

EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO PARA ESTIMAR O VALOR DE ENERGIA METABOLIZÁVEL DO MILHO PARA FRANGOS DE CORTE

Dirceu Luís Zanotto¹, Jorge Vitor Ludke², Arlei Coldebela³, Anildo Cunha Junior⁴, Helenice Mazzuco⁵, Teresinha Marisa Bertol⁵

¹ Biólogo, MSc., Pesquisador Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC

² Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC

³ Médico Veterinário, Dr., Pesquisador Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC

⁴ Químico, MSc., Analista Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC

⁵ Zootecnista, PhD., Pesquisador Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC

**Apresentado no XV Seminário Técnico Científico de Aves e Suínos – AveSui 2016
03 a 05 de maio de 2016 - CentroSul / Florianópolis - SC, Brasil**

Resumo: A energia metabolizável (EMAn) do milho é influenciada pela variabilidade da composição físico-química do grão. Entretanto, na formulação de ração ainda se utiliza um valor médio de EMAn baseado em tabelas. Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de estabelecer equações de predição da EMAn do milho para frangos de corte. Avaliou-se a composição físico-química de 14 partidas de milho. Através da moagem dos grãos das 14 partidas obteve-se 65 lotes de milho com diferentes granulometrias. Determinou-se a EMAn para todos os lotes. Foram ajustados modelos lineares e não-lineares, sendo selecionadas quatro equações de predição para estimar a EMAn do milho. Essas equações são apresentadas com seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e erro de predição (EP): Equação 1) $4758,2 - 251,6*FB + 41,7*EE - 6,88*FDN - 0,337*EB$ ($R^2 = 0,869$ e EP = 26,9 kcal/kg); Equação 2) $3491,1 - 252,9*FB + 30,2*EE - 7,28*FDN$ ($R^2 = 0,861$ e EP = 28,4 kcal/kg); Equação 3) $3415,9 - 280,0*FB + 34,0*EE$ ($R^2 = 0,848$ e EP = 30,3 kcal/kg); Equação 4) $3517,4 - 255,8*FB$ ($R^2 = 0,825$ e EP = 33,0 kcal/kg). Conclui-se que as equações podem ser utilizadas para estimar com boa precisão a EMAn do milho para frangos de corte.

PALAVRAS-CHAVE: Composição química, valor energético, predição da energia.

ABSTRACT: Corn AMEn is influenced by the variability of the physical and chemical composition of the grain, however, feed formulation still considers average values, based on feed composition tables. The objective of this study was to establish equations to predict AMEn values of corn for broilers. The physical and chemical compositions of corn from 14 lots were obtained. By grinding the grain of the 14 lots 65 batches of corn with different particle sizes were obtained. AMEn was determined for all batches. They were adjusted using linear and non-linear models, and finally selected four equations to predict AMEn of corn. These equations are presented with their respective R^2 coefficients and SE of the regression estimate: 1) $4758,2 - 251,6*CF + 41,7*EE - 6,88*NDF - 0,337*GE$ ($R^2 = 0,869$ and SE = 26,9 kcal/kg); 2) $3491,1 - 252,9*CF + 30,2*EE - 7,28*NDF$ ($R^2 = 0,861$ and SE = 28,4 kcal/kg); 3) $3415,9 - 280,0*CF + 34,0*EE$ ($R^2 = 0,848$ and SE = 30,3 kcal/kg); 4) $3517,4 - 255,8*CF$ ($R^2 = 0,825$ and SE = 33,0 kcal/kg). It was concluded that these prediction equations could be used with good accuracy to estimate corn AMEn for broilers.

KEYWORDS: Energy prediction, energetic value, chemical composition.

INTRODUÇÃO: Em muitos países o milho é o ingrediente com maior proporção nas rações de frangos de corte, respondendo por 65% da energia metabolizável (EMAn) e 20% da proteína das dietas. Devido a múltiplos fatores inter-relacionados, tais como genética da semente, condições ambientais de cultivo e processamento pós-colheita, sua composição físico-química tem ampla variação (Lima et al., 2013). Seu conteúdo de EMAn também é variável, observando-se valores na amplitude de 3.405 a 4.013 kcal de EMAn/kg de MS (Vieira et al., 2007). Neste sentido a utilização generalizada de um valor médio de EMAn baseado em tabelas de composição de alimentos, pode comprometer a precisão do balanceamento das dietas. Na formulação de rações é desejável, como condição ideal, a utilização de um valor específico de EMAn do milho, o qual é determinado através de experimento de metabolismo “*in vivo*”. Entretanto, a adoção dessa prática é inviável, devido ao custo e ao tempo de resposta. Para a consolidação de uma nutrição energética de precisão é necessário que sejam disponibilizadas ferramentas rápidas para se estimar o valor de EMAn do milho em tempo real com a formulação das rações. Tal fato ainda é uma limitação para o setor produtivo, uma vez que as equações de predição da EMAn disponíveis na literatura ou são destinadas para alimentos em geral, portanto inespecíficas para o milho, ou apresentam baixa precisão. Este trabalho tem por objetivo estabelecer equações de predição para estimar a EMAn do milho para frangos de corte, a partir do respectivo DGM e da composição físico-química.

MATERIAL E MÉTODOS: Quatorze partidas de milho foram subdivididas em lotes iguais das quais nove partidas em cinco DGMs/partida (45 lotes) e cinco partidas em quatro DGMs/partida (20 lotes), constituindo 65 lotes de milho. Visando a obtenção de diferentes granulometrias, cada partida de milho foi moída em moinho de martelos equipado com peneiras de aberturas com 1,5; 1,8; 3,0; 4,5 e 8,0 mm. Excetuam-se as cinco partidas de milho subdivididas em quatro DGMs apenas, para as quais não se utilizou a peneira de 1,5 mm. Amostras representativas das 14 partidas de milho foram coletadas e analisadas para a composição físico-química, considerando os seguintes parâmetros e respectivos métodos da AOAC (1995): MS - matéria seca (método 934.01), CZ - cinzas (método 942.05), PB - proteína bruta (método 992.23), EE - extrato etéreo (método 920.39), FB - fibra bruta (método 962.09), FDA - fibra detergente ácido (método 973.18). Também foi avaliada a densidade (USDA, 2009), a EB - energia bruta (Leco, 2015) e a FDN - fibra detergente neutro (Van Soest et al., 1991). Todas as análises físico-químicas foram realizadas com duplicata em seis subamostras representativas para cada partida de milho. Os valores de EE e FB foram determinados usando tecnologia Ankom (Macedon, NY, USA) validada para os métodos da AOAC. O EE foi extraído com éter de petróleo através do método de alta temperatura e pressão por 90 minutos usando o sistema Ankom XT15. A FB foi determinada pelo método FBT usando o sistema automático Ankom A2000. A EB foi determinada em calorímetro Leco AC500 com o gerenciamento operacional via software Leco AC500 (St. Joseph, Michigan, USA) e com o equipamento operando no método isoperibol (modo precision). A FDN foi determinada pelo método FBT usando o sistema automático Ankom A2000. A granulometria foi analisada (ANSI, 2008) para os 65 lotes de milho moído e o DGM foi calculado pelo software Granucalc[®] (EMBRAPA, 2013). Quatorze experimentos foram realizados para a determinação da EMAn dos 65 lotes de milho moído. Cada experimento foi conduzido com uma partida de milho representada pelos respectivos quatro ou cinco DGMs. Adotou-se o delineamento de blocos ao acaso, com uma dieta referência (DR) padrão composta de

milho, farelo de soja, minerais e vitaminas e, mais quatro ou cinco rações testes, constituídas por 60% DR + 40% para cada DGM da mesma partida de milho, com 10 repetições de 10 aves uniformes alojadas em gaiolas metabólicas. Os experimentos foram executados em ambiente com temperatura controlada (24°C). Adotou-se o método tradicional de coleta total de excretas (Sibbald e Slinger, 1963). O período experimental foi de nove dias (15 a 23 dias de idade), com quatro dias de adaptação e cinco de coleta de excretas. No período de coleta foi medido o consumo de ração e a quantidade de material excretado. O fornecimento de ração e água foi à vontade durante todo o período experimental. As excretas coletadas diariamente eram pesadas e conservadas em "freezer". Ao final do período de coleta as excretas foram misturadas por unidade experimental, ocasião em que se retirou uma amostra homogênea de 500g, para secagem em estufa com circulação de ar, temperatura de 55°C, durante 48 horas. Calculou-se o teor de matéria parcialmente seca das excretas e as mesmas foram moídas através de moinho Willey (peneira $\phi=1$ mm) e analisadas para MS, N e EB conforme a metodologia descrita acima. Os valores de EMAn foram calculados através das fórmulas propostas por Matterson et al (1965). A partir dos dados médios da composição físico-química, DGM e EMAn para os 65 lotes de milho moído, foi realizada análise exploratória para identificar possíveis valores discrepantes usando os procedimentos ANOVA, UNIVARIATE e GPLOT do SAS (2012). Foram ajustados 392 modelos entre lineares e não-lineares, visando estimar a EMAn do milho para frangos de corte, considerando diversas combinações de parâmetros físico-químicos e DGM do milho moído. As análises foram realizadas por meio dos procedimentos GENMOD e NLMIXED do SAS (SAS Institute Inc.). A escolha dos melhores modelos foi baseada no Critério de Informação de Akaike (AIC) e os coeficientes de determinação e os erros de predição (absoluto e %) foram calculados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: As análises descritivas para as variáveis de composição físico-química e EMAn, expressas na base de 87,5 % de MS, estão apresentadas na tabela 1. Através da diferença entre os valores mínimos e máximos, pode-se observar que os milhos apresentaram variações consideráveis nas concentrações para os parâmetros analisados.

Tabela 1. Análises descritivas das variáveis físico-química e da energia metabolizável (EMAn) para as partidas (14) e lotes (65) de milho, respectivamente

Variável ¹ (%)	N	Média	SD	Mínimo	Máximo	Varição relativa
Matéria seca	14	86,89	0,47	86,22	87,60	1,6
Matéria mineral	14	1,04	0,08	0,95	1,20	26,32
Proteína bruta	14	7,54	0,58	6,66	9,03	35,59
Extrato etéreo	14	3,79	0,45	2,85	4,62	62,11
Fibra bruta	14	1,18	0,38	0,57	1,91	235,09
Fibra detergente ácido	14	1,98	0,54	1,24	2,78	124,19
Fibra detergente neutro	14	12,42	1,73	8,70	15,09	73,45
Densidade (g/L)	14	729	17	686	757	10,35
Energia bruta (kcal/kg)	14	3917	27	3865	3962	2,51
EMAn (kcal/kg)	65	3236	93,81	3031	3459	14,12

¹Valores expressos na matéria de 87,5% MS.

Os 65 valores de DGM com média de 702 μm (SD = 218 μm) e amplitude de 815 μm (de 420 a 1235 μm), apresentaram variação relativa de 194,1%. Nesta amplitude estabelecida não foi observado efeito da granulometria sobre a EMAn quando avaliado com frangos de corte de 15 a 23 dias e utilizando os milhos com as características físico-químicas apresentadas. Na Tabela 2 são apresentadas as estimativas dos parâmetros dos modelos que apresentaram melhores ajustes. Os dois primeiros modelos, apesar dos melhores ajustes e precisões, constam, respectivamente, de quatro e três variáveis explicativas, sendo elas: FB, EE, FDN e EB. No entanto, o moderado grau de complexidade e a morosidade para realização das análises simultaneamente, somado ao fato da necessidade de um calorímetro para determinação da EB, podem limitar o uso prático de tais modelos para estimar a EMAn do milho em tempo real à formulação de ração. Por outro lado, os modelos 3 e 4, além dos ajustes e precisões adequados, apresentam a FB e o EE (modelo 3) ou apenas FB (modelo 4) como variáveis explicativas, revelando potencial para utilização na predição da EMAn do milho para frangos de corte.

Tabela 2. Modelos selecionados, estimativas dos parâmetros e respectivos coeficientes de determinação (R^2) e erros de predição (EP) da EMAn do milho para frangos de corte

Modelo*	R^2	EP (kcal/kg)	EP (%)
1. EMAn = 4758,2 - 251,6.FB + 41,7.EE - 6,88.FDN - 0,337.EB	0,869	26,9	0,83
2. EMAn = 3491,1 - 252,9.FB + 30,2.EE - 7,28.FDN	0,861	28,4	0,87
3. EMAn = 3415,9 - 280,0.FB + 34,0.EE	0,848	30,3	0,93
4. EMAn = 3517,4 - 255,8.FB	0,825	33,0	1,02

*As variáveis independentes e a EMAn estão na base natural ajustadas para 87,5 % MS.

A condição para que as equações apresentem a precisão requerida e possam ser adotadas na formulação das rações é que as análises realizadas, em amostras representativas, pelos laboratórios de apoio atendam os necessários critérios de precisão.

CONCLUSÕES: Nos limites de DGM entre 420 a 1235 μm a granulometria não afeta a EMAn do milho para frangos. As equações de predição com EE e FB ou apenas FB apresentam a precisão necessária para estimar a EMAn visando a formulação de rações.

REFERÊNCIAS

ANSI. ASAE S319.4: **method of determining and expressing fineness of feed materials by sieving**. St. Joseph: ASABE, 2008. 7 pp.

AOAC., 1995. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 16th Edition., AOAC International, Washington, USA., 1141 p.

Embrapa Suínos e Aves. Núcleo de Tecnologia e Informação. Granucalc. Concórdia, 2013. **Software on line**. Aplicativo para o cálculo do Diâmetro Geométrico Médio

(DGM) e do Desvio Padrão Geométrico (DPG) de partículas de ingredientes. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/softgran/softgran.php>>. Acesso em: 9 abr. 2015.

LECO Corporation. **AC500 Automatic Calorimeter Instruction Manual**. Version 1.2x. <http://www.leco.com/products/analytical-sciences/calorific-value/ac500-isoperibol-calorimeter>

Lima, G. J. M. M.; Manzke, N. E.; Tavernari, F. C.; Zanotto, D. L. Estimativa da composição nutricional do milho no Sul do Brasil nos anos de 2011 e 2012. In: Congresso Brasileiro de Veterinários Especialistas em Suínos, 16, 2013, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: Abraves; UFMT, 2013. 1 CD-ROM.

Matterson, L.D.; Poter, L.M.; Stutz, N.W.; Singsen, E.P. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. Storrs. Connecticut., The University of Connecticut, Agricultural Experiment Station, 1965. 11p. (*Research Report*, 7).

Sibbald, J.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**, Champaign, v. 42, n. 2, p. 313-325, 1963.

USDA - *Inspecting Grain: Practical Procedures for Grain Handlers*. Federal Grain Inspection Service. **Grain Inspection**, Packers and Stockyards Administration. Washington, DC, february 2009, p. 18.

Van Soest, P.J.; Robertson, J.B.; Lewis, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 3583 – 3597. 1991.

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.