

Artigo Número 63
DETERMINAÇÃO DE VALORES DE ENERGIA METABOLIZÁVEL
DE ALIMENTOS PARA AVES

Arele Arlindo Calderano

Introdução

O setor avícola brasileiro tem crescido consideravelmente nos últimos anos, destacando-se em nível nacional e internacional e assumindo maior importância para a economia do país. Essa posição de destaque é, em parte, devido aos avanços tecnológicos da avicultura industrial, principalmente em relação ao manejo, a sanidade, a ambiência e a genética. Com a melhoria das condições de criação e da genética das aves, essas se tornam mais produtivas, ficando também mais exigentes quanto à alimentação. Portanto, tem sido de fundamental importância o desenvolvimento da nutrição, de modo a permitir que as aves expressem todo seu potencial produtivo.

O desenvolvimento da nutrição está associado ao conhecimento do valor nutricional dos ingredientes que são utilizados nas rações avícolas, sendo o valor nutricional de um alimento diretamente relacionado à sua composição química e energética, entre outros fatores. Com isso, tem havido empenho, por parte dos nutricionistas, no desenvolvimento de pesquisas no intuito de aprimorar o conhecimento sobre os alimentos e suas limitações físicas e químicas, bem como as exigências nutricionais dos animais. A partir da utilização de matérias-primas de composição química e energética conhecida e do atendimento das exigências nutricionais dos animais, podem ser desenvolvidos programas de alimentação adequados a custos mínimos, que resultam em maior eficiência produtiva.

A forma mais utilizada para expressar a energia presente nos alimentos é a energia metabolizável. A eficiência na determinação dessa energia é importante, visto que o conteúdo energético da ração pode influenciar o consumo e o desempenho dos animais. Porém, existem vários fatores a se considerar ao se determinar a energia metabolizável dos alimentos. Destacando-se entre eles os diferentes métodos utilizados, a variação na composição química de um mesmo alimento e a influência da idade das aves, pois, com o avanço da idade e maturidade do sistema digestivo, as aves tendem a apresentar melhor digestibilidade da energia.

Energia

De acordo com o NRC (1994), pode-se definir a energia dos alimentos não como um nutriente, mas como uma propriedade dos nutrientes de render energia quando são oxidados durante o metabolismo.

Segundo Lima (1988), além do conhecimento da composição química, um dos aspectos mais importantes para se obter sucesso em um programa de alimentação é o fornecimento de energia em quantidade adequada, e para isso é essencial o conhecimento do conteúdo energético dos alimentos.

Albino (1991) relata que a energia presente nos alimentos é um dos fatores limitantes do consumo e está envolvida em todos os processos produtivos das aves. O autor também comenta que a precisão dos valores energéticos e sua correta utilização são necessárias para se obter ótima produtividade e máxima rentabilidade. Faria & Santos (2005) citam que o nível de energia das dietas influencia, além do consumo de ração, o desempenho das aves e o custo de formulação.

A energia presente nos alimentos pode ser expressa, basicamente, na forma de energia bruta (EB), energia digestível (ED), energia metabolizável (EM) e energia líquida (EL), sendo a energia bruta, segundo o NRC (1994), a energia liberada como calor

quando o alimento é completamente oxidado a dióxido de carbono e água. Os valores de energia são expressos em calorias ou joule, sendo que uma caloria pode ser definida como a quantidade de calor necessária para elevar um grama de água de 14,5°C para 15,5°C.

Energia metabolizável dos alimentos

A energia química ou EB contida nos alimentos é relativamente fácil de medir, entretanto, essas estimativas não fornecem uma medida acurada sobre o que realmente as aves podem extrair do alimento, sendo necessária a realização de ensaios biológicos para medir a EM dos alimentos (Scott et al., 1998).

No NRC (1994) a energia metabolizável aparente (EMA) ou EM é definida como a EB do alimento consumida menos a energia bruta contida nas fezes, urina e produtos gasosos da digestão, sendo que para as aves os produtos gasosos são considerados insignificantes.

Hill & Anderson (1958) foram os primeiros a estimar a EM de alimentos, verificando que esses valores eram mais confiáveis, permitindo o seu uso na formulação das rações. De acordo com Albino et al. (1994), as exigências energéticas das aves devem ser expressas em termos de EM, pois esta é a melhor forma para estimar a energia disponível dos alimentos e a precisão desses valores está diretamente relacionada com a eficiência dos sistemas de produção.

Determinação dos valores de energia metabolizável

O método mais utilizado para se determinar a EMA dos alimentos para aves é o método proposto por Sibbald & Slinger (1963) que considera a quantidade de energia consumida subtraída da quantidade de energia excretada pelas aves submetidas a um consumo *ad libitum*. Esse método também é conhecido como método de coleta total de excretas.

Outra forma para se determinar a EMA é pelo uso de óxido de cromo como indicador, permitindo uma coleta parcial das excretas em locais isentos de penas ou restos de ração. Entretanto, de acordo com Rodrigues et al. (2005), esse método é muito criticado, pois a determinação do cromo em laboratório é sujeita a grandes variações, possivelmente por falta de padronização no preparo das amostras, o que pode resultar em dados variados, limitando a sua utilização. Segundo Sakomura & Rostagno (2007), o óxido crômico tem sido o indicador mais utilizado em ensaios de digestibilidade, entretanto, a dificuldade em reproduzir os resultados de análise dessa substância em diferentes laboratórios tem dificultado a comparação de dados de diversos pesquisadores. Segundo os mesmos autores, outro composto utilizado como indicador é a cinza insolúvel em ácido (CAI) que apresenta potencial de utilização pelo menor custo da análise e maior reprodução dos resultados.

Uma das críticas ao sistema de EMA é que variações na quantidade de EMA dos alimentos, obtida por este sistema, podem estar relacionadas com a quantidade de alimento ingerida. Borges et al. (1998) observaram que os valores de EMA são afetados pela quantidade de alimento ingerido, sendo que, quanto menor o consumo, menores os valores de EMA. Outra crítica é o fato de que nem toda energia perdida na excreta vem do alimento, pois existem perdas metabólicas e endógenas do animal, que subestimam os valores de EMA dos alimentos (Albino, 1991). Assim, Sibbald (1976) propôs outro método que consiste basicamente em promover uma alimentação forçada de galos adultos com pequenas quantidades do alimento a ser testado, realizando a coleta total de excretas por um período de 48 horas. Isso possibilitou a obtenção da energia

metabolizável verdadeira (EMV) por meio da energia do alimento ingerida subtraída da diferença entre a energia excretada e a contribuição das perdas metabólicas, determinadas com galos mantidos em jejum. Com isso, os valores de EMV serão normalmente maiores que os valores de EMA, como observado por Song et al. (2003). Porém, também existem críticas a esse método. Esse método impõe um período de jejum para o esvaziamento do trato digestivo, ocasionando um estado fisiológico anormal no animal (NRC, 1994). Também a baixa quantidade de alimento torna mais expressivos os valores de energia fecal metabólica (EFm) e energia urinária endógena (EUE) (Borges et al. 1998).

A metodologia de alimentação forçada apresenta a vantagem de ser mais rápida e menos onerosa do que a metodologia tradicional. Porém, também existe dificuldade para se utilizar valores de EMV dos alimentos na formulação de ração para aves, pois a maioria dos padrões nutricionais é baseada na EMA e nem todos os alimentos têm seus valores de EMV conhecidos (Borges et al., 2003). Além disso, Freitas et al. (2006) realizaram um trabalho onde o maior consumo de ração, o maior ganho de peso e a melhor conversão alimentar foram obtidos com pintos de corte alimentados considerando-se valores de EMA dos alimentos, sendo o pior desempenho obtido com uso das rações formuladas com base em valores de EMV.

Outro método rápido para a determinação da EMA foi desenvolvido por Farrel (1978) utilizando galos adultos treinados para consumir a quantidade fornecida em uma hora, seguida da coleta total de excretas por 24 horas. Dentre os problemas relacionados com esta técnica, Schang & Hamilton (1982) constataram que muitas aves não conseguem ser treinadas a ingerir em uma hora a quantidade de alimento necessária para atender às suas exigências nutricionais, ocasionando alta variabilidade nos resultados.

Um método indireto para se estimar a EM dos alimentos são as equações de predição. As equações de predição utilizam parâmetros físicos e químicos dos alimentos e podem aumentar a precisão no processo de formulação de rações, por meio da correção dos valores energéticos (Albino & Silva, 1996). Segundo Albino (1980), a importância em se determinar equações de predição para o valor energético dos alimentos se baseia principalmente na dificuldade em efetuar bioensaios. Além disso, de acordo com Rostagno et al. (2007), o uso de equação de predição da energia permite maximizar a utilização dos dados de composição obtidos mediante análises laboratoriais de rotina.

Influência do balanço de nitrogênio sobre os valores de energia metabolizável

Ao se determinar a EM dos alimentos, já se tornou comum corrigir os valores de EMA ou EMV pelo balanço de nitrogênio (BN) (Emmans, 1994), que consiste na diferença entre as quantidades de nitrogênio ingerido e nitrogênio excretado pelo animal. Hill & Anderson (1958) relataram que essa correção é usada para contabilizar os efeitos variáveis de crescimento e de deposição de proteína corporal entre as aves, e propuseram um valor de correção de 8,22 kcal por grama de nitrogênio retido. Segundo Lopez & Leeson (2007) o valor de correção é acrescentado à energia da excreta por cada grama de N retido, pois se o N não tivesse sido retido, teria sido excretado como ácido úrico. Segundo Sakomura & Rostagno (2007), essa correção baseia-se no fato de que, em aves em crescimento, a proteína retida no corpo das aves, e conseqüentemente, não catabolizada até os produtos de excreção nitrogenada, não contribui para a energia das fezes e urina. Dessa forma, Sakomura & Rostagno (2007) também comentam que a correção pelo BN tem por objetivo 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 pelos animais.

Frangos em crescimento, normalmente, estão retendo nitrogênio para a deposição de proteína corporal e, portanto, o balanço de nitrogênio tende a ser positivo. Dessa forma, Soares et al. (2005) trabalhando com pintos de corte de 1 a 7 dias de idade, observaram uma superioridade média de 8,6% dos valores de EMA sobre os valores de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) para alimentos de origem vegetal e de 14,8% para alimentos de origem animal (Tabela 1).

Tabela 1 – EMA e EMAn determinados com pintos de 1 a 7 dias de idade

Alimentos	EMA (kcal/kg)	EMAn (kcal/kg)
Farelo de soja	2643	2365
Soja integral tostada	3662	3427
Soja micronizada	4322	4022
Farelo de glúten de milho	4113	3762
Média	3685	3394
Farinha de carne e ossos 40%	3131	2849
Farinha de carne e ossos 45%	2431	2065
Farinha de peixe	4092	3492
Farinha de vísceras	3848	3360
Média	3375	2941

Adaptado de Soares et al. (2005)

Nunes (2003) afirmou ser necessário corrigir os valores estimados de energia pelo BN, pois durante um ensaio de metabolismo, é impossível assegurar que todas as aves apresentem a mesma taxa de crescimento. De acordo com Nery (2005) o nitrogênio retido como tecido, se catabolizado, contribuirá para as perdas de energia urinária endógena, portanto, variações na retenção de nitrogênio contribuirão para variações nos valores de EMA.

Segundo Rodrigues (2000) a retenção do nitrogênio pode ser afetada por vários fatores, dentre eles, o consumo e a composição do alimento fornecido. Borges et al. (2003) também comentam que a excreção protéica e o BN são afetados pelo nível de ingestão e inferem que desse modo o menor consumo pela metodologia de alimentação forçada pode levar a maiores erros experimentais.

Influência da idade das aves sobre os valores de energia metabolizável

A adoção de um único valor de EMAn, para todas as classes de aves, tem gerado polêmica entre os pesquisadores. De acordo com Penz Jr. et al. (1999), os valores de EMA dos alimentos, quando são corrigidos pelo BN no método tradicional, independente da ave utilizada para o estudo, tendem a ser similares. Porém, segundo Brumano et al. (2006), aves mais jovens possuem menor capacidade de digestão e absorção dos nutrientes, visto que o sistema digestivo encontra-se ainda em desenvolvimento, enquanto as mais velhas, com sistema digestivo plenamente desenvolvido, possuem maior tamanho do trato digestivo e maior produção de enzimas e secreções gástricas, levando a um melhor aproveitamento dos alimentos. De acordo com Batal & Parsons (2002), aves mais jovens são menos eficientes na utilização dos nutrientes dos alimentos, especialmente durante os primeiros 7 a 10 dias pós-eclosão e a partir dos 14 dias de idade os pintos já são capazes de utilizar eficazmente a energia das dietas.

Sakomura et al. (2004), avaliando o efeito da idade dos frangos sobre a atividade enzimática e digestibilidade da energia, concluíram que o aproveitamento da energia dos alimentos foi afetado pela idade em função da dependência da produção das enzimas digestivas, sendo os valores de EMA menores na primeira semana de vida das aves.

Rostagno & Queiros (1978), verificaram que os valores de EMA aumentam com a idade das aves, principalmente quando se trabalha com rações com alto teor de fibra. Borges et al. (2003) também comprovaram que as aves mais velhas utilizam melhor os alimentos fibrosos ao comparar os valores de EMA de farelos de trigo, determinados pelo método tradicional, utilizando aves com 14 e 39 dias de idade. De maneira similar Fuente et al. (1998), encontraram valores de EMAN da cevada 4,6% maiores para aves com 30 dias em comparação as aves de 10 dias de idade, concluindo que essa diferença é devido a imaturidade do sistema digestivo e a maior sensibilidade das aves mais novas aos efeitos negativos de fatores antinutricionais presentes nos cereais.

Calderano (2008) determinou os valores de EMAN de alimentos de origem vegetal para aves em diferentes idades e observou que para os alimentos farelo de soja 45%, soja integral desativada, soja integral micronizada, farinha de soja desativada, farelo de glúten de milho 21% e gérmen de milho ocorreu melhora significativa nos valores de EMAN com o aumento da idade das aves (Tabela 2).

Tabela 2 – Valores de EMAN de acordo com a idade das aves, expressos na matéria natural

Alimentos	EMAN (Kcal/kg)			
	10 a 17 dias	26 a 33 dias	40 a 47 dias	Galos
Farelo de Soja 45%	2069 a	2148 ab	2272 b	2231 ab
Farelo de Soja 48%	2214 a	2225 a	2319 a	2247 a
Soja Integral Extrusada	3322 a	3331 a	3405 a	3493 a
Soja Integral Desativada	3016 a	3067 a	3139 a	3388 b
Soja Integral Micronizada	3557 a	3638 a	3828 b	3869 b
Farinha de Soja Desativada	2292 a	2348 ab	2518 b	2502 b
Concentrado Protéico de Soja	2356 a	2399 a	2509 a	2486 a
Farelo de Glúten de Milho 21%	1826 a	1882 a	2110 b	1942 a
Gérmen de Milho	2605 a	2764 b	2925 b	2832 b
Quirera de Arroz	2967 a	3029 a	3096 a	3026 a

Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste Student Newman-Keuls (P<0,05)

Adaptado de Calderano (2008)

Em relação a alimentos de origem animal, Nascimento et al. (2005), avaliando o efeito da idade sobre os valores energéticos de farinhas de pena e vísceras, observaram diferença no valor de EMAN da farinha de vísceras, determinado com aves jovens e adultas, porém o mesmo não ocorreu para a farinha de penas.

Segundo Calderano (2008), a adoção de um único valor de EM dos alimentos para todas as idades pode levar a utilização de valores superestimados, principalmente para aves nas primeiras semanas de idade. Freitas et al. (2006) recomendam que as rações para frangos de corte até 21 dias de idade devem ser formuladas, considerando-se os valores de EMAN determinada com pintos e que na formulação de rações para frangos de corte, com idade acima de 21 dias, deve ser considerado o aumento na digestibilidade dos nutrientes e valorizar a contribuição energética dos alimentos, utilizando-se preferencialmente os valores de EMAN determinados com galos adultos para a formulação.

Outros fatores que interferem nos valores de energia metabolizável

Uma situação comum enfrentada pelos nutricionistas é a variação na composição química de um mesmo tipo de alimento. Porém essa variação é normal, principalmente em se tratando de alimentos de diferentes origens, condições de cultivo e de solo, clima e cultivares (Albino & Silva, 1996). Os alimentos de origem animal apresentam grande variação em seu valor nutricional, exigindo maiores cuidados na sua utilização. Segundo Rostagno (1990), este fato se deve à diferença existente na composição da matéria-prima e ao processamento pelo qual passam esses produtos. Dessa forma, Vieites et al. (2000), trabalhando com seis farinhas de carnes e ossos, verificaram grande diversidade nos valores de composição química das mesmas. Porém, os alimentos de origem vegetal também sofrem variações em sua composição. Dados apresentados por Lima (2000), do período de 1979 a 1997, mostram que em virtude da variação na composição química dos milhos, ocorreram oscilações de 1,41 a 6,09% nos teores de óleo e de 6,43 a 10,99% nos valores de proteína desse alimento. De acordo com Sakomura & Rostagno (2007) a concentração de energia do alimento é dependente das proporções de carboidratos, gordura e proteína presentes no alimento. Segundo Cowieson (2005), a variação substancial que pode ocorrer na composição química dos alimentos resulta em variação nos valores de energia para as aves.

No método tradicional de coleta total de excretas para determinação dos valores de EMA, os níveis de substituição dos ingredientes de origem vegetal e animal nas rações referências geralmente variam de 20 a 40%, o que pode gerar rações mais ou menos desequilibradas nutricionalmente, acarretando em interferências na determinação dos valores corretos de EMA desses alimentos. Nascimento et al. (2005) testaram diferentes níveis de inclusão de farinhas de pena e vísceras (5, 10, 20, 30 e 40%) e verificaram que com o aumento da inclusão do alimento-teste na ração houve diminuição nos valores de energia do alimento. De maneira geral, isso pode ser explicado pelo alto teor de cinzas presente nesses alimentos. De forma similar Brugalli et al. (1999) encontraram valores de EMA e EMAn da farinha de carne superiores com 20% de substituição em comparação com 40%.

Existe também outra preocupação em relação a determinação da EMA que é o número de dias para adaptação das aves às rações-teste e para a coleta total de excretas. Tradicionalmente são adotados cinco dias para adaptação e cinco dias para coleta, todavia, o que se tem percebido nos trabalhos é uma falta de padrão estabelecido. Com isso, Avila et al. (2006a) realizaram um trabalho para avaliar o melhor período de coleta total de excretas para estimativa da EMA e EMAn do milho com pintos de corte em crescimento. Esses autores verificaram que quatro dias de coleta total de excretas foram suficientes para estimar os valores de energia, apresentando confiabilidade semelhante a cinco dias de coleta total de excretas. Já Rodrigues et al. (2005) relataram que o uso de três dias de coleta são suficientes, para se determinar os valores de EMAn de rações à base de milho e farelo de soja.

Os diferentes níveis de consumo das aves e métodos utilizados para a determinação da EM também podem contribuir para variações nos valores de energia dos alimentos. Wolynetz & Sibbald (1984) verificaram que a precisão nos valores de EM são afetados pelo consumo de alimento e pela retenção de nitrogênio, e que o aumento do consumo proporciona menor variação nesses valores. Borges et al. (2004), avaliaram o efeito do nível de consumo, 25 ou 50g, utilizando o método de alimentação forçada, sobre os valores de energia do trigo e alguns de seus produtos e observaram que os valores de EMA e EMAn foram afetados pelos níveis de ingestão, inferindo que essas medidas não são confiáveis quando obtidas pela metodologia de alimentação forçada.

Nascimento et al. (2002), utilizando quatro métodos para determinar o valor energético de farinhas de penas e farinhas de vísceras para aves, concluíram que o método de Sibbald de alimentação forçada, usando galos intactos ou cecectomizados,

proporcionou valores energéticos semelhantes entre si, porém menores, quando comparados aos valores determinados pelo método tradicional usando pintos e galos intactos.

Em termos metodológicos, a ingestão de alimentos pode exercer importante influência sobre as perdas endógenas e metabólicas em ensaios metabólicos. Porém, Coelho (1983) citou que em níveis normais de consumo de alimento, as perdas de energia endógenas são pequenas em relação à excreção de energia proveniente do alimento, tendo pouca influência nos valores de EMA e EMAn, obtidos pelo método tradicional. Silva et al. (2006) observam que há uma relação inversa em baixos níveis de consumo, onde as perdas são proporcionalmente maiores e resultam em diminuição nos valores estimados para EMA e EMAn.

A variedade e a procedência, bem como a variação na composição de um mesmo alimento também podem levar a diferenças nos valores de energia. Trabalhando com rações formuladas com milhos de diferentes variedades e regiões, Rodrigues et al. (2003) concluíram que a procedência dos milhos influenciou a digestibilidade dos nutrientes e que os valores energéticos das rações estudadas variaram em função da composição dos milhos. Vieira et al. (2007), analisando os valores energéticos de 45 híbridos de milho para o uso em dietas para frangos de corte, concluíram que a EMAn variou de 3.405 a 4.013 kcal/kg de MS.

Fischer Jr et al. (1998) estudaram o valor de EMV de nove alimentos utilizando a metodologia de alimentação forçada e concluíram que, de maneira geral, as aves apresentam melhor eficiência de metabolização da energia dos alimentos energéticos em relação aos protéticos e que existe influência dos teores de fibra sobre este parâmetro.

O processamento e o armazenamento dos alimentos são pontos importantes que podem interferir na digestibilidade dos nutrientes, alterando o seu valor energético. Carvalho et al. (2004), trabalhando com milhos de diferentes temperaturas de secagem (80, 100 e 120°C) e diferentes tempos de armazenamento (0, 60, 120 e 180 dias) observaram reduções nos valores de EMA e EMAn do milho de até 300 kcal/kg com o aumento da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento, mesmo não ocorrendo alterações nos valores de EB e da análise proximal. Scapim et al. (2003), observaram que farinhas de penas e de sangue, submetidas a diferentes processamentos térmicos, apresentaram diferenças significativas em seus valores energéticos. Segundo Freitas et al. (2005), diferentes processamentos conferem a soja integral características nutricionais diferentes, principalmente quanto ao valor de EM, que também varia com a idade das aves. Da mesma forma, Café et al. (2000), encontraram valores de EM superiores para a soja extrusada em comparação aos valores obtidos para a soja tostada pelo vapor e para o farelo de soja com adição de óleo.

Podem ocorrer diferenças nos valores de EMA de um mesmo alimento para aves de sexo diferente. Nascif et al. (2004), estudando os valores energéticos de alguns óleos para aves, verificaram que os valores de EMA e de EMAn foram estatisticamente maiores para os machos em relação às fêmeas, sendo os valores encontrados para as fêmeas 98% dos encontrados para os machos.

Os valores de EM dos alimentos podem ser influenciados pela deficiência de aminoácidos e de vitaminas e níveis de cálcio e fósforo, entre outros fatores (Coelho, 1983). Existe, portanto, a possibilidade de alterações nos valores de EM, ao se trabalhar com rações teste não corrigidas para possíveis deficiências nutricionais. Avila et al. (2006b) realizaram um trabalho no intuito de avaliar o efeito da correção dos níveis de cloreto de colina e de premixes vitamínico e micromineral na ração teste, equiparando-se a ração referência, sobre os valores de EMA e EMAn do farelo de soja. Esses autores encontraram maiores valores de EMA e EMAn quando foi feita a correção comparados aos valores determinados com uso da ração sem correção.

A utilização de enzimas exógenas na alimentação das aves tem sido uma prática adotada, porém deve se considerar que essa prática também pode alterar o

aproveitamento da energia dos alimentos pelas aves. Rutherford et al. (2007) observaram efeito significativo de um complexo enzimático composto por xilanase, α -amilase e β -glucanase sobre a EMA de uma dieta a base milho e soja com adição de farelo de trigo e canola. Já com a adição de fitase, Pirgozliev et al. (2007) constataram aumento de 1,4% da EMA de uma dieta de milho e soja para frangos de corte, enquanto Driver et al. (2006) observaram aumento de 9% na EMA do farelo de amendoim. Contudo, Tejedor et al. (2001), em dietas a base de milho e farelo de soja, não observaram efeito da adição de fitase sobre os valores de EMAn.

Referências bibliográficas

ALBINO, L.F.T. **Determinação de valores de energia metabolizável e triptofano de alguns alimentos para aves em diferentes idades.** Viçosa - MG, 1980. 55p. Tese (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1980.

ALBINO, L.F.T. **Sistemas de avaliação nutricional de alimentos e suas aplicações na formulação de rações para frangos de corte.** Viçosa - MG, 1991. 141p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1991.

ALBINO, L.F.T.; BRUM, P.A.R.; FILHO, F.B. et al. Análise individual versus "pool" de excreta na determinação da energia bruta em ensaio de energia metabolizável. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, n.3, p.467-473, 1994.

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

ÁVILA, V.S.; PAULA, A.; BRUM, P.A.R. et al. Determinação do período de coleta total de excretas para estimativa dos valores de energia metabolizável em frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.1966-1970, 2006a.

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

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

BORGES, F.M.O.; ROSTAGNO, H.S.; RODRIGUEZ, N.M. et al. Metodologia de alimentação forçada em aves - I - Efeito dos níveis de consumo de alimento na avaliação da energia metabolizável. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35º, 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FMVZ-UNESP, 1998, p.389-391.

BORGES, F.M.O.; ROSTAGNO, H.S.; SAAD, C.E.P. et al. 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**, v.55, n.6, p.710-721, 2003.

BORGES, F.M.O.; ROSTAGNO, H.S.; SAAD, C.E.P. Efeito do consumo de alimento sobre os valores energéticos do grão de trigo e seus subprodutos para frangos de corte, obtidos

pela metodologia da alimentação forçada. **Ciências e Agrotecnologia**, Lavras, v.28, n.6, p.1392-1399, 2004.

BRUGALLI, I.; ALBINO, L.F.T.; SILVA, D.J. et al. Efeito do tamanho de partícula e do nível de substituição nos valores energéticos da farinha de carne e ossos para pintos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.4, p.753-757, 1999.

BRUMANO, G.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T. et al. Composição química e valores de energia metabolizável de alimentos protéicos determinados com frangos de corte em diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2297-2302, 2006.

CAFÉ, M.B.; SAKOMURA, N.K.; JUNQUEIRA, O.M et al.. Determinação do valor nutricional das sojas integrais processadas para aves. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.2, n.1, p. 67-74, 2000.

CALDERANO, A.A. **Valores de composição química e de energia de alimentos de origem vegetal determinados com aves de diferentes idades**. Viçosa - MG, 2008. 50p. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2008.

CARVALHO, D.C.O.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Composição química e energética de amostras de milho submetidas a diferentes temperaturas de secagem e períodos de armazenamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.358-364, 2004.

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

COWIESON, A.J. Factors that affect the nutritional value of maize for broilers. **Animal Feed Science and Technology**, 119:293-305, 2005.

DRIVER, J.P.; ATENCIO, A.; EDWARDS, H.M.; et al. Improvements in nitrogen-corrected apparent metabolizable energy of peanut meal in response to phytase supplementation. **Poultry Science**, v.85 p.96-99, 2006.

EMMANS, G.C. Effective energy: A concept of energy utilization applied across species. **Br. J. Nutr.**, v.71, p.801-821, 1994.

FARIA, D.E.; SANTOS, A.L. Exigências nutricionais de galinhas poedeiras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 2º, 2005, Viçosa. **Anais ... Viçosa: Ltda**, 2005. p.315-329.

FARREL, D.J. Rapid determination of metabolizable energy of foods using cockerels. **British Poultry Science**, Oxford, v.19, n.1, p.303-308, 1978.

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

FREITAS, E. R.; SAKOMURA, N. K.; NEME, R. et al. Efeito do processamento da soja integral sobre a energia metabolizável e a digestibilidade dos aminoácidos para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.1938-1949, 2005.

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

FUENTE, J.M.; PEREZ DE AYALA, P.; FLORES, A. et al. Effect of storage time and dietary enzyme on the metabolizable energy and digesta viscosity of barley-based diets for poultry. **Poultry Science**, v.77, p.90-97, 1998.

HILL, F.W.; ANDERSON, D.L. Comparison of metabolizable energy and productive energy determinations with growing chicks. **J. Nutrition**, Davis, v.64, n.3, p.587-604, 1958.

LIMA, I.L. **Composição química e valores energéticos de alguns alimentos determinados com pintos e galos, utilizando duas metodologias**. Viçosa - MG, 1988. 67p. Tese (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1988.

LIMA, G.J.M.M. Qualidade nutricional do milho: situação atual e perspectivas. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 2000, Campinas. **Anais ...** Campinas, 2000, p.153-174.

LOPEZ, G.; LEESON, S. Relevance of nitrogen correction for assessment of metabolizable energy with broilers to forty-nine days of age. **Poultry Science**, v.86, p.1696-1704, 2007.

NASCIF, C.C.C.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T. et al. Determinação dos valores energéticos de alguns óleos e gorduras para pintos de corte machos e fêmeas aos 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p. 375-385, 2004.

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

NASCIMENTO, A.H.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S. et al. Valores de energia metabolizável de farinhas de penas e de vísceras determinados com diferentes níveis de inclusão e duas idades das aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.877-881, 2005.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9^aed. Washington: National Academy of Sciences, 1994. 155p.

NERY, L.R. **Valores de energia metabolizável e de aminoácidos digestíveis de alguns alimentos para aves**. Viçosa - MG, 2005. 100p. Tese (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2005.

NUNES, R.V. **Digestibilidade de nutrientes e valores energéticos de alguns alimentos para aves**. Viçosa - MG, 2003. 113p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2003.

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

PIRGOZLIEV, V.; ODUGUWA, O.; ACAMOVIC, T. Diets Containing *escherichia coli*-derived phytase on young chickens and turkeys: effects on performance, metabolizable energy, endogenous secretions, and intestinal morphology. **Poultry Science**, v.86, p.705-713, 2007.

RODRIGUES, P.B. **Digestibilidade de nutrientes e valores energéticos de alguns alimentos para aves.** Viçosa - MG, 2000. 203p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.

RODRIGUES, P.B.; ROSTAGNO H.S.; ALBINO, L.F.T. et al. Desempenho de frangos de corte, digestibilidade de nutrientes e valores energéticos de rações formuladas com vários milhos, suplementadas com enzimas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.1, p.171-182, 2003.

RODRIGUES, P.B.; MARTINEZ, R.S.; FREITAS, R. T. F. et al. Influência do tempo de coleta e metodologias sobre a digestibilidade e o valor energético de rações para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.882-889, 2005.

ROSTAGNO, H.S. Valores de composição de alimentos e exigências nutricionais utilizadas na formulação de rações para aves. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Piracicaba, 37º, 1990. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1990, p.11-30.

ROSTAGNO, H.S.; BÜNZEN, S.; SAKOMURA, N.K. Avanços metodológicos na avaliação de alimentos e de exigências nutricionais para aves e suínos. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44º, 2007, Jaboticabal. **Anais ...** p.295-304.

ROSTAGNO, H.S.; QUEIROS, A.C. Milho, sorgo e novas fontes energéticas para aves. In: ENCONTRO NACIONAL DE TÉCNICOS EM NUTRIÇÃO AVÍCOLA, 1º, 1978. **Anais ...** p.83-103.

RUTHERFURD, S.M.; CHUNG, T.K.; MOUGHANT, P.J. The effect of a commercial enzyme preparation on apparent metabolizable energy, the true ileal amino acid digestibility, and endogenous ileal lysine losses in broiler chickens. **Poultry Science**, v.86, p.665-672, 2007.

SAKOMURA, N.K.; BIANCHI, M.D.; PIZAURO Jr., J.M. et al. Efeito da idade dos frangos de corte na atividade enzimática e digestibilidade dos nutrientes do farelo de soja e soja integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 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.

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

SCHANG, M.J.; HAMILTON, R.M.G. Comparison of two direct bioassays using adult cocks and four indirect methods for estimating the metabolizable energy content of different feedingstuffs. **Poultry Science**, v.61, p.1344-1353, 1982.

SCOTT, T.A.; SILVERSIDES, F.G.; CLASSEN, H.L. et al. Comparison of sample source (excreta or ileal digest) and age of broiler chick on measurement of apparent digestible energy of wheat and barley. **Poultry Science**, v.77, p.456-463, 1998.

SIBBALD, I.R.; SLINGER, S.J. A biological assay for metabolizable energy in poultry feed ingredients together with findings which demonstrate some of the problems associated with the evaluation of fats. **Poultry Science**, v.59, p.1275-1279, 1963.

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

SILVA, E.P.; RABELLO, C.B.V.; LIRA, R.C. et al. Estimativas das perdas endógenas e metabólicas em frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.1, p.115-121, 2006.

SOARES, K.R.; BERTECHINI, A.G.; FASSANI, E.J. et al. 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, 2005.

SONG, G.L.; LI, D.F.; PIAO, X.S. et al. Comparisons of amino acid availability by different methods and metabolizable energy determination of a Chinese variety of high oil corn. **Poultry Science**, vol.82, p.1017-1023, 2003.

TEJEDOR, A.A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. et al.. Efeito da adição da enzima fitase sobre o desempenho e a digestibilidade ileal de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.30, n.3, p.802-808, 2001.

VIEIRA, R.O.; RODRIGUES, P.B; FREITAS, R.T.F. et al.. Composição química e energia metabolizável de híbridos de milho para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.832-838, 2007.

VIEITES, F.M.; ALBINO, L.F.T.; SOARES, P.R. et al. Valores de energia metabolizável aparente da farinha de carne e ossos para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2292-2299, 2000.

WOLYNETZ, M.N.; SIBBALD, I.R. Relationships between apparent and true metabolizable energy and the effects of a nitrogen correction. **Poultry Science**, v.63, n.7, p.1386-1399, 1984.