

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Raquel Coutinho de Andrade

Avaliação da Correção da Energia Metabolizável pelo Balanço de Nitrogênio em Alimentos para Frangos de Corte

Belo Horizonte
2014

Raquel Coutinho de Andrade

Avaliação da Correção da Energia Metabolizável pelo Balanço de Nitrogênio em Alimentos para Frangos de Corte

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para Obtenção do grau de Mestre em Zootecnia

Área de concentração: Nutrição Animal

Prof. Orientador: Leonardo José Camargos Lara

Belo Horizonte

2014

A553a Andrade, Raquel Coutinho de, 1981-
Avaliação da correção da energia metabolizável pelo balanço de nitrogênio em alimentos para frangos de corte / Raquel Coutinho de Andrade. – 2014.
75 p. : il.

Orientador: Leonardo José Camargos Lara
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária.
Inclui bibliografia

1. Frango de corte – Alimentação e rações – Teses. 2. Energia metabolizável – Teses.
3. Nutrição animal – Teses. 4. Nitrogênio na nutrição animal – Teses. I. Lara, Leonardo José Camargos. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária.
III. Título.

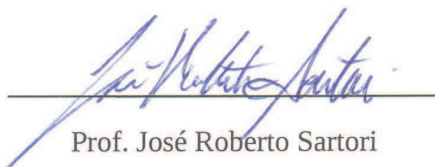
CDD – 636.508 5

Dissertação defendida e aprovada em 06 de Junho de 2012, pela Comissão Examinadora constituída por:

Handwritten signature of Prof. Leonardo José Camargos Lara in blue ink, consisting of stylized letters 'L', 'J', 'C', and 'L' connected together.

Prof. Leonardo José Camargos Lara

(Orientador)

Handwritten signature of Prof. José Roberto Sartori in blue ink, featuring a large, stylized initial 'S' followed by the name 'José Roberto Sartori'.

Prof. José Roberto Sartori

Handwritten signature of Prof. Nelson Carneiro Baião in blue ink, with the name written in a cursive style.

Prof. Nelson Carneiro Baião

Agradecimentos

Agradeço a Deus!

Agradeço aos meus pais, Reynaldo de Andrade e Marina Coutinho de Andrade, por existirem e me fazerem existir. Por me ensinarem a viver, me ensinarem a amar, a ter bom caráter e respeitar o próximo.

Agradeço aos meus irmãos Rosária Coutinho de Andrade e Reymar Coutinho de Andrade pelo zelo e pelo companheirismo incondicional. Agradeço aos meus cunhados Carlos Alexandre Harding Miranda e Giovana Munhoz Piagentini Coutinho de Andrade e aos meus sobrinhos Raíssa, Renan, Lucas, Raira e Mariana, por fazerem parte da minha família e da minha história.

Agradeço a Vaccinar, na pessoa do Sr. Nelson de Sousa Lopes pela oportunidade e ao Sr. Julio Henrique Emrich Pinto pelo incentivo. Aos amigos e colegas que me deram força, compreenderam e cobriram minhas ausências: Anderson Dipietro, Antonio Guerreiro, Braulio Freitas, Camila Coelho, Claudia Lucio, Gabriel Salum, Leandra Melo, Luisa Souza, Maria Izabel Ferreira, Pedro Castelo e Rafaela Flores. Às estagiárias Jéssica Vilela e Tereza Carlos que também ajudaram, e muito!

Ao Professor Leonardo José Camargos Lara pela orientação e pela paciência. Ao Professor Nelson Carneiro Baião pelas valiosas contribuições e ao Professor José Roberto Sartori pela presença, sempre.

Aos meus queridos colaboradores: Carlos Eduardo Cunha, Christiane Matias, Cristiano, Diogo Moraes, Edgar Caldas, Jeniffer, Julia Rocha, Juliana Batista, Kamilla Soares, Luís Felipe, Marcos, Maurício Teixeira, Paula Cardeal, Winnie e em especial Daniel Miranda e Mariana Pompeu. Sem vocês certamente esse trabalho não seria possível!

Aos funcionários da Fazenda de Igarapé, em especial à Aline e ao Renato pelo apoio. Também à Rivelli Alimentos e Lupus Alimentos.

Aos meus amigos, sempre e o tempo todo comigo, de perto ou de longe, principalmente Érika Stasieniuk e Paula Genuíno pela participação e por todos os momentos. MUITO OBRIGADA!

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	17
2. REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1. Processos digestivos e aproveitamento de nutrientes	19
2.2. Energia dos alimentos	24
2.3. Determinação de EMA e EMAn em frangos de corte	28
2.4. Efeito da idade das aves sobre a energia dos alimentos	30
3. EXPERIMENTO I: Determinação da energia metabolizável aparente e energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio em alimentos para frangos de corte	33
3.1. Material e métodos	33
3.2. Resultados e discussão	39
4. EXPERIMENTO II: Efeito da correção da energia metabolizável aparente pelo balanço de nitrogênio sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte	48
4.1. Material e métodos	48
4.2. Resultados e discussão	56
5. CONCLUSÕES	65
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63

Lista de figuras

Página

Figura1. Definição e interrelação dos sistemas de medição de energia (Adaptado de Leeson e Summers, 2001)	25
--	----

Lista de tabelas

	Página
Tabela 1. Composição percentual e níveis nutricionais das rações basais ..	35
Tabela 2. Resultados das análises* do milho (MI), farelo de soja (FS), farinha de carne e ossos (FC), farinha de vísceras (FV) e farinha de penas (FP), usados para a determinação de energia	36
Tabela 3. Procedimentos de análises	37
Tabela 4. Resultados de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) de alimentos para frangos de corte em diferentes idades, com base na matéria seca e a diferença percentual entre EMA e EMAn	39
Tabela 5. Coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca (MS) e da proteína bruta (PB) em valores percentuais, dos ingredientes estudados conforme as idades de determinação	45
Tabela 6. Composição percentual e valores nutricionais calculados das rações pré-iniciais	50
Tabela 7. Composição percentual e valores nutricionais calculados das rações iniciais	51
Tabela 8. Composição percentual e valores nutricionais calculados das rações da fase de crescimento	52
Tabela 9. Composição percentual e valores nutricionais calculados das rações experimentais da fase final	53

Lista de tabelas (continuação)

Página

Tabela 10. Resultados de peso inicial (PI), peso vivo (PV) ganho de peso diário (GPD), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade (VIAB) de frangos de corte no período de 0 a 7 dias de idade	56
Tabela 11. Resultados de peso vivo (PV), ganho de peso diário (GPD), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade (VIAB) de frangos de corte no período de 0 a 21 dias de idade	58
Tabela 12. Resultados de peso vivo (PV), ganho de peso diário (GPD), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade (VIAB) de frangos de corte no período de 0 a 35 dias de idade	59
Tabela 13. Resultados de peso vivo (PV), ganho de peso diário (GPD), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade (VIAB) de frangos de corte no período de 0 a 41 dias de idade	60
Tabela 14. Rendimentos de carcaça e partes e percentual de gordura abdominal na carcaça de frangos do corte machos abatidos aos 41 dias de idade	62
Tabela 15. Custo médio da ração, custo alimentar ² e índice de eficiência produtiva (IEP) de frangos de corte machos aos 41 dias de idade	63

RESUMO

Com o objetivo de determinar os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) de alimentos para frangos de corte e avaliar os efeitos da correção da energia sobre o seu desempenho e rendimento de carcaça, foram conduzidos dois experimentos: I) determinação da EMA e EMAn de milho, farelo de soja, farinha de carne e ossos, farinha de vísceras e farinha de penas, através do método de coleta total de excretas nos períodos de 7 a 10 e de 26 a 29 dias de idade, utilizando-se 450 pintos de corte com um dia de idade, distribuídos ao acaso em 30 gaiolas, sendo seis tratamentos e cinco repetições; II) desempenho, rendimento de carcaça e avaliação econômica de frangos de corte, distribuídos num delineamento inteiramente ao acaso sendo 5 tratamentos (planos nutricionais) com 6 repetições de 32 aves cada. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as diferenças entre as médias comparadas pelo teste de Tukey. Houve diferença entre as EMA e EMAn entre as idades para todos os alimentos estudados. Os valores de EMA e EMAn de milho, farelo de soja e farinha de penas foram menores quando determinados nas aves mais novas, assim como a diferença entre EMA e EMAn. Aves que receberam os planos nutricionais A (EMAn segundo Rostagno et al., 2011) e E (EMA com ajuste pela idade) apresentaram melhor desempenho, sendo que as aves do tratamento E obtiveram melhor conversão alimentar. Portanto, formulações com EMA ajustada pela idade são viáveis tanto sob o ponto de vista zootécnico, quanto econômico. Não houve diferença no rendimento de carcaça e partes entre os tratamentos estudados.

Palavras-chave: frango de corte, energia metabolizável, nitrogênio, alimentos, desempenho, custo.

ABSTRACT

In order to determine apparent metabolizable energy (AME) and apparent metabolizable energy corrected by nitrogen balance (AMEn) of feed ingredients and to evaluate the effects of this correction on performance (zoothechnical and economic) and carcass yield of broiler chickens, two experiments were conducted: I) AME and AMEn determination of corn, soybean meal, meat and bone meal, poultry by-products meal and feather meal by total excreta collection method at 7-10 days and 26-29 days old, 450 Cobb male chicks were randomly distributed in 30 cages, with six treatments and five replications; II) performance, carcass yield and economic evaluation of broilers, distributed in a completely randomized desing, with five treatments (nutritional plans) and six replications of 32 birds each. The results were subjected to analysis of variance and the differences were compared by Tukey test. There were differences between AME and AMEn values for early and growth collections period for all feed ingredients studied. The AME and AMEn of corn, soybean meal and feather meal were lower when determined in younger birds, as well as the difference between AME and AMEn. Birds that received treatments A (AMEn from Rostagno et al., 2011) and E (AME adjusted by age) showed better performance with the best feed cost, and the treatment E had smaller feed conversion ratio. Therefore, the use of formulations based on metabolizable energy adjusted for age and without correction by nitrogen balance is feasible, both from zoothechnical and economic point of view. There was no difference in carcass yield and parts between the assessed nutritional plans.

Key-words: poultry, metabolizable energy, nitrogen, feed, performance, costs.

1. INTRODUÇÃO

A energia é um dos fatores nutricionais mais importantes na formulação de rações para frangos de corte. Além de interferir diretamente no desempenho das aves, também é um dos elementos que mais onera o custo da ração. Sendo assim, o conhecimento do valor energético dos alimentos é de fundamental importância nutricional e econômica, visando otimizar o desempenho dos animais e minimizar os custos de produção.

Com o desenvolvimento genético das linhagens de frangos de corte buscando o máximo ganho de peso com a menor idade de abate e melhor conversão alimentar, as aves passaram a ser mais exigentes tanto em níveis nutricionais quanto em condições ambientais de criação. Desse modo, as dietas para frangos de corte são cada vez mais densas em energia, proteína e todos os demais nutrientes. Para se atingir plenamente as exigências dos frangos de corte modernos, é necessário adequar as dietas para cada fase de criação específica, respeitando as diferenças fisiológicas e comportamentais de acordo com a idade das aves.

Rações comumente usadas na avicultura de corte brasileira, em geral, têm o milho como principal ingrediente e fonte de energia, o que torna esse alimento responsável, em média, por mais de 20% da proteína, 10% de lisina e 25% da metionina+cistina presentes nas dietas (Vieira et al., 2007).

Além do milho, farelo de soja, óleos e gorduras e alguns subprodutos de origem animal como a farinha de carne e ossos, farinha de vísceras de aves e farinhas de penas compõe grande parte das rações avícolas nacionais. Um levantamento sobre os ingredientes usados entre as formulações de rações das principais empresas avícolas do país pode mostrar claramente a importância desses alimentos e conseqüentemente a necessidade do conhecimento de sua composição nutricional e energética com precisão.

Geralmente se atribui que a energia da dieta vem de ingredientes particularmente ricos em energia, como milho, sorgo, trigo ou óleos e gorduras de origem vegetal e animal. Entretanto, é importante lembrar que todos os ingredientes da dieta fornecem energia e que em dietas de alta proteína,

ingredientes como o farelo de soja podem contribuir substancialmente com a energia total da dieta (Leeson e Summers, 2001).

Desse modo, a utilização de valores de energia metabolizável aparente corrigida para o balanço do nitrogênio (EMAn) de alimentos para frangos de corte em crescimento pode penalizar a energia contida principalmente em alimentos proteicos, subestimando a matriz nutricional e aumentando os custos de formulação das rações para frangos de corte.

Considerando que o conhecimento mais aprofundado sobre as matrizes nutricionais utilizadas para a formulação de rações é uma excelente ferramenta para a melhoria de resultados zootécnicos e econômicos, este trabalho teve como objetivos determinar os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) de diferentes alimentos para frangos de corte de diferentes idades e avaliar a correção da EMA pelo balanço de nitrogênio, os impactos econômicos dessa correção sobre a matriz nutricional de alimentos para aves, principalmente em relação à penalização da EMA em ingredientes proteicos e seu efeito sobre o desempenho e rendimento de carcaça das aves.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Processos digestivos e aproveitamento de nutrientes

As funções primárias do trato gastrointestinal e seus órgãos acessórios são a digestão e a absorção de nutrientes essenciais aos processos metabólicos dos animais (Argenzio, 1993). Nutrientes são substâncias que o organismo animal utiliza como fonte de energia ou como componente de sua engrenagem metabólica.

O desenvolvimento da mucosa intestinal consiste no aumento da altura e densidade dos vilos, o que corresponde a um aumento em número de suas células epiteliais (Maiorka et al., 2002). Em frangos de corte, um aumento mais acentuado na altura dos vilos, no duodeno, começa in ovo, do 17º dia de incubação até o 7º dia pós-eclosão. No jejuno e íleo, o crescimento continua até o 14º dia de vida, resultando em aumento do número de enterócitos por vilos (Uni et al., 1998).

Na eclosão, o sistema digestório está anatomicamente completo, mas sua capacidade ainda está imatura se comparada à de aves adultas. Assim, o trato gastrointestinal sofre grandes alterações pós-eclosão, como maturação funcional do intestino, as quais envolvem mudanças morfológicas e fisiológicas, que proporcionam aumento na superfície de digestão e de absorção, preparando o mesmo para o consumo de alimentos (Amaral, 2005). Segundo Araújo (2003), todas as mudanças ocorridas na morfologia intestinal após a eclosão, incluindo diferenciação básica dos enterócitos, definição das criptas e aumento da superfície de absorção do intestino, são muito sensíveis às modificações promovidas pela suplementação de nutrientes.

Maiorka (2001) observou que durante o desenvolvimento embrionário, o saco vitelínico é a única fonte de energia, atendendo ainda as necessidades de vitaminas lipossolúveis, ácidos graxos essenciais, lipídios neutros e fosfolipídios necessários para a formação do embrião. O embrião absorve os nutrientes do saco vitelínico como partículas de lipoproteínas, que passam através das células endodérmicas dos vasos sanguíneos, suprindo os tecidos embrionários.

Ainda que de grande importância, a utilização das reservas nutricionais presentes no saco vitelínico é extremamente rápida, sendo consumida quase completamente ao terceiro dia pós-eclosão (Vieira e Moran Jr., 1999). Durante esse período, entretanto, esses nutrientes respondem por 50% da energia e 43% da proteína necessária pela ave no seu primeiro dia de vida (Murakami et al., 1988), sendo que 80% do total da gordura presente como conteúdo do saco vitelínico é utilizada no primeiro dia, enquanto a proteína é de utilização mais lenta (Nitsan et al., 1991).

Segundo Tarachai e Yamauchi (2000), o estímulo primário para o desenvolvimento da mucosa são as características químicas dos nutrientes. Iji et al. (2001) comentaram que a entrada de nutrientes do saco vitelínico e da dieta exógena no intestino delgado serve como estímulo ao crescimento e desenvolvimento do trato gastrointestinal e, conseqüentemente, das funções de digestão e absorção. O crescimento das vilosidades intestinais na ave jovem e o aumento de células nas criptas são estimulados pela presença do alimento. Moran (1985) verificou que a passagem de alimento pelo trato digestório de pintos recém-eclodidos favoreceu o desenvolvimento dos enterócitos nas criptas e que gradualmente, substituíram os enterócitos formados durante a fase embrionária. O autor afirma ainda, que quando toda esta substituição ocorre, os frangos de corte atingem sua maturidade de digestão e absorção.

A adaptação à ingestão de alimentos depende do rápido desenvolvimento dos mecanismos de digestão e absorção, que por sua vez dependem diretamente do estímulo dado pela passagem de alimento pelo trato gastrointestinal. O aparelho digestório é o grupo de órgãos que proporcionalmente desenvolve-se mais rapidamente após a eclosão dos pintos. Dentre os órgãos que o compõem, pâncreas, fígado e intestino delgado sobressaem-se, enfatizando a importância dos mesmos para a maturação dos processos digestivos nos pintos recém-nascidos (Katanbaf et al., 1988). Esse crescimento tem o seu ápice entre o terceiro e o sétimo dia pós-eclosão, mas sua taxa de crescimento é reduzida posteriormente (Murakami et al., 1992).

Além do crescimento em tamanho, o desenvolvimento funcional do trato digestório depende da quantidade e da qualidade das secreções digestivas. O aproveitamento dos nutrientes pela ave é dependente da digestão e absorção

destes pelo trato gastrointestinal, sendo que a digestão e absorção de macromoléculas requer hidrólise enzimática suficiente.

Segundo Corless e Sell (1999), o peso do pâncreas pode representar mudanças na capacidade digestiva da ave, em razão da alta correlação entre o peso do mesmo com a atividade das enzimas digestivas pancreáticas. Longo et al. (2005) verificaram também alta taxa de crescimento relativo do intestino delgado entre 1 e 4 dias de idade e, a partir dessa fase, parece ocorrer desenvolvimento acompanhado de crescimento total da ave.

Sakomura et al. (2004) observaram que a taxa máxima de crescimento do pâncreas ocorre no 7º dia de idade, diminuindo a partir dos 14 dias. Esses pesquisadores também verificaram que o crescimento alométrico do pâncreas acompanha a curva de crescimento do frango, sendo que o ápice do crescimento deste órgão coincide com o maior incremento na produção das enzimas digestivas (amilase, tripsina e lipase). Nitsan et al. (1991) observaram aumento das enzimas digestivas relacionadas com a idade das aves. Os valores máximos da amilase e lipase no pâncreas foram observados aos 8 dias de idade e no intestino delgado os valores máximos foram obtidos aos 4 dias de idade para a lipase e aos 17 dias de idade para a amilase.

O início da ingestão de alimento pós-eclosão altera o espectro dos grupos nutricionais disponíveis para utilização, que não são majoritariamente lipoproteicos como os de origem materna, mas sim ricos em carboidratos, uma vez que as dietas convencionais são à base de milho e farelo de soja. Assim, o perfil enzimático necessário para adaptação na vida pós-eclosão é diferente daquele presente no embrião (Vieira e Pophal, 2000). De maneira geral, a maioria das enzimas digestivas já está presente no trato gastrointestinal do embrião, entretanto a presença de substrato parece induzir uma maior produção dessas enzimas (Maiorka, 2001). A atividade da lipase pancreática, por exemplo, aumenta linearmente até 16 dias após a eclosão, estabilizando-se a seguir. Esta é dependente da presença de lipídios na dieta, pois a ingestão de dietas com altos níveis de gordura aumentou em torno de 10 vezes a sua concentração quando comparado com dietas com baixo teor de gordura (Krogdahl, 1985).

Paralelamente ao aumento na eficiência de digestão e absorção que ocorre com o avançar da idade das aves, há um ajuste na taxa de passagem do alimento pelo trato digestório (Sibbald, 1979). Segundo Noy e Sklan (1995),

ocorre aumento no consumo de alimento em torno de 3 vezes entre o 4^o e o 10^o dia pós-eclosão, com a concomitante redução de 30% na taxa de passagem do alimento. Tal adaptação permite maior tempo de contato entre o alimento e as enzimas digestivas, o que melhora o seu aproveitamento.

Conforme observado por Nir (1998), pintos de corte apresentam correlação negativa entre a ingestão de alimento e a digestibilidade de nutrientes na primeira semana de vida. Esta correlação torna-se positiva na segunda semana, o que pode estar relacionado à otimização do crescimento intestinal e da atividade enzimática. A partir da terceira semana, não existe mais correlação entre ingestão e digestibilidade, provavelmente porque o trato gastrointestinal já atingiu seu equilíbrio.

De modo geral, a digestibilidade entre quatro e 14 dias é alta (Noy e Sklan, 1996), sendo o aproveitamento total do alimento dependente da capacidade de ingestão nessa fase. Entretanto, algumas limitações na atividade enzimática e digestiva estão presentes na primeira semana de vida dos pintos. Trabalhando com frangos Arbor Acres, Noy e Sklan (1995) mostraram que a digestão proteica no intestino delgado aumentou de 78%, aos 4 dias de idade, para 92% aos 21 dias, enquanto, para ácidos graxos e amido, as taxas aumentaram de 82 para 89%. A capacidade de absorção de metionina aumenta tanto no duodeno quanto no jejuno entre zero e 7 dias de idade, permanecendo constante na semana posterior (Noy et al., 1996).

A digestibilidade da gordura é melhorada com o avançar da idade, à medida que o aparato enzimático apresenta-se mais amadurecido. Da mesma forma, a absorção dos produtos da digestão lipídica pode ser influenciada pela saturação das moléculas de gordura. Gorduras insaturadas são mais bem aproveitadas pelos pintos do que as saturadas entre 2 e 15 dias de idade (Carew et al., 1972).

Freitas et al. (1999), trabalhando com avaliações da digestibilidade aparente de extrato etéreo e de proteína bruta para frangos de corte alimentados com rações com ou sem inclusão de óleo de soja, encontraram alta digestibilidade na primeira semana para o extrato etéreo, acompanhada de queda na segunda semana e um novo aumento na terceira semana. A digestibilidade da proteína bruta esteve em torno de 70% durante a primeira semana, caiu a menos de 60% na segunda semana e voltou a subir aos 21 dias de idade. De acordo com

Maiorka (2002), o sistema de digestão de proteínas também sofre adaptações marcantes no período pós-eclosão, indicando que esses processos são influenciados pelo nível de alimentação e a composição da dieta.

O farelo de soja é a principal fonte proteica para frangos de corte, entretanto a presença de fatores antinutricionais, como os oligossacarídeos rafinose e estaquiose (Parsons et al., 2000), associados à imaturidade do trato digestivo (Iji et al., 2001), reduz ainda mais a digestibilidade e disponibilidade de energia deste ingrediente nas fases iniciais. Tanto a energia metabolizável, quanto a digestibilidade dos nutrientes de dietas à base de milho e farelo de soja para pintos aumentam do nascimento até 21 dias de idade. Essa diferença foi atribuída principalmente a mudanças no aproveitamento do farelo de soja (Batal e Parsons, 2003).

A deficiência no aproveitamento dos nutrientes pelas aves na primeira semana de vida parece levar a um decréscimo dos valores de energia metabolizável das dietas. Resultados de Murakami et al. (1992) e Sulistiyanto et al. (1998) mostraram que os valores são menores, principalmente entre quatro e sete dias de idade. Nesse sentido, Corless e Sell (1999) relataram que os valores de energia metabolizável das dietas de quatro, sete e 14 dias de idade foram bem inferiores aos valores calculados com base no valor apresentado para os ingredientes da dieta segundo o NRC (1994).

Mahagna et al. (1988) avaliaram diferentes alimentos em dietas para aves e observaram que as diferenças entre a primeira, segunda e terceira semanas de idade para milho e sorgo ficaram entre 200 e 250 kcal/kg, enquanto para trigo e soja as diferenças foram de 500 e 1100 kcal/kg, respectivamente. Essa maior diferença observada para trigo e soja foi atribuída ao aumento da viscosidade da digesta ocasionado por esses alimentos, o que associado a um sistema enzimático imaturo, promoveram redução ainda maior da digestibilidade. Segundo Nir (1998), os valores de EMAn encontrados nas tabelas estão acima dos valores corretos para pintos na primeira semana e essa diferença deve ser considerada nas formulações de rações.

2.2. Energia dos alimentos

Por definição, energia não é um nutriente e sim uma propriedade dos nutrientes em produzirem energia quando oxidados durante o metabolismo (NRC, 1994). Normalmente, o nível de energia é selecionado como ponto de partida para a formulação das dietas, servindo de base para a fixação dos níveis dos nutrientes como proteína bruta, aminoácidos, ácidos graxos e minerais (Faria e Santos, 2005). A energia está relacionada com o consumo de alimento e é utilizada nos mais diferentes processos metabólicos, desde a manutenção das aves até o máximo potencial produtivo (Fischer Jr. et al., 1998).

Dentre os constituintes dos alimentos, os carboidratos, os lipídios, as proteínas e parte da fibra são fornecedores de energia para o organismo animal. No entanto, nem toda a energia produzida pela oxidação dos nutrientes pode ser aproveitada (Sakomura e Rostagno, 2007). Como pode se observar na Figura 1, a energia é biologicamente dividida em: energia bruta (EB), energia digestível (ED), energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável verdadeira (EMV) e energia líquida (EL).

Segundo o NRC (1998), a energia bruta é produzida pela oxidação total da matéria orgânica dos alimentos e medida em bomba calorimétrica. Os carboidratos fornecem 3,7 kcal/g (glicose) e 4,2 kcal/g (amido); as proteínas 5,6 kcal/g e as gorduras 9,4 kcal/g.

A energia digestível representa a energia do alimento que é absorvida após o processo de digestão dos animais e é determinada pela diferença da EB do alimento consumido e a energia bruta das fezes. Para aves, essa forma de energia não é usualmente utilizada em virtude da dificuldade de separar as fezes da urina. A energia metabolizável é a forma mais utilizada, sendo obtida pela diferença entre a EB do alimento e a EB das excretas (fezes e urina) e dos gases oriundos da digestão. Considerando que a energia perdida na forma de gases nos monogástricos é muito baixa, a mesma tem sido desprezada nos cálculos da EM (Sakomura e Rostagno, 2007).

Segundo Leeson e Summers (2001), a energia metabolizável representa a energia ingerida que se torna disponível aos processos metabólicos, e na prática é determinada pela diferença entre a energia do alimento consumido num

período e a energia das excretas relacionadas a esse alimento, no mesmo período.

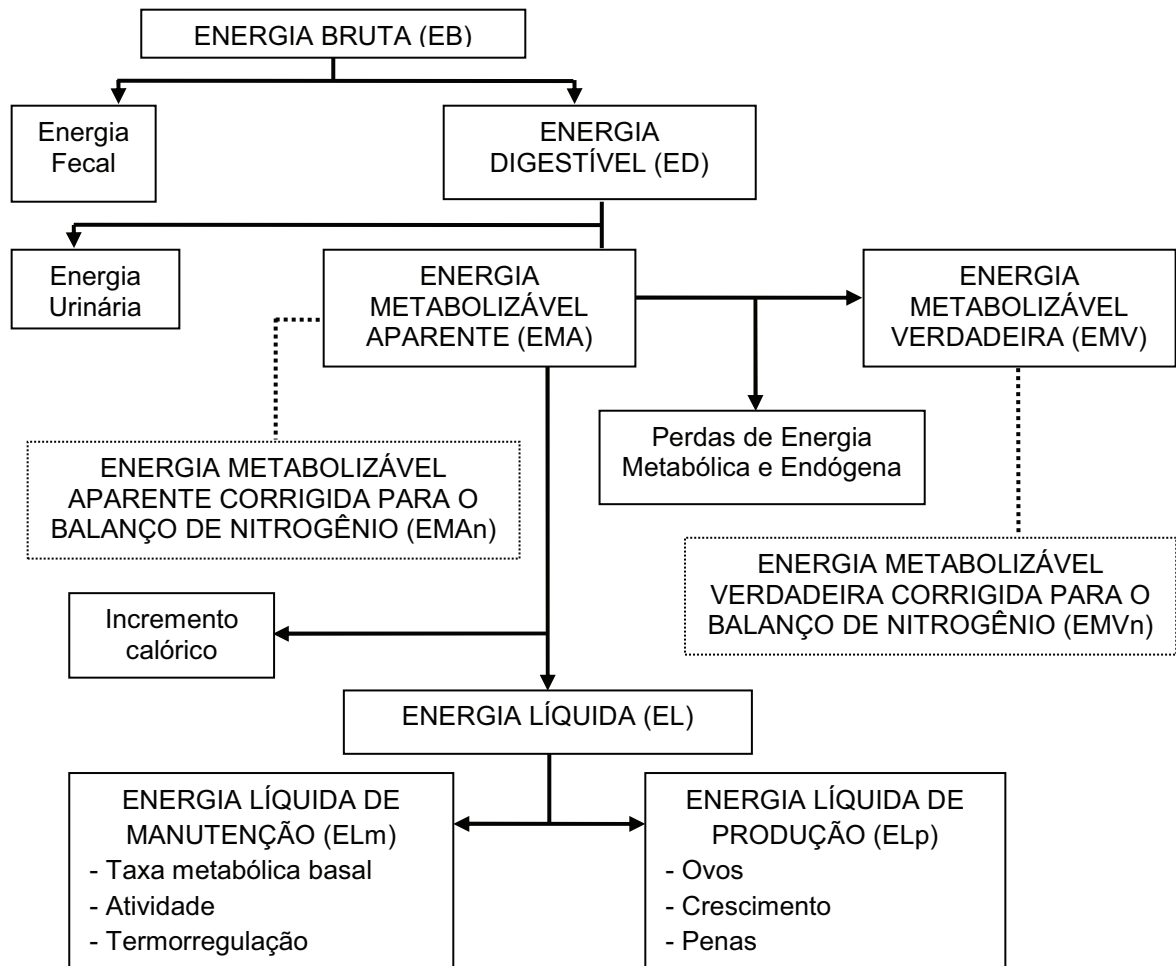


Figura 1. Definição e interrelação dos sistemas de medição de energia (Adaptado de Leeson e Summers. 2001).

Para aves, a EM pode ser determinada e expressa como energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn), energia metabolizável verdadeira (EMV) e energia metabolizável verdadeira corrigida para balanço de nitrogênio (EMVn). A EMV é obtida pela diferença entre a EB do alimento consumido e a energia bruta da excreta, corrigida pelas perdas de energia fecal metabólica e urinária endógena (Sakomura e Rostagno, 2007).

A EMAn difere da EMA pela correção associada ao balanço de nitrogênio. Essa correção baseia-se no fato de que, em aves em crescimento, a proteína

retida no corpo da ave não contribui para a energia das fezes e urina. Por outro lado, em aves adultas, parte dos compostos nitrogenados é catabolizada e excretada como ácido úrico (Sibbald, 1982). Assim, aves com diferentes graus de retenção nitrogenada proporcionam diferentes valores de energia excretada para a mesma digestibilidade de alimento (Sakomura e Rostagno, 2007). O objetivo da correção pelo balanço de nitrogênio é de padronizar e reduzir a variação nos valores de EMA dos alimentos medidos em diferentes condições que podem resultar em maior ou menor ganho de peso ou em perda de peso dos animais.

A correção para o balanço de nitrogênio ($N = 0$) proposta por Hill e Anderson (1958) é alvo de muitas críticas. Na realidade, o que se determina é a energia catabolizável, pois toda a proteína ingerida é considerada como catabolizada para ácido úrico com resultado de ausência de ganho de peso, o que desvirtua completamente o objetivo da produção animal, que é de produzir alimento e não calor (Sakomura e Rostagno, 2007).

Sibbald e Slinger (1963) questionaram a validade de se corrigir a energia para a retenção de nitrogênio, sugerindo que a correção não melhora o valor usual de energia metabolizável e o trabalho extra para tal determinação não se justificaria. No entanto, Leeson e Summers (2001) indicaram que na maioria das situações é necessário corrigir as estimativas de energia metabolizável para o balanço de nitrogênio, pois durante a maioria dos experimentos é impossível garantir que todos os animais cresçam a uma mesma taxa. De acordo com Nery et al. (2007), o nitrogênio retido como tecido, se catabolizado, favorece as perdas de energia urinária endógena, contribuindo para variações nos valores de EMA.

A correção usualmente aplicada é de 8,22 kcal EB/g de nitrogênio retido ou excretado, uma vez que esse é o valor de energia do ácido úrico. Assumindo que as aves retêm nitrogênio durante o ensaio, a correção é somada à energia das excretas e assim o valor de EMAn será menor do que o valor de EMA. Em animais com balanço de nitrogênio negativo, o fator de correção é subtraído da energia das excretas e, nesse caso a EMAn será maior do que a EMA (Leeson e Summers, 2001).

Geralmente se atribui que a energia da dieta vem de ingredientes particularmente ricos em energia, como milho, sorgo, trigo ou óleos e gorduras de origem vegetal e animal. Entretanto, é importante lembrar que todos os ingredientes da dieta fornecem energia e que em dietas de alta proteína,

ingredientes como o farelo de soja podem contribuir substancialmente com a energia total da dieta (Leeson e Summers, 2001).

Freitas (2003), trabalhando com formulações com energia metabolizável corrigida ou não pelo balanço de nitrogênio, observou que para pintos de 1 a 21 dias a formulação baseada na EMAn foi mais adequada para o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar das aves. Contudo, Lopez e Leeson (2008), avaliando a correção da energia metabolizável aparente pelo balanço de nitrogênio para frangos de corte, constataram que essa correção impôs uma penalidade de 3 a 5% na energia do milho e de 7 a 12% na energia do farelo de soja, demonstrando que sua utilização pode incrementar os custos de ração sem benefícios ao desempenho das aves.

Vários fatores afetam os valores de EM, entre os quais a idade das aves (Mello et al., 2009), o processamento do alimento (Nunes et al., 2008), sexo das aves (Nascif et al., 2004), níveis de substituição do alimento testado na ração referência (Nascimento et al., 2005), consumo (Freitas et al., 2006) e teores de vitaminas e microminerais da ração-teste (Ávila et al., 2006).

D'Agostini et al. (2004) avaliaram oito alimentos para determinar o valor energético para aves de 21 dias de idade. Os valores médios de EMA e EMAn do milho, com base na matéria seca foram, respectivamente, 3700 e 3688 kcal/kg. Avaliando mais de 40 híbridos de milho em quatro ensaios de metabolismo com pintos na fase inicial (14 a 21 dias de idade), Vieira et al. (2007) encontraram que a EMAn média dos híbridos de milho foi de 3.744 kcal/kg, variando de 3405 a 4013 kcal/kg de MS.

Zonta et al. (2004) encontraram valores de EMAn na matéria seca, para cinco amostras de farelo de soja, variando entre 2426 e 2727 kcal/kg em um experimento com aves de 24 a 26 dias de idade. O que está próximo do valor de 2540 kcal/kg de MS apresentado por Rostagno et al. (2011).

Avaliando três diferentes fornecedores de farinha de carne e ossos, Tucci et al. (2003) encontraram os valores de EMA de 2184, 1669 e 2203 kcal/kg de MS e valores de EMAn de 2183, 1676 e 2201 kcal/kg de MS, para fêmeas de 21 dias de idade.

Nascimento et al. (2005), avaliando farinha de vísceras e farinha de penas para aves em diferentes idades (16 a 23 e 30 a 38 dias), obtiveram valores médios de EMA de 3790 e 3764 kcal/kg e de EMAn de 3442 e 3209 kcal/kg para

farinha de vísceras, nas idades de 16 a 23 e 30 a 38 dias, respectivamente. Para farinha de penas, os valores médios encontrados de EMA de 3648 e 3708 kcal/kg e de EMAn de 3219 e 3323 kcal/kg, nas idades de 16 a 23 e 30 a 38 dias, respectivamente, com base na MS.

2.3. Determinação de EMA e EMAn em frangos de corte

Entre os vários métodos empregados na determinação dos valores energéticos dos alimentos para aves, destacam-se o tradicional de coleta total de excretas (Sibbald e Slinger, 1963), o da alimentação precisa (Sibbald, 1976) e o método rápido (Farrel, 1978). O método de coleta total de excretas é um dos mais utilizados para se determinar a digestibilidade de nutrientes, assim como o valor de energia metabolizável de alimentos para aves (ingredientes ou rações). Segundo Sakomura e Rostagno (2007), esse método baseia-se no princípio de mensurar o total de alimento consumido e o total de excretas produzidas durante certo período de tempo. Para a determinação dos valores energéticos de um alimento são utilizadas uma dieta referência e uma dieta teste, obtida pela inclusão de uma porcentagem do ingrediente em estudo em substituição à dieta referência.

Sibbald e Price (1975) mostraram a variação dos valores de EM determinados conforme o número de aves por repetição, o número de dias de coleta e a porcentagem de substituição do alimento na dieta referência. À medida que diminui a porcentagem de alimento na ração teste ocorre aumento dos desvios padrão. Geralmente a porcentagem de substituição do alimento na ração teste é de 20 a 40%, dependendo do tipo de ingrediente (Leeson e Summers, 2001). Entretanto, fatores como a palatabilidade devem ser considerados, pois a diluição da dieta-referência com o alimento teste causa desbalanço nutricional da ração e, dependendo do alimento, ocorre redução acentuada no consumo.

Para reduzir deficiências ou excesso de proteína, Leeson e Summers (2001) propuseram o uso de dietas referência com diferentes níveis de proteína, ou seja, uma dieta com níveis proteicos relativamente baixos deveria ser utilizada para avaliar ingredientes proteicos e outra com nível alto de proteína para avaliar cereais com baixo conteúdo de proteína.

As diferenças observadas nos valores de EMA dos ingredientes obtidos nos diversos trabalhos realizados, também podem estar relacionadas às diferenças na composição química, na granulometria, no nível de substituição, na idade ou na linhagem das aves utilizadas (Penz Jr. et al., 1999). Segundo Borges et al. (2003), a energia metabolizável aparente reflete plenamente a energia disponível dos alimentos quando determinada por metodologia tradicional de coleta total de excretas.

Nery et al. (2007) trabalharam com aves de 21 a 31 dias de idade e determinaram EMA e EMAn para alimentos energéticos (40% de substituição à ração referência) e proteicos (25% de substituição à ração referência). Os valores de EMA foram, em média, 2,72% superiores aos de EMAn. Essa característica é normal quando os valores de EM são determinados em aves em crescimento, pois nesta fase ocorre maior retenção de nitrogênio para que ocorra deposição de tecido proteico.

Nascimento et al. (1998) realizaram um experimento para determinar valores de EMAn e EMVn de alguns alimentos utilizando a metodologia de coleta total de excretas em pintos de corte de 16 a 23 dias de idade, tendo o farelo de soja substituído à ração referência em 40%, a EMAn encontrada foi de 2512 kcal/kg e a EMVn foi de 2577 kcal/kg, na matéria natural.

Os valores de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) na matéria natural, para cinco amostras de farelo de soja, variaram entre 2171 e 2473 kcal/kg em experimento com aves de 24 a 26 dias de idade. Os farelos de soja foram substituídos em 30% da ração referência (Zonta et al., 2004).

Nascimento et al. (2005) avaliaram a interferência da idade da ave (16 a 23, e 30 a 38 dias) e o nível de substituição (5, 10, 20, 30 e 40%) de farinhas de vísceras e de penas sobre os valores de EMA e EMAn. Os autores concluíram que o aumento da substituição do alimento na ração referência acima de 20% reduziu o valor energético das farinhas. Este resultado pode ter ocorrido devido à baixa palatabilidade dos alimentos. O valor EMAn para a farinha de vísceras foi menor no ensaio metabólico com aves mais velhas.

2.4. Efeito da idade das aves sobre a energia dos alimentos

A idade é um dos principais fatores que interferem na energia do alimento determinada com aves, visto que o trato digestório desses animais sofre alterações importantes na sua capacidade ao longo da vida, principalmente nas duas primeiras semanas de vida dos frangos de corte.

Trabalhando com pintos e galos usando a metodologia de coleta total de excretas, Café (1993) demonstrou que as diferenças entre EMA e EMAn foram maiores no ensaio com pintos do que aquelas obtidas com galos. Essa diferença ocorreu em função das aves em crescimento apresentarem maior retenção de nitrogênio corporal em relação aos galos, evidenciando o efeito da idade da ave quando se considera a correção da EMA pelo balanço de nitrogênio.

Sakomura et al. (2004) avaliaram os coeficientes de digestibilidade aparente e verdadeiro do extrato etéreo e da matéria seca de farelo de soja e soja integral, com o avançar da idade da ave (1 a 7; 8 a 14; 15 a 21 e 22 a 28 dias). Os autores comentam que as pequenas diferenças entre os coeficientes de digestibilidade aparente e verdadeiro do extrato etéreo e matéria seca podem ser atribuídas às perdas endógenas e metabólicas que nas condições de consumo voluntário, são menores quando comparadas com a metodologia de alimentação forçada, em que o consumo de alimento também é menor.

Freitas et al. (2006) avaliaram o desempenho de frangos alimentados com rações formuladas com EMAn (determinadas com pintos), EMA (determinadas com pintos), EMAn (determinadas com galos) e EMVn (determinadas com galos). Para a fase inicial, o melhor ajuste da energia foi obtido com a formulação da ração com os valores de EMAn determinados com pintos, conseqüentemente com melhor desempenho. Os autores também afirmaram que em decorrência dessa diferença, pode-se afirmar que a EMVn (galos) superestima os valores de energia dos alimentos e o uso desse sistema para formular rações para aves jovens pode causar diminuição na energia dos alimentos, disponível para os processos metabólicos das aves. Para o desempenho de 21 a 49 dias, aves alimentadas com ração formulada com os valores de EMAn determinados com galos obtiveram os melhores resultados. Como a EMAn (galos) e EMVn (galos) foram determinadas com aves adultas, o bom desempenho obtido com a formulação de rações por esses sistemas pode ser atribuído, em parte, ao aumento da

capacidade digestiva e absorptiva das aves com a idade, o que resulta em maior aproveitamento dos nutrientes da ração e, conseqüentemente, em maiores valores de energia metabolizável.

Pesquisando o efeito da idade da ave sobre o valor de energia metabolizável de alimentos de origem vegetal, Generoso et al. (2008) encontraram valores médios de EMAn do milho determinados com frangos de corte nos períodos de crescimento (21 a 30 dias de idade) e final (41 a 50 dias) de 3850 e 4048 kcal/kg, respectivamente. Para o farelo de soja, os resultados foram de 2503 e 2622 kcal/kg para cada fase, respectivamente, com base na matéria seca.

Nunes et al. (2008) determinaram a EMA, EMAn, EMV e EMVn de oito ingredientes de origem vegetal (30% de substituição na ração referência) para frangos com 28 a 32 dias de idade. Os valores de EMA foram em média 4,47% superiores aos de EMAn, uma característica normal quando os valores de EM são determinados em aves em crescimento, pois ocorre maior retenção de nitrogênio pelas aves para que ocorra crescimento do tecido proteico. Esta retenção é mais acentuada quando se faz correção pelas perdas endógenas e metabólicas.

Mello et al. (2009) encontraram efeito da idade sobre os valores de EMA e EMAn do farelo de soja, do sorgo, de farinhas de penas e do plasma sanguíneo, que foram maiores quando determinados com aves mais velhas. Esses dados estão de acordo com os descritos por Batal e Parsons (2003), sendo que os valores de EMA e de EMAn do farelo de soja, das farinhas de penas e do plasma sanguíneo aumentaram a partir de 26 dias de idade. Os autores também relataram que os baixos valores de EMA e de EMAn obtidos para o farelo de soja nos frangos com 10 a 17 dias de idade podem ter ocorrido devido aos oligossacarídeos presentes no farelo de soja que aumentaram a viscosidade da digesta, o que dificultou o contato das enzimas digestivas com os nutrientes, prejudicando sua digestibilidade. A energia metabolizável do milho não foi afetada com o aumento da idade.

Carvalho (2010), avaliando os efeitos da idade (11 a 14, 25 a 28 e 39 a 42 dias de idade) e da temperatura ambiente sobre os valores energéticos de milho, farelo e óleo de soja, observou efeito significativo da idade sobre os valores de EMA e EMAn do milho e farelo de soja, em condições de termoneutralidade. Os valores de EMA encontrados foram de 3743, 3633 e 4012 kcal/kg e de EMAn

foram 3695, 3566 e 3938 kcal/kg com base na matéria seca para o milho, respectivamente em cada período avaliado. Para o farelo de soja, a pesquisadora encontrou valores de EMA de 2277, 2512 e 2691 kcal/kg e de EMAn de 2094, 2335 e 2567 kcal/kg, com base na matéria seca, nos mesmos períodos.

As Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (Rostagno et al., 2011), que compilam trabalhos realizados com aves em diferentes idades, sugerem valores médios de EMAn para milho, farelo de soja, farinha de carne e ossos, farinha de vísceras e farinha de penas, respectivamente de 3865, 2540, 2461, 3485 e 2976 kcal/kg, com base na matéria seca.

3. EXPERIMENTO I

DETERMINAÇÃO DA ENERGIA METABOLIZÁVEL APARENTE E DA ENERGIA METABOLIZÁVEL APARENTE CORRIGIDA PELO BALANÇO DE NITROGÊNIO DE ALIMENTOS PARA FRANGOS DE CORTE.

3.1. Material e métodos

Com o objetivo de determinar os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) de milho, farelo de soja, farinha de carne e ossos, farinha de vísceras de aves e farinha de penas, em duas idades distintas (7 a 10 e 26 a 29 dias), um experimento foi conduzido no Laboratório de Metabolismo Animal (LAMA) da Escola de Veterinária da UFMG, em Belo Horizonte - MG, entre os meses de novembro e dezembro de 2011. Este experimento foi avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da UFMG (CETEA).

A determinação da energia metabolizável dos alimentos foi realizada pelo método de coleta total de excretas nos períodos de 7 a 10 (fase inicial) e de 26 a 29 dias de idade (fase de crescimento). Também foram determinados os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca e da proteína bruta, em ambos os períodos, através da mesma metodologia.

Para a fase inicial foram alojados 450 pintos de corte machos da linhagem Cobb 500 Slow com um dia de idade, distribuídos ao acaso em 30 gaiolas metálicas de 1,0 m², sendo seis tratamentos e cinco repetições de 15 aves cada.

Para a fase de crescimento foram alojados 300 pintos de corte machos da linhagem Cobb 500 Slow com um dia de idade nas instalações experimentais da Fazenda Experimental "Professor Helio Barbosa" da Escola de Veterinária da UFMG, em Igarapé-MG, onde foram criados até 21 dias de idade, em cama de cepilho de madeira sobre piso, com água e ração a vontade de acordo com as exigências nutricionais recomendadas por Rostagno et al. (2011). Aos 22 dias de idade, as aves foram transferidas para o LAMA e distribuídas ao acaso em 30

gaiolas metálicas de 1,0 m², sendo seis tratamentos e cinco repetições de 10 aves cada.

As gaiolas metálicas possuíam bandejas próprias para coleta de excretas. O período de adaptação às dietas teste e às gaiolas nas duas fases foi de três dias, com posteriores quatro dias de coleta total de excretas, sendo realizadas duas coletas por dia. Cada gaiola estava equipada com comedouro e bebedouro, permitindo livre acesso das aves ao alimento e à água durante todo o período experimental.

Os pintos foram vacinados no incubatório contra a doença de Marek. Até os 10 dias de idade as aves foram aquecidas por meio de lâmpadas incandescentes e o programa de luz utilizado durante todo o período experimental foi de 24 horas de luz.

3.1.1. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com seis tratamentos e cinco repetições. Cada repetição com 15 aves na fase inicial e 10 aves na fase de crescimento. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as diferenças entre as médias analisadas pelo teste de t, com o auxílio do programa SAEG (2007).

3.1.2. Rações

Foram utilizadas 12 rações experimentais, sendo seis para a fase inicial e seis para a fase de crescimento, preparadas a partir de uma dieta básica composta de milho, farelo de soja, óleo de soja, macro e microminerais, vitaminas, aminoácidos e aditivos. Para as rações basais apresentadas na Tabela 1, foram utilizados os níveis nutricionais propostos por Rostagno et al. (2011).

A substituição dos alimentos nas rações básicas foi de 40% para o milho e de 25% para os demais ingredientes (farelo de soja, farinha de carne e ossos, farinha de vísceras e farinha de penas), em função dos seus teores proteicos, conforme o método da substituição proposto por Sibbald e Slinger (1963) e sugerido por Leeson e Summers (2001).

Água e rações foram fornecidas à vontade, sendo que as rações foram pesadas no início e no final dos períodos de coleta para quantificar o consumo por unidade experimental (gaiola). Fora dos períodos de adaptação e coleta, as aves receberam dieta basal.

Tabela 1. Composição percentual e níveis nutricionais das rações basais

Composição Percentual	Inicial (1 a 21 dias)	Crescimento (> 21 dias)
Milho	58,58	64,91
Farelo de Soja 46%PB	35,45	28,80
Óleo de soja	1,92	2,30
Fosfato bicálcico	1,66	1,61
Calcário calcítico	1,00	0,93
Sal (Cloreto de sódio)	0,46	0,46
DL-Metionina	0,28	0,26
L-Lisina	0,20	0,24
L-Treonina	0,05	0,09
Suplemento vit/min Inicial ¹	0,40	-
Suplemento vit/min Crescimento ²	-	0,40
Níveis Nutricionais Calculados		
EMAn (kcal/kg)	2.950	3.050
Proteína bruta (%)	21,00	18,50
Metionina Digestível (%)	0,56	0,51
Metionina + cistina Digestível (%)	0,85	0,77
Lisina Digestível (%)	1,18	1,05
Treonina Digestível (%)	0,77	0,71
Triptofano Digestível (%)	0,23	0,20
Sódio (%)	0,20	0,20
Cálcio (%)	0,90	0,85
Fósforo útil (%)	0,42	0,40

¹Enriquecimento por kg de ração inicial: ácido fólico 0,75 mg, ácido pantotênico 12 mg, bacitracina de zinco 55 mg, BHT 4 mg, biotina 25 mcg, cobre 10 mg, colina 180 mg, ferro 50 mg, iodo 1 mg, manganês 70 mg, niacina 35 mg, nicarbazina 125 mg, selênio 0,30 mg, vitamina A 9.000 UI, vitamina B1 1,50 mg, vitamina B12 12 mcg, vitamina B2 6 mg, vitamina B6 2,80 mg, vitamina D3 2.250 UI, vitamina E 15 UI, vitamina K3 2 mg, zinco 60 mg. ²Enriquecimento por kg de ração crescimento: ácido fólico 0,70 mg, ácido pantotênico 10 mg, bacitracina de zinco 55 mg, BHT 4 mg, biotina 15 mcg, cobre 10 mg, colina 150 mg, ferro 50 mg, iodo 1 mg, manganês 70 mg, niacina 30 mg, salinomicina 66 mg, selênio 0,30 mg, vitamina A 7.500 UI, vitamina B1 1 mg, vitamina B12 10 mcg, vitamina B2 4,8 mg, vitamina B6 2 mg, vitamina D3 2.000 UI, vitamina E 12 UI, vitamina K3 1,8 mg, zinco 60 mg.

3.1.3. Tratamentos

Os tratamentos foram os alimentos a serem estudados, além do tratamento com a ração basal, para a composição dos cálculos de EMA e EMAn. Na tabela 2 estão apresentados os valores obtidos nas análises dos alimentos utilizados na determinação da energia.

Tabela 2. Resultados das análises* do milho (MI), farelo de soja (FS), farinha de carne e ossos (FC), farinha de vísceras (FV) e farinha de penas (FP), usados para a determinação de energia

	MI	FS	FC	FV	FP
Fase inicial					
Umidade (%)	11,55	12,23	5,91	4,65	10,61
Proteína Bruta (%)	6,36	46,01	40,76	59,55	82,72
Extrato etéreo (%)			13,36	14,05	
Cinzas (%)			30,60	12,16	1,65
Cálcio (%)			11,50		
Fósforo (%)			5,54		
Solubilidade em KOH (%)		81,27			
Atividade ureática (variação pH)		0,03			
Acidez (mg NaOH/g)			0,90	0,22	0,95
Fase de crescimento					
Umidade (%)	11,68	10,29	5,80	4,22	12,51
Proteína Bruta (%)	8,87	46,46	38,59	63,15	82,27
Extrato etéreo (%)			13,62	12,77	
Cinzas (%)			36,65	11,79	1,54
Cálcio (%)			13,98		
Fósforo (%)			6,46		
Solubilidade em KOH (%)		80,96			
Atividade ureática (variação pH)		0,03			
Acidez (mg NaOH/g)			0,75	0,51	0,87

*Análises realizadas por NIRS (Near Infra-red Spectofotometry) no laboratório da Vaccinar Indústria e Comercio Ltda.

3.1.4. Respostas obtidas

Para cada unidade experimental, as respectivas rações foram pesadas e identificadas para o fornecimento de ração à vontade. Ao final do período de coleta, as sobras de rações foram pesadas, obtendo-se assim o consumo de alimento.

Para a coleta das excretas foram utilizadas bandejas cobertas com plástico colocadas sob as gaiolas. Para estabelecer o início e o final da coleta foi realizado jejum alimentar de 4 e 6 horas para as fases inicial e crescimento, respectivamente. As coletas foram realizadas duas vezes por dia, no início da manhã e no final da tarde, para evitar fermentação e perda de nutrientes. Após coletadas, as excretas foram acondicionadas em sacos plásticos, identificados por unidade experimental, pesadas e mantidas em câmara frigorífica a -8°C.

Para análises, as excretas foram descongeladas à temperatura ambiente e homogeneizadas para a retirada de duas amostras por unidade experimental. As amostras foram secas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas, a fim de promover a pré-secagem e determinar a matéria seca ao ar. A seguir foram moídas e encaminhadas para análises de matéria seca (MS), nitrogênio (N) e energia bruta (EB), utilizando procedimentos validados descritos na Tabela 3.

Tabela 3. Procedimentos de análises

Análise	Metodologia	Local
Matéria seca	Umidade e voláteis (Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal, 2009)	Laboratório de Nutrição Animal, Escola de Veterinária, UFMG. Belo Horizonte - MG
Nitrogênio	Proteína – Método Dumas (Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal, 2009)	Laboratório CBO, Campinas - SP
Energia Bruta	Bomba calorimétrica	Laboratório de Nutrição Animal, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP. Jaboticabal - SP.

Com base nos dados de consumo de ração, produção de excretas, análises de MS, N e EB das rações e das excretas, foram determinadas a energia metabolizável aparente (EMA) e a energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn). Também foram determinados os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da MS e da proteína.

Para o cálculo de EMA e EMAn dos alimentos foram utilizadas as equações propostas por Matterson et al. (1965), relacionadas a seguir:

a) Energia Metabolizável Aparente (EMA)

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

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

$$\text{EMA alimento} = \text{EMA ref} + \frac{\text{EMA teste} - \text{EMA ref}}{\text{g Alimento} / \text{g Ração}}$$

b) Energia Metabolizável Aparente Corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn)

Balanço de Nitrogênio (BN)

$$\text{BN} = \text{N ingerido} - \text{N excretado}$$

$$\text{EMAn ração referência} = \frac{\text{EB ingerida} - \text{EB excretada} \pm 8,22 \times \text{BN}}{\text{MS ingerida}}$$

$$\text{EMAn ração teste} = \frac{\text{EB ingerida} - \text{EB excretada} \pm 8,22 \times \text{BN}}{\text{MS ingerida}}$$

$$\text{EMAn alimento} = \text{EMAn ref} + \frac{\text{EMAn teste} - \text{EMAn ref}}{\text{g Alimento} / \text{g Ração}}$$

Os coeficientes de digestibilidade aparente foram calculados conforme sugestão de Sakomura e Rostagno (2007), sendo:

$$\text{CDA MS} = \frac{\text{MS ingerida} - \text{MS excretada}}{\text{MS ingerida}}$$

$$\text{CDA PB} = \frac{\text{PB ingerida} - \text{PB excretada}}{\text{PB ingerida}}$$

3.2. Resultados e discussão

Os resultados de EMA e EMAn de milho, farelo de soja, farinha de carne e ossos, farinha de vísceras e farinha de penas determinados com frangos de corte nos períodos de 7 a 10 e 26 a 29 dias de idade estão apresentados na tabela 4.

Tabela 4. Resultados de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) de alimentos para frangos de corte em diferentes idades, com base na matéria seca e a diferença percentual entre EMA e EMAn

	Idade (dias)	EMA (kcal/kg)	EMAn (kcal/kg)	Diferença (%)
Milho	07 a 10	3.507 ^{Ab}	3.382 ^{Bb}	3,56
	26 a 29	3.769 ^{Aa}	3.654 ^{Ba}	3,06
Farelo de Soja	07 a 10	2.092 ^{Ab}	1.804 ^{Bb}	13,80
	26 a 29	2.546 ^{Aa}	2.328 ^{Ba}	8,56
Farinha de Carne e Ossos	07 a 10	2.378 ^A	2.093 ^B	11,94
	26 a 29	2.335 ^A	2.111 ^B	9,60
Farinha de Vísceras	07 a 10	4.293 ^A	3.872 ^B	8,92
	26 a 29	4.326 ^A	3.877 ^B	10,38
Farinha de Penas	07 a 10	2.803 ^{Ab}	2.446 ^{Bb}	12,76
	26 a 29	3.560 ^{Aa}	3.164 ^{Ba}	11,11

^{A,B,a,b} Médias seguidas de letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, diferem significativamente entre si, pelo teste de t (P<0,01).

Houve efeito da idade e da correção pelo balanço de nitrogênio ($P < 0,01$) entre os valores de energia do milho, farelo de soja e farinha de penas. Sendo que nestes ingredientes os valores de EMA foram maiores do que os valores de EMAn e os valores de EMA ou EMAn maiores para a determinação com aves de 26 a 29 dias em detrimento às aves de 7 a 10 dias de idade.

Aves jovens tem crescimento acelerado e nesse período ocorre intensa deposição muscular, ou seja, maior retenção de nitrogênio. As diferenças entre EMA e EMAn são mais significativas quando os ingredientes são particularmente proteicos, como o farelo de soja e da farinha de penas. O que também foi evidenciado por Lopez e Leeson (2008).

O efeito da idade sobre a energia desses alimentos sofre influência da maturidade do trato gastrointestinal das aves. Pintos ao nascer tem seu trato digestório mais adaptado à digestão de gorduras e proteínas de alta digestibilidade que estão presentes no saco vitelínico. Com o início do consumo de ração, os principais grupos presentes no alimento são carboidratos e proteínas de menor aproveitamento quando comparadas às de origem materna, além disso, podem estar presentes alguns fatores antinutricionais, como é o caso dos fatores antinutricionais presentes no farelo de soja, que interferem na digestibilidade do alimento como um todo e conseqüentemente no seu conteúdo energético.

Para farinha de carne e ossos e farinha de vísceras, houve efeito da correção pelo balanço de nitrogênio nos valores de energia determinados, mas não houve diferença do valor de energia entre as diferentes idades. A energia de farinha de carne e ossos e de farinha de vísceras é resultado, principalmente, da quantidade de gordura presente nesses alimentos, que é bastante significativa. A digestibilidade da gordura em pintos ao nascer é alta, sofre redução na segunda semana de vida em função da adaptação enzimática, e aumenta novamente atingindo seu ápice a partir dos 17 dias de idade (Freitas et al., 1999).

Além disso, a presença de gordura no alimento favorece sua digestibilidade como um todo por aumentar a frequência de refluxos intestinais, influenciados pelos maiores níveis produzidos do polipeptídeo pancreático de aves e da colecistoquinina, promovendo efeito benéfico sobre a utilização dos nutrientes da ração, no seu conteúdo de energia metabolizável e conseqüentemente sobre o desempenho das aves (Furlan e Macari, 2002; Junqueira et al., 2005).

Segundo Kato (2005), os valores energéticos dos ingredientes podem apresentar variações em função da sua característica (genética, clima, processo de obtenção, processamento, entre outros), da metodologia de avaliação adotada e da ave utilizada (sexo, linhagem ou idade).

Os valores de EMA encontrados foram superiores aos de EMAn em média de 3,3% para o milho, 11,2% para o farelo de soja, 10,8% para farinha de carne e ossos, 10,1% para farinha de vísceras e 11,9% para farinha de penas. Nery et al. (2007) trabalharam com aves de 21 a 31 dias de idade e determinaram EMA e EMAn para alimentos energéticos (40% de substituição à ração referência) e proteicos (25% de substituição à ração referência). Os valores de EMA foram, em média, 2,72% superiores aos de EMAn.

Nunes et al. (2008) encontraram valores de EMA em média 4,47% superiores aos de EMAn, quando determinaram a EMA, EMAn, EMV e EMVn de oito ingredientes de origem vegetal (30% de substituição na ração referência) para frangos com 28 a 32 dias de idade. Essa característica é normal quando os valores de EM são determinados em aves em crescimento, pois ocorre maior retenção de nitrogênio pelas aves para que ocorra crescimento do tecido proteico. Esta retenção é mais acentuada quando se faz correção pelas perdas endógenas e metabólicas.

Os valores de EMAn encontrados para todos os ingredientes estudados são inferiores aos propostos por Rostagno et al. (2011), principalmente quando comparados àqueles determinados em aves de 7 a 10 dias de idade. Entretanto os valores de farinha de carne e ossos e farinha de vísceras estão de acordo com a variação proposta pelos mesmos pesquisadores em função das diferentes composições desses alimentos. A inferioridade nos valores provavelmente ocorre em função das idades de determinação serem distintas entre os trabalhos, uma vez que Rostagno et al. (2011) determinaram os valores de EMAn a partir de diversos trabalhos, incluindo diferentes idades e diferentes metodologias, na maioria, coleta total de excretas, tal como este trabalho.

Os valores de EMA e EMAn encontrados para o milho foram de 3507 e 3382 kcal/kg na determinação de 7 a 10 dias de idade e 3769 e 3654 kcal/kg na determinação de 26 a 29 dias de idade, com base na matéria seca. D'Agostini et al. (2004) avaliaram oito alimentos para determinar o valor energético para aves de 21 dias de idade. Os valores médios de EMA e EMAn do milho, com base na

matéria seca foram, respectivamente, 3700 e 3688 kcal/kg, o que está de acordo com os valores encontrados neste experimento para aves entre 26 e 29 dias de idade.

Pesquisando mais de 40 híbridos de milho em quatro ensaios de metabolismo com pintos na fase inicial (14 a 21 dias de idade), Vieira et al. (2007) encontraram que a EMAn média dos híbridos de milho foi de 3.744 kcal/kg, variando de 3405 a 4013 kcal/kg de MS, demonstrando claramente que pode haver variação entre os diferentes híbridos de milho.

Generoso et al. (2008) encontraram valores médios de EMAn do milho determinados com frangos de corte nos períodos de crescimento (21 a 30 dias de idade) e final (41 a 50 dias) de 3850 e 4048 kcal/kg, respectivamente.

Para o farelo de soja, os valores de EMA e EMAn encontrados foram de 2092 e 1804 kcal/kg na determinação de 7 a 10 dias de idade e 2546 e 2328 kcal/kg na determinação de 26 a 29 dias de idade, com base na matéria seca. Batal e Parsons (2003) também relataram valores mais baixos de EMA e EMAn obtidos para o farelo de soja com frangos de 10 a 17 dias e sugerem que isso pode ter ocorrido devido aos oligossacarídeos presentes no farelo de soja que aumentaram a viscosidade da digesta, o que dificulta o contato das enzimas digestivas com os nutrientes, prejudicando sua digestibilidade.

Zonta et al. (2004) encontraram valores de EMAn na matéria seca, para cinco amostras de farelo de soja, variando entre 2426 e 2727 kcal/kg em um experimento com aves de 24 a 26 dias de idade. Soares et al. (2005), trabalhando com pintos de 0 a 7 dias determinaram a EMA do farelo de soja de 2643 kcal/kg e EMAn de 2365 kcal/kg. Já Generoso et al. (2008) encontraram valores médios de EMAn, determinados com frangos de corte 21 a 30 e 41 a 50 dias de idade, de 2503 e 2622 kcal/kg para cada fase, respectivamente, com base na matéria seca do farelo de soja.

Carvalho (2010), avaliando o efeito da idade e da temperatura ambiente sobre o conteúdo energético de milho e farelo de soja, encontrou valores de EMA de 3743, 3633 e 4012 kcal/kg nos períodos de 11 a 14, 25 a 28 e 39 a 42 dias, respectivamente para o milho e para os mesmos períodos, os valores de EMAn encontrados foram 3695, 3566 e 3938 kcal/kg com base na matéria seca. Para o farelo de soja, a mesma pesquisadora encontrou valores de EMA de 2277, 2512 e 2691 kcal/kg nos períodos de 11 a 14, 25 a 28 e 39 a 42 dias, respectivamente e

para os mesmos períodos, os valores de EMAn encontrados foram 2094, 2335 e 2567 kcal/kg. Ambos os ingredientes substituíram em 40% a ração referência. Apesar da substituição do farelo de soja ter sido diferente (25%), os resultados encontrados por Carvalho (2010) são bastante semelhantes aos encontrados no presente experimento.

Os valores de EMA e EMAn da farinha de carne e ossos encontrados foram em média 2356 e 2102 kcal/kg de matéria seca. Para a farinha de vísceras, os valores médios de EMA e EMAn determinados foram 4309 e 3874 kcal/kg com base na matéria seca. Para a farinha de penas, os valores de EMA e EMAn encontrados foram de 2803 e 2446 kcal/kg na determinação de 7 a 10 dias de idade e 3560 e 3164 kcal/kg na determinação de 26 a 29 dias de idade, com base na matéria seca.

Avaliando três diferentes fornecedores de farinha de carne e ossos, Tucci et al. (2003) encontraram os valores de EMA de 2184, 1699 e 2203 kcal/kg de MS e valores de EMAn de 2183, 1676 e 2201 kcal/kg de MS, para fêmeas de 21 dias de idade.

Rostagno et al. (2011) propõem valores de EMAn que variam entre 1830 a 2973 kcal/kg para farinha de carne e ossos, 3485 e 3921 kcal/kg para farinha de vísceras e 2921 e 3032 kcal/kg para farinha de penas, com base na matéria seca e de acordo com a composição destes ingredientes.

Avaliando o nível de substituição do alimento na ração referência, Paula et al. (2002) observaram que há diminuição nos valores de energia, sendo que o menor coeficiente de variação foi obtido com 30% de substituição de farinha de carne e ossos e farinha de vísceras, demonstrando que os valores de EMA e EMAn de 1715 e 1531 kcal/kg para farinha de carne e ossos e 3904 e 3588 kcal/kg para farinha de vísceras são mais precisos.

D'Agostini et al. (2004), utilizando 20% de substituição da farinha de vísceras na ração referência, encontraram valores de 4751 e 4724 kcal de EMA e EMAn, na matéria seca, respectivamente.

Trabalhando com pintos de 0 a 7 dias de idade, Soares et al. (2005) determinaram valores de EMA de 3131 e 2431 kcal/kg para farinhas de carne e ossos e 3848 kcal/kg para farinha de vísceras. Os resultados de EMAn encontrados para farinha de carne e ossos foram de 2849 e 2065 e para farinha de vísceras 3360 kcal/kg, com base na matéria seca.

Nascimento et al. (2005), avaliando farinha de vísceras e farinha de penas para aves em diferentes idades (16 a 23 e 30 a 38 dias), obtiveram valores médios de EMA de 3790 e 3764 kcal/kg e de EMAn de 3442 e 3209 kcal/kg para farinha de vísceras e EMA de 3648 e 3708 kcal/kg e de EMAn de 3219 e 3323 para farinha de penas, com base na MS.

Avaliando o efeito da idade (10 a 17, 26 a 33, 40 a 47 dias e galos adultos) sobre o valor energético de alguns alimentos para aves, Mello et al. (2009) encontraram valores de EMA na matéria seca de 3270 e 3474 kcal/kg para farinhas de penas e 4041 e 3936 kcal/kg para farinhas de vísceras na idade de 26 a 33 dias. No mesmo período, os valores de EMAn encontrados foram de 3236 e 3435 kcal/kg para farinhas de penas e 3975 e 3904 kcal/kg para farinhas de vísceras. No caso da farinha de penas, houve efeito da idade sobre os valores de EMA e EMAn, que foram maiores quando determinados com aves mais velhas, semelhantemente aos obtidos no presente experimento.

Os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca e da proteína bruta do milho, farelo de soja, farinha de carne e ossos, farinha de vísceras e farinha de penas determinados com frangos de corte nos períodos de 7 a 10 e 26 a 29 dias de idade estão apresentados na tabela 5.

Houve diferença significativa entre os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca do milho, do farelo de soja e da farinha de carne e ossos entre as diferentes idades de determinação ($P < 0,05$), sendo que os maiores valores obtidos foram com 26 a 29 dias de idade para milho e farelo de soja e com 7 a 10 dias para farinha de carne e ossos. Fica clara a adaptação à digestão dos carboidratos presentes em ingredientes de origem vegetal ser mais tardia do que os demais nutrientes presentes nos alimentos.

Houve efeito da idade sobre a determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta ($P < 0,05$) para todos os alimentos estudados, sendo que os maiores valores foram encontrados para aves de 7 a 10 dias de idade. Aves mais jovens tendem a depositar mais nitrogênio como músculo, em função do seu crescimento acelerado, portanto a digestibilidade aparente da proteína se apresenta maior nas aves mais jovens. O mesmo foi apresentado por Baião (1994) que encontrou valores de digestibilidade de nitrogênio da ração de 69,6%, 58,0% e 57,7% de 0 a 7, 8 a 14 e 15 a 21 dias de idade, respectivamente.

Tabela 5. Coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca (MS) e da proteína bruta (PB) em valores percentuais, dos ingredientes estudados conforme as idades de determinação

	Idade (dias)	CDA MS (%)	CDA PB (%)
Milho	07 a 10	75,04 ^b	70,93 ^a
	26 a 29	76,72 ^a	64,21 ^b
Farelo de Soja	07 a 10	62,77 ^b	54,10 ^a
	26 a 29	64,56 ^a	47,34 ^b
Farinha de Carne e Ossos	07 a 10	63,68 ^a	56,67 ^a
	26 a 29	61,64 ^b	50,32 ^b
Farinha de Vísceras	07 a 10	69,87 ^a	57,63 ^a
	26 a 29	68,82 ^a	51,61 ^b
Farinha de Penas	07 a 10	65,24 ^a	45,95 ^a
	26 a 29	65,12 ^a	43,34 ^b

^{a,b}Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem significativamente entre si, pelo teste de t (P<0,05).

Freitas et al. (1999), trabalhando com avaliações da digestibilidade aparente de extrato etéreo e de proteína bruta para frangos de corte alimentados com rações com ou sem inclusão de óleo de soja, encontraram alta digestibilidade na primeira semana para o extrato etéreo, acompanhada de queda na segunda semana e um novo aumento na terceira semana. A digestibilidade da proteína bruta esteve em torno de 70% durante a primeira semana, caiu a menos de 60% na segunda semana e voltou a subir aos 21 dias de idade.

Sakomura et al. (2004) avaliaram os coeficientes de digestibilidade aparente e verdadeiro do extrato etéreo e da matéria seca de farelo de soja e soja integral, com o avançar da idade da ave (1 a 7; 8 a 14; 15 a 21 e 22 a 28 dias). Os autores comentam que as pequenas diferenças entre os coeficientes de digestibilidade aparente e verdadeiro do extrato etéreo e matéria seca podem ser atribuídas às perdas endógenas e metabólicas que, nas condições de consumo voluntário, são menores quando comparadas com a metodologia de alimentação forçada, em que o consumo de alimento também é menor.

A penalização da energia metabolizável determinada em função da correção pelo balanço de nitrogênio foi de 3,56% e 3,06% para o milho, 13,80% e

8,56% para o farelo de soja, 11,94% e 9,60% para a farinha de carne e ossos, 8,92% e 10,38% para farinha de vísceras e 12,76% e 11,11% para farinha de penas, na fase inicial (7 a 10 dias de idade) e na fase de crescimento (26 a 29 dias de idade), respectivamente. Nota-se claramente que quando há maior retenção de nitrogênio, ou seja, maior deposição muscular (aves mais jovens e com crescimento mais acelerado) há maior penalização da energia metabolizável em função da correção pelo balanço de nitrogênio. Entretanto, teores mais elevados de proteína no ingrediente não promoveram maior penalização, ou maior retenção relativa de nitrogênio nas aves. Segundo Braga (1999), valores menores de proteína melhoram a digestibilidade das rações quando comparados com maiores valores de proteína bruta na ração.

Estes resultados estão de acordo com Lopez e Leeson (2008), que constataram que a correção da energia metabolizável aparente pelo balanço de nitrogênio impôs uma penalidade de 3 a 5% na energia do milho e de 7 a 12% na energia do farelo de soja para frangos de corte. Nunes et al. (2008) utilizando 30% de substituição do milho na dieta referencia, obtiveram valores de EMA de 3924 e 3799 kcal/kg e EMAn de 3862 e 3768 kcal/kg de MS para frangos de 28 a 32 dias de idade, demonstrando penalização da determinação da energia metabolizável em 2,4 e 2,5%, em função da correção pelo balanço de nitrogênio. Já Carvalho (2010), trabalhando com frangos de corte de diferentes idades, observou penalizações entre 1,3 e 1,8% para o milho e 4,6 e 8,0% para o farelo de soja, respectivamente.

Paula et al. (2002) apresentaram penalização de 10,7% para farinha de carne e ossos, enquanto Tucci et al. (2003) encontraram diferenças entre EMA e EMAn de 0,05%, 1,35% e 0,09% para diferentes fornecedores de farinha de carne e ossos. Para pintos de 0 a 7 dias, os valores determinados por Soares et al. (2005) foram em média 12% de penalização para diferentes farinhas de carne e ossos e 12,7% para farinha de vísceras.

Trabalhando com frangos de diferentes idades, Nascimento et al. (2005) encontraram penalização na determinação da energia de 9,2% no período de 16 a 23 dias e 14,7% no período de 30 a 38 dias para farinha de vísceras. Para farinha de penas, os valores encontrados foram de 11,8% no período de 16 a 23 dias e 10,4% no período de 30 a 38 dias de idade.

Mello et al. (2009) avaliaram farinhas de vísceras e farinha de penas e encontraram penalizações médias de 0,79% e 1,2% nas idades de 10 a 17 dias e 26 a 33 dias, respectivamente para farinha de vísceras e 0,47% e 1,05% para farinhas de penas.

As Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (Rostagno et al., 2011), que compilam trabalhos realizados com aves em diferentes idades, sugerem valores médios de EMAn para milho, farelo de soja, farinha de carne e ossos, farinha de vísceras e farinha de penas, respectivamente de 3865, 2540, 2461, 3485 e 2976 kcal/kg, com base na matéria seca.

Observa-se com os resultados apresentados que aves mais jovens aproveitam menos energia dos alimentos do que aves mais velhas, principalmente em se tratando de ingredientes vegetais. A penalização da determinação da energia metabolizável em função da correção pelo balanço de nitrogênio também é mais representativa em aves mais jovens e podem ultrapassar 10% em ingredientes proteicos, o que pode interferir negativamente nos custos de produção.

4. EXPERIMENTO II

EFEITO DA CORREÇÃO DA ENERGIA METABOLIZÁVEL APARENTE PELO BALANÇO DE NITROGÊNIO SOBRE O DESEMPENHO ZOOTÉCNICO, RENDIMENTO DE CARÇAÇA E VIABILIDADE ECONÔMICA DE FRANGOS DE CORTE.

4.1. Material e Métodos

Objetivando avaliar os efeitos da correção da energia metabolizável pelo balanço de nitrogênio sobre desempenho zootécnico e rendimento de carcaça de frangos de corte, bem como avaliar sua viabilidade econômica, um experimento foi realizado na Fazenda Experimental “Professor Hélio Barbosa” da Escola de Veterinária da UFMG, em Igarapé-MG, entre os meses de fevereiro e abril de 2012. Este experimento foi avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da UFMG (CETEA).

Foram utilizados 960 pintos de corte, machos da linhagem Cobb 500 Slow, de um dia de idade, vacinados no incubatório de origem contra a doença de Marek. Aos 16 dias de idade as aves foram vacinadas contra as doenças de Newcastle e Gumboro via água de bebida.

As aves foram distribuídas ao acaso, em galpão experimental, dividido em boxes de estrutura metálica (30 boxes idênticos com 2,50 m² cada) forrados com cepilho de madeira, onde foram criadas de 1 a 41 dias de idade. As aves foram aquecidas nos primeiros 14 dias com uma lâmpada infravermelha por boxe.

Para o fornecimento de água e ração cada boxe foi equipado com um bebedouro pendular automático e um comedouro tubular, sendo que na primeira semana foram utilizados equipamentos infantis.

O programa de luz utilizado foi de 24 horas de luz para o período de 1 a 14 dias de idade e luz natural de 15 a 41 dias de idade das aves.

4.1.1. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso (DIC). Para as avaliações de desempenho zootécnico e viabilidade econômica foram utilizados cinco tratamentos e seis repetições de 32 aves cada. Todas as variáveis foram submetidas à análise de variância e comparadas pelo teste de Tukey, com o auxílio do programa SAEG (2007), exceto a viabilidade que foi comparada utilizando-se o teste de Kruskal-Wallis em função da natureza não normal desta variável.

Para a avaliação dos rendimentos de carcaça inteira, partes da carcaça (peito e coxa + sobrecoxa, com e sem pele) e porcentagem de gordura abdominal, o delineamento foi o mesmo sendo constituído por cinco tratamentos e 12 repetições cada, sendo cada ave considerada como uma repetição. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as diferenças entre as médias comparadas pelo teste SNK (SAEG, 2007).

4.1.2. Rações

Foram utilizados quatro tipos de rações, de acordo com a fase de criação, sendo pré-inicial de 0 a 7 dias, inicial de 8 a 21 dias, crescimento de 22 a 35 dias e final de 36 a 41 dias de idade. Para a formulação das rações, os níveis nutricionais dos ingredientes foram considerados conforme os valores propostos por Rostagno et al. (2011), exceto pelos níveis de energia. Estes foram baseados, além dos níveis propostos por Rostagno et al. (2011), nos valores obtidos no experimento I, determinando os planos nutricionais definidos como tratamentos.

Os níveis nutricionais das rações foram baseados nos valores normalmente utilizados pelo setor de Avicultura da Escola de Veterinária da UFMG (Lara et al., 2008). A composição das rações por fase e seus valores nutricionais calculados encontram-se nas Tabelas 6, 7, 8 e 9.

Tabela 6. Composição percentual e valores nutricionais calculados das rações pré-iniciais

	Planos nutricionais				
	A	B	C	D	E
Composição percentual					
Milho	58,28	54,30	57,10	47,92	51,52
Farelo de soja 45% PB	32,40	33,00	32,60	34,20	33,60
Óleo de soja	1,20	4,60	2,20	9,80	6,80
Farinha de carne e ossos	6,40	6,40	6,40	6,40	6,40
Sal	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Calcário calcítico	0,14	0,12	0,12	0,12	0,12
DL-Metionina	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
L-Lisina	0,30	0,30	0,30	0,28	0,28
L-Treonina	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
Suplemento vit/min Inicial ¹	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Níveis nutricionais calculados					
EMAn/EMA ² (kcal/kg)	2.950				
Proteína bruta (%)	22,50				
Lisina digestível (%)	1,30				
Metionina digestível (%)	0,65				
Metionina+cistina digestível (%)	0,94				
Treonina digestível (%)	0,85				
Triptofano digestível (%)	0,23				
Sódio (%)	0,22				
Cálcio (%)	0,95				
Fósforo útil (%)	0,46				

¹Enriquecimento por kg de ração inicial: ácido fólico 0,75 mg, ácido pantotênico 12 mg, bacitracina de zinco 55 mg, BHT 4 mg, biotina 25 mcg, cobre 10 mg, colina 180 mg, ferro 50 mg, iodo 1 mg, manganês 70 mg, niacina 35 mg, nicarbazina 125 mg, selênio 0,30 mg, vitamina A 9.000 UI, vitamina B1 1,50 mg, vitamina B12 12 mcg, vitamina B2 6 mg, vitamina B6 2,80 mg, vitamina D3 2.250 UI, vitamina E 15 UI, vitamina K3 2 mg, zinco 60 mg.

²EMAn = energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio; EMA = energia metabolizável aparente; EMAn e EMA variando na matriz nutricional de acordo com os planos nutricionais estabelecidos, baseados nos resultados obtidos no Experimento I.

Tabela 7. Composição percentual e valores nutricionais calculados das rações iniciais

	Planos nutricionais				
	A	B	C	D	E
Composição percentual					
Milho	60,95	56,90	59,82	50,86	54,21
Farelo de soja 45% PB	29,13	29,87	29,33	30,93	30,33
Óleo de soja	2,30	5,63	3,23	10,60	7,87
Farinha de carne e ossos	5,97	5,97	5,97	6,00	5,97
Sal	0,38	0,39	0,39	0,39	0,39
Calcário calcítico	0,21	0,21	0,21	0,20	0,20
DL-Metionina	0,30	0,31	0,31	0,31	0,31
L-Lisina	0,26	0,25	0,26	0,23	0,24
L-Treonina	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Suplemento vit/min Inicial ¹	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Níveis nutricionais calculados					
EMAn/EMA ² (kcal/kg)	3.050				
Proteína bruta (%)	21,00				
Lisina digestível (%)	1,18				
Metionina digestível (%)	0,58				
Metionina+cistina digestível (%)	0,85				
Treonina digestível (%)	0,77				
Triptofano digestível (%)	0,21				
Sódio (%)	0,21				
Cálcio (%)	0,92				
Fósforo útil (%)	0,43				

¹Enriquecimento por kg de ração inicial: ácido fólico 0,75 mg, ácido pantotênico 12 mg, bacitracina de zinco 55 mg, BHT 4 mg, biotina 25 mcg, cobre 10 mg, colina 180 mg, ferro 50 mg, iodo 1 mg, manganês 70 mg, niacina 35 mg, nicarbazina 125 mg, selênio 0,30 mg, vitamina A 9.000 UI, vitamina B1 1,50 mg, vitamina B12 12 mcg, vitamina B2 6 mg, vitamina B6 2,80 mg, vitamina D3 2.250 UI, vitamina E 15 UI, vitamina K3 2 mg, zinco 60 mg.

²EMAn = energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio; EMA = energia metabolizável aparente; EMAn e EMA variando na matriz nutricional de acordo com os planos nutricionais estabelecidos, baseados nos resultados obtidos no Experimento I.

Tabela 8. Composição percentual e valores nutricionais calculados das rações da fase de crescimento

	Planos nutricionais				
	A	B	C	D	E
Composição percentual					
Milho	67,92	64,19	67,18	64,19	67,18
Farelo de soja 45% PB	19,20	19,87	19,33	19,87	19,33
Óleo de soja	2,20	5,23	2,80	5,23	2,80
Farinha de carne e ossos	4,93	4,97	4,93	4,97	4,93
Farinha de vísceras	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Farinha de penas	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Sal	0,34	0,35	0,35	0,35	0,35
Calcário calcítico	0,30	0,29	0,29	0,29	0,29
DL-Metionina	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
L-Lisina	0,36	0,35	0,36	0,35	0,36
L-Treonina	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
L-Triptofano	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Suplemento vit/min Crescimento ¹	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Níveis nutricionais calculados					
EMAn/EMA ² (kcal/kg)	3.150				
Proteína bruta (%)	19,50				
Lisina digestível (%)	1,08				
Metionina digestível (%)	0,51				
Metionina+cistina digestível (%)	0,79				
Treonina digestível (%)	0,70				
Triptofano digestível (%)	0,19				
Sódio (%)	0,20				
Cálcio (%)	0,90				
Fósforo útil (%)	0,42				

¹Enriquecimento por kg de ração crescimento: ácido fólico 0,70 mg, ácido pantotênico 10 mg, bacitracina de zinco 55 mg, BHT 4 mg, biotina 15 mcg, cobre 10 mg, colina 150 mg, ferro 50 mg, iodo 1 mg, manganês 70 mg, niacina 30 mg, salinomicina 66 mg, selênio 0,30 mg, vitamina A 7.500 UI, vitamina B1 1 mg, vitamina B12 10 mcg, vitamina B2 4,8 mg, vitamina B6 2 mg, vitamina D3 2.000 UI, vitamina E 12 UI, vitamina K3 1,8 mg, zinco 60 mg.

²EMAn = energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio; EMA = energia metabolizável aparente; EMAn e EMA variando na matriz nutricional de acordo com os planos nutricionais estabelecidos, baseados nos resultados obtidos no Experimento I.

Tabela 9. Composição percentual e valores nutricionais calculados das rações da fase final

	Planos nutricionais				
	A	B	C	D	E
Composição percentual					
Milho	74,37	70,86	73,81	70,86	73,81
Farelo de soja 45% PB	12,23	12,87	12,33	12,87	12,33
Óleo de soja	1,57	4,43	2,03	4,43	2,03
Farinha de carne e ossos	4,2	4,23	4,2	4,23	4,2
Farinha de vísceras	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Farinha de penas	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Sal	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
Calcário calcítico	0,35	0,34	0,35	0,34	0,35
DL-Metionina	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
L-Lisina	0,43	0,42	0,43	0,42	0,43
L-Treonina	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
L-Triptofano	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Suplemento vit/min Final ¹	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Níveis nutricionais calculados					
EMAn/EMA ² (kcal/kg)	3.200				
Proteína bruta (%)	18,00				
Lisina digestível (%)	1,00				
Metionina digestível (%)	0,46				
Metionina+cistina digestível (%)	0,73				
Treonina digestível (%)	0,65				
Triptofano digestível (%)	0,18				
Sódio (%)	0,19				
Cálcio (%)	0,86				
Fósforo útil (%)	0,40				

¹Enriquecimento por kg de ração final: ácido fólico 0,15 mg, ácido pantotênico 5 mg, BHT 2 mg, biotina 5 mcg, cobre 10 mg, colina 110 mg, ferro 50 mg, iodo 1 mg, manganês 70 mg, niacina 15 mg, selênio 0,30 mg, vitamina A 4.000 UI, vitamina B1 0,1 mg, vitamina B12 5 mcg, vitamina B2 2,5 mg, vitamina B6 0,1 mg, vitamina D3 1.000 UI, vitamina E 8 UI, vitamina K3 0,8 mg, zinco 60 mg.

²EMAn = energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio; EMA = energia metabolizável aparente; EMAn e EMA variando na matriz nutricional de acordo com os planos nutricionais estabelecidos, baseados nos resultados obtidos no Experimento I.

4.1.3. Tratamentos

Os tratamentos foram definidos pela correção da energia metabolizável pelo balanço de nitrogênio da ração (EMA e EMAn) conforme os resultados do experimento I e também pelos níveis de EMAn dos alimentos em estudo segundo as Tabelas Brasileiras de Aves e Suínos (Rostagno et al., 2011), contemplando cinco planos nutricionais:

A = EMAn de Rostagno et al. (2011) para todas as fases de criação;

B = EMAn encontrada no experimento I no período de coleta entre 26 e 29 dias de idade para todas as fases de criação;

C = EMA encontrada no experimento I no período de coleta entre 26 e 29 dias de idade para todas as fases de criação;

D = EMAn encontrada no experimento I no período de coleta entre 7 e 10 dias para as rações pré-inicial e inicial e no período de coleta entre 26 e 29 dias de idade para as rações crescimento e final;

E = EMA encontrada no experimento I no período de coleta entre 7 e 10 dias para as rações pré-inicial e inicial e no período de coleta entre 26 e 29 dias de idade para as rações crescimento e final.

4.1.4. Respostas obtidas

4.1.4.1. Desempenho Produtivo

Foram realizadas avaliações de desempenho (peso corporal, ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, viabilidade) aos 7, 21, 35 e 41 dias de idade.

- a) Peso corporal e ganho de peso: todas as aves foram pesadas e o ganho de peso foi calculado descontando-se o peso dos pintos ao alojamento;
- b) Consumo de ração: o consumo de ração foi obtido a partir da quantidade de ração oferecida subtraindo-se a sobra no final de cada fase de criação. Para o cálculo do consumo de ração foi considerado o número de aves mortas no período avaliado;

- c) Conversão alimentar: o cálculo de conversão alimentar foi feito com base no consumo médio de ração e o ganho médio de peso das aves ao final de cada fase de criação;
- d) Taxa de viabilidade: o número de aves mortas foi registrado diariamente e a partir dele foi feito o cálculo da porcentagem de mortalidade, e a partir dessa taxa, calculada a porcentagem de viabilidade (100 menos a porcentagem de mortalidade).

4.1.4.2. Rendimento de carcaça e partes

Aos 41 dias de idade, 60 aves foram apanhadas aleatoriamente e abatidas, sendo duas aves de cada repetição (boxe), totalizando 12 aves por tratamento. Para as análises estatísticas cada ave foi considerada como uma repetição.

Antes do abate, os frangos foram submetidos a um jejum de ração de quatro horas e pesados após identificação individual. Os procedimentos de abate foram os mesmos adotados em um abatedouro industrial, de acordo com as normas do SIF e procedimentos de abate humanitário.

Na avaliação do rendimento de carcaça foi considerado o peso da carcaça limpa eviscerada (sem pés, cabeça e pescoço) em relação ao peso vivo obtido imediatamente antes do abate. Na avaliação dos demais cortes (peito, coxa+sobrecoxa, ambos avaliados com e sem pele) o rendimento foi considerado em relação ao peso da carcaça eviscerada. A pele do peito e de coxa+sobrecoxa foi removida manualmente de cada parte.

A gordura abdominal foi considerada como parte da carcaça eviscerada. Esta foi extraída manualmente e pesada. Seu percentual foi calculado em relação ao peso da carcaça eviscerada (com gordura abdominal).

4.1.4.3. Viabilidade Econômica

Foi realizada análise do custo da ração por kg de frango produzido, multiplicando-se o custo da ração consumida pela conversão alimentar. Para os custos das rações foi considerada planilha de custo semanal da empresa Frangoeste Avicultura Ltda. (Tietê-SP), de 02 de fevereiro de 2012, exceto pelos

suplementos minerais e vitamínicos cujos custos foram considerados preços de venda da empresa Vaccinar Indústria e Comercio Ltda.

Além disso, foi calculado o índice de eficiência produtiva (IEP), usado largamente pela indústria avícola, multiplicando-se o ganho de peso diário pela viabilidade e dividindo-se o resultado pela conversão alimentar.

4.2. Resultados e discussão

Os resultados de desempenho obtidos estão apresentados nas tabelas 10, 11, 12 e 13. Não houve diferença significativa ($P < 0,05$) para os pesos iniciais dos pintos e nem para viabilidade das aves em todos os períodos de criação avaliados.

Tabela 10. Resultados de peso inicial (PI), peso vivo (PV) ganho de peso diário (GPD), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade (VIAB) de frangos de corte no período de 0 a 7 dias de idade

Planos nutricionais ¹	PI (g)	PV (g)	GPD (g/dia)	CR (g)	CA (g:g)	VIAB (%)
A	40,47	192,67 ^a	21,74 ^a	159,84 ^a	1,0502 ^c	100,00
B	40,59	193,19 ^a	21,80 ^a	153,77 ^{bc}	1,0083 ^{ab}	100,00
C	40,47	191,06 ^{ab}	21,51 ^{ab}	156,34 ^{ab}	1,0384 ^{bc}	99,99
D	40,31	185,07 ^b	20,68 ^b	140,63 ^d	0,9721 ^a	99,99
E	40,36	191,29 ^{ab}	21,56 ^{ab}	149,11 ^c	0,9883 ^a	99,99
CV (%)	1,044	1,97	2,52	2,08	2,39	-
P	<i>ns</i>	0,0071	0,0098	0,0000	0,0000	<i>ns</i> ²

^{a,b} Médias seguidas por letras distintas diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P < 0,01$); *ns*: não significativo; ¹ Planos nutricionais: A) EMAn sugerida por Rostagno et al. (2011) para todas as fases de criação; B) EMAn encontrada no experimento I no período de coleta entre 26 e 29 dias de idade para todas as fases de criação; C) EMAn encontrada no experimento I no período de coleta entre 26 e 29 dias de idade para todas as fases de criação; D) EMAn encontrada no experimento I no período de coleta entre 7 e 10 dias para as rações pré-inicial e inicial e no período de coleta entre 26 e 29 dias de idade para as rações crescimento e final; E) EMAn encontrada no experimento I no período de coleta entre 7 e 10 dias para as rações pré-inicial e inicial e no período de coleta entre 26 e 29 dias de idade para as rações crescimento e final; ² Não significativo pelo teste de Kruskal Wallis.

Houve efeito dos tratamentos sobre o peso aos sete dias e ganho de peso diário de zero a sete dias de idade ($P < 0,05$). As aves que receberam os planos nutricionais A e B tiveram os maiores pesos aos sete dias de idade e maiores ganhos de peso diário em relação às aves que receberam o plano nutricional D, o que provavelmente ocorreu em função do maior consumo de alimento. As aves que receberam os planos nutricionais C e E apresentaram valores intermediários, aos demais planos nutricionais.

O consumo de ração de zero a sete dias de idade diferiu entre todos os planos nutricionais, exceto pelos planos nutricionais A e C e B e C, que tiveram resultados semelhantes ($P < 0,05$). As aves que receberam o plano nutricional A apresentaram o maior consumo de ração em relação às aves que receberam os planos nutricionais B, D e E. As aves que receberam o plano nutricional D tiveram menor consumo de ração. A diferença entre os consumos de ração pode ser explicada pela quantidade de óleo incluída nas rações, que está diretamente relacionada ao nível de energia absoluta nas rações, uma vez que há diferença entre as matrizes energéticas dos ingredientes, em cada plano nutricional e o consumo de alimento pode ser regulado pela ingestão de energia nesta fase da vida do frango.

Houve diferença dos planos nutricionais em relação à conversão alimentar de zero a sete dias de idade ($P < 0,05$). As aves que receberam os planos nutricionais D e E apresentaram melhor conversão alimentar que as aves que receberam os planos nutricionais A e C. Isso porque as aves que tiveram as melhores conversões foram aquelas que tiveram seu consumo de alimento mais limitado em função do nível energético das dietas, ou pelas maiores inclusões de óleo nestas rações.

Como a fase pré-inicial (0 a 7 dias) tem pouca representatividade em relação ao custo alimentar das aves, é mais interessante que as aves apresentem maior peso, independente do consumo de ração, pois existe alta correlação entre o peso aos 7 dias e o peso final das aves (Rocha et al., 2008).

Houve efeito dos planos nutricionais sobre o peso médio das aves aos 21 dias e sobre o ganho de peso diário de zero a 21 dias de idade ($P < 0,05$). As aves que receberam os planos nutricionais B e C apresentaram maior peso e maior ganho de peso diário que as aves que receberam o plano nutricional D. As aves que receberam os planos nutricionais A e E tiveram pesos intermediários. A

semelhança entre o peso aos 21 dias e o ganho de peso diário no período de 0 a 21 dias demonstra a interferência do baixo peso aos 7 dias limitado pelo consumo de ração das aves que receberam o plano nutricional D.

Tabela 11. Resultados de peso vivo (PV), ganho de peso diário (GPD), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade (VIAB) de frangos de corte no período de 0 a 21 dias de idade

Planos nutricionais ¹	PV (g)	GPD (g/dia)	CR (g)	CA (g:g)	VIAB (%)
A	1024,83 ^{ab}	46,87 ^{ab}	1279,29 ^a	1,2996 ^d	99,98
B	1049,01 ^a	48,02 ^a	1238,61 ^{bc}	1,2283 ^b	99,99
C	1039,40 ^a	47,57 ^a	1277,44 ^{ab}	1,2787 ^c	99,99
D	1004,12 ^b	45,89 ^b	1157,17 ^d	1,2008 ^a	99,99
E	1030,31 ^{ab}	47,14 ^{ab}	1211,29 ^c	1,2237 ^b	99,97
CV (%)	1,80	1,88	1,92	0,92	-
P	0,0043	0,0047	0,0000	0,0000	<i>ns</i> ²

^{a,b} Médias seguidas por letras distintas diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P < 0,01$);

¹ Planos nutricionais: A) EMAn sugerida por Rostagno et al. (2011) para todas as fases de criação; B) EMAn encontrada no experimento I no período de coleta entre 26 e 29 dias de idade para todas as fases de criação; C) EMAn encontrada no experimento I no período de coleta entre 26 e 29 dias de idade para todas as fases de criação; D) EMAn encontrada no experimento I no período de coleta entre 7 e 10 dias para as rações pré-inicial e inicial e no período de coleta entre 26 e 29 dias de idade para as rações crescimento e final; E) EMAn encontrada no experimento I no período de coleta entre 7 e 10 dias para as rações pré-inicial e inicial e no período de coleta entre 26 e 29 dias de idade para as rações crescimento e final; ² Não significativo pelo teste de Kruskal Wallis.

Houve efeito dos tratamentos sobre o consumo de ração e a conversão alimentar das aves de zero a 21 dias de idade ($P < 0,05$). Nesse período, o consumo de ração diferiu entre todos os planos nutricionais, exceto pelos planos nutricionais A e C e B e C, que tiveram resultados semelhantes. O maior consumo de ração foi apresentado pelas aves que receberam o plano nutricional A, enquanto os menores valores foram obtidos com as aves que receberam os planos D e E, respectivamente. As aves que receberam os planos nutricionais B e C tiveram valores intermediários de consumo de ração. Mais uma vez houve interferência do valor energético do alimento sobre o consumo voluntário de ração.

A melhor conversão alimentar de zero a 21 dias foi apresentada pelas aves que receberam o plano nutricional D, seguidas pelas que receberam os planos nutricionais B e E, C e A, respectivamente, sendo que os planos B e E tiveram resultados semelhantes. A melhor conversão alimentar das aves do tratamento D foi influenciada pelo baixo consumo em função da maior inclusão de óleo na ração e, portanto, o melhor desempenho da fase inicial ocorreu entre as aves que receberam os planos alimentares B e E. Ou seja, formulações utilizando-se EMAn determinada com aves de 26 a 29 dias de idade e utilizando-se a EMA, sem correção para o balanço de nitrogênio, com a energia ajustada para cada fase de acordo com a determinação de 7 a 10 dias para as fases iniciais e de 26 a 29 dias para as fases de crescimento e final, respectivamente, foram mais apropriadas a atender às exigências nutricionais das aves até os 21 dias de idade.

Tabela 12. Resultados de peso vivo (PV), ganho de peso diário (GPD), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade (VIAB) de frangos de corte no período de 0 a 35 dias de idade

Planos nutricionais ¹	PV (g)	GPD (g/dia)	CR (g)	CA (g:g)	VIAB (%)
A	2468,03	69,36	3642,19 ^a	1,5004 ^d	99,95
B	2531,82	71,18	3531,18 ^{ab}	1,4177 ^b	99,96
C	2481,95	69,76	3609,14 ^a	1,4782 ^c	99,96
D	2496,15	70,17	3406,98 ^c	1,3874 ^a	99,95
E	2455,51	69,00	3465,39 ^{bc}	1,4350 ^b	99,95
CV (%)	2,14	2,18	1,87	0,761	-
P	0,1532	0,1566	0,0000	0,0000	ns ²

^{a,b} Médias seguidas por letras distintas diferem significativamente pelo teste de Tukey (P<0,01);

¹ Planos nutricionais: A) EMAn sugerida por Rostagno et al. (2011) para todas as fases de criação; B) EMAn encontrada no experimento I no período de coleta entre 26 e 29 dias de idade para todas as fases de criação; C) EMA encontrada no experimento I no período de coleta entre 26 e 29 dias de idade para todas as fases de criação; D) EMAn encontrada no experimento I no período de coleta entre 7 e 10 dias para as rações pré-inicial e inicial e no período de coleta entre 26 e 29 dias de idade para as rações crescimento e final; E) EMA encontrada no experimento I no período de coleta entre 7 e 10 dias para as rações pré-inicial e inicial e no período de coleta entre 26 e 29 dias de idade para as rações crescimento e final; ² Não significativo pelo teste de Kruskal Wallis.

As aves que receberam os tratamentos A e C apresentaram maior consumo de alimento, quando comparadas às aves que receberam o tratamento D ($P < 0,05$). Houve semelhança entre o consumo de ração das aves que receberam os planos nutricionais A, B e C, B e E e D e E ($P > 0,05$).

A melhor conversão alimentar de zero a 35 dias de idade foi obtida pelas aves que receberam o plano nutricional D, seguida pelas aves que receberam os planos nutricionais B e E, C e A, respectivamente, sendo que as aves que receberam os tratamentos B e E apresentaram resultados semelhantes. Como não houve diferença entre os pesos aos 35 dias, pode-se inferir que o melhor desempenho até 35 dias de idade ocorreu entre as aves que receberam o tratamento D.

Tabela 13. Resultados de peso vivo (PV), ganho de peso diário (GPD), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade (VIAB) de frangos de corte no período de 0 a 41 dias de idade

Planos nutricionais ¹	PV (g)	GPD (g/dia)	CR (g)	CA (g:g)	VIAB (%)
A	3055,17	73,53	4834,21 ^a	1,6037 ^c	99,94
B	3073,81	73,98	4644,64 ^{bc}	1,5315 ^{ab}	99,95
C	3012,84	72,50	4759,33 ^{ab}	1,6014 ^c	99,96
D	3028,85	72,89	4512,60 ^c	1,5101 ^a	99,95
E	3028,20	72,87	4639,41 ^{bc}	1,5531 ^b	99,92
CV (%)	2,39	2,42	1,91	0,98	-
P	ns	ns	0,0000	0,0000	ns ²

^{a,b,c,d} Médias seguidas por letras distintas diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P < 0,01$);

¹ Planos nutricionais: A) EMAn sugerida por Rostagno et al. (2011) para todas as fases de criação; B) EMAn encontrada no experimento I no período de coleta entre 26 e 29 dias de idade para todas as fases de criação; C) EMAn encontrada no experimento I no período de coleta entre 26 e 29 dias de idade para todas as fases de criação; D) EMAn encontrada no experimento I no período de coleta entre 7 e 10 dias para as rações pré-inicial e inicial e no período de coleta entre 26 e 29 dias de idade para as rações crescimento e final; E) EMAn encontrada no experimento I no período de coleta entre 7 e 10 dias para as rações pré-inicial e inicial e no período de coleta entre 26 e 29 dias de idade para as rações crescimento e final; ² Não significativo pelo teste de Kruskal Wallis.

Não houve efeito dos planos nutricionais sobre o peso aos 41 dias, nem sobre o ganho de peso diário das aves de zero a 41 dias de idade ($P>0,05$), porém houve efeito significativo sobre o consumo de ração e a conversão alimentar de zero a 41 dias, ou seja, no período total de criação ($P<0,05$).

O maior consumo de alimento foi observado entre as aves que receberam o tratamento A, quando comparadas às aves que receberam o tratamento B, D e E. As aves que receberam o plano nutricional C tiveram consumos intermediários.

As aves que receberam o tratamento D obtiveram a melhor conversão alimentar em detrimento àquelas que receberam os tratamentos A, C e E. As aves que receberam o tratamento B obtiveram resultados intermediários.

Com base nos resultados finais obtidos é possível inferir que a formulação ajustada para a EMAn determinada com aves de 26 a 29 dias de idade foi mais adequada para atender às exigências energéticas das aves (planos nutricionais B e D), seguidas da formulação utilizando-se a EMA, sem correção para o balanço de nitrogênio, com a energia ajustada para cada fase de acordo com a determinação de 7 a 10 dias para as fases iniciais e de 26 a 29 dias para as fases de crescimento e final (plano nutricional E).

Esses resultados se mostram bastante interessantes no sentido de que as exigências energéticas adotadas para a formulação estão superestimadas em relação as energias sugeridas por Rostagno et al. (2011) para a matriz nutricional dos ingredientes. Independente da exigência energética adotada, apesar do baixo desempenho na fase inicial em função da restrição do consumo dos tratamentos D e E, houve efeito benéfico do maior uso de óleo na formulação, conforme descrito por Junqueira et al. (2005).

Freitas (2003), trabalhando com formulações com energia metabolizável corrigida ou não pelo balanço de nitrogênio, observou que para pintos de um a 21 dias a formulação baseada na EMAn foi mais adequada para o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar das aves. Contudo, Lopez e Leeson (2008), avaliando a correção da energia metabolizável aparente pelo balanço de nitrogênio para frangos de corte, constataram que essa correção impôs uma penalidade de 3 a 5% na energia do milho e de 7 a 12% na energia do farelo de soja, demonstrando que sua utilização pode incrementar os custos de ração sem benefícios ao desempenho das aves.

Os resultados de rendimentos de carcaça e partes, bem como os resultados de gordura abdominal na carcaça estão demonstrados na tabela 14.

Não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre nenhum dos parâmetros avaliados, indicando que a diferença na energia absoluta das rações, ou as diferentes relações energia:proteína entre os planos nutricionais avaliados, não promoveram deposição excessiva de gordura na carcaça, nem afetaram os parâmetros de rendimento.

Kamran et al. (2008), trabalhando com diferentes níveis de proteína e a mesma relação energia:proteína com frangos de corte, não encontraram diferenças entre os parâmetros de rendimento de carcaça e partes, nem alteração no percentual de gordura abdominal, apesar dos parâmetros de desempenho terem sido afetados.

Tabela 14. Rendimentos de carcaça e partes e percentual de gordura abdominal na carcaça de frangos do corte machos abatidos aos 41 dias de idade

Planos nutricionais ¹	Rendimentos (%)					Gordura abdominal (%)
	Carcaça	Peito	Pernas ²	Peito sem pele	Pernas ² sem pele	
A	73,10	37,64	27,58	34,06	24,39	3,48
B	72,64	37,75	27,96	34,11	24,81	3,09
C	72,59	38,09	28,30	34,50	25,27	3,24
D	72,21	36,67	28,10	32,91	25,03	3,12
E	72,55	38,01	27,77	34,24	24,79	3,25
Média	72,62	37,64	27,94	33,96	24,86	3,27
CV (%)	1,89	4,47	4,85	5,26	4,92	21,78
P	ns	ns	ns	ns	ns	ns

ns: não significativo pelo teste SNK ($P>0,05$); ¹Planos nutricionais: A) EMAn sugerida por Rostagno et al. (2011) para todas as fases de criação; B) EMAn encontrada no experimento I no período de coleta entre 26 e 29 dias de idade para todas as fases de criação; C) EMA encontrada no experimento I no período de coleta entre 26 e 29 dias de idade para todas as fases de criação; D) EMAn encontrada no experimento I no período de coleta entre 7 e 10 dias para as rações pré-inicial e inicial e no período de coleta entre 26 e 29 dias de idade para as rações crescimento e final; E) EMA encontrada no experimento I no período de coleta entre 7 e 10 dias para as rações pré-inicial e inicial e no período de coleta entre 26 e 29 dias de idade para as rações crescimento e final; ²Pernas = coxa+sobrecoxa.

A apuração dos custos de ração por kg de frango, bem como os índices de eficiência produtiva (IEP) obtidos, de acordo com os diferentes planos nutricionais estão apresentados na Tabela 15.

Tabela 15. Custo médio da ração, custo alimentar² e índice de eficiência produtiva (IEP) de frangos de corte machos aos 41 dias de idade

Planos nutricionais ¹	Custo médio de ração (R\$/ton)	Custo alimentar ² (R\$/kg frango)	Índice de eficiência produtiva (pontos)
A	654,20	1,0484 ^a	458,27 ^{ab}
B	702,90	1,0756 ^{bc}	483,01 ^a
C	665,00	1,0643 ^{ab}	452,63 ^b
D	725,00	1,0908 ^c	482,53 ^a
E	685,10	1,0608 ^{ab}	469,00 ^{ab}
CV (%)	-	0,99	3,15
P	-	0,0000	0,0044

^{a,b,c} Médias seguidas por letras distintas diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P < 0,01$);

¹ Planos nutricionais: A) EMAn sugerida por Rostagno et al. (2011) para todas as fases de criação; B) EMAn encontrada no experimento I no período de coleta entre 26 e 29 dias de idade para todas as fases de criação; C) EMA encontrada no experimento I no período de coleta entre 26 e 29 dias de idade para todas as fases de criação; D) EMAn encontrada no experimento I no período de coleta entre 7 e 10 dias para as rações pré-inicial e inicial e no período de coleta entre 26 e 29 dias de idade para as rações crescimento e final; E) EMA encontrada no experimento I no período de coleta entre 7 e 10 dias para as rações pré-inicial e inicial e no período de coleta entre 26 e 29 dias de idade para as rações crescimento e final; ²Custo alimentar = conversão alimentar x custo médio da ração, baseado nos custos de matéria-prima de integração em SP em fevereiro de 2012.

Houve efeito dos planos alimentares sobre o custo da ração por kg de frango e sobre o IEP ($P < 0,05$). As aves que receberam o plano nutricional A tiveram melhor custo alimentar, quando comparadas às aves que receberam o plano nutricional B e D, uma vez que, com a matriz nutricional mais subestimada, as correções para atingir o nível energético com maior inclusão de óleo são bastante onerosas. As aves que receberam os demais planos nutricionais tiveram custos alimentares intermediários sendo que houve semelhança entre os planos nutricionais conforme segue: A, C e E; B, C e E; e B e D.

Aves que receberam os planos nutricionais B e D tiveram IEP superior às aves que receberam o plano nutricional C, enquanto as aves que receberam os planos nutricionais A e E tiveram resultados intermediários. Houve semelhança entre as aves que receberam os planos nutricionais A, B, D e E e entre as aves que receberam os planos nutricionais A, C e E.

Entre os melhores custos alimentares, o melhor desempenho foi obtido pelas aves que receberam o plano nutricional E. Nesse cenário, é possível inferir que o ajuste da energia de acordo com a idade e o não uso da correção pelo balanço de nitrogênio, já que frangos de corte são criados em pleno crescimento (retenção de nitrogênio), pode-se utilizar esse plano nutricional como parâmetro para a formulação de rações comercialmente.

A determinação das exigências energéticas das aves baseando-se na variação existente entre os ingredientes ao longo do tempo, nas condições ambientais reais em que as aves são criadas e na diferença do aproveitamento da energia dos alimentos em função da idade da ave é de fundamental importância, para cada vez mais alcançarmos o potencial genético dos frangos de corte.

Aves mais jovens, de maneira geral, apresentam menor aproveitamento da energia dos alimentos, entretanto, por estarem em crescimento acelerado (alta retenção de nitrogênio corporal), não necessitariam de padronização da energia em função da correção pelo balanço de nitrogênio, pois isso pode interferir diretamente nos custos de formulação e conseqüentemente no custo de produção da carne de frango.

A maioria dos trabalhos que avaliam o valor energético dos alimentos é realizada com aves mais velhas, sendo necessário maior volume de pesquisa com aves mais jovens para que seja possível ajustar os níveis formulados na ração com a necessidade real da ave em cada período de criação.

Nem sempre os melhores resultados de desempenho são acompanhados pelo menor custo de produção, entretanto ajustes finos entre os valores de energia e outros nutrientes dos alimentos devem estar cada vez mais presentes para que esse binômio seja alcançado.

5. CONCLUSÕES

Os valores de energia atribuídos aos ingredientes utilizados na formulação de rações para frangos de corte apresentam variações principalmente em função da idade das aves utilizadas na determinação da energia.

A correção pelo balanço de nitrogênio penaliza a determinação de energia metabolizável com impacto econômico na formulação de rações. Portanto, a utilização de formulações com a energia metabolizável ajustada pela idade e sem correção pelo balanço de nitrogênio é viável tanto sob o ponto de zootécnico, quanto econômico.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, R. Efeito do tipo e da forma física da ração pré-inicial e da idade das matrizes sobre o desempenho de frangos de corte. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005. 102p.

ARAÚJO, L.F. Nutrição pós-eclosão: aspectos teóricos e práticos. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 2003, Campinas. Anais... Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2003. p.183-210.

ARGENZIO, R.A. Funções gerais do trato gastrointestinal e seu controle de integração. Capítulo 16. In: Dukes' Physiology of Domestic Animals, edited by Melvin J. Swenson. 11ª edição. Cornell University Press. 1993.

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

BAIÃO, N.C. Efeito do intervalo entre o nascimento e o alojamento de pintos de corte sobre o desempenho e digestibilidade da ração. Tese (Doutorado) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1994. 123p.

BATAL, A.B.; PARSONS, C.M. Utilization of different soy products as affected by age in chicks. Poultry Science, Champaign, v.82, n.3, p.454-462. 2003.

BORGES, F.M.O.; ROSTAGNO, H.S.; SAAD, C.E.P.; RODRIGUEZ, N.M.; TEIXEIRA, E.A.; LARA, L.B.; MENDES, W.S.; ARAÚJO, V.L. Comparação de métodos de avaliação dos valores energéticos do grão de trigo e seus

subprodutos para frangos de corte. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, Belo Horizonte, v.55, n.6, p.710-721, 2003.

BRAGA, J.P. Proteína ideal para frangos de corte: efeito sobre o desempenho e composição da carcaça. Dissertação (Mestrado) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 1999.

CAFÉ, M.B. Estudo do valor nutricional da soja integral processada para aves. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 1993. 97p.

CAREW L.B.; MACHEMMER L.H.; SHAR R.W.; FOSS D.C. Fat absorption in very young chick. Poultry Science, Champaign, v.51, n.3, p.738-742, 1972.

CARVALHO, F.B. Efeito da temperatura ambiente e da idade do frango de corte sobre o valor energético do milho, farelo e óleo de soja. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010. 115p.

CORLESS, A.B.; SELL, J.L. The effects of delayed access to feed and water on the physical and functional development of the digestive system of young turkeys. Poultry Science, Champaign, v.78, n.8, p.1158-1169, 1999.

D'AGOSTINI, P.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T; ROSTAGNO, H.S.; SÁ, L.M. Valores de composição química e energética de alguns alimentos para aves. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v.33, n.1, p.128-134, 2004.

DIBNER, J. Nutritional requirements of young poultry. In: MEETING OF ARKANSAS NUTRITION CONFERENCE, 1996, Fayetteville. Proceedings... Fayetteville: Arkansas Poultry Federation, 1996. p.15-27.

FARIA, D.E.; SANTOS, A.L. Exigências nutricionais de galinhas poedeiras. In: II SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 2005, Viçosa. Anais... Viçosa: UFV, 2005. p.229-315.

FARRELL, D.J. Rapid determination of metabolizable energy of foods using cokerels. *British Poultry Science*, Edinburgh, v.19, n.3, p.303-308, 1978.

FISCHER JR., A.A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; GOMES, P.C. Determinação dos valores de energia metabolizável de alguns alimentos usados na alimentação de aves. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.27, n.2, p.314-318, 1998.

FREITAS, B.C.F.; BAIÃO, N.C.; NUNES, I.J.; LÓPEZ, C.A.A.; BRAGA, J.P. Digestibilidad de la grasa en las primeras semanas de vida del pollo de carne. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE AVICULTURA, 16, Lima, 1999. Anais... Lima: APAVI, 1999. p.356-359.

FREITAS, E.R.; SAKOMURA, N.K.; EZEQUIEL, J.M.B.; NEME, R.; MENDONÇA, M.O. Energia metabolizável de alimentos na formulação de ração para frangos de corte. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v.41, n.1, p.107-115, 2006.

FREITAS, E.R. Avaliação nutricional de alguns alimentos processados para aves por diferentes metodologias e suas aplicações na formulação de rações para frangos de corte. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003. 129p.

FURLAN, R.F.; MACARI, M. Motilidade gastrintestinal. Capítulo 6. In: *Fisiologia Aviária Aplicada a frangos de corte* por Marcos Macari, Renato Luís Furlan & Elizabeth Gonzales. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. 375p.

GENEROSO, R.A.R.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; BARRETO, S.L.T; BRUMANO, G. 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, 2008.

HILL, F.W.; ANDERSON, D.L. Comparison of metabolizable energy and productive energy determinations with growing chicks. *Journal of Nutrition*, Philadelphia, v.64, p.587-603. 1958.

IJI, P.A.; SAKI, A.; TIVEY, D.R. Body and intestinal growth of broiler chicks on a commercial starter diet. 1. Intestinal weight and mucosal development. *British Poultry Science*, Edinburgh, v.42, p.505-513, 2001.

JUNQUEIRA, O.M.; ANDREOTTI, M.O.; ARAÚJO, L.F.; DUARTE, K.F.; CANCHERINI, L.C.; RODRIGUES, E.A. Valor energético de algumas fontes lipídicas determinado com frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.34, n.6, p.2335-2339, 2005.

KAMRAN, Z.; SARWAR, M.; NISA, M.; NADEEM, M.A.; MAHMOOD, S.; BABAR, M.E.; AHMED, S. Effect of low-protein diets having constant energy-to-protein ratio on performance and carcass characteristics of broiler chickens from one to thirty-five days of age. *Poultry Science*, Champaign, v.87, n.3, p.468-474, 2008.

KATANBAF, M.S.; DUNNINGTON, E.A.; SIEGEL, P.B. Allomorphic relationships from hatching at 56 days of age in parental lines and F1 crosses of chickens selected 27 generations for high or low body weight. *Growth Development and Aging*, Lakeland, v.52, p.11-12, 1988.

KROGDAHL, A. Digestion and absorption of lipids in poultry. *Journal of Nutrition*, Philadelphia, v.115, p.675-685, 1985.

LARA, L.J.C.; BAIÃO, N.C.; ROCHA, J.S.R.; LANA, A.M.Q.; CANÇADO, S.V.; FONTES, D.O.; LEITE, R.S. Influência da forma física da ração e da linhagem sobre o desempenho e rendimento de cortes de frangos de corte. *Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v.60, n.4, p.970-978, 2008.

LEESON, S.; SUMMERS, J.D. *Nutrition of the chicken*. 4th edition, Guelph, Ontario, Canadá: University Books, 2001. 591p.

LONGO, F.A. Avaliação de fontes de carboidrato e proteína e sua utilização na dieta pré-inicial de frangos de corte. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003. 98p.

LONGO, F.A.; MENTEN, J.F.M.; PEDROSO, A.A.; FIGUEIREDO, A.N.; RACANICCI, A.M.C.; GAIOTTO, J.B.; SORBARA, J.O.B. Diferentes fontes de proteína na dieta pré-inicial de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.34, n.1, p.112-122, 2005.

LOPEZ G.; LEESON, S. Assessment of the nitrogen correction factor in evaluating metabolizable energy of corn and soybean meal in diets for broilers. *Poultry Science*, Champaign, v.87, n.2, p.298-306, 2008.

MAHAGNA, M.; SAID, N.; NIR, I.; NITSAN, Z. Development of digestibility some nutrients and of energy utilization in young broiler chickens. In: *WORLD'S POULTRY CONGRESS*, 18, Nagoya, 1988. *Proceedings...* Nagoya: Japan Poultry Science Association, 1988. p.250-251.

MAIORKA, A. Adaptações digestivas pós-eclosão. In: *CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA - SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE MANEJO PRÉ E PÓS-ECLOSÃO*, 2001, Campinas. *Anais...* Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícola, 2001. p.141-152.

MAIORKA, A. Efeitos da idade da matriz, do jejum, da energia da ração e da glutamina sobre o desenvolvimento da mucosa intestinal e atividade enzimática do pâncreas dos pintos de corte. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002. 103 p.

MAIORKA, A.; BOLELI, I.C.; MACARI, M. Desenvolvimento e reparo da mucosa intestinal. Capítulo 8. In: *Fisiologia Aviária Aplicada a frangos de corte* por Marcos Macari, Renato Luís Furlan & Elizabeth Gonzales. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. 375p.

MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W.; SINGSEN, E.P. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. Research report. Storrs Agricultural Experiment Station, Storrs, CT. Storrs: University of Connecticut, 1965. 11p.

MELLO, H.H.C.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; SOUZA, R.M.; CALDERANO, A.A. 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, 2009.

MORAN JR., E.T. Digestion and absorption of carbohydrates in fowl and events through perinatal development. *Journal of Nutrition*, Philadelphia, v.115, p.665-671, 1985.

MURAKAMI, H.; AKIBA, Y.; HORIGUCHI, M. Energy and protein utilization in newly-hatched broiler chicks: studies on the early nutrition of poultry. *Japanese Journal of Zootechnical Science*, v.59, p.890-895, 1988.

MURAKAMI, H.; AKIBA, Y.; HORIGUCHI, M. Growth and utilization of nutrients in newly-hatched chicks with or without removal of residual yolk. *Growth, Development and Aging*, Lakeland, v.56, p.75-84, 1992.

NASCIF, C.C.C.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. 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. 2004. Suplemento.

NASCIMENTO, A.H.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; TORRES, R.A. Composição química e valores de energia metabolizável das farinhas de penas e vísceras determinados por diferentes metodologias para aves. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.31, n.3, p.1409-1417, 2002. Suplemento.

NASCIMENTO, A.H.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. 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, 2005.

NASCIMENTO, A.H.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; RIBEIRO, E.G. Valores de composição química e energética de alimentos para frangos de corte. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v.27, n.3, p.579-583, 1998.

NERY, L.R.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; CAMPOS, A.M.A.; SILVA, C.R. Valores de energia metabolizável de alimentos determinados com frangos de corte. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v.36, n.5, p.1354-1358, 2007.

NIR, I. Mecanismos de digestão e absorção de nutrientes. In: CONFERENCIA APINCO'98 DE CIENCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA. Campinas, 1998. Anais. Campinas: FACTA, 1998. p.81-91.

NITSAN, Z.; BEN-AVRAHAM, G.; ZOREF, Z.; NIR, I. Growth and development of digestive organs and some enzymes in broiler chicks after hatching. British Poultry Science, Edinburgh, v.32, p.515-523, 1991.

NOY, Y.; SKLAN, D. Posthatch development in poultry. Journal of Applied Poultry Research, Athens, v.6, p.344-354, 1997.

NOY, Y.; SKLAN, D. Digestion and absorption in the young chick. Poultry Science, Champaign, v.74, n.2, p.366-373, 1995.

NOY, Y.; UNI, Z.; SKLAN, D. Routes of yolk utilization in the newly hatched chick. British Poultry Science, Edinburgh, v.37, n.5, p.987-995, 1996.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrients requirements of poultry. 9th Revised Edition. Washington DC: The National Academy Press, 1994. 157p.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrients requirements of swine. 10th Revised Edition. Washington DC: The National Academy Press, 1998. 189p.

NUNES, V.N.; ROSTAGNO, H.S.; GOMES, P.C.; NUNES, C.G.V.; POZZA, P.C.; ARAUJO, M.S. 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, 2008.

PARSONS, C.M.; ZHANG, Y.; ARABA, M. Nutritional evaluation of soybean meals varying in oligosaccharide content. Poultry Science, Champaign, v.79, n.8, p.1127-1131, 2000.

PAULA, A.; BRUM, P.A.R.; AVILA, V.S.; MAIER, J.C. Valores de energia metabolizável de 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, p.51-55, 2002.

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

ROCHA, J.S.R.; LARA, L.J.C.; BAIÃO, N.C.; CANÇADO, S.V.; TRIGINELLI, M.V.; LEITE, J.F.C. Efeito da classificação dos ovos sobre a uniformidade, o desempenho e o rendimento de abate de frangos de corte. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, Belo Horizonte, v.60, p.1181-1187, 2008.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 3ª edição. Viçosa: UFV, DZO, 2011. 252p.

SAEG. Saeg: Sistema de análises estatísticas e genéticas. Viçosa: UFV, 2007.

SAKOMURA, N.K.; DEL BIANCHI, M.; PIZAURO Jr, J.M.; CAFÉ, M.B.; FREITAS, E.R. Efeito da idade dos frangos de corte sobre a atividade enzimática e digestibilidade dos nutrientes do farelo de soja e da soja integral. Revista Brasileira de Zootecnia. Viçosa, v.33, n.4, p.924-935, 2004.

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

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

SIBBALD, I.R. Passage of feed through the adult rooster. *Poultry Science*, Champaign, v.58, n.2, p.446-459, 1979.

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

SIBBALD, I.R.; PRICE, K. Variation in the metabolizable energy values of diets and dietary components fed to adult roosters. *Poultry Science*, Champaign, v.54, n.2, p.448-456, 1975.

SIBBALD, I.R.; SLINGER, S.J. A biological assay of ME in poultry feed ingredients together with findings which demonstrate some of problems associated with evaluation of fats. *Poultry Science*, Champaign, v.42, n.2, p.313-325, 1963.

SOARES, K.R.; BERTECHINI, A.G.; FASSAN, E.J.; RODRIGUES, P.B.; FIALHO, E.T.; GERALDO, A.; BRITO, J.A.G. Valores de energia metabolizável de alimentos para pintos de corte na fase pré-inicial. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.29, n.1, p.238-244, jan./fev. 2005.

SULISTIYANTO, B.; AKIBA, Y.; TAKAHASHI, K.; SATO K.; OHTSU H.; KONASHI S.; KUNIZANE H.; OGURA N. Characteristics in energy metabolism of dietary carbohydrate, fat and protein sources in newly hatched chicks. In: *ASIAN PACIFIC POULTRY CONGRESS*, 6., Nagoya, 1998. *Proceedings...* Nagoya: JPSA, 1998. p.394-395.

TARACHAI, P.; YANAUCHI, K. Effects of luminal nutrient absorption, intraluminal physical stimulation, and intravenous parenteral alimentation on the recovery

responses of duodenal villus morphology following with withdrawal in chickens. *Poultry Science, Savoy*, v.79, p.1578-1585, 2000.

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

UNI, Z.; GANOT, S.; SKLAN, D. Development of mucosal function in the broiler small intestine. *Poultry Science, Champaign*, v.77, n.1, p.75-82, 1998.

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

VIEIRA, S.L.; MORAN JR, E.T. Effects of egg of origin and chick post-hatch nutrition on broiler live performance and meat yields. *Worlds Poultry Science Journal, Ithaca*, v.55, p.125-142, 1999.

VIEIRA, S.L.; POPHAL, S. Nutrição pós-eclosão de frangos de corte. *Revista Brasileira de Ciência Avícola, Campinas*, v.2, n.3, 2000.

ZONTA, M.C.M.; RODRIGUES, P.B.; ZONTA, A.; FREITAS, R.T.F.; BERTECHINI, A.G.; FIALHO, E.T.; PEREIRA, C.R. Energia metabolizável de ingredientes proteicos determinada pelo método de coleta total e por equações de predição. *Ciência e Agrotecnologia, Lavras*, v.28, n.6, p.1400-1407, 2004.