

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

ENERGIA METABOLIZÁVEL DE AMOSTRAS DE  
MILHO E SORGOS PARA FRANGOS DE CORTE EM  
DIFERENTES IDADES.

Ana Paula Lobato Borges de Queiroz  
Médica Veterinária

UBERLÂNDIA - MINAS GERAIS - BRASIL  
Setembro de 2010.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

ENERGIA METABOLIZÁVEL DE AMOSTRAS DE  
MILHO E SORGOS PARA FRANGOS DE CORTE EM  
DIFERENTES IDADES.

Ana Paula Lobato Borges de Queiroz

Orientador: Prof. Dr. Evandro de Abreu Fernandes

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária - UFU, como parte das exigências à obtenção do título de Mestre em Ciências Veterinárias (Produção Animal).

UBERLÂNDIA - MINAS GERAIS - BRASIL  
Setembro de 2010.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

---

- Q3e  
2011      Queiroz, Ana Paula Lobato Borges de, 1981-  
            Energia metabolizável de amostras de milho e sorgos para  
            frangos de corte em diferentes idades / Ana Paula Lobato Borges  
            de Queiroz. – 2010.  
            46 f. : il.
- Orientador: Evandro de Abreu Fernandes.  
            Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,  
            Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias.  
            Inclui bibliografia.
1. Veterinária - Teses. 2. Frango de corte - Nutrição - Teses. 2.  
            Frango de corte - Metabolismo - Teses. 3. Milho - Teses. 4. Sorgo -  
            Teses. I. Fernandes, Evandro de Abreu, 1949- II. Universidade  
            Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Ciências  
            Veterinárias. III. Título.

---

CDU: 619

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e por todas as oportunidades por Ele proporcionadas.

A meu pai e minha mãe pelo amor, dedicação, apoio imensurável e orações.

Ao Samuel pelo amor e companheirismo.

Aos todos os demais familiares pelo amor e pela torcida.

Aos meus amigos, pelo apoio e pela alegria do convívio.

Ao meu orientador Prof. Evandro de Abreu Fernandes pela confiança, valiosa orientação, ensinamentos, amizade e incentivo, que possibilitaram a realização deste trabalho.

À amiga Ana Carolina, pelo incentivo e apoio durante todo o curso.

Ao Hugney pelo auxílio e realização das análises laboratoriais.

Aos funcionários do setor de avicultura pela colaboração durante a condução dos experimentos.

Aos colegas de mestrado, pelo convívio durante o curso e pela colaboração durante os experimentos.

Enfim, agradeço a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desse trabalho.

Ninguém consegue alcançar um objetivo sozinho.

## SUMÁRIO

	Página
CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	08
1. Energia dos alimentos.....	09
2. Energia Metabolizável - Métodos de determinação.....	10
3. Influência do Balanço de Nitrogênio na EMA.....	12
4. Influência da Idade da ave na EM.....	13
5. Outros fatores que interferem na EM.....	14
Referências .....	19
CAPÍTULO 2 - ENERGIA METABOLIZÁVEL DE AMOSTRAS DE MILHO E SORGOS PARA FRANGOS DE CORTE EM DIFERENTES IDADES .....	26
Resumo.....	27
Introdução .....	28
Material e Métodos .....	31
Etapas de execução.....	31
Animais, Ensaio e Tratamentos.....	31
Manejo e coleta de excretas .....	34
Procedimentos laboratoriais .....	35
Cálculo de Energia Metabolizável Aparente.....	36
Cálculo de Energia Metabolizável Aparente corrigida para nitrogênio.....	36
Análise estatística .....	36
Resultados e Discussão .....	37
Conclusões .....	42
Referências .....	43

## LISTA DE ABREVIATURAS

% - Por Cento

°C - Graus Celsius

BN - Balanço de Nitrogênio

CV - Coeficiente de Variação

EB - Energia Bruta

ED - Energia Digestível

EE - Extrato Etéreo

EFm - Energia Fecal metabólica

UFU - Universidade Federal de Uberlândia

EL - Energia Líquida

EM - Energia Metabolizável

EMA - Energia Metabolizável Aparente

EMAn - Energia Metabolizável Aparente corrigida para Nitrogênio

EMV - Energia Metabolizável Verdadeira

EUE - Energia Urinária endógena

FUNDAP - Fundação

g - Gramas

g/dia - Gramas por Dia

GPD - Ganho de peso diário

h - Hora

Kcal - Quilocalorias

Kg - Quilograma

MG - Minas Gerais

MN - Matéria Natural

MS - Matéria Seca

N - Nitrogênio

NRC - National Research Council

TMT - Tratamento

UFU - Universidade Federal de Uberlândia

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Composição de nutrientes das dietas experimentais formuladas para as rações testemunhas. Faculdade de Medicina Veterinária - UFU, 2009 - Página 33.

TABELA 2 - Composição percentual de ingredientes das dietas experimentais formuladas para as rações testemunhas. Faculdade de Medicina Veterinária - UFU, 2009 - Página 34.

TABELA 3 - Composição química e valores de energia bruta, energia metabolizável aparente e energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio dos alimentos, obtidas nos dois ensaios, expressos na matéria natural. Faculdade de Medicina Veterinária - UFU, 2009 - Página 37.

TABELA 4 - Comparação entre a energia metabolizável aparente e corrigida para nitrogênio das amostras de milho, expressas em matéria natural, em frangos aos 14 e aos 33 dias de idade, Universidade Federal de Uberlândia - UFU, 2009 – Página 39.

TABELA 5- Comparação entre a energia metabolizável aparente e corrigida para nitrogênio, expressas em matéria natural, das amostras de sorgo A, em frangos aos 14 e aos 33 dias de idade, Universidade Federal de Uberlândia - UFU, 2009 - Página 40.

## CAPÍTULO 1

### CONSIDERAÇÕES INICIAIS



## 1. ENERGIA DOS ALIMENTOS

A energia presente nos alimentos é o componente fundamental na elaboração de rações avícolas (NRC, 1998). Não é considerado um nutriente, mas sim o produto resultante da oxidação de nutrientes orgânicos e é o principal fator limitante para o ótimo desempenho das aves. Sua suplementação adequada tornasse um fator muito importante para garantir o sucesso dos programas nutricionais, pois está relacionada com o consumo de alimento e é utilizada nos mais diferentes processos metabólicos que envolvem desde a manutenção das aves até o máximo potencial produtivo (FISCHER Jr. et al. 1998).

Faria e 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 das dietas.

De acordo com Sibbald (1982) ela é o requerimento decisivo para as aves, sendo necessário o conhecimento detalhado dos valores energéticos dos alimentos, bem como das exigências nutricionais dos animais para que se possa ter o controle da produtividade, da eficiência e da rentabilidade. A energia contida nos alimentos pode ser classificada na forma de energia bruta (EB), digestível (ED), metabolizável (EM) ou líquida (EL). A energia bruta é a quantidade de energia química, ou seja, quantidade de energia calorífica liberada por um ingrediente quando queimado na bomba calorimétrica, indica apenas o total de energia presente no alimento e não a que está disponível ao animal.

A energia digestível aparente é aquela determinada pela diferença entre a energia ingerida e a energia excretada nas fezes, porém, as aves excretam urina e fezes juntas, logo, a determinação de energia digestível torna-se dificultada.

A energia metabolizável aparente (EMA) é a EB consumida do alimento menos a EB contida nas fezes, urina e produtos gasosos da digestão, quando consideramos as perdas endógenas e metabólicas, obtemos a EM verdadeira.

A EL é determinada pela diferença entre a energia metabolizável e a energia perdida como incremento calórico, para determiná-la é necessário um conhecimento detalhado de nutrientes digestíveis e as dificuldades de medi-los é a maior limitação.

## 2. ENERGIA METABOLIZÁVEL - MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO

Os primeiros a estimar a EM de alimentos foram Hill e Anderson (1958), certificando que esses valores eram muito confiáveis, permitindo o seu uso na formulação das rações. Da mesma forma Albino et al. (1994), concluíram que as exigências energéticas das aves deveriam ser expressas em termos de EM, pois trata-se da melhor forma para estimar a energia disponível dos alimentos e a precisão desses valores está diretamente relacionada com a eficiência dos sistemas de produção.

O método mais utilizado para se determinar a EMA dos alimentos é o método proposto por Sibbald e Slinger (1963) que considera a quantidade de energia consumida subtraída da quantidade de energia excretada pelas aves submetidas a um consumo ad libitum.

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.

Uma das críticas frequentes ao modelo de determinação de energia, é que variações nos valores de EMA obtidos dos alimentos, podem estar relacionadas com a quantidade de alimento ingerido durante os testes. Assim, é que Borges et al. (1998), observaram que, quanto menor o consumo de alimento, 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).

Sibbald (1976) desenvolveu 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 encontrado por Song et al. (2003). Porém, também existem críticas a esse método, pois 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 existem dificuldades para se utilizar valores de EMV dos alimentos nas formulações de rações para aves, pois a maioria dos padrões nutricionais tem como base a 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 para 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, 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 de 70 a 100g de ração peletizada (50% de ração referência e 50% do alimento) em um período de uma hora, coletando as excretas após 48 horas. Dentre os problemas relacionados com esta técnica, Schang e 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 determinar a EM dos alimentos são as equações de predição, as quais 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 e SILVA, 1996).

Segundo Albino (1980), a importância em determinar todas as equações de predição para o valor energético dos alimentos baseia-se principalmente na dificuldade de se desenvolver bioensaios. Já Rostagno et al. (2007) concluem que o uso das mesmas permite maximizar a utilização dos dados de composição bromatológica obtidos mediante análises laboratoriais de rotina.

### 3. INFLUÊNCIA DO BALANÇO DE NITROGÊNIO NA ENERGIA METABOLIZÁVEL APARENTE.

Ao se determinar a EM dos alimentos, já se tornou comum corrigir os valores de EMA ou EMV pelo balanço de nitrogênio, que consiste na diferença entre as quantidades de nitrogênio ingerido e nitrogênio excretado pelo animal (EMMANS, 1994).

Hill e 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. Este valor de correção é acrescentado à energia da excreta por cada grama de nitrogênio (N) retido, pois se o mesmo não tivesse sido retido, teria sido excretado como ácido úrico (LOPEZ e LEESON, 2007).

Frangos em crescimento, normalmente, estão retendo nitrogênio para a deposição de proteína corporal e, portanto, o balanço de nitrogênio (BN) tende a ser positivo. Dessa forma, Andreotti et al. (2004), observaram maior retenção de nitrogênio para frangos em crescimento com idade de 22 a 30 dias de idade quando comparados a frangos na fase final, de 42 a 50 dias de idade.

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. Para Rodrigues (2000), a retenção do nitrogênio pode ser afetada por vários fatores, dentre eles, o consumo e a composição do alimento fornecido.

Segundo Borges et al. (2003), 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.

#### 4. INFLUÊNCIA DA IDADE DA AVE NA ENERGIA METABOLIZÁVEL.

A adoção de um único valor de EMAn (energia metabolizável corrigida para nitrogênio), 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 idade 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. Também concordam Batal e Parsons (2002), para os quais, aves mais jovens são menos eficientes na utilização dos nutrientes dos alimentos.

O efeito da idade dos frangos sobre a atividade enzimática e digestibilidade de energia, foi estudado por Sakomura et al. (2004) que 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 e 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. Da mesma forma 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. Igualmente, 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.

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.

E ainda, 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 valorizada a contribuição energética dos alimentos, utilizando-se preferencialmente os valores de EMAn determinados com galos adultos para a formulação.

## 5. OUTROS FATORES QUE INTERFEREM NA ENERGIA METABOLIZÁVEL.

Além do BN e da idade das aves, segundo Soares et al. (2005), vários fatores podem afetar os valores de EM, entre os quais, a composição química, níveis de cálcio e fósforo das rações, nível de inclusão do ingrediente teste, taxa de consumo, metodologia utilizada para determinação da EM e os fatores antinutricionais presentes nos alimentos.

No método tradicional para determinação dos valores de EMA, os níveis de substituição dos ingredientes de origem vegetal e animal nas rações referência 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 contrária, 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 seriam 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, segundo Wolynetz e Sibbald (1984), os quais 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.

Focados nessa linha de estudo, 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), utilizaram quatro métodos para determinar o valor energético de farinhas de penas e farinhas de vísceras para aves e 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.

Podem ocorrer também diferenças nos valores de EMA de um mesmo alimento para aves de sexo diferente, como mostram Nascif et al. (2004), que estudaram os valores energéticos de alguns óleos para aves e 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.

Com o intuito de avaliar o efeito da correção dos níveis de cloreto de colina e de premisturas vitamínicas e microminerais na ração teste, equiparando-se a ração referência, sobre os valores de EMA e EMAn do farelo de soja, Avila et al. (2006b) 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 os valores energéticos dos alimentos.

Rutherford et al. (2007) observaram efeito significativo de um complexo de enzimas composto por xilanase,  $\alpha$ -amilase e  $\alpha$ -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.



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.

Analisando híbridos de milho, Vieira et al. (2007), observaram amostras com 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.

Antunes et al. (2006) estudaram híbridos de sorgo com diferentes texturas de endospermas (duro, intermediário e macio) para avaliar o efeito das texturas dos grãos sobre o valor de energia metabolizável para frangos de corte e concluíram que os grãos com texturas duras tiveram influência com menor valor de energia metabolizável aparente e corrigida para nitrogênio para frangos de corte.

Estudando o valor de EMV de nove alimentos utilizando a metodologia de alimentação forçada, Fischer Jr et al. (1998) concluíram que, de maneira geral, as aves apresentam melhor eficiência de metabolização da energia dos alimentos energéticos em relação aos protéicos 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.

Desta forma Carvalho et al. (2004), trabalharam 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.

Analisando farinhas de pena e sangue Scapim et al. (2003), observaram que, quando submetidas a diferentes processamentos térmicos, apresentaram diferenças significativas em seus valores energéticos.

Segundo Freitas et al. (2005), diferentes processamentos conferiram a soja integral características nutricionais diferentes, principalmente quanto ao valor de EM,

que também variou com a idade das aves. Assim como, 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. Estudando 11 amostras de ingredientes para rações, Brum et al. (2000) determinaram a energia metabolizável aparente corrigida pelo nitrogênio (EMAn) em aves aos 15 e aos 23 dias de idade. Os valores de EMAn foram, em grande parte, diferentes dos da literatura nacional e estrangeira.

Rodrigues et al. (2003), conduziram dois experimentos com o objetivo de verificar o desempenho de frangos de corte, a digestibilidade de nutrientes e os valores energéticos de rações formuladas com milhos, de diferentes variedades (experimento 1) e regiões (experimento 2), suplementadas com um complexo enzimático. Concluiu-se que a procedência dos milhos (variedades ou regiões) influenciou o desempenho; a digestibilidade dos nutrientes e os valores energéticos das rações variaram em função da composição dos milhos; a digestibilidade ileal da proteína bruta, do amido e a energia digestível ileal das rações melhoraram com a suplementação enzimática.

O capítulo 2 que se segue, intitulado “Energia metabolizável de amostras de milho e sorgos para frangos de corte de diferentes idades” objetivou determinar os valores de energia metabolizável aparente e energia metabolizável corrigida para nitrogênio de quatro híbridos de sorgo e milho com frangos de corte e comparar esses valores para frangos em idade jovem e de abate.

## REFERÊNCIAS

ALBINO, L.F.T. Determinação de valores de energia metabolizável e triptofano de alguns alimentos para aves em diferentes idades. Viçosa - MG, 1980. 55p. Dissertação (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.; FIALHO, F.B.; PAIVA, HARA, C. 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.

ANDREOTTI, M.O.; JUNQUEIRA, O.M.; BARBOSA, M.J.B.; CANCHERINI, L.C.; ARAÚJO, L.F.; RODRIGUES, E.A. Energia metabolizável do óleo de soja em diferentes níveis de inclusão para frangos de corte nas fases de crescimento e final. Revista Brasileira de Zootecnia, v.33, n.5, p. 1145-1151, 2004.

ANTUNES, R.C.; RODRIGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S.; BAIÃO, A.C.; PEREIRA, L.G.R.; LARA, L.J.; Valor nutritivo de grãos de sorgo com diferentes texturas do endosperma para frangos de corte. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.58, n.5, p.877-883, 2006.

ÁVILA, V.S.; PAULA, A.; BRUM, P.A.R.; COLDEBELLA, A.; MAIER, J.C. 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.; BARIONI JÚNIOR, W.; MAIER, J.C. 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.; SANTOS, W.M.; LARA, L.B., ARAÚJO, V.L. 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.; RODRIGUEZ, N.M.; TEIXEIRA, E.A.; LARAV, 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, 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; GOMES, H.S.; ROSTAGNO, HS; SILVA, M. de A. 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.

BRUM, P.A.R. DE; LIMA, G.J.M.M. DE; ÁVILA, V.S. DE; LANZNASTER, M.; ARDIGÓ, R. Características nutricionais da soja desativada por diferentes processos térmicos para alimentação de frango de corte. Comunicado técnico, EMBRAPACNPSA, Concórdia -SC, dezembro/2000.

BRUMANO, G.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; GENEROSO, R.A.; SCHMIDT, M. 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; CARVALHO, M.B.;DEL BIANCHI, M. Determinação do valor nutricional das sojas integrais processadas para aves. Revista Brasileira de Ciência Avícola , v.2, n.1, p. 67-74, 2000.

CARVALHO, D.C.O.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S; OLIVEIRAL J.E.; VARGAS JÚNIOR, J.G.; TOLEDO, R.S.; COSTA, C.H.R.; PINHEIRO, S.R.F.; SOUZA, R.M. 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. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1983.

DRIVER, J.P.; ATENCIO, A.; EDWARDS, H.M.; PESTI, G.M. Improvements in nitrogencorrected 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, 2 005. 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.; GOMES, P.C. 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.; SANTOS, A.L.; FERNANDES, J.B.K. 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.; NEME, R.; MENDONÇA, M.O. 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.; VILLAMIDE, M.J. Effect of storage time and dietary enzyme on the metabolizable energy and digesta viscosity of barleybased 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 whit growing chicks. *J. Nutrition* , Davis, v.64, n.3, p.587-604, 1958.

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; 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*, v.33, n.2, p. 375-385, 2004.

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*, v.31, n.3, p.1409-1417, 2002.

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*, v.34, n.3, p.877-881, 2005.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of poultry. 9.ed. Washington: National Academy Press, 1994. 176p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Committe on Animal Nutrition. Subcommitte on Swine Nutrition. Washington, EUA. Nutriente Requirements of Swine , 10.ed.Washington, National Academy os Sciences, 1998. 189p.

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

NUNES, R.V. Digestibilidade de nutrientes e valores energéticos de alguns alimentos para aves. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 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 coliderived 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.; GOMES, P.C.; BARBOZA, W.A.; TOLEDO, R.S. 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.; BERTECHINI, A.G.; FIALHO, E.T. 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.; 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.

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 ZOOTECHNIA, 44º, 2007, Jaboticabal. Anais ... p.295-304.

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.; PIZAULO Jr., J.M., CAFÉ, M.B., FREITAS, E.R. 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.

SCAPIM, M.R.S.; LOURES, E.G.; ROSTAGNO, H.S.; CECOM, P. R; SCAPIM, C. A. 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.

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.

SIBBALD, I.R. Measurement of bioavailable energy in poultry feed ingredients: a review. *Can. J. An. Sci.* 62:(4)983-1048, 1982.

SOARES, K.R.; BERTECHINI, A.G.; FASSANI, E.J.; Rodrigues, P.B.; FIALHO, E.T.; GERALDO, A.; GONÇALVES DE BRITO, J.A. 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.; CHI, F.; WANG, J.T. 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.; VIEITES, F.M. 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.; 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, v.36, n.4, p.832-838, 2007.

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.

CAPÍTULO 2  
ENERGIA METABOLIZÁVEL DE AMOSTRAS DE MILHO E SORGOS PARA  
FRANGOS DE CORTE EM DIFERENTES IDADES

## RESUMO

A energia metabolizável é um dos fatores nutricionais mais importantes na formulação das rações aviárias. Vários são os fatores que podem influenciar no valor da energia metabolizável dos alimentos, desde método de determinação, idade das aves e características genéticas, como composição de endosperma que podem influenciar na digestibilidade do amido. Realizou-se um ensaio para determinação do valor de Energia Metabolizável Aparente (EMA) e Energia Metabolizável Aparente corrigida para Nitrogênio (EMAn), com duas etapas. Na primeira etapa, utilizou-se com 90 aves macho aos 14 dias de idade e constou de seis tratamentos (ração testemunha, uma amostra de milho e quatro diferentes amostras de sorgo) com cinco repetições. Na segunda avaliação, utilizou-se 45 aves machos aos 33 dias de idade, repetindo o teste com a ração testemunha, a amostra de milho e uma de sorgo em três tratamentos com cinco repetições. Usou-se a metodologia de Sibbald e Slinger (1963), de coleta completa de excretas. Aos 14 dias observou-se para o milho EMA (3.442 Kcal/Kg) e EMAn (3.253 Kcal/Kg), enquanto para o sorgo A (EMA 3.344 Kcal/Kg e EMAn 3.170 Kcal/Kg), sorgo B (EMA 3.518 Kcal/Kg e EMAn 3.440 Kcal/Kg), sorgo C (EMA 3.410 Kcal/Kg, EMAn 3.159 Kcal/Kg) e sorgo D (EMA 3.275 Kcal/Kg e EMAn 3.231 Kcal/Kg). Aos 33 dias de idade para o milho encontrou-se valor significativamente maior para EMA 4.153 Kcal/Kg e EMAn 4.255 Kcal/Kg, da mesma forma que o valor de EMA 3.934 Kcal/Kg e EMAn 3.980 Kcal/Kg para o sorgo A. Houve efeito da idade sobre os valores de EMA e EMAn determinados para milho e sorgo, sendo superiores quando determinados para aves mais velhas.

**PALAVRAS-CHAVE:** energia metabolizável, digestibilidade, milho, sorgo

## INTRODUÇÃO

A continuidade das pesquisas para a determinação da composição química e valores energéticos dos alimentos é motivada pela busca de resultados de produtividade física e econômica dentro das atividades de produção animal. A produção de alimentos de elevado valor nutritivo, a preços acessíveis e com características físicas e químicas que asseguram satisfação ao homem, são os principais objetivos da produção animal. Para se alcançar estes objetivos na produção animal tornam-se requisitos o bem estar animal, sua saúde física e psicológica, e a total satisfação de suas necessidades nutricionais de forma a garantir sua manutenção e máximo crescimento. Para tal torna-se essencial um conhecimento aprofundado de cada ingrediente utilizado na alimentação animal.

A fonte energética mais utilizada na ração de monogástricos é o milho. Este grão tem uma participação de 60% a 75% do composto, e seu elevado custo tem sido um grande empecilho para os criadores (ROSTAGNO et al., 2001). A crescente procura deste cereal para a alimentação humana, aliada a produções limitadas em determinados anos, tem levado diversos produtores a utilizarem alimentos alternativos nas dietas dos animais.

Nesse particular, o sorgo por suas características nutricionais e preço baixo, tem sido pesquisado como sucedâneo do milho, principalmente nas regiões semiáridas de clima seco e solos arenosos ou tropicais, onde sua cultura apresenta melhor rendimento de nutrientes por unidade de terra (ROSTAGNO et al., 2001).

Com relação aos níveis nutricionais, o sorgo em geral, apresenta um teor de proteína de 8 a 9%, geralmente um pouco superior ao do milho. Porém, o aumento da proteína bruta não é vantajoso, uma vez que os principais aminoácidos têm seus teores reduzidos quando expressos em termos de percentagem da proteína. Normalmente considera-se que a proteína dos grãos de nível protéico inferior é de melhor valor nutricional. Em contrapartida o sorgo possui maior variedade e se adapta bem a ambientes desfavoráveis, com baixa pluviosidade e de solos mais pobres. (SCHEUERMANN, 1998).

Como desvantagens, o sorgo apresenta níveis geral e de alguns aminoácidos abaixo daqueles do milho, dispõe de níveis muito baixos de pigmentos, nível inferior

de ácido linoléico e, dependendo da variedade, pode conter tanino (menos palatável). Já o teor de energia metabolizável do sorgo sem tanino (de melhor qualidade) para aves está muito próxima dos valores do milho. A Embrapa revela que esse tipo de sorgo tem 97% do valor energético do milho. Em regra geral, as perdas de energia ocorrem quando o sorgo apresenta tanino (SCHEUERMANN, 1998).

A energia presente nos alimentos é um dos fatores limitantes do consumo e está envolvida em todos os processos produtivos das aves. Dados precisos acerca do valor energético dos alimentos são necessários para que se obtenha sucesso na produção de frangos de corte. (FISHER Jr. et. al., 1998).

O valor energético dos alimentos pode ser dividido em energia bruta, que é a energia total contida no alimento e em energia metabolizável que é efetivamente aproveitada pelo organismo.

Os valores de energia bruta dos alimentos não expressam com precisão quanto desta energia pode ser utilizada pelo animal. A energia metabolizável é uma estimativa da energia dietética que está disponível para ser metabolizada pelo tecido animal e consiste na diferença entre energia bruta consumida e a energia bruta perdida nas fezes, urina e gases. Portanto, têm-se utilizado valores de energia metabolizável aparente dos alimentos nas formulações de rações para aves. (Mello, 2007).

Devido à grande variabilidade nos valores nutricionais dos alimentos não convencionais devido a procedência e aos diferentes tipos de processamentos a que são submetidos, gerando dessa forma, necessidade de constante avaliação desses alimentos. A utilização de tabelas nacionais de composição dos alimentos vem contribuindo para que os cálculos de rações para aves se tornem mais precisos e eficientes. Entretanto, nas tabelas de composições dos alimentos não existem dados de energia metabolizável diferenciados para as diversas fases de vida das aves. Desta forma, a constante atualização dos valores nutricionais dos alimentos, assim como a determinação de valores de energia metabolizável nas diferentes idades das aves torna-se importante, visto que com o avanço da idade as aves tendem a apresentar maior digestibilidade da energia (CALDERANO, 2008).

Sendo assim, este trabalho objetivou determinar os valores de energia metabolizável aparente e energia metabolizável corrigida para nitrogênio de quatro híbridos de sorgo e milho com frangos de corte e comparar os valores de energia para frangos em idade jovem e de abate.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Etapas de execução

O ensaio para determinação do valor de Energia Metabolizável Aparente (EMA) e Energia Metabolizável Aparente corrigida para Nitrogênio (EMAn) foi constituído de duas etapas.

A primeira foi conduzida na Granja Experimental de Frangos de Corte da Fazenda do Glória - FUNDAP - UFU, em Uberlândia - MG, concomitante a um experimento de desempenho zootécnico.

A segunda etapa foi a execução das análises no laboratório de Nutrição Animal da Faculdade de Medicina Veterinária.

### Animais, Ensaio e Tratamentos

Foram utilizadas aves da linhagem CobbAvian 48, provenientes de um experimento de desempenho zootécnico conduzido em galpão de alvenaria e estrutura metálica, cobertura em telha de fibro-cimento, piso concretado e paredes teladas, composto de 80 boxes, cada um com capacidade para 40 aves adultas numa densidade de 14,0 aves por metro quadrado.

Cada boxe foi equipado com um bebedouro pendular e um comedouro tubular. O interior do galpão com teto forrado em tecido plástico aviário, cortinas laterais, aspersores, ventiladores e central eletrônica de monitoramento da temperatura ambiente. Os pintinhos de um dia de idade foram fornecidos pela Granja Planalto Ltda.

As práticas de manejo adotadas na granja experimental seguiram às práticas de manejo da avicultura industrial da região. As rações formuladas utilizando níveis nutricionais elaborados com base em Rostagno (2005) e NRC 2004. Neste ambiente, um grupo de quatro boxes contendo 120 machos foi criado para serem transferidas as gaiolas de coleta de excreta, nos dois testes executados.

As gaiolas de arame galvanizado medindo (50x50x50) cm foram distribuídas ao longo do corredor central do galpão. Dispostas em conjunto de três gaiolas, uma sobreposta a outra, eram equipadas com um bebedouro externo, lateral, tipo calha, preso à malha de arame e, do lado oposto, um comedouro externo tipo calha. O fundo de cada gaiola, feito em malha de arame, tinha em sistema de gaveta uma bandeja metálica nas mesmas medidas do contorno das gaiolas, destinados à coleta de excretas.

O manejo alimentar foi realizado duas vezes ao dia, com manutenção do volume de água e ração renovados, e os bebedouros retirados e lavados pela manhã e à tarde.

Foram analisadas quatro amostras de sorgo grão, sendo sorgo A uma amostra comercial, sorgo B, C, e D amostras parentais de pesquisa (AS4620; DKB550 e AS4610, respectivamente) e uma amostra de milho grão comercial.

Para o primeiro ensaio, foram utilizadas 90 aves macho dos 14 aos 22 dias de idade, pesadas e dispostas aleatoriamente em 30 gaiolas, num delineamento composto de seis tratamentos e cinco repetições, assim distribuídos:

TRATAMENTO 1: ração testemunha (base milho e farelo de soja)

TRATAMENTO 2: 60% ração testemunha + 40% sorgo A (moído)

TRATAMENTO 3: 60% ração testemunha + 40% sorgo B (moído)

TRATAMENTO 4: 60% ração testemunha + 40% sorgo C (moído)

TRATAMENTO 5: 60% ração testemunha + 40% sorgo D (moído)

TRATAMENTO 6: 60% ração testemunha + 40% milho (moído)

Para o segundo ensaio, foram utilizados 45 frangos de corte machos dos 33 aos 41 dias de idade, pesados e distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em três tratamentos com cinco repetições e três aves por unidade experimental.



Foram analisadas as mesmas amostras de sorgo grão comercial e de milho grão comercial. Os tratamentos foram assim compostos:

TRATAMENTO 1: ração testemunha (base milho e farelo de soja)

TRATAMENTO 2: 60% ração testemunha + 40% sorgo A (moído)

TRATAMENTO 3: 60% ração testemunha + 40% milho (moído)

Para todos os tratamentos, nos dois testes foram utilizados uma ração testemunha (Tabela 1 e 2) e os alimentos testados substituíram 40% dessa ração.

TABELA 1 - Composição de nutrientes das dietas experimentais formuladas para as rações testemunhas. Faculdade de Medicina Veterinária - UFU, 2009.

Nutrientes	Inicial (14 dias)	Engorda (33 dias)
EMA (kcal/kg)	3.100	3.200
Proteína Bruta (PB) (%)	21,00	19,00
Extrato Etéreo (%)	7,54	8,45
Fibra Bruta (%)	4,14	3,89
Cálcio (%)	0,95	0,90
Fósforo Disponível (%)	0,45	0,42
Sódio (%)	0,20	0,20
Metionina Digestível (%)	0,55	0,54
Metionina+Cistina Dig. (%)	0,82	0,78
Lisina Digestível (%)	1,10	0,98
Treonina Digestível (%)	0,70	0,62
Triptofano Digestível (%)	0,21	0,20

TABELA 2 - Composição percentual de ingredientes das dietas experimentais formuladas para as rações testemunhas. Faculdade de Medicina Veterinária - UFU, 2009.

Ingredientes	Inicial (14 dias)	Engorda (33dias)
Milho grão 8,4%	57,39	61,86
Farelo de Soja 46,5%	34,54	29,40
Óleo degomado	4,14	4,93
Calcário	1,03	1,02
Fosfato Bicálcico	1,83	1,70
Sal	0,48	0,48
MC-Mix Vitamina Adit.	0,400 <sup>1</sup>	0,400 <sup>2</sup>
MC-Mix Mineral <sup>3</sup>	0,05	0,05
DL-Metionina	0,05	0,07
L-Lisina	0,09	0,09

<sup>1</sup> - MC-Mix Frango Inicial 4kg - Composição por quilo de ração - ): I\_Vitamina A: 2.750.000UI; D3: 500.000UI; E: 4.000mg; Ácido Fólico: 100mg; Pantotenato cálcio: 2.500mg; Biotina: 15mg; Niacina: 8.750mg; Piridoxina: 500mg; Riboflavina: 1.125mg; Tiamina: 300mg; 812: 4.000mcg; K3: 375mg; Se: 62,5mg; Colina: 62,25g; Metionina: 420,75g; Promotor: 95.900mg; Coccidiostático: 93,75g; Antioxidante: 30.000mg.

<sup>2</sup> - MC-Mix Frango Engorda 4kg - Composição por quilo de ração Vitamina A: 2.250.000UI; D3: 400.00UI; E: 3.500mg; Ácido Fólico: 75mg; Pantotenato cálcio: 2.250mg; Biotina: 12,5mg; Niacina: 7.500mg; Piridoxina: 450mg; Riboflavina: 1.000mg; Tiamina: 250mg; B12: 3.000mcg; K3: 375mg; Se: 62,5mg; Colina: 54,81g; Metionina: 386,1 g; Promotor: 96.300mg; Coccidiostático: 137,5g; Antioxidante: 30.000mg.

<sup>3</sup> - MC-Mix Mineral Aves 0,5kg - Composição por quilo do produto - Cu: 18.000mg; Zn: 120.000mg; I: 2.000mg; Fe: 60.000mg; Mn: 120.000mg.

### Manejo e Coleta de excretas

Ambos os ensaios foram baseados no método de coleta total de excretas (SIBBALD e SLINGER, 1963), no qual as aves ficaram os três primeiros dias em fase de adaptação à ração experimental e ao novo ambiente e nos cinco últimos dias foram coletadas as excretas. No final do terceiro dia de adaptação, foi misturada a uma quantidade estabelecida de ração experimental, 0,3% de óxido de ferro para marcação da mesma, dessa forma as excretas tornam-se vermelhas e destacam-se das excretas normais de cor cinza. Uma quantidade conhecida da ração marcada foi colocada no comedouro após este estar completamente limpo.

Na manhã seguinte, as rações marcadas que ainda restavam nos comedouros eram pesadas para que assim fosse determinado o consumo dessa dieta, e os mesmos reabastecidos duas vezes ao dia, com rações teste sem marcação. Nesta fase somente as excretas avermelhadas foram recolhidas das bandejas e acondicionadas em baldes plásticos numerados, as demais, não marcadas foram descartadas. Estes baldes foram mantidos sob refrigeração, em freezer.

Para cada gaiola havia um saco plástico identificado com três quilos da ração correspondente ao seu tratamento para seu consumo durante os quatro dias de coleta. As sobras foram pesadas dos comedouros e do saco plástico, determinando o consumo desse período. Para a marcação do final, utilizamos a ração marcada novamente, desta vez coletamos apenas até as últimas fezes normais, descartando as avermelhadas.

As coletas das fezes foram feitas com auxílio de espátulas, duas vezes ao dia. As bandejas com as excretas do período eram retiradas individualmente pela manhã e no final do dia. As excretas eram transferidas para um pequeno balde plástico com tampa e numerado segundo cada gaiola; as bandejas coletoras de excretas eram lavadas em água corrente, secas em toalha de pano e retornadas à gaiola. Durante esta operação uma bandeja reserva passava a ocupar aquela gaveta, e assim concomitantemente. As excretas coletadas foram mantidas em freezer durante todo o período de duração do teste.

No final de cinco dias de coletas, os baldes com as excretas eram pesados e junto com uma amostra de todas as rações experimentais, encaminhados ao laboratório para que fossem realizadas análises bromatológicas e físicas em ambos.

#### Procedimentos laboratoriais

As amostras de fezes foram homogeneizadas e colocadas em estufa de circulação de ar a 55°C para pré-secagem e, a seguir juntamente com as amostras de rações, submetidas a procedimentos para determinação da Matéria Seca (%), Umidade (%), Nitrogênio (%), Proteína Bruta (%), Extrato Etéreo (%) e Energia

Bruta (kcal/kg), através de bomba calorimétrica (IKA, modelo C2000 basic). (COMPÊNDIO BRASILEIRO DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 1998).

Seguindo a metodologia de Sibbald (1976), a partir desses resultados, foram calculados, através de equações, os valores de Energia Metabolizável Aparente (EMA) e Energia Metabolizável Aparente Corrigida para Nitrogênio (EMAn). (MATTERSON et al., 1965).

Cálculo de Energia Metabolizável Aparente (EMA):

$$EMA = \frac{EB \text{ ing} - EB \text{ exc}}{MS \text{ ing}}$$

Cálculo de Energia Metabolizável Aparente Corrigida para Nitrogênio (EMAn):

$$EMAn = \frac{(EB \text{ ing} - EB \text{ EXC}) - 8,22 \times BN}{MS \text{ ing}}$$

$$BN = N \text{ ing} - N \text{ exc}$$

Onde:

EB = Energia Bruta em kcal; MS = Matéria Seca em g; N = Nitrogênio

Ing = Ingerido; Exc = Excretado; BN = Balanço de Nitrogênio em g

Análise estatística

As variáveis obtidas para energia metabolizável aparente e energia metabolizável corrigida para nitrogênio foram submetidas à análise de variância e comparadas através do teste de Tukey ( $P < 0,05$ ) utilizando o software SISVAR (FERREIRA, 2008).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição química dos alimentos analisados, assim como a EMA e a EMAn observadas nos dois ensaios encontram-se listados na Tabela 3.

TABELA 3 - Composição química e valores de energia bruta, energia metabolizável aparente e energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio dos alimentos, obtidas nos dois ensaios, expressos na matéria natural. Faculdade de Medicina Veterinária - UFU, 2009.

Análises realizadas	Milho	Sorgo A	Sorgo B	Sorgo C	Sorgo D
Matéria Seca (%)	89,98	89,85	90,22	90,45	90,15
Umidade (%)	10,02	10,15	9,78	9,55	9,85
Nitrogênio (%)	1,44	1,45	2,18	1,64	1,98
Proteína Bruta (%)	9,05	9,07	13,67	10,25	12,40
Extrato Etéreo (%)	2,51	2,27	2,39	2,48	2,49
Energia Bruta (kcal/kg)	4.376	4.262	4.649	4.490	4.430
EMA (kcal/kg)-1º. ensaio (14-22 d)	3.442	3.344	3.518	3.410	3.275
EMAn (kcal/kg)-1º. ensaio (14-22 d)	3.253	3.170	3.440	3.159	3.231
EMA (kcal/kg)-2º. ensaio (33-42 d)	4.153	3.934	-	-	-
EMAn (kcal/kg)- 2º. ensaio (33-42 d)	4.255	3.980	-	-	-

Os valores de EMA e EMAn para o milho foram, respectivamente, de 3.442 e 3.253 kcal/kg com base na matéria natural, determinados com frangos aos 14 dias de idade (1º. Ensaio) e, 4.153 e 4.255 kcal/kg, determinados com frangos aos 33 dias de idade (2º. Ensaio).

Para os quatro híbridos de sorgo avaliados com frangos aos 14 dias de idade, os valores de EMA observados foram os seguintes: Sorgo A (EMA 3.344 kcal/kg e EMAn 3.170 kcal/kg), sorgo B (EMA 3.518 kcal/kg e EMAn 3.440 kcal/kg), sorgo C (EMA 3.410 kcal/kg, EMAn 3.159 kcal/kg) e sorgo D (EMA 3.275 kcal/kg e EMAn 3.231 kcal/kg), todos com base na matéria natural.

Quando avaliamos o híbrido sorgo A em frangos com 33 dias de idade, observamos valores de EMA e EMAn, respectivamente de 3.934 e 3.980 kcal/kg com base na matéria natural.

Os valores obtidos de EMA e EMAn para o milho foram semelhantes aos encontrados por Vieira et al. (2007), Nery et al. (2007) e Rodrigues et al. (2001), superiores aos encontrados por Rostagno (2005) e Embrapa (1991) e inferiores aos encontrados por Nunes (2003) e Carvalho (2004). Essas variações, segundo Rodrigues et al., que trabalhou com milhos de diferentes variedades e regiões, acontece devido a procedência dos milhos que influencia a digestibilidade dos nutrientes, assim os valores energéticos das rações estudadas variam em função da composição dos milhos. Também Vieira et al. (2007), analisando híbridos de milho, observaram os valores energéticos de 45 híbridos de milho para o uso em dietas para frangos de corte, concluíram que a variação observada nos valores de EMAn das dietas com os milhos de diferentes variedades foi de 148 kcal/kg, entre a maior e menor energia observada.

O teor de proteína bruta (PB) do grão de milho foi de 9,05, mostrando-se superior aos citados por Rostagno et al. (2005) e Fischer Jr et al. (1998) e inferior aos citados por Embrapa (1991). Segundo Kato (2005) a forma e a frequência com que são realizadas as adubações nitrogenadas, influenciam os teores de proteína bruta do grão de milho, devido ao aumento da zeína, que é uma proteína de baixo valor nutricional.

Os valores encontrados de EMA e EMAn para os híbridos de sorgo foram superiores aos encontrados por Brum et al. (2000), Rostagno (2005) e Embrapa (1991).

Os teores de PB dos sorgos estudados variaram de 9,07 a 13,67, sendo que o grão comercial apresentou valor inferior aos citados por ROSTAGNO et al. (2005) e por NAGATA et al. (2004) que foram 9,23 e 10,73%, e as amostras parentais de pesquisa mostraram os maiores valores de proteína bruta.

Estas variações podem ser explicadas pelas diferentes composições dos híbridos de sorgo, já que existem variações nas características genéticas, condições de solo, no clima e nos cultivares, concordando com ANTUNES et al (2006) que ao estudarem híbridos de sorgo de diferentes texturas de endospermas (duro,

intermediário e macio) constataram que o efeito das texturas dos grãos influencia sobre o valor de energia metabolizável para frangos de corte, de forma que os grãos com texturas duras tiveram menor valor de energia metabolizável aparente e corrigida para nitrogênio.

A variabilidade genética de cada híbrido está diretamente baseada na característica do tecido de reserva, de forma que quanto mais duro o endosperma, mais forte é o arcabouço protéico em que o amido encontra-se incrustado, formado pela matriz protéica espessa e contínua e por corpos protéicos (Sullins e Rooney, 1975). Este amido tem menor disponibilidade à digestão enzimática já que para que esteja disponível é necessário que ocorra antes a digestão dessas frações protéicas (Rooney e Miller, 1982).

Nota-se que EMA tem maiores valores que EMAn, possivelmente devido ao balanço positivo de nitrogênio. O balanço positivo de nitrogênio indica que houve retenção de nitrogênio pelas aves. Segundo NUNES et al. (2005) os valores mais baixos de EMAn, em relação à EMA, são próprios dos valores energéticos quando estes são determinados pelo método tradicional de coleta total de excreta com pintos em crescimento, o que é caracterizado pela maior retenção de nitrogênio das aves em crescimento.

Para avaliar a influência da idade das aves, comparamos estatisticamente os valores de energia metabolizável aparente e corrigida para nitrogênio das amostras de milho oferecidas para os frangos aos 14 e 33 dias de idade, os quais estão apresentados na Tabela 4 e da mesma forma comparamos os valores entre as amostras de sorgo A oferecidos para ambas as idades, apresentados na Tabela 5.

TABELA 4 - Comparação entre a energia metabolizável aparente e corrigida para nitrogênio das amostras de milho, expressas em matéria natural, em frangos aos 14 e aos 33 dias de idade, Universidade Federal de Uberlândia - UFU, 2009.

Milho - ensaios	EMA alimento (kcal/kg MN)	EMAn alimento (kcal/kg MN)
1º ensaio (14-22 dias)	3.442b	3.253b
2º ensaio (33- 42 dias)	4.153a	4.255a
CV (%)	4,48	4,31
DMS	0,248	0,226

TABELA 5- Comparação entre a energia metabolizável aparente e corrigida para nitrogênio, expressas em matéria natural, das amostras de sorgo A, em frangos aos 14 e aos 33 dias de idade, Universidade Federal de Uberlândia - UFU, 2009.

Sorgo A - ensaios	EMA alimento (kcal/kg MN)	EMAn alimento (kcal/kg MN)
1º ensaio (14-22 dias)	3.344b	3.170b
2º ensaio (33-42 dias)	3.934a	3.980a
CV (%)	5,21	3,84
DMS	0,289	0,200

Houve efeito da idade sobre os valores de EMA e EMAn determinados para o milho e para o sorgo, sendo que estes foram maiores quando determinados para aves adultas, mostrando que a menor capacidade de digestibilidade da ave jovem.

Conforme 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. Também concordam Batal & Parsons (2002), para os quais, aves mais jovens são menos eficientes na utilização dos nutrientes dos alimentos.

Sakomura et al. (2004) ) encontraram aumento linear da atividade da amilase, da tripsina e da lipase com o avançar da idade da ave, e a fase de maior aumento ocorreu entre a 1ª e a 2ª semana de idade, coincidindo com o máximo crescimento alométrico do pâncreas. Isto evidencia que a idade das aves influencia no aproveitamento da energia dos alimentos, de acordo com a produção das enzimas digestivas, sendo os valores de EMA menores na primeira semana de vida das aves.

Rostagno e Queiros (1978) também verificaram que os valores de EMA aumentam com a idade das aves, principalmente quando se trabalha com rações com alto teor de fibra. Da mesma forma 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. Igualmente, 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.

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 valorizada a contribuição energética dos alimentos, utilizando-se preferencialmente os valores de EMAn determinados com galos adultos para a formulação.

Segundo Kato (2005), aves com 22 dias de idade estão com o trato digestório desenvolvido e, conseqüentemente, a capacidade de aproveitamento dos nutrientes já está estabelecida. No entanto, Batal e Parsons (2002) sugeriram que a partir dos 14 dias de idade as aves já estejam aptas a utilizar eficientemente a energia da dieta, devido ao desenvolvimento das enzimas digestivas.

A presença de altos teores de fibra, de lipídeos e de fatores antinutricionais nos alimentos pode prejudicar a digestibilidade dos mesmos. Entretanto, os efeitos deletérios desses componentes sobre a digestibilidade dos alimentos tendem a ser menores para animais adultos. O aumento da digestibilidade dos ingredientes, com o avanço da idade, pode estar relacionado, entre outros fatores, a uma diminuição no tempo de passagem da digesta pelo trato digestório (KATO, 2005).

Batal e Parsons (2002) afirmaram que a digestibilidade do amido e da gordura aumentam com a idade, causando o aumento da EMAn. Da mesma forma, Mossab et al. (2000) verificaram que a digestibilidade da gordura aumentou na terceira semana de idade dos frangos, e atribuiu a baixa digestibilidade da gordura na primeira semana de idade das aves à limitada secreção de sais biliares e à baixa atividade da lipase.

## CONCLUSÕES

Os valores de EMA e EMAn (Kcal/Kg), na matéria natural, no período de 14 a 22 dias de idade foram, respectivamente, para o milho: 3.442 e 3.253, para o sorgo A: 3.344 e 3.170, para o sorgo B: 3.518 e 3.440, para o sorgo C: 3.410 e 3.159 e para o sorgo D: 3.275 e 3.231.

Os valores de EMA e EMAn (Kcal/Kg), na matéria natural, no período de 33 a 42 dias de idade foram, respectivamente, para o milho: 4.153 e 4.255 e para o sorgo A: 3.934 e 3.980.

Os valores de EMA e EMAn de ambos os alimentos obtidos em aves mais velhas foram estatisticamente superiores aos encontrados em aves mais novas.

## REFERÊNCIAS

ANTUNES, R.C.; RODRIGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S.; BAIÃO, A.C.; PEREIRA, L.G.R.; LARA, L.J.; Valor nutritivo de grãos de sorgo com diferentes. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.58, n.5, p.877-883, 2006.

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.; SAAD, C.E.P; RODRIGUEZ, N.M.; TEIXEIRA, E.A.; LARAV, 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, v.55, n.6, p.710-721, 2003.

BRUM, P.A.R.; ZANOTTO, D.L.; LIMA, G.J.M.M.; VIOLA, E.S. Composição química e energia metabolizável de ingredientes para aves. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.35, n.5, p.995-1002, maio 2000.

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

CALDERANO, A.A; Valores de composição química e energia de alimentos de origem vegetal determinados com aves de diferentes idades. Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, UFV, MG, 2008.

CARVALHO, D.C.O.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S; OLIVEIRAL J.E.; VARGAS JÚNIOR, J.G.; TOLEDO, R.S.; COSTA, C.H.R.; PINHEIRO, S.R.F.; SOUZA, R.M. 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.

COMPÊNDIO BRASILEIRO DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL. Métodos analíticos. Brasília, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1998, 199p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves (CNPISA) - EMBRAPA-CNPISA. Tabelas de

composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves . 3a ed. Concórdia -SC, EMBRAPA-CNPQA, 1991, 97p.

FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. Revista Symposium, Lavras, v.6, p. 36-41, 2008.

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, v.27, n.2, p.314-318, 1998.

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, v.41, n.1, p.107-115, 2006.

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

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

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

MELLO, H.H.C.; Determinação de valores de energia metabolizável de alimentos com aves de diferentes idades . Viçosa, UFV, 2007. 42p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2007.

MOSSAB, A.; HALLOUIS, J.M.; LESSIRE, M. Utilization of Soybean Oil and Tallow in Young Turkeys Compared with Young Chickens. Poultry Science, v. 79, p.1326-1331, 2000.

NAGATA, A.K.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F.; BERTECHINI, A.G.; FIALHO, E.T. Energia metabolizável de alguns alimentos energéticos para frangos de corte, determinada por ensaios metabólicos e por equações de predição. Ciênc. Agrotec., Lavras, v. 28, n. 3, p. 668- 677, 2004.

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

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

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

RODRIGUES, P.B.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. Valores energéticos do milho e subprodutos do milho determinados com frangos de corte e galos adultos. Revista Brasileira de Zootecnia, v.30, n.6, p.1767, 2001.

ROONEY, L.W.; MILLER, F.R. Variation in the structure and kernel characteristics of sorghum. In: ROONEY, L.W.; MURTY, D.S. (Eds.) International Symposium on Sorghum Grain Quality, 1982, Patancheru - India. Proceedings... Patancheru: ICRISAT, 1982. p.143-162.

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.

ROSTAGNO, S. H.; ALBINO T. L.; TOLEDO S. R. Utilização do sorgo nas rações de aves e suínos. Viçosa: Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, 2001.

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. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 186p.

SAKOMURA, N.K.; BIANCHI, M.D.; PIZAURRO Jr., J.M., CAFÉ, M.B., FREITAS, E.R. 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.

SCHEURMANN, N. G. Utilização do sorgo em rações para frangos de corte. Concórdia: EMBRAPA Suínos e Aves, 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.

SULLINS, R.D.; ROONEY, L.W. Light and scanning electron microscopy studies of waxy and nonwaxy endosperm sorghum varieties. Cereal Chem., v.52, p.361-366, 1975.

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, v.36, n.4, p.832-838, 2007.