

## Composição química e valores energéticos de cultivares de milho para aves

*Chemical composition and energetic values of different corn cultivar for poultry*

EYNG, Cinthia<sup>1\*</sup>; NUNES, Ricardo Vianna<sup>1</sup>; POZZA, Paulo Cesar<sup>1</sup>; POZZA, Magali Soares dos Santos<sup>1</sup>; NUNES, Christiane Garcia Vilela<sup>1</sup>; NAVARINI, Franciele Clenice<sup>1</sup>; SILVA, Wagner Thiago Mozer<sup>1</sup>, APPELT, Matias Djalma<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Agrárias, Marechal Cândido Rondon, Paraná, Brasil.

<sup>2</sup>Universidade Federal do Paraná, Centro de Ciências Agrárias, Curitiba, Paraná, Brasil.

\*Endereço para correspondência: cinthiaeyng@hotmail.com

### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi determinar os valores de energia metabolizável aparente (EMA), EMA corrigida pela retenção de nitrogênio (EMA<sub>n</sub>), energia metabolizável verdadeira (EMV) e EMV corrigida pela retenção de nitrogênio (EMV<sub>n</sub>), seus respectivos coeficientes de metabolizabilidade, bem como estabelecer equações de predição por meio dos resultados experimentais obtidos e de composição química para oito diferentes cultivares de milho provenientes da estação experimental da Copagril. Para a determinação dos valores de energia foi utilizado o método de coleta total de excretas, onde 160 pintos da linhagem Cobb com 21 dias de idade foram distribuídos em um delineamento inteiramente ao acaso. O experimento teve duração de dez dias, sendo cinco dias de adaptação e cinco de coleta total de excretas. Para determinar os valores de energia realizaram-se análises de energia bruta (EB) dos alimentos e das excretas em bomba calorimétrica. Não foram observadas diferenças significativas (P>0,05) entre os coeficientes de metabolizabilidade das amostras de milho. Os valores de EMA, EMA<sub>n</sub>, EMV, EMV<sub>n</sub> variaram de 3.295 a 3.498 kcal/kg, 3.227 a 3.416 kcal/kg, 3.315 a 3.454 kcal/kg e 3.235 a 3.424 kcal/kg, respectivamente. As equações de predição não se ajustaram adequadamente aos valores energéticos, apresentando um baixo valor de R<sup>2</sup>.

**Palavras-chave:** energia metabolizável, equações de predição, frangos de corte, coeficientes de metabolizabilidade

### SUMMARY

The aim of the present was determinate the values of apparent metabolizable energy (AME), AME corrected by nitrogen retention (AME<sub>n</sub>), true metabolizable energy (TME) and TME corrected by the nitrogen retention (TME<sub>n</sub>), its metabolizability coefficients, moreover, adjust prediction equations from experimental results and chemical composition of eight different corn cultivar originating from Copagril experimental station. The total excreta collecting method was used to determinate the energy values, where 160 broiler chicken Cobb, aging 21 days, were shared in a completely randomized blocks design. The experiment lasted 10 days, five of them for adaptation and the other ones for total excrements collecting. The energy values of the foods and excretas were determined using the calorimetric method. Significant differences were not observed (P>0,05) for metabolizability coefficients of corn samples. The AME, AME<sub>n</sub>, TME and TME<sub>n</sub> values varied of 3295 up to 3498 kcal/kg, 3227 up to 3416 kcal/kg, 3315 up to 3454 kcal/kg and 3235 up to 3424 kcal/kg, respectively. The prediction equations had not been adjusted adequately for energetic values, they demonstrated a low R<sup>2</sup> value.

**Keywords:** broiler, metabolizability coefficients, metabolizable energy, prediction equations

## INTRODUÇÃO

A busca constante por rações que possam proporcionar o máximo desempenho dos animais de forma econômica tem levado nutricionistas a aprimorarem cada vez mais o conhecimento sobre as características dos alimentos. Para a formulação de uma dieta que atenda adequadamente as exigências nutricionais dos animais, o conhecimento da composição química e energética dos ingredientes é de suma importância.

Segundo Albino et al. (2006) em razão dos custos com a alimentação representarem 70% dos custos totais da produção avícola, o conhecimento dos valores energéticos e da composição química dos alimentos usados na formulação de rações torna-se necessário para formular dietas mais precisas.

Existem vários métodos para determinar os valores de energia. Os ensaios biológicos são usados para determinação direta dos valores, enquanto as equações de predição estimam a energia de modo indireto (VIEITES et al., 2000). Os métodos diretos incluem a coleta total de excretas com pintos de corte na fase de crescimento (BRUMANO et al., 2006) e o método da alimentação forçada com galos adultos. A determinação dos valores de energia dos alimentos utilizados na formulação de dietas demandam tempo, infra-estrutura e recursos financeiros, o que, na maioria das vezes, dificulta esta determinação pela indústria (POZZA et al., 2008), desta forma as equações de predição podem ser uma alternativa.

Em função de condições climáticas, espécie e variedade de grãos, origem, armazenamento e processamento a que os ingredientes são submetidos,

variações nos valores de composição química dos alimentos são esperados (SANTOS et al., 2005). Estas variações enfatizam a importância do conhecimento da composição química e precisão dos valores energéticos dos alimentos.

De acordo com Lima et al. (2005), diversos ingredientes podem ser utilizados nas formulações de rações, no entanto, fatores como disponibilidade irregular, problemas de logística e armazenagem e a carência de informações técnicas, fazem com que esses ingredientes tenham limitações de uso. Desta forma, nutricionistas optam pelo milho, levando em consideração a abundância de dados disponíveis a respeito da qualidade nutricional deste grão.

O presente trabalho foi conduzido com o objetivo de determinar a composição química e os valores energéticos de oito diferentes cultivares de milho, por intermédio de um ensaio com aves em fase de crescimento. Posteriormente, a partir dos resultados experimentais obtidos, foram estimados equações para prever os valores energéticos em função da composição química dos alimentos.

## MATERIAL E MÉTODOS

Este experimento foi conduzido no Núcleo de Estações Experimentais da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE.

Foram utilizados oito tratamentos, com quatro repetições e cinco aves por unidade experimental. As dietas experimentais foram constituídas de uma ração-referência (RR) (Tabela 1), formulada para atender as exigências dos animais de 22 a 32 dias de idade, de acordo com as recomendações de

Rostagno et al. (2000) e oito rações-teste, as quais eram compostas de 70% da RR e 30% dos alimentos a serem estudados, sendo estes, oito diferentes cultivares de milho grão, provenientes

da estação experimental da Copagril (Cooperativa Agroindustrial), localizada na cidade de Marechal Cândido Rondon-PR.

Tabela 1. Composição da ração referência (RR), em porcentagem na matéria natural

Ingredientes	(%)
Milho	63,422
Farelo de soja	31,520
Óleo de soja	1,510
Calcário	0,906
Fosfato bicálcico	1,620
Sal	0,360
L-lisina HCL (78%)	0,112
DL-metionina (99%)	0,180
Cloreto de colina (60%)	0,060
Suplemento mineral <sup>1</sup>	0,070
Suplemento vitamínico <sup>2</sup>	0,120
Anticoccidiano <sup>3</sup>	0,050
Promotor de crescimento <sup>4</sup>	0,050
Antioxidante <sup>5</sup>	0,020
<b>Composição calculada</b>	
Energia Metabolizável (kcal/kg)	3.000
Proteína (%)	19,500
Cálcio (%)	0,870
Fósforo disponível (%)	0,410
Lisina digestível (%)	1,036
Metionina digestível (%)	0,462
Metionina + cistina digestível (%)	0,735
Triptofano digestível (%)	0,219
Treonina digestível (%)	0,669
Sódio (%)	0,186

<sup>1</sup>Suplemento mineral, conteúdo: Mg = 16,0 g; Fe = 100,00 g; Zn = 100,0 g; Cu = 2,0 g; Co = 2,0 g; I = 2,0 g; e Veículo q. s. p. = 1.000 g; <sup>2</sup>Suplemento vitamínico, conteúdo: vit. A = 10.000.000 UI; vit. D3 = 2.000.000 UI; vit. E = 30.000 UI; vit. B1 = 2,0 g; vit. B6 = 4,0 g; Ac. Pantotênico = 12,0 g; Biotina = 0,10 g; vit. K3 = 3,0 g; Ac. fólico = 1,0 g; Ac. Nicotínico = 50,0 g; vit. B12 = 15.000 mcg; Selênio = 0,25 g; e Veículo q. s. p. = 1.000 g; <sup>3</sup>Salinomicina = 12%; <sup>4</sup>Avilamicina 10%; <sup>5</sup>BHT (Hidroxi Butil Tolueno).

Para determinação da composição química dos alimentos estudados foram analisados os valores de matéria seca (MS), nitrogênio (N), extrato etéreo (EE), energia bruta (EB), fibra bruta (FB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA),

matéria mineral (MM), cálcio, fósforo e amido, de acordo com Silva & Queiroz (2002). O valor do diâmetro geométrico médio (DGM), também foi determinado, segundo Zanotto & Bellaver (1996). A metodologia utilizada para determinação dos valores de energia

metabolizável aparente e energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio dos alimentos foi a coleta total de excretas com pintos em crescimento (Sibbald & Slinger, 1963). De 1 a 21 dias de idade as aves foram criadas no galpão de alvenaria do setor de Avicultura da UNIOESTE, sob piso de maravalha, recebendo uma ração inicial de frangos de corte, baseada em milho e farelo de soja, de acordo com as recomendação de Rostagno et al. (2000) e água *ad libitum*.

Concomitantemente, quatro unidades experimentais constituídas de cinco aves receberam RR e outras vinte aves, distribuídas em quatro gaiolas, foram submetidas à jejum para determinar as perdas endógenas e metabólicas, calculando-se, assim, valores de energia metabolizável verdadeira e energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio.

O experimento teve duração de dez dias, sendo cinco dias de adaptação e cinco de coleta total de excretas, em cada unidade experimental. A coleta foi realizada duas vezes ao dia, com um intervalo de coleta de 12 horas, para evitar fermentações. No período de coleta, as bandejas foram revestidas com lona plástica impermeável e colocadas sob as gaiolas, com o objetivo de evitar perdas. Diariamente foi registrada a umidade relativa do ar e da temperatura interna do galpão com termohigrômetro digital.

As excretas foram acondicionadas em sacos plásticos, devidamente identificados por repetição e após cada coleta foram armazenadas em freezer. Ao término do período experimental, foram determinados o consumo de ração e a quantidade total de excretas.

Posteriormente as excretas foram descongeladas à temperatura ambiente, homogeneizadas e uma amostra de peso conhecido de cada repetição foi retirada e seca em estufa de ventilação forçada a

55°C por 72 horas para determinação da amostra seca ao ar (ASA). Após a pré-secagem, as amostras foram moídas e realizadas as análises MS, EB e N.

Com base nos resultados das análises, calcularam-se os valores de energia metabolizável aparente, energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio, energia metabolizável verdadeira, energia metabolizável verdadeira corrigida pelo balanço de nitrogênio, por meio das equações propostas por Matterson et al. (1965).

Como procedimento estatístico foi aplicado o teste de SNK ao nível de 5% de probabilidade para comparar os valores médios dos coeficientes de metabolizabilidade dos valores energéticos das amostras de milho estudadas. Por meio da análise de regressão múltipla e do método Backward (eliminação indireta) foram estabelecidas as equações de predição dos valores energéticos (EMA, EMA<sub>n</sub>, EMV e EMV<sub>n</sub>) em função dos valores de composição química (PB, FB, FDA, FDN, EE, MM, Amido) e diâmetro geométrico médio das diferentes amostras de milho. Procedimentos estes realizados por intermédio do Sistema de Análises Estatísticas – SAEG (UFV, 1999).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As amostras de milho avaliadas apresentaram variação nos níveis de matéria seca (87,83 a 88,81% de MS) (Tabela 2). Valores inferiores de MS foram encontrados por vários autores, como Furlan et al. (1998), que encontraram 87,38%, Nascimento et al. (1998), que observaram 87,00% e Nunes et al. (2008) que relataram valor de 88,65% para o milho. Analogamente,

Nagata et al. (2004) encontraram valores de 86,46 a 87,82% em diversos híbridos de milho. Resultados superiores foram apresentados pelo NRC (1994), cujo valor encontrado foi de 89,00%.

Os valores de proteína bruta apresentaram variação entre as

amostras. Os valores foram superiores aos obtidos por Furlan et al. (1998) que foi de 7,45% e também D'Agostini et al. (2004) que encontraram o valor 7,33%. Já Freitas et al. (2005) e Santos et al. (2005) obtiveram valor semelhante de 8,22% e 8,20%, respectivamente.

Tabela 2. Composição química de diferentes amostras de milho (em % da matéria natural)

Itens	Amostras							
	1	2	3	4	5	6	7	8
MS(%)	88,81	87,88	88,34	87,83	88,29	88,18	88,25	88,31
Umidade(%)	11,19	12,12	11,66	12,17	11,71	11,82	11,75	11,69
PB(%)	7,79	8,61	8,84	8,46	8,73	9,52	8,29	8,96
EE(%)	4,25	3,55	4,63	3,23	4,93	4,46	4,66	4,69
FB(%)	1,07	2,04	1,53	1,72	1,60	2,14	1,15	1,63
FDA(%)	3,10	3,39	3,16	3,38	3,33	3,21	3,40	3,23
FDN(%)	16,80	15,21	17,17	16,21	14,39	15,91	16,23	17,65
Amido (%)	68,18	66,16	68,18	66,17	68,17	66,17	66,27	66,20
ENN (%)	73,96	72,11	71,67	73,01	71,50	70,27	72,81	71,71
MM(%)	1,74	1,57	1,67	1,41	1,53	1,79	1,34	1,32
Cálcio (%)	0,018	0,016	0,017	0,011	0,029	0,011	0,012	0,008
Fósforo(%)	0,33	0,31	0,33	0,25	0,28	0,25	0,21	0,23
DGM(mm)	705	708	656	743	676	696	673	716

MS = matéria seca; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FB = fibra bruta; FDA = fibra em detergente ácido; FDN = fibra em detergente neutro; ENN = extrativo não nitrogenado; MM = matéria mineral; DGM = diâmetro geométrico médio.

Foi observada uma variação nos valores de extrato etéreo das amostras estudadas cujos valores variaram de 3,23 a 4,93%. Rodrigues et al. (2001), estudando amostras de milheto, milho e subprodutos do milho, obtiveram valores de 1,88 e 2,46% de extrato etéreo para o milho e Nagata et al. (2004) obtiveram valores que variaram de 3,78 a 4,77%. Nunes et al. (2008) observaram valor semelhante ao encontrado neste trabalho (4,42%).

Os valores de fibra bruta variaram de 1,07 a 2,14%. Estes resultados estão próximos aos encontrados por D'Agostini et al. (2004) e Nascimento et al. (1998) que obtiveram o valor de 1,31% e 2,10% de fibra bruta, respectivamente. Porém, resultados

inferiores foram observados por Rodrigues et al. (2001) que obtiveram os valores de 0,78 e 0,75% para duas diferentes variedades de milho.

Os valores de fibra em detergente ácido variaram de 3,10 a 3,40%. Santos et al. (2005) encontraram resultados superiores a 3,80% para fibra em detergente ácido. Nagata et al. (2004) reportaram valores que variaram de 3,33 a 3,84%.

Quanto aos valores de fibra em detergente ácido, foi encontrada uma variação de 14,39 a 17,65%. Resultados semelhantes foram obtidos por Nagata et al. (2004) que encontraram valores que variaram de 14,13 a 15,90% de fibra em detergente neutro.

Os valores de amido variaram de 66,17 a 68,18%. Valores superiores foram encontrados por Freitas et al. (2005) que obtiveram o valor de 75,70% para o amido e também por Rodrigues et al. (2001) encontraram valores de 75,40 e 84,77% para o amido.

Os valores de extrato não nitrogenado variaram de 70,27 a 73,96%. Valores semelhantes foram encontrados por Rostagno et al. (2005), 72,24% para extrativo não nitrogenado.

Quanto à matéria mineral houve variações entre os valores encontrados. Os valores variaram de 1,32 a 1,79% de matéria seca, valores estes superiores aos encontrados por Rodrigues et al. (2001) que foram de 0,88 e 1,20%.

Quanto à composição de minerais houve variações entre os valores encontrados. Com relação ao cálcio, os valores variaram de 0,008 a 0,029%, resultados semelhantes foram encontrados por Nascimento et al. (1998). Entretanto, Rodrigues et al. (2001), obtiveram valores superiores (0,03 e 0,07%).

Os teores de fósforo variaram de 0,21 a 0,33%. Rodrigues et al. (2001), encontraram resultados próximos (0,19 e 0,21%). A composição química do milho pode apresentar variações, isto se deve a fatores como potencial genético, nível de adubação utilizado, fertilidade do solo e condições climáticas. No caso das amostras analisadas no presente trabalho, as mesmas possuíam a mesma procedência, foram obtidas de uma mesma estação experimental, desta forma as condições climáticas, fertilidade, adubação foram as mesmas para todas as amostras de milho. Concomitantemente, Lima (2000) enfatiza alguns fatores que intervêm na qualidade do milho, entre eles se destacam o surgimento de novos cultivares ou novas características e também os fatores não genéticos.

De acordo com Vieira et al. (2007) os valores nutricionais podem variar devido à variedade de milho utilizada e no caso da proteína bruta, os valores podem ser influenciados devido a adubação nitrogenada. Para esses autores a proteína bruta é considerada relevante, pois os diferentes cultivares de milho estavam em mesmas condições, porém, com diferentes doses de adubação nitrogenada, podendo influenciar a composição em proteína bruta da dieta. Para Bath et al. (1999) os valores de composição química encontrados em tabelas devem ser utilizados como orientação, e não como informação precisa.

Com relação ao diâmetro geométrico médio, observou-se que os valores variaram de 656 a 743 mm. Conforme descrito por Nunes et al. (2001), os alimentos podem ser classificados quanto ao seu diâmetro geométrico médio, como alimentos com diâmetro geométrico médio grosso (maior que 832,7 mm), médio (entre 375,3 a 832,7 mm) e fino (menor que 375,7 mm). Assim, no presente trabalho, as diferentes amostras de milho grão, podem ser classificadas como alimentos de diâmetro geométrico médio. Rodrigues et al. (2001) encontraram valores de 874,5 e 904,1 mm para diâmetro geométrico médio. Para Vieira et al. (2007) os resultados de diâmetro geométrico médio do milho não é facilmente controlado, pois este controle depende de suas características físicas e seu fluxo para o moinho, independente do diâmetro da peneira usada.

Os valores de energia bruta (Tabela 3), que variaram de 3.877 a 4.035 kcal/kg, foram próximos ao apresentado por Rostagno et al. (2005), de 3.925 kcal/kg. Silva et al. (2005) encontraram valor inferior aos deste trabalho, de 3.732 kcal/kg, na matéria natural.

Os valores de energia metabolizável aparente e energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio encontrados neste ensaio variaram de 3295 a 3498 kcal/kg e de 3227 a 3416kcal/kg, respectivamente. Os valores de energia metabolizável aparente foram superiores aos de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio, o que, segundo Nery et al. (2005), é uma característica normal quando os valores de energia metabolizável são

determinados com aves em crescimento, pois nesta fase ocorre maior retenção de Nitrogênio pelas aves para que ocorra deposição de tecido protéico, e esta retenção de Nitrogênio é mais acentuada quando se faz correção pelas perdas endógenas e metabólicas. Segundo Nunes et al. (2006) tanto a energia metabolizável verdadeira quanto a aparente devem ser corrigidas pelo balanço de nitrogênio para melhor representar a energia efetivamente utilizada pela ave.

Tabela 3. Valores energéticos das diferentes amostras de milho e coeficientes de metabolizabilidade expressos com base na matéria natural

Itens	Amostras								CV
	1	2	3	4	5	6	7	8	
EB kcal/kg	3887	3970	3995	3933	3995	3987	3989	4035	-
EMA kcal/kg	3435	3498	3367	3434	3295	3357	3417	3314	6,57
EMA <sub>n</sub> kcal/kg	3363	3416	3295	3359	3227	3278	3346	3229	6,24
EMV kcal/kg	3454	3515	3387	3453	3315	3379	3437	3335	6,50
EMV <sub>n</sub> kcal/kg	3371	3424	3303	3367	3235	3287	3354	3238	6,21
Coeficientes de Metabolizabilidade									
CEMA	78,49	77,40	74,46	76,69	72,81	74,25	75,60	72,54	6,54
CEMA <sub>n</sub>	76,84	75,60	72,86	75,01	71,30	72,50	74,03	70,68	6,21
CEMV	78,90	77,80	74,89	77,14	73,25	74,74	76,06	73,00	6,47
CEMV <sub>n</sub>	77,02	75,78	73,05	75,21	71,49	72,71	74,23	70,89	6,18

EB = energia bruta; EMA = energia metabolizável aparente; EMAn = EMA corrigida pelo balanço de nitrogênio; EMV = energia metabolizável verdadeira; EMVn = EMV corrigida pelo balanço de nitrogênio; CEMA, CEMA<sub>n</sub>, CEMV e CEMV<sub>n</sub> = Coeficientes de metabolizabilidade dos valores de EMA, EMA<sub>n</sub>, EMV e EMV<sub>n</sub>, respectivamente.

Os valores obtidos são semelhantes aos observados por Silva et al. (2005), que encontraram 3.289 kcal/kg e 3.275 kcal/kg para energia metabolizável aparente e energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio, respectivamente. Os valores da energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio mostraram-se superiores daquele citado por Leeson & Summers (1997), que foi de 3.329kcal/kg corrigido para matéria seca.

Quanto aos valores de energia metabolizável verdadeira e energia metabolizável verdadeira corrigida pelo balanço de nitrogênio, estes variaram de 3.315 a 3.515 kcal/kg e 3.235 a 3.424 kcal/kg respectivamente.

Resultados semelhantes foram obtidos por Nascimento et al. (1998) para energia metabolizável verdadeira corrigida pelo balanço de nitrogênio, cujo valor obtido foi de 3.340 kcal/kg e por Rodrigues et al. (2001), que encontraram 3.160 e 3.358 kcal/kg para energia metabolizável

verdadeira e 3.107 e 3.299 kcal/kg para energia metabolizável verdadeira corrigida pelo balanço de nitrogênio.

Os valores de energia metabolizável verdadeira corrigida pelo balanço de nitrogênio encontrados neste trabalho foram inferiores ao proposto por Rostagno et al. (2005) que foi de 3.515kcal/kg, no entanto o NRC (1994), reportou um valor de 3.470 kcal/kg para energia metabolizável verdadeira corrigida pelo balanço de nitrogênio.

Neste experimento os valores de energia metabolizável aparente foram, em média, 2,29% superiores aos valores de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio. Já os valores de energia metabolizável verdadeira foram em média 2,60% superiores aos valores de energia metabolizável verdadeira corrigida pelo balanço de nitrogênio. Isto se deve ao fato de que os valores energéticos (EMA e EMV) foram corrigidos pelo balanço de nitrogênio, estimando desta forma a retenção ou perda de nitrogênio pelo animal. Segundo Leeson & Summers (2001), supondo que durante o período experimental ocorra a retenção de Nitrogênio pelos animais, o fator de correção é subtraído da energia da excreta, fazendo com que os valores de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio sejam menores do que os valores de energia metabolizável aparente. Os mesmos critérios de correção são estendidos para energia metabolizável verdadeira.

Em comparação aos valores de energia metabolizável aparente e energia metabolizável verdadeira, os valores de energia metabolizável verdadeira foram em média 0,57% superiores aos de energia metabolizável aparente. Isto porque os valores de energia metabolizável verdadeira consideram as perdas de energia fecal metabólica e

urinária endógena, as quais são obtidas por meio de aves em jejum, durante o período de coleta de excreta.

Brum et al. (2000) enfatizaram a importância da contínua avaliação dos ingredientes para manter atualizado um banco de dados, possibilitando melhorar as estimativas das médias de energia metabolizável e nutrientes que são utilizados nas dietas das aves.

Não houve diferença significativa ( $P>0,05$ ) entre os CEMA, CEMA<sub>n</sub>, CEMV e CEMV<sub>n</sub> (coeficientes de metabolizabilidade dos valores de EMA, EMA<sub>n</sub>, EMV e EMV<sub>n</sub>, respectivamente) das diferentes amostras de milho avaliadas, sendo que os valores variaram de 72,81 a 78,49 para CEMA, de 71,30 a 76,84 para CEMA<sub>n</sub>, de 73,00 a 78,90 para CEMV e de 70,89 a 77,02 para CEMV<sub>n</sub>.

Os valores para CEMA<sub>n</sub> e CEMV<sub>n</sub> do milho foram inferiores aos obtido por Rostagno et al. (2005), valores estes de 86,13 e 89,55, respectivamente. D'Agostini et al. (2004), encontraram resultados superiores, cujo valor encontrado foi de 79,38 para CEMA e de 79,11 para CEMA<sub>n</sub>. Da mesma forma, Nunes et al. (2008) encontraram valores superiores de 82,77, 80,71, 84,30, 81,46 para CEMA, CEMA<sub>n</sub>, CEMV e CEMV<sub>n</sub>, respectivamente.

Em todas as amostras de milho grão os valores dos coeficientes de metabolizabilidade encontrados neste estudo foram superiores a 70%, o que demonstra um bom aproveitamento dos nutrientes como energia metabolizável.

As equações de predição não se ajustaram adequadamente ao que pode estar relacionado a uma possível falta de ajuste, pois as amostras de milho apresentaram pouca variação entre os valores de composição química encontrado (Tabela 4).



Tabela 4. Equações de predição dos valores energéticos do milho em função da composição dos alimentos (valores expressos na matéria seca)

Constante	PB (%)	EE (%)	DGM (mm)	Amido (%)	R <sup>2</sup>
Energia metabolizável aparente					
5676,15	---	- 149,948	- 1,58427	---	0,02
4329,54	---	- 99,7291	---	---	0,04
4599,09	- 30,2353	- 94,2666	---	---	0,01
Energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio					
5916,25	- 32,3727	- 142,705	- 1,64689	---	0,005
5694,31	---	- 151,04	- 1,72532	---	0,03
4227,80	---	- 96,3495	---	---	0,05
6759,43	---	- 149,36	- 1,96325	- 13,5556	0,0006
4549,68	- 36,1046	- 89,8265	---	---	0,02
Energia metabolizável verdadeira					
5667,28	---	- 147,945	- 1,55324	---	0,02
4347,04	---	- 98,7093	---	---	0,04
4599,41	- 28,3082	- 93,5949	---	---	0,01
Energia metabolizável verdadeira corrigida pelo balanço de nitrogênio					
5906,93	- 31,5699	- 142,05	- 1,63549	---	0,004
5690,49	---	- 150,178	- 1,71198	---	0,03
4235,33	---	- 95,911	---	---	0,05
6790,45	---	- 148,444	- 1,9577	- 13,999	0,0003
4549,82	- 35,2759	- 89,5377	---	---	0,02

PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; DGM = diâmetro geométrico médio.

Entre as possíveis combinações, as que proporcionaram melhor R<sup>2</sup> foram aquelas compostas apenas da variável extrato etéreo, com R<sup>2</sup> variando de 0,04 a 0,05 para os valores de energia metabolizável aparente, energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio, energia metabolizável verdadeira e energia metabolizável verdadeira corrigida pelo balanço de nitrogênio.

Para as combinações com duas variáveis, as que proporcionaram melhor R<sup>2</sup> foram aquelas compostas pelas variáveis extrato etéreo e diâmetro geométrico médio, com R<sup>2</sup> variando 0,02 a 0,03 para os valores energéticos.

Rodrigues et al. (2001), trabalhando com milheto, milho e seus subprodutos,

obtiveram equações de predição que apresentaram bons ajustes, com elevados valores de R<sup>2</sup>, mostrando que mais de 96% da variabilidade nos valores de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio determinados com pintos em crescimento foi explicada pelas variáveis proteína bruta, fibra bruta ou fibra em detergente neutro e matéria mineral. As equações, neste caso, podem ter apresentado bons ajustes devido a maior variabilidade nos valores de composição química proporcionada pelos diferentes alimentos estudados.

As equações 2 (36,21 \* PB + 85,44 \* EE + 37,26 \* ENN) e 4 (4354,8 – 112,05 \*FB – 151,74 \*MM) foram as que mais se aproximaram do valor obtido neste ensaio metabólico (Tabela 5).

Tabela 5. Comparação entre os valores médios de  $EMA_n$  dos alimentos obtidos pelo ensaio metabólico e pelas equações propostas pelo NRC (1994) e Rodrigues et al. (2001)

Equações	Médias
$EMA_n^1 = \text{Ensaio Metabólico}$	3.756
$EMA_n^2 = 36,21 * PB + 85,44 * EE + 37,26 * ENN$	3.817
$EMA_n^3 = 4281,6 - 39,97 * FDN - 72,90 * MM$	3.420
$EMA_n^4 = 4354,8 - 112,05 * FB - 151,74 * MM$	3.884

<sup>1</sup> $EMA_n$  = energia metabolizável aparente corrigida observada *in vivo*, em kcal/kg de matéria seca;  
<sup>2</sup>Equação proposta pelo NRC (1994);<sup>3,4</sup>Equações propostas por Rodrigues et al. (2001).

O valor médio obtido pela equação 3 foi o menor apresentado, subestimando os valores de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio, quando comparado ao valor médio obtido neste ensaio metabólico.

Os valores de energia metabolizável aparente, energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio, energia metabolizável verdadeira e energia metabolizável verdadeira corrigida pelo balanço de nitrogênio dos diferentes cultivares de milho estudadas foram em média de 3.390 kcal/kg, 3.314 kcal/kg, 3.409 kcal/kg e 3322 kcal/kg respectivamente. Os CEMA,  $CEMA_n$ , CEMV e  $CEMV_n$ , encontrados para os milhos variaram respectivamente de 72,81 a 78,49; 71,30 a 76,84; 73,00 a 78,90 e 70,89 a 77,02. As equações de predição não se ajustaram adequadamente apresentando um baixo valor de  $R^2$ .

## REFERÊNCIAS

ALBINO, L.F.T.; NERY, L.R.; ROSTAGNO, H.S.; MESSIAS, R.K.G.; BARROCA, C.C.; CARVALHO, T.A. Valores energéticos e composição química de alguns alimentos à base de soja usados na alimentação de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2006, Santos. **Anais...** Santos: APINCO, 2006. p.117. [ Links ].

BATH, D.; DUBAR, J.; KING, J.; BERRY, S.; OLBRICH, S. Byproducts and unusual feedstuffs. **Feedstuffs**, v.71, n.31, p.32-38, 1999. [ Links ].

BRUM, P.A.R.; ZANOTTO, D.L.; LIMA, G.J.M.M.; VIOLA, E.S. Composição química e energia metabolizável de ingredientes para aves. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.5, p.995-1002, 2000. [ Links ].

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. [ Links ].

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

FREITAS, E.R.; SAKOMURA, N.K.; NEME, R.; BARBOSA, N.A.A. Valor nutricional do milho termicamente processado, usado na ração pré-inicial para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, n.4, p.510-517, 2005. [ Links ].

FURLAN, A.C.; ANDREOTTI, M.O.; MURAKAMI, A.E.; SCAPINELLO, C.; MOREIRA, I.; FRAIHA, M.; CAVALIERI, F.L.B. Valores energéticos de alguns alimentos determinados com codornas japonesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.6, p.1147-1150, 1998. [ [Links](#) ].

LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Commercial Poultry Nutrition**. 2 ed. Canadá: University Books, 1997. 350p. [ [Links](#) ].

LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Scott's Nutrition of the Chicken**. 4.ed. Canadá. University Books, 2001. 591p. [ [Links](#) ].

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

LIMA, G.J.M.M.; PASSOS, A.; COLDEBELLA, A.; BARIONI JUNIOR, W.; SECHINATO, A.S. Qualidade nutricional do milho: padrões e valorização econômica. In: CONFERÊNCIA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2005, Santos. **Anais...** Santos: APINCO, 2005. p. 235-248. [ [Links](#) ].

MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W.; SINGSEN, E.P. **The metabolizable energy of feed ingredients for chickens**. Storrs: University of Connecticut, 1965. 11p. [ [Links](#) ].

NAGATA, A.K.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F.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. **Ciências Agrotecnológicas**, v.28, n.3, p.668-677, 2004. [ [Links](#) ].

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

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Poultry**. 9.ed. Washington, 1994. 155p. [ [Links](#) ].

NERY, L.F.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; BRITO, C.; SILVA, C.R. Composição química e valores energéticos de alguns alimentos usados na alimentação de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2005, Santos. **Anais...** Santos: APINCO, 2005. [ [Links](#) ].

NUNES, R.V.; POZZA, P.C.; POTENÇA, A.; NUNES, C.G.V.; POZZA, M.S.S.; LORENÇON, L.; EYNG, C.; NAVARINE, F.C. Composição química e valores energéticos do milho e da silagem de grãos úmidos de milho para aves. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.1, p.82-90, 2008. [ [Links](#) ].

NUNES, R.V.; ROSTAGNO, H.S.;  
ALBINO, F.T.; GOMES, P.C.;  
TOLEDO, R.S. Composição  
bromatológica, energia metabolizável e  
equações de predição da energia do grão e  
de subprodutos do trigo para pintos de  
corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**,  
v.30, n.3, p.785-793, 2001. [ [Links](#) ].

POZZA, P.C.; GOMES, P.C.;  
DONZELE, J.L.; ROSTAGNO, H.S.;  
POZZA, M.S.S.; NUNES, R.V.  
Composição química, digestibilidade e  
predição dos valores energéticos da  
farinha de carne e ossos para suínos. **Acta  
Scientiarum. Animal Sciences**, v.30,  
n.1, p.33-40, 2008. [ [Links](#) ].

RODRIGUES, P.B.; ROSTAGNO, H.S.;  
ALBINO, L.F.T.; GOMES, P.C.;  
BARBOZA, W.A.; SANTANA, R.T.  
Valores energéticos do milho, do milho  
e subprodutos do milho, determinados  
com frangos de corte e galos adultos.  
**Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30,  
n.6, p.1767-1778, 2001. [ [Links](#) ].

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.;  
DONZELE J.L.; GOMES, P.C.;  
OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.;  
FERREIRA, A.S.; BARRETO, L.S.T.  
**Tabelas brasileiras para aves e suínos:**  
composição de alimentos e exigências  
nutricionais. Viçosa: UFV, 2000. 141p.  
[ [Links](#) ].

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.;  
DONZELE J.L.; GOMES, P.C.;  
OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.;  
FERREIRA, A.S.; BARRETO, L.S.T.  
**Tabelas brasileiras para aves e suínos:**  
composição de alimentos e exigências  
nutricionais. Viçosa: UFV, 2005. 186p.  
[ [Links](#) ].

SANTOS, Z.A.S.; FREITAS, R.T.F.;  
FIALHO, E.T.; RODRIGUES, P.B.;  
LIMA, J.A.F.; CARELLO, D.C.;  
BRANCO, P.A.C.; CANTARELLI, V.S.  
Valor nutricional de alimentos para  
suínos determinado na Universidade  
Federal de Lavras. **Ciências  
Agrotecnológicas**, v.29, n.1, p.232-237,  
2005. [ [Links](#) ].

SIBBALD, I.R.; SLINGER, S.J. A  
biological assay for metabolizable energy  
in poultry feed ingredients together with  
findings which demonstrate some of the  
problems associated with evaluation of  
fats. **Poultry Science**, v.42, n.1, p.13-25,  
1963. [ [Links](#) ].

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise  
de alimentos:** métodos químicos e  
biológicos. Viçosa: UFV, 2002. 235p.  
[ [Links](#) ].

SILVA, C.R.; ALBINO, L.F.T.;  
ROSTAGNO, H.S.; NERY, L.R.;  
MESSIAS, R.K.G.; VIANA, M.T.S.  
Valores energéticos de alguns alimentos  
usados na alimentação de frangos de  
corte. In: CONFERÊNCIA DE CIÊNCIA  
E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2005,  
Santos. **Anais...** Santos: APINCO, 2005.  
p.75. [ [Links](#) ].

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
VIÇOSA - UFV. **Manual de utilização  
do programa SAEG (Sistema para  
Análise Estatísticas e Genéticas).**  
Viçosa, 1999. 59p. [ [Links](#) ].

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 da Sociedade  
Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4,  
p.832-838, 2007. [ [Links](#) ].

VIEITES, F.M.; ALBINO, L.F.T.;  
SOARES, P.R.; ROSTAGNO, H.S.;  
MOURA, C.O.; TEJEDOR, A.A. Valores  
de energia metabolizável aparente da  
farinha de carne e ossos para aves.  
**Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29,  
n.6, p.2292-2299, 2000. [[Links](#) ].

ZANOTTO, D.L.; BELLAVER, C.  
**Método de determinação da  
granulometria de ingredientes para uso  
em rações de suínos e aves**. Concórdia:  
EMBRAPA, 1996. p.1-5. [[Links](#) ].

Data de recebimento:04/09/2008

Data de aprovação: 21/01/2009