

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E VALORES DE ENERGIA METABOLIZÁVEL APARENTE CORRIGIDA DE ALGUNS ALIMENTOS ENERGÉTICOS DETERMINADOS COM FRANGO DE CORTE¹

Rodolfo Alves Vieira², Luiz Fernando Teixeira Albino³, Melissa Isabel Hannas³, Gabriel da Silva Viana², Jorge Cunha Lima Muniz², Diego Ladeira da Silva⁴, Valdir Ribeiro Junior², José Vinicius Carvalho Reis⁵

RESUMO – O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, a fim de avaliar os valores energéticos de alguns alimentos para frangos de corte. O experimento teve como objetivo determinar os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn), além da determinação da composição química dos alimentos. O método tradicional de coleta de excretas foi utilizado em frangos de corte, no período de 14 a 24 dias de idade. Os animais foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, sendo que cada tratamento contou com seis repetições de seis aves por unidade experimental. Cada alimento substituiu a ração referência nos níveis de 30 a 40%, de acordo com o tipo de alimento. As aves foram alojadas em baterias metálicas com bandejas para coleta de excretas. Os valores de EMAn (kcal/kg) com base na matéria natural dos alimentos energéticos foram: milho inteiro, 3136 kcal/kg; milho moído grosso, 3152 kcal/kg; milho moído fino, 3170 kcal/kg; milho-1, 3247 kcal/kg; milho-2, 3368 kcal/kg; milho gelatinizado, 3029 kcal/kg; sorgo, 3221 kcal/kg; casca de soja, 913 kcal/kg; arroz parboilizado, 1774 kcal/kg e arroz integral, 2493 kcal/kg.

Palavras chave: arroz parboilizado, casca de soja, milho, milho gelatinizado, sorgo.

CHEMICAL COMPOSITION AND APPARENT METABOLIZED ENERGY VALUE OF SOME ENERGY FEEDSTUFFS FOR BROILER

ABSTRACT – An experiment was conducted in the Poultry Sector of the Animal Science Department of Universidade Federal de Viçosa in order to evaluate the energy values of some feedstuffs for broilers. The experiment aimed to determine the values of apparent metabolizable energy (AME) and apparent metabolizable energy corrected by the nitrogen balance (AMEn), besides the determination of the chemical composition of the feedstuffs. The traditional method of excrete collection was used on broiler chicks, in the period from 14 to 24 days of age. The animals were distributed in a completely randomized design where each treatment consisted of six replicates of six birds each. Each food substituted the reference ration in the levels of 20, 30 or 40%, depending on the food type. The broilers were housed in metallic batteries with trays for excrete collection. The values of AMEn (Kcal/kg) based on the natural matter of the energetic foods were: Millet whole grain, 3136 kcal/kg; grossly ground millet, 3152 kcal/kg; finely ground millet, 3170 kcal/kg; corn-1, 3247 kcal/kg; corn-2, 3368 kcal/kg; gelatinized corn, 3029 kcal/kg; sorghum, 3221 kcal/kg; soybean hulls, 913 kcal/kg; parboiled rice, 1774 kcal/kg and brown rice, 2493 kcal/kg.

Keywords: corn, gelatinized corn, millet, parboiled rice, sorghum, soybean hulls.

¹ Parte da tese de mestrado do primeiro autor; Projeto financiado pelo CNPq.

² Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa - DZO/UFV, CEP: 36570-000, Viçosa-MG. Rodolfo.vieira@ufv.br

³ Professor Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa - DZO/UFV.

⁴ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa - DZO/UFV.

⁵ Graduando do Programa de Graduação da Biologia Animal da Universidade Federal de Viçosa - BIO/UFV.



1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um país de destaque mundial pela sua produção de frangos de corte, sendo a busca por maior produtividade com menor custo um desafio constante para os nutricionistas.

As rações formuladas para aves usam basicamente milho e farelo de soja, entretanto, a disponibilidade desses alimentos é muito variável em razão da região e época do ano, o que ocasiona variações no custo dessa matéria prima e, conseqüentemente, prejudica o lucro na produção.

O Brasil apresenta uma grande diversidade de alimentos e de subprodutos que podem ser utilizados na alimentação animal. Porém, variações em suas composições nutricionais e conteúdo energético são comuns devido às variações regionais, formas de armazenamento, genética do cultivar, fertilidade do solo, processamento dos grãos vegetais, entre outros fatores.

A composição química dos alimentos é um dos fatores que determina seu valor nutricional, tornando-se importante a determinação do conteúdo e a disponibilidade dos nutrientes. A contínua avaliação dos ingredientes é extremamente necessária para manter atualizado um banco de dados que possibilite melhorar as estimativas dos nutrientes que são utilizados nas dietas de aves (Brugalli, 1999).

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 (Lima, 1989).

A energia presente nos alimentos é um dos fatores limitantes do consumo e está envolvida em todos os processos produtivos das aves (Albino, 1992). Determinar a quantidade de energia bruta contida no alimento é uma prática fácil e rápida, entretanto não estima com precisão a quantidade de energia que o animal é capaz de aproveitar efetivamente. Dessa forma, ensaios biológicos devem ser realizados para se mensurar a energia metabolizável dos alimentos (EMAn) (Scott et al., 1998). Tal método, além de oneroso, é demorado e trabalhoso, levando ao uso constante de tabelas de composição química.

As tabelas nacionais de composição dos alimentos e de exigências nutricionais têm contribuído para o

avanço da avicultura no Brasil. Ela proporciona informações mais precisas, o que tem permitido melhor utilização dos alimentos, principalmente os não-convencionais. Dessa forma, é importante que essas informações sejam constantemente atualizadas, proporcionando assim informações com maior confiabilidade, que irão permitir aos nutricionistas a formulação de rações mais eficientes para que as aves possam expressar todo o seu potencial genético.

Diante do exposto, objetivou-se determinar a composição química e os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) de alguns alimentos energéticos para aves.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizado um ensaio biológico no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa-MG, com a finalidade de determinar a EMA e a EMAn de dez alimentos energéticos. Utilizou-se o método tradicional de coleta total de excretas, com pintos em crescimento, no período de 14 a 24 dias de idade. Os animais foram alojados do primeiro aos 13 dias de idade em um galpão de alvenaria e então transferidos para baterias, onde foi realizado o ensaio biológico.

Foram utilizados 396 frangos de corte, machos, da linhagem Cobb, com peso médio de 425g, distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com 11 tratamentos (dez rações testes e uma ração referência) e seis repetições de seis aves por unidade experimental.

A média das temperaturas máximas e mínimas, durante todo o período experimental foi 26 e 20°C, respectivamente.

A ração referência foi à base de milho e de farelo de soja (Tabela 1). Os alimentos: milheto integral, milheto moído grosso, milheto moído fino, milho1, milho2, milho gelatinizado e sorgo substituíram a ração referência na proporção de 40%, já a casca de soja, o farelo de arroz parboilizado e o farelo de arroz integral substituíram a ração referência na proporção de 30%, constituindo as rações testes.

As rações foram fornecidas à vontade por um período de dez dias, sendo os primeiros cinco dias de adaptação e os últimos cinco dias de coleta total das excretas

Tabela 1 - Composição da ração referência utilizada no experimento de energia metabolizável, em percentagem da matéria natural

Ingredientes	%
Milho	55,300
Farelo de Soja	37,920
Óleo de Soja	2,940
Fosfato Bicálcico	1,820
Calcário	0,840
Sal Comum	0,490
DL-metionina (99%)	0,236
L-lisina HCl (78,4%)	0,099
L-treonina (98%)	0,010
Mistura Vitamínica ¹	0,120
Mistura Mineral ²	0,050
Cloreto de Colina 60%	0,100
Anticoccidiano ³	0,055
Antioxidante ⁴	0,010
Total	100,000
Composição calculada	
Energia Metabolizável (kcal/kg)	3.110
Proteína Bruta (%)	22,140
Lisina digestível (%)	1,160
Metionina digestível (%)	0,540
Metionina + Cistina digestível (%)	0,835
Treonina digestível (%)	0,754
Triptofano digestível (%)	0,245
Cálcio (%)	0,884
Fósforo disponível (%)	0,450
Sódio (%)	0,214

¹ Composição por kg do produto: vit. A, 12.000.000 UI; vit. D3, 2.200.000 UI; vit. E, 30.000 UI; vit. B1, 2.200 mg; vit B2, 6.000 mg; vit. B6, 3.300 mg; ác. pantotênico, 13.000 mg; biotina, 110 mg; vit. K3, 2.500 mg; ácido fólico, 1.000 mg; ácido nicotínico, 53.000 mg; niacina, 25.000 mg; vit. B12, 16.000 µg; selênio, 0,25 g; antioxidante, 120.000 mg; e veículo QSP., 1.000 g.

² Composição por kg do produto: manganês, 75.000 mg; ferro, 20.000 mg; zinco, 50.000 mg; cobre, 4.000 mg; cobalto, 200 mg; iodo, 1.500 mg; e veículo qsp, 1.000 g.

³ Salinomicina 12%.

⁴ Butil Hidroxi Tolueno.

de cada unidade experimental. As coletas foram realizadas duas vezes ao dia (as oito horas e às dezesseis horas) para evitar fermentação. As bandejas coletoras foram revestidas com plástico e colocadas sob o piso de cada unidade experimental.

As excretas coletadas foram acondicionadas em sacos plásticos, devidamente identificados e posteriormente armazenados em freezer até o final do período de coleta. Terminado o período experimental, as amostras de excretas foram pesadas para determinar a excreção total, homogeneizadas e retiradas alíquotas, as quais foram submetidas à secagem e moagem para as devidas análises laboratoriais (matéria seca, nitrogênio e energia

bruta) no laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, segundo técnicas descritas por Silva & Queiroz (2002). Ao fim do período de coleta, as sobras de rações também foram pesadas para determinar o consumo de ração.

Uma vez obtidos os resultados das análises laboratoriais dos alimentos, da ração referência, da ração teste e das excretas e a partir do consumo de ração e produção de excretas, foram calculados os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMA_n), por meio de equações, apresentadas abaixo, propostas por Matternson et al. (1965).

As equações utilizadas no cálculo da EMA e EMAn foram:

$$EMA_{RT} = (EBing. - EBexc.) / MSing.$$

$$EMA_{RR} = (EBing. - EBexc.) / MSing.$$

$$EMA_{ALIM.} = EM_{RR} + (EM_{RT} - EM_{RR}) / (g/g \text{ subst.})$$

$$EMAn_{RT} = ((EBing. - EBexc.) - 8,22 \times BN) / MSing.$$

$$EMAn_{RR} = ((EBing. - EBexc.) - 8,22 \times BN) / MSing.$$

$$EMAn_{ALIM} = (EM_{nRR} + (EM_{nRT} - EM_{nRR})) / (g/g \text{ subst.})$$

$$BN = N_{ing.} - (N_{exc.} - N_{exc.End.})$$

Em que:

EM_{RT} = energia metabolizável aparente da ração teste;

EM_{RR} = energia metabolizável aparente da ração referência;

EM_{ALIM} = energia metabolizável aparente do alimento;

EMAn_{RT} = energia metabolizável aparente corrigida da ração teste;

EMAn_{RR} = energia metabolizável aparente corrigida da ração referência;

EMAn_{ALIM} = energia metabolizável aparente corrigida do alimento;

EBing. = energia bruta ingerida;

EBexc. = energia bruta excretada;

BN = balanço de nitrogênio;

N_{ing} = nitrogênio ingerido;

N_{exc.} = nitrogênio excretado;

N_{exc.End} = nitrogênio excretado de origem endógena;

MSing. = matéria seca ingerida.



Para a determinação da composição química dos alimentos avaliados foram realizadas as análises de matéria seca, energia bruta, nitrogênio, extrato etéreo, fibra bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, matéria mineral, cálcio e fósforo no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, segundo técnicas descritas por Silva & Queiroz (2002).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Composição química e energética

A composição química e os valores de energia bruta com base na matéria natural dos alimentos estão apresentados nas Tabelas 2 e 3.

Todos os alimentos avaliados apresentaram teor de proteína bruta (PB) inferior a 20%, estando

de acordo com a classificação de alimentos energéticos.

O milho foi o alimento que apresentou menor teor de PB e de fibra bruta (FB), enquanto a casca de soja apresentou o maior teor de PB e de FB.

Para a composição bromatológica, foram considerados resultados semelhantes quando as médias encontradas apresentaram diferença de 10% para mais ou para menos em relação a média do autor comparado. Já para a EB e EMAn, devido o maior efeito econômico ocasionado por pequenas diferenças na formulação de ração, foi considerado resultados semelhantes quando as médias encontradas apresentaram diferença dentro de até 2% para mais ou para menos em relação a média do autor comparado.

As diferentes granulometrias do milho (inteiro, moído grosso e moído fino) não influenciaram na composição química do alimento.

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

Alimentos	Composição química e bromatológica dos alimentos ^{1,2}				
	MS (%)	PB (%)	EE (%)	MM (%)	Ca (%)
Milheto inteiro	89,06	11,81	3,89	1,47	0,02
Milheto moído grosso	88,83	11,75	3,77	1,51	0,02
Milheto moído fino	88,07	11,63	3,68	1,44	0,02
Milho 1	87,59	7,56	3,51	0,88	0,02
Milho 2	89,21	7,47	3,64	1,14	0,03
Milho gelatinizado	86,58	7,67	3,41	1,13	0,02
Sorgo	88,34	14,25	2,76	1,89	0,03
Casca de soja	88,73	14,41	3,22	4,03	0,46
Farelo de arroz parboilizado	92,26	14,18	12,34	10,01	0,12
Farelo de arroz integral	89,81	13,93	13,37	10,53	0,13

¹ Análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

² MS = matéria seca; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; MM = matéria mineral; Ca = cálcio.

Tabela 3 - Composição química e bromatológica e valores de energia bruta dos alimentos, expressos na matéria natural

Alimentos	Composição química e bromatológica dos alimentos ^{1,2}				
	P (%)	FB (%)	FDN (%)	FDA (%)	EB (kcal/kg)
Milheto inteiro	0,22	2,12	18,93	9,36	4021
Milheto moído grosso	0,22	2,01	18,75	9,32	4019
Milheto moído fino	0,22	2,04	18,69	9,31	4011
Milho 1	0,19	1,78	11,95	3,77	3855
Milho 2	0,22	1,89	12,05	3,88	3967
Milho gelatinizado	0,20	1,55	10,86	3,14	4177
Sorgo	0,28	1,75	8,63	4,73	3890
Casca de soja	0,16	31,77	55,8	43,54	4021
Farelo de arroz parboilizado	1,56	7,51	33,46	12,23	4308
Farelo de arroz integral	1,58	7,93	21,78	11,99	4011

¹ Análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

² P = fósforo; FB = fibra bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; EB = energia bruta.

As três formas de milheto (inteiro, grosso e fino) apresentaram valores de PB semelhantes aos valores apresentados por Gomes et al. (2007) – 12,18% e Rostagno et al. (2011) – 12,71%, porém foram inferiores aos valores descritos por Bastos et al. (2005) – 13,88% e Moreira et al. (2007) – 14,07%, e foram superiores ao valor encontrado por SILVA (2012) – 9,22%.

Quanto aos valores de extrato etéreo (EE), os encontrados para os milhetos foram inferiores ao valor apresentado por Bastos et al. (2005) – 4,26%, e superiores ao valor encontrado por Silva (2012) – 2,35%.

Os teores de Ca e de P dos três milhetos avaliados foram inferiores aos valores obtidos por Silva et al. (2012) – 0,04% de Ca e 0,53% de P e Rostagno et al. (2011) – 0,04% de Ca e 0,31% de P.

Os valores de FDN (fibra em detergente neutro) das três formas de milheto estudados foram semelhantes ao encontrado por Bastos et al. (2005) – 18,58%; porém, foram inferiores ao encontrado por SILVA et al. (2012) – 26,72%. Já os valores de FDA (fibra em detergente ácido) foram superiores a SILVA et al. (2012) – 4,67% e Bastos et al. (2005) – 3,81%.

Observou-se que o valor de energia bruta (EB) dos milhetos foram semelhantes ao valor encontrado por Bastos et al. (2005) – 4007 kcal/kg e superiores ao valor obtido por Silva (2010) – 3909 kcal/kg.

Tanto os dois milhos estudados quanto o milho gelatinizado apresentaram teores de PB semelhantes. Esses valores foram semelhantes aos apresentados por Gomes et al. (2010) – 8%; Mello et al. (2009) – 7,91% e inferiores ao apresentado por Fontes et al. (2007) – 8,62%.

Os dois milhos avaliados mais o milho gelatinizado apresentaram valores de EE superiores ao determinado por Vieira et al. (2007) – 3,05% e semelhantes ao valor apresentado por Rostagno et al. (2011) – 3,65%. No entanto, apresentaram valores inferiores ao encontrado por Mello et al. (2009) – 5,54%.

Os três milhos estudados apresentaram valores de P semelhantes e apenas o Ca do milho 2 foi superior aos demais. Esses valores foram inferiores ao valor de cálcio encontrado por Freitas et al. (2005) – 0,12% de Ca, porém apresentaram valores semelhante para os níveis de fósforo – 0,24%. Além disso, tanto o teor de Ca quanto o de P do milho 1 e milho gelatinizado foram semelhantes aos valores apresentados por Mello

et al. (2009), 0,02% de Ca e 0,23% de P, e o Ca do milho 3 e fósforo de ambos os milhos foram semelhantes ao encontrado por Generoso et al. (2008) – 0,03% de Ca e 0,23% de P. Comparando com Rostagno et al. (2011) – 0,03% de Ca e 0,25% de P o Ca do milho 1 e milho gelatinizado foram inferiores não havendo diferença para o milho 2 enquanto o fósforo de ambos os milhos foram inferiores.

O milho 1 e o milho 2 apresentaram valores de FDN inferiores ao apresentado por Mello et al. (2009) – 15,74%, entretanto os valores de FDA foram superiores ao encontrado pelos mesmos autores – 2,2%. Os valores de FDN e FDA do milho gelatinizado foram inferiores aos obtidos para o milho 1 e milho 2 do presente trabalho. Segundo Nascimento et al. (1998), o tipo de processamento pode afetar a composição química dos alimentos nos níveis de extrato etéreo e fibra.

Com relação ao milho 1, milho 2 e milho gelatinizado, os valores de EB determinados diferiram quando comparados na matéria natural. O milho 1 apresentou EB 112 kcal/kg inferior ao milho 2 e 322 kcal/kg inferior ao milho gelatinizado, entretanto seu valor foi semelhante ao encontrado por Generoso et al. (2008) – 3898 kcal/kg. Esta variação é normal, principalmente se tratando de alimentos de diferentes origens, condições de cultivo e de solo, clima, cultivares e classificação (Albino & Silva, 1996).

O valor de proteína bruta do sorgo foi superior aos determinados por Mello et al. (2009) – 9,72%; Gomes et al. (2010) – 8,81% e Rostagno et al. (2011) – 9,23%, e foi semelhante ao valor encontrado por Antunes et al. (2007) – 14,67%.

Observou-se que o valor de EE para o sorgo foi inferior ao valor encontrado por Gomes et al. (2007) – 3,24% e foi superior ao valor encontrado por Mello et al. (2009) – 2,19%.

O valor de P obtido para o sorgo foi inferior ao valor apresentado por Mello et al. (2009) – 0,34%, entretanto, apresentou o mesmo valor para o nível de Ca – 0,03%. Os níveis de Ca e P foram semelhantes aos encontrados por Rostagno et al. (2011) – 0,03% de Ca e 0,26% de P.

Os valores de FDN e de FDA obtidos para o sorgo foram inferiores aos descritos por Mello et al. (2009) – 11,35% de FDN e 5,63% de FDA, e Generoso et al. (2008) – 12,22% de FDN e 6,09% de FDA.



O valor de EB do sorgo foi semelhante ao valor encontrado por Generoso et al. (2008) – 3910 kcal/kg, e superior ao encontrado por Mello et al. (2009) – 3757 kcal/kg.

A casca de soja avaliada apresentou valor de PB semelhante ao apresentado por Rostagno et al. (2005) – 13,88% e inferior ao valor citado por Nery et al. (2007) – 16,2%.

O valor de EE obtido para a casca de soja foi semelhante ao valor encontrado por Nery et al. (2007) – 3,53%, entretanto, esse valor foi superior ao apresentado por Rostagno et al. (2005) – 2,86%.

Observou-se que a casca de soja foi o alimento que apresentou os maiores teores Ca, enquanto o farelo de arroz integral apresentou os maiores teores de P, em relação aos demais alimentos energéticos estudados.

A casca de soja apresentou valor de Ca inferior ao encontrado por Nery et al. (2007) – 0,56%. (2007). Com relação ao teor de P, a casca de soja apresentou valor semelhante ao encontrado por Nery et al. (2007) – 0,17%. Comparando com os valores apresentados por Rostagno et al. (2011) – 0,50% de Ca e 0,14% de P, o valor de Ca foi semelhante e o valor de P foi superior.

A casca de soja foi o alimento que apresentou maior teor de FDN e de FDA. A principal função da casca da soja é proteger o endosperma, em razão disso, ela apresenta espessas paredes celulares que refletem nos elevados teores de FDN e FDA presente neste subproduto. O valor de FDN encontrado foi semelhante ao apresentado por Rostagno et al. (2011) – 57,4% e superior a Nery et al. (2007) – 47,9%. Já o valor de FDA foi inferior ao apresentado por NERY et al. (2007) – 47,9% e semelhante ao descrito por Rostagno et al. (2011) – 44,90%.

A casca de soja apresentou valor de EB superior ao valor apresentado por Rostagno et al. (2005) – 3900 kcal/kg, entretanto apresentou valor inferior ao encontrado por Nery et al. (2005) – 4274 kcal/kg.

Os valores de proteína bruta para o farelo de arroz parboilizado e farelo de arroz integral foram semelhantes. Esses valores foram superiores aos valores determinados por Generoso et al. (2008) – 12,34%.

O farelo de arroz parboilizado e o farelo de arroz integral apresentaram valores de extrato etéreo

semelhantes, entretanto, esses valores foram inferiores ao valor apresentado por Junqueira et al. (2009) – 15,3%.

Os valores de P do farelo de arroz parboilizado e farelo de arroz integral avaliados foram semelhantes aos valores determinados por Rostagno et al. (2011) – 1,67% de P. Porém os valores de Ca foram superiores ao valor apresentado por Mello et al. (2009) – 0,08%.

Os dois farelos de arroz apresentaram semelhante composição de FDA. Esses valores foram semelhantes aos valores obtidos para o farelo de arroz integral apresentado por Rostagno et al. (2005) – 12,58%. Entretanto, o arroz parboilizado apresentou maior valor de FDN se comparado ao farelo integral do presente trabalho. A explicação, segundo Denardin et al. (2003), tem em vista que os grãos resultantes do processo de parboilização apresentam consistência física mais dura do que aqueles não processados antes da descascagem. Desta forma, serão mais resistentes a abrasão dos brunidores no processo de descascagem, resultando em um farelo com maior proporção de camadas externas e menor contribuição de endosperma. Este fato explica o maior teor de amido disponível em farelos resultantes de grãos brancos polidos (32,24%) em relação aqueles resultantes de grãos parboilizados (21,84%). Da mesma forma, explica o maior teor FDN (33,46 *versus* 21,78%) nos farelos de grãos parboilizados, uma vez que todos estes constituintes apresentam-se em maior proporção nas camadas externas dos grãos de arroz, ou seja, a maior presença de endosperma nos farelos resultantes de grãos brancos polidos causa um efeito “diluidor” no teor da maioria dos nutrientes sendo seguido pelo aumento concomitante no teor de amido disponível.

O valor de EB do farelo de arroz parboilizado foi superior ao valor do farelo de arroz integral em 297 kcal/kg. A EB do arroz parboilizado foi semelhante ao valor do farelo de arroz integral apresentado por Rostagno et al. (2011) – 4335 kcal/kg.

Valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn)

Os valores de EMA e de EMAn, com seus respectivos desvios padrões da média, estão apresentados na Tabela 4.

Os valores de EMA dos alimentos avaliados foram superiores aos valores de EMAn. As aves apresentaram balanço positivo de nitrogênio, caracterizado pela

Tabela 4 - Valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn) dos alimentos, expressos na matéria natural

Alimentos	MS (%)	EMA kcal/kg	DP* kcal/kg	EMAn kcal/kg	DP* kcal/kg
Milheto inteiro	89,06	3189	108	3136	106
Milheto moído grosso	88,83	3195	195	3152	190
Milheto moído fino	88,07	3225	51	3171	52
Milho1	87,59	3305	136	3247	130
Milho2	89,21	3393	129	3368	123
Milho gelatinizado	86,58	3119	93	3029	89
Sorgo	88,34	3283	186	3221	86
Casca de soja	88,73	959	52	913	45
Farelo de arroz parboilizado	92,26	1923	157	1774	138
Farelo de arroz integral	89,81	2535	92	2493	84

*DP = desvio padrão.

retenção de nitrogênio do alimento. Segundo Nery (2005), quando os valores de energia metabolizável são determinados com aves em crescimento ocorre maior retenção de nitrogênio para que ocorra deposição de tecido protéico.

Quando o balanço de nitrogênio é positivo os valores de EMA são superiores aos valores de EMAn, indicando a retenção de nitrogênio. Quando o balanço de nitrogênio é negativo, os valores de EMA são inferiores aos valores de EMAn, indicando degradação de tecido muscular.

Diversos fatores podem afetar os valores de energia metabolizável dos alimentos. Segundo Vieites (2000), o conteúdo de PB e de extrato etéreo (EE), e também a composição dos ácidos graxos e minerais, são os fatores que mais contribuem para as variações nos valores energéticos dos alimentos. Além desses fatores, o tipo de processamento, a idade das aves e os níveis de inclusão do alimento na dieta também podem afetar os valores de energia metabolizável.

Dos alimentos energéticos avaliados o milho apresentou o maior valor de EMAn em relação aos outros alimentos avaliados e a casca de soja apresentou o menor valor de EMAn.

Observou-se que os valores de EMAn dos milhetos aumentaram a medida que o tamanho das partículas diminuíram, o que demonstra uma melhor digestibilidade do alimento quando fornecido em menores partículas. Estes valores foram semelhantes aos apresentados por Rostagno et al. (2011) – 3165 kcal/kg, e superiores aos encontrados por Silva (2012) – 3046 kcal/kg.

Comparando os três milhos analisados, o milho gelatinizado foi o que apresentou o menor valor de EMAn. Segundo Leeson & Summers (1997), processos que utilizam temperatura e pressão com potencial para a gelatinização do amido aumentam a digestibilidade o que resulta em maiores valores de energia metabolizável. Entretanto, matéria prima de baixa qualidade, armazenamento inadequado ou falha no processamento podem resultar em piora da qualidade do produto, o que pode ser uma explicação para o baixo valor de EMAn desse milho gelatinizado. O valor de EMAn do milho 2 foi semelhante aos valores apresentados por Generoso et al. (2008) – 3351 kcal/kg e Nery et al. (2007) – 3393 kcal/kg. O milho 1 apresentou valor de EMAn menor do que estes autores; porém, foi semelhante ao valor apresentado por Vieira et al. (2007) – 3251 kcal/kg.

O valor de EMAn para o sorgo foi semelhante ao valor descrito por Garcia et al. (2005) – 3206 kcal/kg, entretanto foi superior ao valor apresentado por Mello et al. (2009) – 3012 kcal/kg.

A casca de soja apresentou baixo valor de EMAn, uma vez que é um alimento rico em fibra, o que implica em uma degradação incompleta do alimento no sistema digestivo das aves, devido a fibra aumentar a velocidade de passagem do alimento pelo trato gastrointestinal da ave. O valor de EMAn determinado neste alimento foi superior ao valor determinado por Nery et al. (2007) – 741 kcal/kg.

Apesar da EB do farelo de arroz parboilizado ter se apresentado maior que a EB do farelo de arroz integral, ele apresentou menor EMAn que o farelo de arroz integral.



Possivelmente isso se deve ao maior teor de FDN presente no farelo de arroz parboilizado, o que leva a uma diminuição do tempo de retenção do alimento no trato digestivo diminuindo, assim, a digestão dos nutrientes. O valor de EMAn do farelo de arroz integral foi semelhante aos valores obtidos por Generoso et al. (2008) – 2446 kcal/kg e Rostagno et al. (2005) – 2521 kcal/kg, entretanto foi superior ao valor apresentado por Mello et al. (2009) – 2137 kcal/kg.

4. CONCLUSÕES

Os valores de EMAn, com base na matéria natural, determinados com frangos de corte no período de 14 a 24 dias de idade foram: milho inteiro, 3136 kcal/kg; milho moído grosso, 3152 kcal/kg; milho moído fino, 3171 kcal/kg; milho 1, 3247 kcal/kg; milho 2, 3368 kcal/kg; milho gelatinizado, 3029 kcal/kg; sorgo, 3221 kcal/kg; casca de soja, 913 kcal/kg; farelo de arroz parboilizado, 1774 kcal/kg e farelo de arroz integral, 2493 kcal/kg.

5. LITERATURA CITADA

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. Viçosa, **Anais...** Viçosa: UFV, p. 303–318, 1996.

ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; FONSECA, J.B. et al. Utilização de diferentes sistemas de avaliação energética dos alimentos na formulação de rações para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.6, p.1037-1046, 1992.

ANTUNES, R.C.; RODRIGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C. et al. Composição bromatológica e parâmetros físicos de grãos de sorgo com diferentes texturas do endosperma. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.5, p.1351-1354, 2007.

BASTOS, A.O.; MOREIRA, I.; FURLAN, A.C. et al. Composição Química, Digestibilidade dos Nutrientes e da Energia de Diferentes Milhetos (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown) em Suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.520-528, 2005.

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.

DENARDIN, C.C.; SILVA, L.P.; BEVILAQUA, P.R. et al. Composição nutricional do farelo de arroz polido e parboilizado. In: congresso Brasileiro de arroz irrigado, 3. Balneário Camburiú, SP. **Anais...** Balneário Camburiú: p.614-616, 2003.

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

GARCIA, R.G. MENDES, A.A.; COSTA, C. et al. Desempenho e qualidade da carne de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de sorgo em substituição ao milho. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, n.5, p.634-643, 2005.

GENEROSO, R.A.R.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S. et al. Composição química e energética de alguns alimentos para frangos de corte em duas idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.7, p.1251-1256, 2008.

GOMES, F.A.; FASSANI, E.J.; RODRIGUES, P.B. et al. Valores energéticos de alguns alimentos utilizados em rações para codornas japonesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.2, p.396-402, 2007.

GOMES, P.C.; GENEROSO, R.A.R.; ROSTAGNO, H.S. et al. Valores de aminoácidos digestíveis de alimentos para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6, p.1259-1265, 2010.

JUNQUEIRA, O.M.; DUARTE, K.F.; CANCHERINI, L.C. et al. Composição química, valores de energia metabolizável e aminoácidos digestíveis de subprodutos do arroz para frangos de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.8, p.2497-2503, 2009.

LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Commercial poultry nutrition**. 2.ed. Guelph: University Books, 1997. 355p.

- LIMA, I.L.; SILVA, D.J.; ROSTAGNO, H.S. et al. Composição química e valores energéticos de alguns alimentos determinados com pintos e galos, utilizando duas metodologias. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.18, n.6, p.546-556, 1989.
- MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W. et al. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Universit of Connecticut Storrs. Agricultural Experiment Station Research Report**, v.11, 1965. 11p.
- MELLO, H.H.C.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S. et al. Valores de energia metabolizável de alguns alimentos obtidos com aves de diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.5, p.863-868, 2009.
- MOREIRA, I.; BASTOS, A.O.; SCAPINELO, C. et al. Diferentes tipos de milho utilizados na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.2, p.495-501, 2007.
- NASCIMENTO, A.H.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T. et al. Valores de composição química e energético de alimentos para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, p.579-583, 1998.
- NERY, L.R.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO H.S. et al. Valores de energia metabolizável de alimentos determinados com frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1354-1358, 2007.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2011. 252p.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos (Métodos químicos e biológicos)**, 3ª ed, Viçosa-MG: UFV, 2002. 235p.
- SILVA, E.A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Chemical composition and metabolizable energy values of feedstuffs for broiler chickens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.3, p.648-654, 2012.
- 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.20, n.6, p.2292-2299, 2000.

Recebido para publicação em 27/11/2014 e aprovado em 29/12/2014.

