	0,851	0,854
Suplemento vitamínico ¹	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
Suplemento mineral ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
L-lisina HCl 78%	0,173	0,163	0,171	0,175	0,173	0,172	0,167	0,175
DL-metionina 99%	0,228	0,232	0,229	0,227	0,227	0,228	0,230	0,227
L-treonina 98%	0,036	0,035	0,035	0,036	0,035	0,035	0,035	0,036
Cloreto de colina 60%	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Lasalocida 15%	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060
Bacitracina de Zn 15%	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
<i>Composição Calculada</i>								
EMAn (kcal/kg)	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
Proteína bruta (%)	20,79	20,79	20,79	20,79	20,79	20,79	20,79	20,79
Lisina digestível (%)	1,146	1,146	1,146	1,146	1,146	1,146	1,146	1,146
M + C digestível (%)	0,814	0,814	0,814	0,814	0,814	0,814	0,814	0,814
Treonina digestível (%)	0,745	0,745	0,745	0,745	0,745	0,745	0,745	0,745
Cálcio (%)	0,884	0,884	0,884	0,884	0,884	0,884	0,884	0,884
Fósforo disponível (%)	0,442	0,442	0,442	0,442	0,442	0,442	0,442	0,442
Extrato etéreo (%)	6,010	8,200	6,450	5,490	5,810	6,160	7,080	5,390
Fibra bruta (%)	3,420	3,390	3,410	3,430	3,430	3,420	3,410	3,430
FDN (%)	10,09	9,840	10,04	10,15	10,12	10,08	9,970	10,16
FDA (%)	5,400	5,370	5,400	5,410	5,410	5,400	5,390	5,410
Matéria mineral (%)	2,410	2,410	2,410	2,410	2,410	2,410	2,410	2,410
Bal.eletrol.(mEq/g)	199	200	200	199	199	199	200	199

R1: ração formulada com valores de EMAn do milho e farelo de soja descrito nas Tabelas Brasileiras (ROSTAGNO et al., 2005); **R2:** valores de EMAn determinados *in vivo*; **R3:** equações Janssen (1989); **R4:** equação geral Nascimento et al. (2009); **R5:** equação geral Queiroz (2010); **R6:** equações específicas Nascimento (2007); **R7:** equações específicas Rodrigues (2000); Rodrigues et al. (2002); **R8:** equações Rostagno et al. (2005)

¹ Enriquecimento por kg do produto: ácido fólico, 1.600 mg; ácido pantotênico, 29.000 mg; biotina, 60 mg; niacina, 37000 mg; vitamina A, 20.000.000 UI; vitamina B1, 3.000 mg; vitamina E, 40.500 UI; vitamina B12, 27.000 mcg; vitamina B2, 12.000 mg; vitamina B6, 6.000 mg; vitamina D3, 5.000.000 UI; vitamina K3, 4.000 mg; BHT 5000 mg.

² Enriquecimento por kg do produto: zinco (mín.), 110 g; selênio (mín.), 360 mg; iodo (mín.), 1.400 mg; cobre (mín.), 20 g; manganês (mín.), 156 g; ferro (mín.) 96 g.

Tabela 3. Composição centesimal e calculada das dietas experimentais utilizadas para frangos de corte de 22 a 35 dias de idade.

Ingredientes (%)	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
Milho	62,32	59,52	61,72	62,96	62,56	61,99	60,92	63,12
Farelo de soja	30,55	31,07	30,66	30,43	30,51	30,61	30,81	30,40
Óleo de soja	3,460	5,730	3,950	2,940	3,260	3,730	4,600	2,810
Sal comum	0,469	0,47	0,469	0,469	0,469	0,469	0,469	0,469
Fosfato bicálcico	1,760	1,765	1,760	1,760	1,760	1,760	1,760	1,760
Calcário calcítico	0,810	0,806	0,810	0,810	0,810	0,810	0,810	0,810
Suplemento vitamínico ¹	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
Suplemento mineral ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
L-lisina HCl 78%	0,188	0,179	0,186	0,190	0,188	0,187	0,183	0,190
DL-metionina 99%	0,217	0,221	0,218	0,216	0,216	0,217	0,219	0,216
L-treonina 98%	0,036	0,035	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036
Cloreto de colina 60%	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
Lasalocida 15%	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060
Bacitracina de Zn 15%	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
<i>Composição Calculada</i>								
EMAn (kcal/kg)	3100	3100	3100	3100	3100	3100	3100	3100
Proteína bruta (%)	19,41	19,41	19,41	19,41	19,41	19,41	19,41	19,41
Lisina digestível (%)	1,073	1,073	1,073	1,073	1,073	1,073	1,073	1,073
M + C digestível (%)	0,773	0,773	0,773	0,773	0,773	0,773	0,773	0,773
Treonina digestível (%)	0,697	0,697	0,697	0,697	0,697	0,697	0,697	0,697
Cálcio (%)	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824
Fósforo disponível (%)	0,411	0,411	0,411	0,411	0,411	0,411	0,411	0,411
Extrato etéreo (%)	7,030	9,180	7,490	6,540	6,840	7,290	8,110	6,420
Fibra bruta (%)	3,280	3,240	3,270	3,280	3,280	3,270	3,260	3,290
FDN (%)	10,01	9,770	9,960	10,07	10,03	9,980	9,890	10,08
FDA (%)	5,130	5,100	5,120	5,140	5,140	5,130	5,110	5,140
Matéria mineral (%)	2,230	2,240	2,240	2,230	2,230	2,230	2,240	2,230
Bal.eletrol.(mEq/g)	185	185	185	185	185	185	185	185

R1: ração formulada com valores de EMAn do milho e farelo de soja descrito nas Tabelas Brasileiras (ROSTAGNO et al., 2005); **R2:** valores de EMAn determinados *in vivo*; **R3:** equações Janssen (1989); **R4:** equação geral Nascimento et al. (2009); **R5:** equação geral Queiroz (2010); **R6:** equações específicas Nascimento (2007); **R7:** equações específicas Rodrigues (2000); Rodrigues et al. (2002); **R8:** equações Rostagno et al. (2005)

¹ Enriquecimento por kg do produto: ácido fólico, 1.600 mg; ácido pantotênico, 29.000 mg; biotina, 60 mg; niacina, 37000 mg; vitamina A, 20.000.000 UI; vitamina B1, 3.000 mg; vitamina E, 40.500 UI; vitamina B12, 27.000 mcg; vitamina B2, 12.000 mg; vitamina B6, 6.000 mg; vitamina D3, 5.000.000 UI; vitamina K3, 4.000 mg; BHT 5000 mg.

² Enriquecimento por kg do produto: zinco (mín.), 110 g; selênio (mín.), 360 mg; iodo (mín.), 1.400 mg; cobre (mín.), 20 g; manganês (mín.), 156 g; ferro (mín.) 96 g.

Tabela 4. Composição centesimal e calculada das dietas experimentais utilizadas para frangos de corte de 36 a 42 dias de idade.

Ingredientes (%)	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
Milho	66,43	63,65	65,78	67,03	66,65	65,92	64,99	67,22
Farelo de soja	26,78	27,30	26,9	26,66	26,73	26,87	27,05	26,63
Óleo de soja	3,414	5,680	3,946	2,923	3,233	3,830	4,585	2,769
Sal comum	0,442	0,443	0,442	0,442	0,442	0,442	0,442	0,442
Fosfato bicálcico	1,616	1,619	1,617	1,615	1,616	1,616	1,616	1,616
Calcário calcítico	0,762	0,759	0,762	0,763	0,762	0,762	0,762	0,763
Suplemento vitamínico ¹	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Suplemento mineral ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
L-lisina HCl 78%	0,230	0,220	0,228	0,232	0,230	0,228	0,225	0,232
DL-metionina 99%	0,204	0,208	0,205	0,203	0,204	0,205	0,206	0,203
L-treonina 98%	0,048	0,048	0,048	0,049	0,049	0,048	0,048	0,049
Cloreto de colina 60%	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
<i>Composição Calculada</i>								
EMAn (kcal/kg)	3150	3150	3150	3150	3150	3150	3150	3150
Proteína bruta (%)	18,03	18,03	18,03	18,03	18,03	18,03	18,03	18,03
Lisina digestível (%)	1,017	1,017	1,017	1,017	1,017	1,017	1,017	1,017
M + C digestível (%)	0,732	0,732	0,732	0,732	0,732	0,732	0,732	0,732
Treonina digestível (%)	0,661	0,661	0,661	0,661	0,661	0,661	0,661	0,661
Cálcio (%)	0,763	0,763	0,763	0,763	0,763	0,763	0,763	0,763
Fósforo disponível (%)	0,380	0,380	0,380	0,380	0,380	0,380	0,380	0,380
Extrato etéreo (%)	7,090	9,230	7,590	6,620	6,910	7,480	8,190	6,480
Fibra bruta (%)	3,150	3,110	3,140	3,150	3,150	3,140	3,130	3,160
FDN (%)	10,05	9,800	9,990	10,10	10,07	10,00	9,920	10,12
FDA (%)	4,880	4,840	4,870	4,880	4,880	4,870	4,860	4,890
Matéria mineral (%)	2,060	2,060	2,060	2,060	2,060	2,060	2,060	2,060
Bal.eletrol.(mEq/g)	170	171	170	170	170	170	170	170

R1: ração formulada com valores de EMAn do milho e farelo de soja descrito nas Tabelas Brasileiras (ROSTAGNO et al., 2005); **R2:** valores de EMAn determinados *in vivo*; **R3:** equações Janssen (1989); **R4:** equação geral Nascimento et al. (2009); **R5:** equação geral Queiroz (2010); **R6:** equações específicas Nascimento (2007); **R7:** equações específicas Rodrigues (2000); Rodrigues et al. (2002); **R8:** equações Rostagno et al. (2005)

¹ Enriquecimento por kg do produto: ácido fólico, 1.600 mg; ácido pantotênico, 29.000 mg; biotina, 60 mg; niacina, 37000 mg; vitamina A, 20.000.000 UI; vitamina B1, 3.000 mg; vitamina E, 40.500 UI; vitamina B12, 27.000 mcg; vitamina B2, 12.000 mg; vitamina B6, 6.000 mg; vitamina D3, 5.000.000 UI; vitamina K3, 4.000 mg; BHT 5000 mg.

² Enriquecimento por kg do produto: zinco (mín.), 110 g; selênio (mín.), 360 mg; iodo (mín.), 1.400 mg; cobre (mín.), 20 g; manganês (mín.), 156 g; ferro (mín.), 96 g.

2.5. Cálculo das variáveis analisadas

Os valores de EMAn das rações foram calculados utilizando as equações propostas por Matterson et al. (1965) e ajustados para a retenção de nitrogênio:

$$\text{EMAn} = \frac{\text{EB ingerida} - (\text{EB excretada} + 8,22 \cdot \text{BN})}{\text{MS ingerida}}$$

em que:

EB = energia bruta;
 BN = balanço de nitrogênio (N ingerido - N excretado);
 MS = matéria seca.

Para os cálculos dos coeficientes de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMA_{MS}), proteína bruta (CMA_{PB}) e extrato etéreo (CMA_{EE}), foram utilizadas as seguintes fórmulas:

$$\text{CMA}_{\text{MS}} (\%) = \frac{\text{MS ingerida} - \text{MS excretada}}{\text{MS ingerida}} \times 100$$

$$\text{CMA}_{\text{PB}} (\%) = \frac{\text{PB ingerida} - \text{PB excretada}}{\text{PB ingerida}} \times 100$$

$$\text{CMA}_{\text{EE}} (\%) = \frac{\text{EE ingerido} - \text{EE excretado}}{\text{EE ingerido}} \times 100$$

Foram avaliados a EMAn, CMA_{MS}, CMA_{PB} e CMA_{EE} das rações experimentais em cada fase de criação.

2.6. Análises estatísticas

Os valores de EMAn das rações experimentais foram comparados às exigências das aves pelo intervalo de confiança a 95%. Os dados de desempenho, qualidade de carcaça e coeficientes de metabolizabilidade foram submetidos à análise de variância utilizando o programa estatístico Sisvar descrito por Ferreira (2008). Diferenças foram consideradas significativas quando $P < 0,05$. As diferenças entre as médias dos tratamentos foram avaliadas pelo teste de Scott-Knott a 5%.

3. Resultados

Na fase de 8 a 21 dias, observou-se que o uso das equações de predição, ou das tabelas (ROSTAGNO et al., 2005), resultou em rações com valores energéticos subestimados, como mostra o intervalo de confiança abaixo do nível energético exigido pelas aves (Tabela 5). Já na fase de 22 a 35 dias, as equações de Janssen (1989), Queiroz (2010) e geral proposta por Nascimento et al. (2009) bem como o uso das Tabelas e equações apresentadas por Rostagno et al. (2005) se adequaram. Os valores energéticos dos alimentos obtidos *in vivo* e pelas demais equações, resultaram em rações com EMAn superior ao recomendado para esta fase. Já para rações formuladas para frangos de corte dos 36 a 42 dias, apenas as equações de Janssen (1989), específicas propostas por Nascimento (2007) e por Rodrigues et al. (2000); Rodrigues et al. (2002) se adequaram aos valores exigidos pelas aves. Nessa fase, todas as outras equações, bem como as Tabelas ou equações de Rostagno et al. (2005), resultaram em rações com valores energéticos abaixo do recomendado, enquanto que o uso de valores energéticos obtidos *in vivo* superestimaram.

Tabela 5. Energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (kcal/kg) na matéria natural e intervalos de confiança 95% de rações para frangos de corte formuladas com valores energéticos do milho e do farelo de soja obtidos em tabelas, ensaio *in vivo* ou equações de predição. Média (limite inferior; limite superior).

Rações	Fase (dias)		
	8-21	22-35	36-42
	Exigência das aves (kcal/kg MN)		
	3000	3100	3150
R1	2934 (2898; 2970)	3104 (3068; 3140)*	3097 (3061; 3133)
R2	2997 (2961; 3033)*	3271 (3235; 3307)	3276 (3240; 3312)
R3	2931 (2895; 2967)	3105 (3068; 3141)*	3118 (3082; 3154)*
R4	2886 (2840; 2912)	3063 (3026; 3100)*	3059 (3023; 3095)
R5	2865 (2829; 2901)	3071 (3035; 3107)*	3087 (3051; 3123)
R6	2930 (2894; 2966)	3151 (3115; 3187)	3144 (3108; 3180)*
R7	2915 (2879; 2951)	3153 (3117; 3189)	3185 (3149; 3221)*
R8	2867 (2831; 2903)	3073 (3037; 3109)*	3048 (3012; 3084)*

R1: ração formulada com valores de EMAn do milho e farelo de soja descrito nas Tabelas Brasileiras (ROSTAGNO et al., 2005); **R2:** valores de EMAn determinados *in vivo*; **R3:** equações Janssen (1989); **R4:** equação geral Nascimento et al. (2009); **R5:** equação geral Queiroz (2010); **R6:** equações específicas Nascimento (2007); **R7:** equações específicas Rodrigues (2000); Rodrigues et al. (2002); **R8:** equações Rostagno et al. (2005)

* Adequado às exigências das aves

Os coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca (CMA_{MS}), da proteína bruta (CMA_{PB}) e do extrato etéreo (CMA_{EE}) estão apresentados na Tabela 6. Os diferentes sistemas de formulação resultaram em rações com diferentes CMA_{MS} apenas na fase de 36 a 42 dias, em cuja fase observou-se que o uso de valores *in vivo* ou de equações de Janssen (1989), específicas de Nascimento (2007) e Rodrigues et al. (2000); Rodrigues et al. (2002) levaram a rações com os maiores valores.

Tabela 6. Coeficientes de metabolizabilidade aparente (CMA) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) de rações para frangos de corte formuladas com valores energéticos do milho e do farelo de soja obtidos em tabelas, ensaio *in vivo* ou equações de predição.

Rações	Fase (dias)		
	8-21	22-35	36-42
	- CMA_{MS} (%) -		
R1	73,95	76,05	74,85 b
R2	74,53	76,97	76,44 a
R3	74,61	76,00	76,04 a
R4	74,15	76,64	75,21 b
R5	73,62	76,57	75,40 b
R6	73,03	76,62	75,93 a
R7	73,40	76,60	76,33 a
R8	73,84	76,16	75,63 b
CV (%)	1,25		
	- CMA_{PB} (%) -		
R1	64,35 b	62,49 b	62,41 b
R2	67,90 a	66,20 a	63,82 b
R3	65,32 a	63,77 b	61,90 b
R4	66,01 a	67,33 a	61,60 b
R5	66,41 a	67,47 a	60,84 b
R6	61,75 b	66,60 a	63,06 b
R7	64,38 b	67,55 a	64,41 b
R8	64,82 b	67,02 a	67,70 a
CV (%)	3,60		
	- CMA_{EE} (%) -		
R1	80,26 b	82,54 c	80,03 c
R2	86,25 a	88,32 a	86,92 a
R3	80,76 b	85,92 b	81,12 c
R4	72,95 d	80,97 c	79,68 c
R5	77,92 c	84,97 b	80,12 c
R6	81,33 b	83,55 b	80,34 c
R7	84,83 a	84,49 b	83,15 b
R8	77,07 c	80,25 c	79,58 c
CV (%)	2,97		

R1: ração formulada com valores de EMAn do milho e farelo de soja descrito nas Tabelas Brasileiras (ROSTAGNO et al., 2005); **R2:** valores de EMAn determinados *in vivo*; **R3:** equações Janssen (1989); **R4:** equação geral Nascimento et al. (2009); **R5:** equação geral Queiroz (2010); **R6:** equações específicas Nascimento (2007); **R7:** equações específicas Rodrigues (2000); Rodrigues et al. (2002); **R8:** equações Rostagno et al. (2005)

^{a, b} Médias seguidas por diferentes letras na coluna diferem pelo teste de Scott-Knott (P<0,05)

Com relação aos CMA_{PB} , determinado na fase de 8 a 21 dias, rações formuladas com valores energéticos dos alimentos obtidos *in vivo*, assim como as que foram formuladas utilizando as equações Janssen (1989), gerais propostas por Nascimento et al. (2009) ou Queiroz (2010), apresentaram ($P < 0,05$) maiores valores em relação às demais. Na fase seguinte, de 22 a 35 dias, todas apresentaram valores semelhantes, exceto rações formuladas com uso das Tabelas de Rostagno et al. (2005) e com equações propostas por Janssen (1989), que apresentaram valores de CMA_{PB} inferiores ($P < 0,05$). Já na última fase, o uso da equação proposta por Rostagno et al. (2005) resultou em maiores valores de CMA_{PB} .

Quanto ao CMA_{EE} , maiores valores ($P < 0,05$) foram obtidos com o uso de EMAn dos alimentos obtidos *in vivo* e pelas equações propostas por Rodrigues et al. (2000); Rodrigues et al. (2002) na fase de 8 a 21 dias. Nas fases seguintes, apenas o uso de valores *in vivo* foram eficientes ($P < 0,05$), seguido pelo uso das equações específicas de Nascimento (2007) e aquelas propostas por Janssen (1989), Queiroz (2010) e Rodrigues et al. (2000); Rodrigues et al. (2002) na fase de 22 a 35 dias, e apenas por Rodrigues et al. (2000); Rodrigues et al. (2002) na fase de 36 a 42 dias.

Não foram observadas diferenças ($P > 0,05$) no ganho de peso das aves em nenhuma das fases avaliadas (Tabela 7). Com relação ao consumo, houve diferença ($P < 0,05$) apenas no período total de avaliação (1 a 42 dias), sendo observados menores valores em rações formuladas com valores energéticos do milho e do farelo de soja determinados *in vivo* ou estimados pelas equações específicas propostas por Janssen (1989).

Tabela 7. Desempenho de frangos de corte alimentados com rações formuladas com valores energéticos do milho e do farelo de soja obtidos em tabelas, ensaio *in vivo* ou equações de predição.

Rações	Fases (dias)			
	1-7	1-21	1-35	1-42
- <i>Ganho de peso (g/ave)</i> -				
R1	129	877	2133	2838
R2	125	882	2138	2846
R3	124	864	2111	2811
R4	125	870	2095	2797
R5	128	874	2147	2865
R6	130	885	2145	2826
R7	131	892	2155	2865
R8	126	872	2127	2787
CV (%)	4,34	2,85	2,93	2,04
- <i>Consumo de ração (g/ave)</i> -				
R1	153	1261	3352	4853 b
R2	142	1220	3263	4649 a
R3	150	1241	3352	4711 a
R4	148	1268	3375	4866 b
R5	149	1247	3361	4818 b
R6	149	1259	3391	4808 b
R7	154	1254	3389	4802 b
R8	148	1259	3427	4831 b
CV (%)	4,95	2,62	3,12	1,89
- <i>Conversão alimentar</i> -				
R1	1,19	1,44 c	1,57 b	1,72 c
R2	1,13	1,39 a	1,53 a	1,64 a
R3	1,20	1,44 c	1,59 c	1,68 b
R4	1,19	1,46 d	1,61 d	1,74 d
R5	1,16	1,43 c	1,57 b	1,69 b
R6	1,14	1,43 c	1,58 c	1,71 c
R7	1,17	1,41 b	1,57 b	1,68 b
R8	1,18	1,45 c	1,61 d	1,74 d
CV (%)	4,08	1,01	1,44	1,32

R1: ração formulada com valores de EMAn do milho e farelo de soja descrito nas Tabelas Brasileiras (ROSTAGNO et al., 2005); **R2:** valores de EMAn determinados *in vivo*; **R3:** equações Janssen (1989); **R4:** equação geral Nascimento et al. (2009); **R5:** equação geral Queiroz (2010); **R6:** equações específicas Nascimento (2007); **R7:** equações específicas Rodrigues (2000); Rodrigues et al (2002); **R8:** equações Rostagno et al. (2005)

^{a,b} Médias seguidas por diferentes letras diferem pelo teste de Scott-Knott (P<0,05)

Com relação à conversão alimentar, rações formuladas com valores energéticos dos alimentos determinados *in vivo* foram as que apresentaram ($P < 0,05$) melhores resultados em todas as fases avaliadas, com exceção da fase de 1 a 7 dias. Com relação aos demais sistemas de formulação, o uso de equações propostas por Rodrigues et al. (2000); Rodrigues et al. (2002) foi o que apresentou o melhor resultado já com 21 dias de idade das aves, mantendo este comportamento nas fases seguintes. Considerando o período total do desempenho, as equações propostas por Janssen (1989) e Queiroz (2010) apresentaram resultados semelhantes ao uso das equações propostas por Rodrigues et al. (2000); Rodrigues et al. (2002) para conversão alimentar.

Não houve efeito ($P > 0,05$) das rações experimentais nas características de carcaça, com exceção do rendimento de carcaça ($P < 0,05$) (Tabela 8). Os maiores rendimentos foram observados com o uso de valores *in vivo* ou obtidos pelas equações de Janssen (1989), Queiroz (2010) e as específicas de Nascimento (2007) e de Rodrigues et al. (2000); Rodrigues et al. (2002).

Tabela 8. Características de carcaça de frangos de corte alimentados com rações formuladas com valores energéticos do milho e do farelo de soja obtidos em tabelas, ensaio *in vivo* ou equações de predição.

Rações	Rendimento (%)					Gordura abdominal (%)
	Carcaça	Peito	Dorso	Coxas + sobrecoxas	Asas	
R1	73,38 b	38,18	22,76	28,82	10,35	1,97
R2	76,04 a	39,17	21,93	28,60	9,91	1,68
R3	75,75 a	38,93	23,01	27,93	10,04	1,66
R4	74,53 b	39,62	22,40	27,97	10,14	1,53
R5	75,20 a	38,49	23,12	28,21	9,91	1,87
R6	75,59 a	39,42	22,70	27,78	10,08	1,77
R7	75,90 a	38,62	22,96	28,24	9,74	1,50
R8	73,64 b	38,28	22,45	29,03	10,24	2,02
CV (%)	1,80	4,32	4,67	4,11	4,77	11,11
P =	0,0047	0,7482	0,5695	0,5199	0,4406	0,1759

R1: ração formulada com valores de EMAn do milho e farelo de soja descrito nas Tabelas Brasileiras (ROSTAGNO et al., 2005); **R2:** valores de EMAn determinados *in vivo*; **R3:** equações Janssen (1989); **R4:** equação geral Nascimento et al. (2009); **R5:** equação geral Queiroz (2010); **R6:** equações específicas Nascimento (2007); **R7:** equações específicas Rodrigues (2000); Rodrigues et al. (2002); **R8:** equações Rostagno et al. (2005)

^{a,b} Médias seguidas por diferentes letras na coluna diferem pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$)

4. Discussão

Os resultados obtidos evidenciam a importância do conhecimento dos valores de composição dos alimentos utilizados para frangos de corte. As diferenças observadas entre os valores energéticos das rações mostram a necessidade em se utilizar valores de EMAn adequados dos alimentos que as compõe, uma vez que nem sempre o uso de tabelas é adequado para atender às exigências das aves, como demonstrado nas fases de 8 a 21 dias e de 36 a 42 dias (Tabela 5). Este resultado provavelmente se deve ao fato de que a maioria dos trabalhos conduzidos com aves para determinação da composição química dos alimentos se dá na fase de 22 a 35 dias, indicando a necessidade do uso de valores de EMAn mais precisos nas demais fases.

O uso de valores energéticos dos alimentos obtidos pelo ensaio *in vivo* não se adequaram às duas últimas fases de criação das aves, apenas na primeira fase avaliada (8 a 21 dias). Isso pode ser devido ao fato de que os valores de EMAn do milho e do farelo de soja terem sido determinados com aves jovens (26 a 28 dias de idade), cujo aproveitamento energético dos alimentos pode ser diferente em idades mais avançadas. Pelo fato de os valores de EMAn das rações experimentais avaliados em fases posteriores terem sido maiores do que os calculados na formulação (exigência das aves), sugere-se que tenha ocorrido maior capacidade de aproveitamento dos nutrientes da dieta.

Brumano et al. (2006) encontraram valores de EMAn de alimentos proteicos no período de 41 a 50 dias de idade 12,95% superiores aos valores obtidos no período de 21 a 30 dias de idade. Por sua vez, Kato et al. (2011), afirmam que aves dos 8 aos 42 dias possuem a mesma capacidade de aproveitamento de alimentos energéticos. Já Bertechini et al. (2006) relatam haver incremento nos valores de EMAn do farelo de soja e do óleo, até 28 dias e que, acima desta idade, o aproveitamento é constate.

Com relação às diferenças entre os valores de EMAn das rações experimentais, observou-se que houve tendência de que a maior inclusão de óleo resultou em dietas com elevado teor de EMAn, como foi verificado com o uso de valores energéticos dos alimentos determinados *in vivo* ou pelas equações propostas por Rodrigues et al. (2000); Rodrigues et al. (2002). Sabe-se que a presença de maiores quantidades de lipídeos pode melhorar a eficiência energética da dieta, uma vez que estes nutrientes produzem 2,25 vezes mais calorias do que carboidratos. Além disso, o efeito extra-calórico do óleo pode ter influência direta na digestibilidade dos nutrientes (SAKOMURA et al., 2004). De fato, rações com maiores valores de CMA_{EE} apresentaram maiores valores de EMAn. Nesse caso, é importante considerar o adequado balanço energético das rações fornecidas às aves, uma vez que a falta de energia limita o

desenvolvimento dos tecidos e o excesso reduz o consumo de nutrientes considerados essenciais.

Com relação ao CMA_{PB} , este valor representa o coeficiente de retenção de nitrogênio pelas aves. De acordo com Tesseraud et al. (2011), esses valores estão mais relacionados ao balanço de aminoácidos das dietas, uma vez que a falta ou o excesso de um ou mais aminoácidos pode interferir na síntese proteica dos tecidos. Embora a relação aminoacídica tenha sido a mesma nas dietas experimentais formuladas, o aproveitamento desses nutrientes está relacionado à digestibilidade das proteínas, que por sua vez, depende da presença de outros nutrientes na dieta, tais como lipídeos ou fibras. No presente trabalho, todas as rações apresentaram valores próximos, embora tenham diferido estatisticamente.

Quanto ao desempenho, os resultados mostram que o adequado ajuste energético das rações utilizadas na fase inicial do desenvolvimento é essencial para o crescimento das aves nas fases posteriores. No caso do presente estudo, o uso de rações formuladas com valores *in vivo* foi a única que se ajustou às exigências das aves na fase de 8 a 21 dias (Tabela 5), sendo que os demais sistemas de formulação resultaram em rações com valores energéticos inferiores aos recomendados. Além disso, os resultados de desempenho também podem estar relacionados aos diferentes níveis de óleo utilizados, além do efeito extracalórico desse nutriente no processo digestivo. É importante enfatizar que a adição de óleo esteve relacionada aos valores energéticos dos alimentos estimados pelas equações, tabelas ou ensaio *in vivo*.

Influência dos níveis energéticos das rações sobre o desempenho podem ser encontrados na literatura. Resultados positivos de desempenho com aumento dos níveis de EMAn nas rações foram observados por Mendes et al. (2004), Sakomura et al. (2004), Duarte et al. (2007) e Dozier et al. (2011). Por outro lado, alguns trabalhos têm evidenciado efeitos negativos dos níveis energéticos na conversão alimentar (ALBUQUERQUE et al., 2003) e no ganho de peso

(XAVIER et al., 2008), provavelmente em função do desequilíbrio entre os principais nutrientes no metabolismo celular. Estes trabalhos reforçam a necessidade de se conhecer o real valor energético dos alimentos, evitando rações desbalanceadas para as aves.

Em relação às características de carcaças, os resultados mostraram que o uso de diferentes valores de EMAn dos alimentos podem influenciar o rendimento de carcaça de frangos de corte. Andreotti et al. (2004), ao trabalharem com níveis de óleo variando de 0 a 9,9% para frangos de corte, observaram que esse nutriente pode influenciar também a gordura abdominal, além das características de carcaça. Por outro lado, Monfareddi, Rezaei e Sayyahzadeh (2011) afirmam que a suplementação com óleo de dietas deficientes em energia podem reduzir a gordura abdominal e melhorar o rendimento de carcaça, argumentando que a presença de lipídeos poupa o uso de aminoácidos como fontes de energia, sendo esses direcionados para a deposição proteica. No presente trabalho, o maior rendimento de carcaça pode estar relacionado não só à presença de óleo nas rações, mas também aos seus diferentes níveis energéticos. As melhores combinações de milho, farelo de soja e óleo de soja, resultante do uso de algumas equações ou de valores *in vivo* dos alimentos, levaram em um adequado balanço de nutrientes ao metabolismo das aves, melhorando o rendimento de carcaça.

De uma forma geral, considerando todos os parâmetros avaliados, as melhores equações foram as específicas propostas por Janssen (1989) e Rodrigues et al. (2000); Rodrigues et al. (2002), juntamente com a equação geral proposta por Queiroz (2010). Com relação às de Rodrigues et al. (2000); Rodrigues et al. (2002), trata-se de equações específicas combinadas para soja e milho e seus respectivos subprodutos, enquanto que as de Janssen (1989) são específicas para estes alimentos. Por outro lado, a equação apresentada por Queiroz (2010) é de uso geral para alimentos concentrados utilizados para

frangos de corte. Entretanto, mais estudos devem ser realizados considerando esta equação para testar sua eficácia também com outros alimentos utilizados.

No presente estudo, constatou-se que todas as equações indicadas apresentaram-se melhores em relação ao uso das Tabelas Brasileiras de composição química, resultando em aves com melhor desempenho e rendimento de carcaça. Apesar dessas indicações, nenhuma se apresentou tão eficiente como o uso de valores *in vivo*. Os resultados sugerem que, além do conhecimento real do valor energético dos alimentos, a adequada correção pelo balanço de nitrogênio que as aves apresentam em determinadas condições pode ser importante, uma vez que este influencia diretamente os valores de EMAn. Portanto, mais estudos na elaboração de novas equações para predizer os valores energéticos dos alimentos se fazem necessários.

5. Conclusão

O uso de equações de predição para estimar os valores energéticos do milho e do farelo de soja utilizados para frangos de corte é viável em relação ao uso de Tabelas de composição química e energética. As equações que melhor se adequaram foram $EMAn = 4021,8 - 227,55MM$ (para o milho) e $EMAn = -822,33 + 69,54PB - 45,26FDA + 90,81EE$ (para o farelo de soja), respectivamente; $EMAn = 36,21PB + 85,44EE + 37,26ENN$ (para o milho) e $EMAn = 37,5PB + 46,39EE + 14,9ENN$ (para o farelo de soja) ou $EMAn = 4164,187 + 51,006EE - 197,663MM - 35,689FB - 20,593FDN$ (para alimentos energéticos e proteicos).

Referências

- ALBUQUERQUE, R. et al. Effects of energy level in finisher diets and slaughter age of on the performance and carcass yield in broiler chickens. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 5, n. 2, p. 99-104, May/Aug. 2003.
- ALVARENGA, R. R. et al. Energetic values of feedstuffs for broilers determined with *in vivo* assays and prediction equations. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 168, n. 3, p. 257–266, Sept. 2011.
- ANDREOTTI, M. O. et al. Energia metabolizável do óleo de soja em diferentes níveis de inclusão para frangos de corte nas fases de crescimento e final. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 5, p. 1145-1151, set./out. 2004.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, ARLINGTON **Official Methods of Analysis**. 16. ed. Virgínia: AOAC, 1995.
- BERTECHINI, A. G. et al. Metabolizable energy of some feedstuffs for broiler chickens at different ages. . In: EUROPEAN POULTRY CONFERENCE, 12., 2006, Verona. **Anais...** Verona: The World's Poultry Science Association, 2006. p. 315.
- BRUMANO, G. et al. Composição química e valores de energia metabolizável de alimentos proteicos determinados com frangos de corte em diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 6, p. 2297-2302, nov./dez. 2006.
- COWIESON, A. J. Factors that affect the nutritional value of maize for broilers. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 119, n. 3-4, p. 293– 305, Jan. 2005.

DOZIER, W. A. et al. Apparent metabolizable energy needs of male and female broilers from 36 to 47 days of age. **Poultry Science**, Ithaca, v. 90, n. 4, p. 804-814, Apr. 2011.

DUARTE, K. F. et al. Efeito dos níveis de energia e programas de alimentação sobre a qualidade de carcaça e desempenho de frangos de corte abatidos tardiamente. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 29, n. 1, p. 39-47, Jan. 2007.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Científica Symposium**, Lavras, v. 6, n. 1, p. 36-41, jul./dez.2008.

JANSSEN, W. M. M. A. **European table of energy values for poultry feedstuffs**. 3. ed. Wageningen: Beekbergen, 1989.

KATO, R. K. et al. Metabolizable energy of corn hybrids for broiler chickens at different ages. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1218-1226, nov./dez. 2011.

LOSADA, B. et al. The prediction of apparent metabolizable energy content of oil seeds and oil seed by-products for poultry from its chemical components, in vitro analysis or near-infrared reflectance spectroscopy. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 160, n. 1, p. 62-72, Aug. 2010.

MATTERSON, L. D. et al. **The metabolizable energy of feed ingredients for chickens**. Connecticut: Storrs, Agricultural Experiment Station, 1965. (Research Report, 7).

MENDES, A. A. et al. Efeitos da energia da dieta sobre desempenho, rendimento de carcaça e gordura abdominal de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 2300-2307, dez. 2004.

MONFAREDI, A.; REZAEI, M.; SAYYAHZADEH, H. Effect of supplemental fat in low energy diets on some blood parameters and carcass characteristics of

broiler chicks. **South African Journal of Animal Science**, Hatfield, v. 41, n. 1, p. 24-32, 2011.

NASCIMENTO, G. A. J. et al. Equações de predição para estimar os valores energéticos de alimentos concentrados de origem vegetal para aves utilizando a metanálise. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 7, p. 1265-1271, jul. 2009.

NASCIMENTO, G. A. J. **Equações de predição dos valores energéticos de alimentos para aves utilizando o princípio da meta-análise**. 2007. 199 f. Tese (Doutorado em Nutrição de Monogástricos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

NASCIMENTO, G. A. J. et al. Equações de predição para estimar valores de energia metabolizável de alimentos concentrados energéticos para aves utilizando meta-análise. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 63, n. 1, p. 222-230, fev. 2011.

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

QUEIROZ, F. C. M. **Análises de componentes principais na meta-análise para obtenção de equações de predição de valores energéticos de alimentos para aves**. 2010. 71 f. Dissertação (Mestrado em Estatística e Experimentação Agropecuária) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

ROCHELL, S. J.; KERR, B. J.; DOZIER III, W. A. Energy determination of corn co-products fed to broiler chicks from 15 to 24 days of age, and use of composition analysis to predict nitrogen-corrected apparent metabolizable energy. **Poultry Science**, Ithaca, v. 90, n. 9, p. 1999-2007, Sept. 2011.

RODRIGUES, P. B. **Digestibilidade de nutrientes e valores energéticos de alguns alimentos para aves**. 2000. 204 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

RODRIGUES, P. B. et al. Valores energéticos da soja e subprodutos da soja, determinados com frangos de corte e galos adultos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 1771-1782, jul./ago. 2002.

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

SAKOMURA, N. K. et al. Efeito da idade dos frangos de corte na atividade enzimática e digestibilidade dos nutrientes do farelo de soja e soja integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 4, p. 924-935, jul./ago. 2004.

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**, Ithaca, v. 42, n. 1, p. 13-25, Jan. 1963.

TESSERAUD, S. et al. Manipulating tissue metabolism by amino acids. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v. 67, p. 243-252, June 2011.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Livestock and poultr: world markets and trade. Foreign Agricultural Service, New York, Oct. 2011. Disponível em: <http://www.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.pdf>. Acesso em: 02 Feb. 2012.

WAN, H. F. et al. Prediction of true metabolizable energy from chemical composition of wheat milling by-products for ducks. **Poultry Science**, Ithaca, v. 88, n. 1, p. 92-97, Jan. 2009.

XAVIER, S. A. G. et al. Níveis de energia metabolizável em rações pré-iniciais para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 1, p. 109-115, jan. 2008.

ZHOU, Z. et al. The influence of the amylopectin / amylase ratio in samples of corn on the true metabolizable energy value for ducks. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 157, n. 1, p. 99-103, Apr. 2010.

ANEXOS

Lista de Anexos:

Anexo 1.	Análise de variância e coeficiente de variação para coeficiente de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMA _{MS}) de dietas formuladas para frangos de corte com valores energéticos do milho e do farelo de soja obtidos por diferentes metodologias	85
Anexo 2.	Análise de variância e coeficiente de variação para coeficiente de metabolizabilidade aparente da proteína bruta (CMA _{PB}) de dietas formuladas para frangos de corte com valores energéticos do milho e do farelo de soja obtidos por diferentes metodologias.....	85
Anexo 3.	Análise de variância e coeficiente de variação para coeficiente de metabolizabilidade aparente do extrato etéreo (CMA _{EE}) de dietas formuladas para frangos de corte com valores energéticos do milho e do farelo de soja obtidos por diferentes metodologias	86
Anexo 4.	Análise de variância e coeficiente de variação para ganho de peso de frangos de corte de 1 a 7 dias, recebendo dietas formuladas com valores energéticos do milho e do farelo de soja obtidos por diferentes metodologias.....	86
Anexo 5.	Análise de variância e coeficiente de variação para ganho de peso de frangos de corte de 1 a 21 dias, recebendo dietas formuladas com valores energéticos do milho e do farelo de soja obtidos por diferentes metodologias.....	86
Anexo 6.	Análise de variância e coeficiente de variação para ganho de peso de frangos de corte de 1 a 35 dias, recebendo dietas formuladas com valores energéticos do milho e do farelo de soja obtidos por diferentes metodologias.....	87
Anexo 7.	Análise de variância e coeficiente de variação para ganho de peso de frangos de corte de 1 a 42 dias, recebendo dietas formuladas com valores energéticos do milho e do farelo de soja obtidos por diferentes metodologias.....	87

Anexo 8.	Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de ração por frangos de corte de 1 a 7 dias, recebendo dietas formuladas com valores energéticos do milho e do farelo de soja obtidos por diferentes metodologias.....	87
Anexo 9.	Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de ração por frangos de corte de 1 a 21 dias, recebendo dietas formuladas com valores energéticos do milho e do farelo de soja obtidos por diferentes metodologias	88
Anexo 10.	Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de ração por frangos de corte de 1 a 35 dias, recebendo dietas formuladas com valores energéticos do milho e do farelo de soja obtidos por diferentes metodologias.....	88
Anexo 11.	Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de ração por frangos de corte de 1 a 42 dias, recebendo dietas formuladas com valores energéticos do milho e do farelo de soja obtidos por diferentes metodologias.....	88
Anexo 12.	Análise de variância e coeficiente de variação para conversão alimentar de frangos de corte de 1 a 7 dias, recebendo dietas formuladas com valores energéticos do milho e do farelo de soja obtidos por diferentes metodologias.....	89
Anexo 13.	Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de ração por frangos de corte de 1 a 21 dias, recebendo dietas formuladas com valores energéticos do milho e do farelo de soja obtidos por diferentes metodologias.....	89
Anexo 14.	Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de ração por frangos de corte de 1 a 35 dias, recebendo dietas formuladas com valores energéticos do milho e do farelo de soja obtidos por diferentes metodologias.....	89

Anexo 15.	Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de ração por frangos de corte de 1 a 42 dias, recebendo dietas formuladas com valores energéticos do milho e do farelo de soja obtidos por diferentes metodologias.....	90
Anexo 16.	Análise de variância e coeficiente de variação para rendimento de carcaça de frangos de corte recebendo dietas formuladas com valores energéticos do milho e do farelo de soja obtidos por diferentes metodologias.....	90
Anexo 17.	Análise de variância e coeficiente de variação para rendimento de peito de frangos de corte recebendo dietas formuladas com valores energéticos do milho e do farelo de soja obtidos por diferentes metodologias.....	90
Anexo 18.	Análise de variância e coeficiente de variação para rendimento de dorso de frangos de corte recebendo dietas formuladas com valores energéticos do milho e do farelo de soja obtidos por diferentes metodologias.....	91
Anexo 19.	Análise de variância e coeficiente de variação para rendimento de coxas+sobrecoxas de frangos de corte recebendo dietas formuladas com valores energéticos do milho e do farelo de soja obtidos por diferentes metodologias.....	91
Anexo 20.	Análise de variância e coeficiente de variação para rendimento de asas de frangos de corte recebendo dietas formuladas com valores energéticos do milho e do farelo de soja obtidos por diferentes metodologias.....	91
Anexo 21.	Análise de variância e coeficiente de variação para porcentagem de gordura abdominal de frangos de corte recebendo dietas formuladas com valores energéticos do milho e do farelo de soja obtidos por diferentes metodologias (opção de transformação = raiz quadrada)....	92

Anexo 1. Análise de variância e coeficiente de variação para coeficiente de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMA_{MS}) de dietas formuladas para frangos de corte com valores energéticos do milho e do farelo de soja obtidos por diferentes metodologias.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Sexo	1	0,7526	0,7526	0,3972	0,5322
Equação (E)	7	12,0186	1,7169	0,9063	0,5117
Erro 1	39	73,8867	1,8945		
Fase (F)	2	167,5898	83,7949	93,8097	0,0000
F*E	14	18,0922	1,2923	1,4467	0,1516
Erro 2	80	71,4595	0,8932		
CV 1 (%)	1,92				
CV 2 (%)	1,25				

Anexo 2. Análise de variância e coeficiente de variação para coeficiente de metabolizabilidade aparente da proteína bruta (CMA_{PB}) de dietas formuladas para frangos de corte com valores energéticos do milho e do farelo de soja obtidos por diferentes metodologias.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Sexo	1	110,0401	110,0401	25,5124	0,0000
Equação (E)	7	180,3600	25,7657	5,9737	0,0001
Erro 1	39	168,2151	4,3132		
Fase (F)	2	200,6087	100,3044	18,4259	0,0000
F*E	14	302,6843	21,6203	3,9716	0,0000
Erro 2	80	435,4930	5,4437		
CV 1 (%)	3,44				
CV 2 (%)	3,60				

Anexo 3. Análise de variância e coeficiente de variação para coeficiente de metabolizabilidade aparente do extrato etéreo (CMA_{EE}) de dietas formuladas para frangos de corte com valores energéticos do milho e do farelo de soja obtidos por diferentes metodologias.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Sexo	1	0,2162	0,2162	0,0260	0,8728
Equação (E)	7	1077,1727	153,8818	18,4830	0,0000
Erro 1	39	324,6984	8,3256		
Fase (F)	2	343,1605	171,5803	29,1615	0,0000
F*E	14	246,8675	17,6334	2,9969	0,0010
Erro 2	80	470,7032	5,8838		
CV 1 (%)	3,56				
CV 2 (%)	2,97				

Anexo 4. Análise de variância e coeficiente de variação para ganho de peso de frangos de corte de 1 a 7 dias, recebendo dietas formuladas com valores energéticos do milho e do farelo de soja obtidos por diferentes metodologias.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Sexo	1	17,520833	17,520833	0,574	0,4531
Tratamento	7	309,979167	44,282738	1,451	0,2133
Erro	39	1189,979167	30,512286		
CV (%)	4,34				

Anexo 5. Análise de variância e coeficiente de variação para ganho de peso de frangos de corte de 1 a 21 dias, recebendo dietas formuladas com valores energéticos do milho e do farelo de soja obtidos por diferentes metodologias.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Sexo	1	128236,687500	128236,687500	205,481	0,0000
Tratamento	7	3450,979167	492,997024	0,790	0,6000
Erro	39	24339,145833	624,080662		
CV (%)	2,85				

Anexo 6. Análise de variância e coeficiente de variação para ganho de peso de frangos de corte de 1 a 35 dias, recebendo dietas formuladas com valores energéticos do milho e do farelo de soja obtidos por diferentes metodologias.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Sexo	1	1079100,187500	1079100,187500	276,446	0,0000
Tratamento	7	17021,645833	2431,663690	0,623	0,7338
Erro	39	152235,645833	3903,478098		
CV (%)	2,93				

Anexo 7. Análise de variância e coeficiente de variação para ganho de peso de frangos de corte de 1 a 42 dias, recebendo dietas formuladas com valores energéticos do milho e do farelo de soja obtidos por diferentes metodologias.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Sexo	1	2433601,333333	2433601,333333	730,751	0,0000
Tratamento	7	35921,916667	5131,702381	1,541	0,1824
Erro	39	129880,666667	3330,273504		
CV (%)	2,04				

Anexo 8. Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de ração por frangos de corte de 1 a 7 dias, recebendo dietas formuladas com valores energéticos do milho e do farelo de soja obtidos por diferentes metodologias.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Sexo	1	574,083333	574,083333	10,528	0,0024
Tratamento	7	552,583333	78,940476	1,448	0,2146
Erro	39	2126,583333	54,527778		
CV (%)	4,95				

Anexo 9. Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de ração por frangos de corte de 1 a 21 dias, recebendo dietas formuladas com valores energéticos do milho e do farelo de soja obtidos por diferentes metodologias.

FV	GL	SQ	QM	F	P>F
Sexo	1	95141,020833	95141,020833	88,436	0,0000
Tratamento	7	9579,479167	1368,497024	1,272	0,2893
Erro	39	41956,812500	1075,815705		
CV (%)	2,62				

Anexo 10. Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de ração por frangos de corte de 1 a 35 dias, recebendo dietas formuladas com valores energéticos do milho e do farelo de soja obtidos por diferentes metodologias.

FV	GL	SQ	QM	F	P>F
Sexo	1	1238097,520833	1238097,520833	112,177	0,0000
Tratamento	7	95093,312500	13584,758929	1,231	0,3097
Erro	39	430442,645833	11036,990919		
CV (%)	3,12				

Anexo 11. Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de ração por frangos de corte de 1 a 42 dias, recebendo dietas formuladas com valores energéticos do milho e do farelo de soja obtidos por diferentes metodologias.

FV	GL	SQ	QM	F	P>F
Sexo	1	2827066,687500	2827066,687500	343,843	0,0000
Tratamento	7	233231,979167	33318,854167	4,052	0,0020
Erro	39	320656,812500	8221,969551		
CV (%)	1,89				

Anexo 12. Análise de variância e coeficiente de variação para conversão alimentar de frangos de corte de 1 a 7 dias, recebendo dietas formuladas com valores energéticos do milho e do farelo de soja obtidos por diferentes metodologias.

FV	GL	SQ	QM	F	P>F
Sexo	1	0,021675	0,021675	9,506	0,0038
Tratamento	7	0,021525	0,003075	1,349	0,2544
Erro	39	0,088925	0,002280		
CV (%)	4,08				

Anexo 13. Análise de variância e coeficiente de variação para conversão alimentar de frangos de corte de 1 a 21 dias, recebendo dietas formuladas com valores energéticos do milho e do farelo de soja obtidos por diferentes metodologias.

FV	GL	SQ	QM	F	P>F
Sexo	1	0,054675	0,054675	262,440	0,0000
Tratamento	7	0,023367	0,003338	16,023	0,0000
Erro	39	0,008125	0,000208		
CV (%)	1,01				

Anexo 14. Análise de variância e coeficiente de variação para conversão alimentar de frangos de corte de 1 a 35 dias, recebendo dietas formuladas com valores energéticos do milho e do farelo de soja obtidos por diferentes metodologias.

FV	GL	SQ	QM	F	P>F
Sexo	1	0,061633	0,061633	119,192	0,0000
Tratamento	7	0,028767	0,004110	7,947	0,0000
Erro	39	0,020167	0,000517		
CV (%)	1,44				

Anexo 15. Análise de variância e coeficiente de variação para conversão alimentar de frangos de corte de 1 a 42 dias, recebendo dietas formuladas com valores energéticos do milho e do farelo de soja obtidos por diferentes metodologias.

FV	GL	SQ	QM	F	P>F
Sexo	1	0,116033	0,116033	230,491	0,0000
Tratamento	7	0,050000	0,007143	14,189	0,0000
Erro	39	0,019633	0,000503		
CV (%)	1,32				

Anexo 16. Análise de variância e coeficiente de variação para rendimento de carcaça de frangos de corte recebendo dietas formuladas com valores energéticos do milho e do farelo de soja obtidos por diferentes metodologias.

FV	GL	SQ	QM	F	P>F
Sexo	1	1,993083	1,993083	1,098	0,3012
Tratamento	7	45,186895	6,455271	3,556	0,0047
Erro	39	70,794145	1,815234		
CV (%)	1,80				

Anexo 17. Análise de variância e coeficiente de variação para rendimento de peito de frangos de corte recebendo dietas formuladas com valores energéticos do milho e do farelo de soja obtidos por diferentes metodologias.

FV	GL	SQ	QM	F	P>F
Sexo	1	14,683256	14,683256	5,206	0,0281
Tratamento	7	11,940970	1,705853	0,605	0,7482
Erro	39	110,003824	2,820611		
CV (%)	4,32				

Anexo 18. Análise de variância e coeficiente de variação para rendimento de dorso de frangos de corte recebendo dietas formuladas com valores energéticos do milho e do farelo de soja obtidos por diferentes metodologias.

FV	GL	SQ	QM	F	P>F
Sexo	1	0,321278	0,321278	0,287	0,5954
Tratamento	7	6,505894	0,929413	0,829	0,5695
Erro	39	43,711189	1,120800		
CV (%)	4,67				

Anexo 19. Análise de variância e coeficiente de variação para rendimento de coxas+sobrecoxas de frangos de corte recebendo dietas formuladas com valores energéticos do milho e do farelo de soja obtidos por diferentes metodologias.

FV	GL	SQ	QM	F	P>F
Sexo	1	27,796286	27,796286	20,498	0,0001
Tratamento	7	8,495767	1,213681	0,895	0,5199
Erro	39	52,885652	1,356042		
CV (%)	4,11				

Anexo 20. Análise de variância e coeficiente de variação para rendimento de asas de frangos de corte recebendo dietas formuladas com valores energéticos do milho e do farelo de soja obtidos por diferentes metodologias.

FV	GL	SQ	QM	F	P>F
Sexo	1	0,094341	0,094341	0,410	0,5259
Tratamento	7	1,625160	0,232166	1,008	0,4406
Erro	39	8,982694	0,230325		
CV (%)	4,77				

Anexo 21. Análise de variância e coeficiente de variação para porcentagem de gordura abdominal de frangos de corte recebendo dietas formuladas com valores energéticos do milho e do farelo de soja obtidos por diferentes metodologias (opção de transformação = raiz quadrada).

FV	GL	SQ	QM	F	P>F
Sexo	1	0,053961	0,053961	2,533	0,1196
Tratamento	7	0,232918	0,033274	1,562	0,1759
Erro	39	0,830959	0,021307		
CV (%)	11,11				