



## Equações de predição para estimar os valores da EMAn de alimentos proteicos para aves utilizando a meta-análise<sup>1</sup>

Germano Augusto Jerônimo do Nascimento<sup>2</sup>, Paulo Borges Rodrigues<sup>3</sup>, Rilke Tadeu Fonseca de Freitas<sup>3</sup>, Ivan Bezerra Allaman<sup>4</sup>, Renato Ribeiro de Lima<sup>5</sup>, Rafael Vilhena Reis Neto<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Projeto financiado pelo CNPq.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Ceará, Departamento de Zootecnia, Campus do Pici, 60021-970, Fortaleza, CE.

<sup>3</sup> Departamento de Zootecnia da UFLA, Caixa Postal 3037, 37200-000 Lavras, MG. Pesquisador do INCT.

<sup>4</sup> Programa de Pós-graduação em Zootecnia da UFLA. Bolsista do CNPq.

<sup>5</sup> Departamento de Ciências Exatas da UFLA, Caixa Postal 3037, 37200-000, Lavras, MG.

**RESUMO** - Este trabalho foi realizado para se obter uma equação de predição para estimar os valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) dos alimentos proteicos usualmente utilizados em rações para frangos de corte utilizando-se o princípio da meta-análise. Realizou-se uma revisão bibliográfica de estudos no Brasil para catalogar informações sobre valores de EMAn e composição química dos alimentos: proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), fibra bruta (FB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA). Foram considerados os efeitos de: sexo, em três níveis (macho, fêmea e mistos); idade, em quatro níveis (1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> semana de vida, 3<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup> semana, 5<sup>a</sup> e 6<sup>a</sup> semana e acima ou indefinido) e metodologia empregada no metabolismo em dois níveis: coleta total (CT) e alimentação forçada + (CT). Os dados foram analisados em um esquema fatorial  $3 \times 4 \times 2$ , podendo totalizar até 24 grupos, adotando-se o procedimento Stepwise para a seleção de variáveis e o Proc Reg do (SAS) para ajustar o modelo de regressão linear múltipla. A equação obtida que melhor se ajustou foi  $EMAn = 2707,71 + 58,63EE - 16,06FDN$  ( $R^2 = 0,81$ ), sendo o EE a variável mais importante, em se tratando de possíveis variações nos teores energéticos dos alimentos proteicos.

Palavras-chave: composição química, farelo de soja, fontes proteicas, subprodutos da soja

## Prediction equations to estimate the AMEn values of protein feedstuffs for poultry utilizing meta-analysis

**ABSTRACT** - This study was accomplished aiming to obtain prediction equations to estimate the values of corrected apparent metabolizable energy (AMEn) of the protein feedstuffs usually used in broiler rations, through the meta-analysis principle. Literature review of the studies realized in Brazil was performed to catalog information about values of AMEn and chemical composition of the feedstuffs reported (CP = crude protein; EE = ether extract; CF = crude fiber; NDF = neutral detergent fiber; ADF = acid detergent fiber). Effects of sex at three levels (male; female and mixed); age at four levels (1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> weeks of life; 3<sup>rd</sup> and 4<sup>th</sup> weeks; 5<sup>th</sup> and 6<sup>th</sup> weeks; above or indefinite) and the methodology employed in the metabolism assay at two levels (total collection of excreta - CT and forced fed plus + CT) were considered. The data were analyzed in a  $3 \times 4 \times 2$  factorial arrangement, capable of amounting up to 24 groups. The Stepwise procedure was adopted for selection of variables, and the Proc Reg of the (SAS), to fit the multiple linear regression model. The equation obtained which best fitted was  $AMEn = 2707.71 + 58.63EE - 16.06NDF$  ( $R^2 = 0.81$ ), with the EE as the most important variable, concerning the possible variations in the energy contents of protein feedstuffs.

Key Words: chemical composition, protein sources, soybean byproducts, soybean meal

### Introdução

A energia é o principal componente nutricional da ração e determina o desempenho das aves, já que, em sistemas de criação com alimentação à vontade, o consumo de alimentos é regulado pela densidade energética da ração e pela exigência das aves. Assim, torna-se imprescindível o conhecimento acurado da energia dos alimentos para

proporcionar o adequado balanceamento das dietas. No entanto, a efetividade do método de formulação de rações é dependente da precisão com que a energia dos alimentos é determinada (Silva et al., 2003).

Uma forma rápida de se determinar os valores energéticos dos alimentos é pelo uso de equações de predição, que são estabelecidas em função da composição química dos alimentos. No entanto, é considerado o método

indireto de determinação energética, uma vez que o método direto depende de ensaios biológicos (Lima, 1996).

Como a composição química dos alimentos varia com fatores como a origem dos alimentos, a variedade, o processamento, o ataque de pragas e doenças, influenciando os valores energéticos dos alimentos (Lopes et al., 1990), existe a necessidade de combinar informações provenientes de dados coletados sob diferentes condições, para produzir conclusões mais fortes que aquelas disponíveis em cada fonte de informação. Portanto, o procedimento estatístico utilizado para combinar resultados de estudos distintos, mas relacionados, é definido como meta-análise (Kirby, 1993).

Glass (1976), combinando estimativas obtidas em diferentes pesquisas nas áreas de educação e psicologia, define a meta-análise como o procedimento estatístico que consiste em uma revisão quantitativa e resumida de resultados de estudos distintos, mas relacionados, com o objetivo de comparar e combinar os resultados de diferentes trabalhos publicados, no intuito de se obter uma conclusão geral sobre o tema em estudo.

No Brasil, a meta-análise ainda tem sido pouco utilizada, mas, de qualquer modo, a principal motivação para a condução desta técnica está no grande número de estudos similares publicados nas diversas áreas da pesquisa, o que vem gerando interesse no desenvolvimento de métodos para combinar informações proveniente dos mesmo (Giannotti, 2002).

Diante do exposto, objetivou-se obter equações de predição para estimar os valores de energia metabolizável, em função da composição química do farelo de soja e subprodutos da soja, bem como de outros alimentos proteicos comumente utilizados na alimentação de frangos de corte.

## Material e Métodos

As informações utilizadas neste trabalho referem-se a valores de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) e de composição química

dos alimentos proteicos usualmente utilizados na formulação das rações avícolas. O farelo de soja é considerado o principal, já que é excelente fonte proteica, largamente empregada na alimentação animal.

As informações consideradas completas apresentavam as seguintes variáveis de composição química: proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), fibra bruta (FB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), e as incompletas aquelas que apresentavam somente PB, EE, MM e FB.

Para obtenção das equações de predição para estimar a EMAn dos alimentos, foram utilizados 118 informações para a soja mais seus subprodutos (Tabelas 1 e 3), sendo 67 e 51 de informações completas e incompletas, respectivamente, e 199 informações foram catalogadas para se obter a equação de predição para estimar a EMAn dos alimentos proteicos de origem vegetal mais utilizados nas rações de aves, das quais 96 informações eram completas e 103, incompletas (Tabelas 2 e 3). Foram considerados alimentos proteicos os que apresentavam, em sua composição, menos de 18% de FB e mais de 20% de PB, considerando-se estes valores expressos na matéria seca (MS).

Priorizaram-se trabalhos nacionais para se obterem valores mais precisos para as estimativas que foram determinadas, pois, de acordo com alguns pesquisadores, como Colnago et al. (1979), McNab (1996) e Mittelstaedt & Teeter (1993), a composição química de alimentos oriundos de diferentes regiões e cultivares, geralmente, apresenta variações, com consequentes alterações nos seus valores de energia.

Tabela 1 - Subprodutos da soja catalogados no trabalho

Farelo de soja alta proteína	Soja integral desativada
Farelo de soja reintegrada	Soja grão
Farelo de soja texturizada	Soja integral Jet Sploter
Farelo de torta de soja solvente	Soja micronizada
Soja concentrado proteico	Soja torrada
Soja cozida	Soja tostada
Soja extrusada	

Tabela 2 - Alimentos proteicos de origem vegetal catalogadas no trabalho

Farelo de algodão	Farelo de torta de algodão	Soja tostada
Farelo de amendoim	Farelo de torta de amendoim	Soja concentrado proteico
Farelo de babaçu	Farelo de torta de colza	Soja cozida
Farelo de canola	Farelo de torta de girassol	Soja grão
Farelo de coco	Farelo de torta de soja solvente	Soja integral Jet Sploter
Farelo de colza	Fermento dessecado de cerveja	Soja micronizada
Farelo de girassol	Farelo de soja reintegrado	Soja torrada
Farelo de glúten de milho	Farelo de soja alta proteína	Soja integral desativada
Farinha de glúten de milho	Gérmen de milho	Torta de linhaça
Farinha morena	Gérmen de trigo	Levedura de cerveja
Farelo de mamona	Glúten de milho	Soja extrusada
Farelo de soja	Farelo de soja texturizada	

Tabela 3 - Contribuição relativa dos alimentos utilizados para elaboração das equações

Alimento	Nº de informações	Percentual (%)
Farelo de soja	59	29,65
Subprodutos da soja	59	29,65
Farelo de algodão	9	4,52
Farelo de amendoim	7	3,52
Farelo de canola	5	2,51
Farelo de coco	7	3,52
Farelo de glúten de milho	19	9,55
Farelo de torta de algodão	5	2,51
Gérmen de trigo	8	4,02
Outros <sup>1</sup>	21	10,55
Total	199	100

<sup>1</sup> Estão inseridos neste grupo os alimentos que contabilizaram um número menor que cinco informações.

Foram considerados os efeitos que influenciam o valor energético dos alimentos diretamente, ou seja, que não modificam a composição química dos alimentos e que ocasionam variabilidade na energia dos mesmos. Foram eles o sexo e a idade dos animais experimentais e a metodologia empregada no ensaio de metabolismo (coleta total ou alimentação forçada + coleta total),

Após a identificação desses efeitos, os grupos foram submetidos à análise por mínimos quadrados ponderados, a fim de reduzir os efeitos supracitados e realizar o procedimento da meta-análise.

Para o efeito sexo, foram considerados três códigos: macho, fêmea e misto. Para idade, no entanto, foram considerados quatro códigos: 1ª e 2ª semanas de vida; 3ª e 4ª semanas de vida; 5ª e 6ª semanas de vida e acima dessas idades ou indefinido. Para a metodologia, apenas dois códigos: coleta total de excretas e alimentação forçada + coleta total de excretas. A formação dos grupos se deu em função de um fatorial  $3 \times 4 \times 2$ , sendo três códigos de sexo X, quatro códigos de idade X, dois códigos de metodologias, podendo, então, totalizar até 24 grupos, mas não necessariamente que todos fossem efetivados.

Como se trabalhou com o modelo estatístico de regressão linear múltipla, as estimativas dos parâmetros foram determinadas de acordo com o método dos mínimos quadrados e, para a escolha do fator de ponderação, utilizaram-se os grupos pré-determinados no estudo. Portanto, o procedimento adotado para tal ponderação foi o método dos mínimos quadrados ponderados, em que se considera o inverso da variância ( $1/s^2$ ) para cada grupo.

Para se avaliar a importância das variáveis de composição química sobre o valor de EMAn do alimento, estimou-se o coeficiente de determinação parcial de cada variável no modelo completo e adotou-se o procedimento de seleção de equações ajustadas denominado *stepwise*.

## Resultados e Discussão

Considerando 67 informações completas, a equação que melhor se ajustou para determinar a EMAn foi a  $EMAn = 2707,71 + 58,63EE - 16,06FDN$ , tendo  $R^2$  de 81%. A variável apontada como a mais importante no modelo foi o EE ( $R^2$  parcial = 79%), seguida da FDN ( $R^2$  parcial = 1,99%).

Quando se obtiveram 118 informações, a equação que melhor se ajustou para estimar a EMAn foi  $EMAn = 844,57 + 21,76PB + 67,17EE + 61,73MM + 39,22FB$ , com  $R^2$  de 63%. Quando se considera o conjunto das variáveis no modelo ajustado, a variável apontada como a mais importante no modelo ainda foi o EE ( $R^2$  parcial = 59,28%), seguida da MM ( $R^2$  parcial = 1,70%), da FB ( $R^2$  parcial = 0,89%) e, por fim, da PB ( $R^2$  parcial = 0,78%).

O aumento do número de dados não é tão importante para se obter uma equação para estimar os valores de EMAn desses alimentos proteicos, ao contrário das variáveis que irão compor essa equação, que são realmente importantes. Ao considerar os dados que continham todas as variáveis da composição química dos alimentos analisados (PB, EE, MM, FB, FDN e FDA), apenas as variáveis EE e FDN participaram da equação ajustada, tendo  $R^2$  de 81%, uma vez que, quando se consideram os dados com apenas quatro variáveis (PB, EE, MM e FB), todas participaram da equação, porém, apresentando  $R^2$  mais baixo (63%).

Nascimento et al. (2009) estimaram equações de predição para alimentos proteicos de origem vegetal e concluíram que a FDN e a FDA são variáveis importantes no ajuste de equações de predição para alimentos proteicos.

As equações determinadas por Rodrigues et al. (2002) compostas com quatro variáveis no modelo explicaram 94% ou mais da variação nos valores de EMAn dos alimentos à base de soja, no entanto, a equação composta por apenas duas variáveis, EE e FB, explicou 93% das variações. Isso comprova que o ajuste de um modelo com duas variáveis independentes pode ser bem aplicado na estimativa da energia dos alimentos (EMAn).

Bons ajustes com combinação de duas variáveis também foram destacados por Dolz & Blas (1992) e Nunes et al. (2001). Por outro lado, Janssen (1989) descreveu equações com a PB, EE e extratos não-nitrogenados para predizer a EMAn do farelo de soja.

Modelos que abrangem grande número de variáveis podem se tornar complexos, já que algumas características como, por exemplo, a densidade e o diâmetro geométrico médio (DGM), por não estarem facilmente disponíveis, muitas vezes podem inviabilizar o uso das equações. Assim, aquelas equações com componentes obtidos facilmente pela análise proximal dos alimentos são mais

aplicáveis, visto que é uma análise de rotina em laboratórios (Rodrigues et al., 2002).

Avaliando a composição química e os valores de EMAN determinados de vários alimentos proteicos, Lanna et al. (1979) obtiveram equações de predição, que foram mais bem ajustadas quando os valores de FB, EE e MM foram incluídos na estimativa.

Nota-se a importância do EE na variação energética dos farelos de soja, já que essa variável apresentou-se nas melhores equações testadas por Zonta et al. (2004), concretizando, assim, os resultados deste trabalho.

Analisados apenas os farelos de soja, os CV foram menores que os calculados para a soja mais subprodutos, assim como também o R<sup>2</sup> da equação de predição ajustada foi maior quando houve maior variação nos valores da composição química e energética dos alimentos.

Juntamente com as variáveis que compõem a equação ajustada para estimar os valores de EMAN alimentos proteicos, pode-se considerar os CV como muito importantes, já que, aumentando-se os mesmos, percebem-se equações com melhores R<sup>2</sup>s, sendo o inverso também verdadeiro. A EMAN apresenta CV de 19,80% e as variáveis EE e FB apresentam de 113,82% e 35,40%, respectivamente, sendo, portanto, valores inferiores àqueles registrados anteriormente para as informações completas, que foram de 21,14, 116,94 e 40,33%, respectivamente, para EMAN, EE e FB. Assim, justifica-se a redução de 81% para 63% nas equações ajustadas nessa etapa (Tabela 4).

Ao considerar as 96 informações completas, a equação que melhor se ajustou para determinar a EMAN dos alimentos proteicos foi  $EMAN = 1412,26 + 28,74PB + 72,07EE - 71,90MM$ , com R<sup>2</sup> de 77%, cabendo análises futuras de validações para determinar a confiabilidade estatística e recomendar sua utilização. A variável apontada como a mais importante no modelo continua sendo o EE (R<sup>2</sup> parcial = 55,42%), seguido da PB (R<sup>2</sup> parcial = 15,21%) e, por fim, da MM (R<sup>2</sup> parcial = 6,19%).

Diante de 199 informações, a equação que melhor se ajustou para determinar a EMAN dos alimentos proteicos

foi  $EMAN = 1913,54 + 28,63PB + 62,76EE - 126,23MM - 14,21FB$ , com R<sup>2</sup> de 71%. Considerando o conjunto das variáveis no modelo ajustado, a variável apontada como a mais importante no modelo continua sendo o EE (R<sup>2</sup> parcial = 35,85%), como visto nas análises anteriores, seguida da PB (R<sup>2</sup> parcial = 28,54%), da MM (R<sup>2</sup> parcial = 6,01%) e, por fim, da FB (R<sup>2</sup> parcial = 0,44%).

Ao estudarem a farinha de carne e ossos nas dietas avícolas, mesmo não sendo um alimento proteico usualmente utilizado para as aves, Dolz & Blas (1992) avaliaram as variáveis PB e MM, obtendo o R<sup>2</sup> de 96% para prever os valores da EMAN para esses alimentos.

Brugalli et al. (1999), ao estudarem o mesmo alimento, obtiveram baixos valores, ao combinarem MM com outra variável, o que pode justificar o R<sup>2</sup> baixo (77%) para a equação ajustada neste trabalho, mesmo que a equação gerada não tenha sido resultado de dados incluindo a farinha de carne e ossos. De qualquer modo, trata-se de uma equação proveniente de dados proteicos. Já de acordo com NRC (1994), em se tratando da farinha de carne e ossos, a variável MM é importante e deve ser incluída na equação de predição.

Para que ocorra melhora considerável do R<sup>2</sup> da equação que irá estimar os valores da EMAN dos alimentos proteicos, são necessárias duas medidas, que são: aumentar o número de informações para serem analisadas e utilizar dados com alimentos que apresentem bastante variação na EMAN e, por consequência, na composição química.

Como houve variação nas informações cadastradas no presente estudo, Vieites et al. (2000) explicam que, para alimentos que apresentam variação considerável na composição química e energética, é recomendada a determinação da EMAN, mediante o uso de equações de predição. Isso porque, além de ser uma importante ferramenta para aumentar a precisão no processo de formulação de rações, o valor energético do alimento será corrigido pela sua composição química.

Reforça-se a tese de que, para melhorar consideravelmente o R<sup>2</sup> da equação que irá determinar os valores de EMAN dos

Tabela 4 - Coeficientes de variação para a EMAN e variáveis da composição química das sojas mais subprodutos (valores expressos com base na matéria seca) de 67 informações completas e 118 informações completas mais incompletas

Variável <sup>1</sup>	67 informações completas Coeficiente de variação (%)	118 informações = completas+incompletas Coeficiente de variação (%)
EMAN	21,14	19,80
Proteína bruta (%)	12,43	14,08
Extrato etéreo (%)	116,94	113,82
Matéria mineral (%)	12,74	17,37
Fibra bruta (%)	40,33	35,40
Fibra detergente neutro (%)	34,43	-
Fibra detergente ácido (%)	43,84	-

<sup>1</sup>EMAN = energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (kcal de EM/kg).

alimentos proteicos, é necessário, além de aumentar o número de informações para serem analisados, utilizar informações com alimentos que apresentem razoável variação na EMAn e, por consequência, na composição química. Isso justifica a redução do  $R^2$  de 77% para 71%, para as 96 informações completas e 199 informações (completas + incompletas), respectivamente, pois, dos cinco CVs analisados nessa última situação, quatro estavam idênticos ou bem próximos àqueles apresentados nas análises anteriores. Com isso, aumentando-se o número de dados e mantendo-se aproximada a variação das variáveis e EMAn, o  $R^2$  da equação ajustada reduziu-se.

Nas normas da FEDNA (1999), a EMAn do farelo de girassol pode variar de 1574 a 2203 kcal EM/kg de MS, sendo o teor de fibra o principal responsável por essa variação. Já Nascimento et al. (1998) afirmam que o tipo de processamento pode afetar a composição química dos alimentos proteicos, principalmente nos níveis de EE e FB, o que poderá afetar os valores energéticos dos alimentos. Ficou evidente, nas análises do presente trabalho, a importância dessas variáveis, principalmente do EE, quando se fala da EMAn dos alimentos proteicos.

Lodhi et al. (1976) conduziram uma série de cinco ensaios de metabolismo para determinar a digestibilidade do nitrogênio e o conteúdo de energia metabolizável de vários alimentos ricos em proteína para aves e observaram que a quantidade de proteína, sua digestibilidade e o conteúdo de FB foram os fatores primários na predição da energia metabolizável dos alimentos, o que, de certa forma, concorda com os resultados do presente trabalho, já que

essas variáveis, PB e FB, também são consideradas importantes para se estimarem os valores da EMAn dos alimentos proteicos.

O aumento no número de informações mantendo-se o CV das variáveis e da EMAn idênticos, aproximados ou mais baixos do que aqueles observados com menos dados, por si só, não adianta, pois reduz os coeficientes de determinação das equações ajustadas, como foi observado.

Comparando esses dados de CV àqueles registrados para as 96 informações analisadas anteriormente, dos cinco coeficientes nessa última situação, quatro (EMAn: 26,60%, PB: 23,64%, EE: 120,10% e MM: 27,29%) estão bem próximos daqueles apresentados para as informações anteriores (EMAn: 25,24%, PB: 23,10%, EE: 120,43% e MM: 25,22%). Por isso, aumentando o número de dados e mantendo-se aproximada a variação da EMAn e das variáveis da composição química, o  $R^2$  da equação ajustada reduz-se, sendo necessário analisar alimentos proteicos com amplas diferenças nas suas EMAn e, por consequência, nas suas composições químicas, para que a equação ajustada apresente  $R^2$  satisfatório (Tabela 5).

A variação na composição química e energética de um mesmo ingrediente através dos anos é evidenciada por estudos como os de Albino et al. (1982), Albino & Fialho (1984), Albino et al. (1994) e Lanna et al. (1979). Portanto, a energia é o principal componente nutricional da ração e, mesmo apresentando variações em função de vários fatores, torna-se imprescindível o conhecimento acurado da energia dos alimentos para proporcionar o adequado balanceamento das dietas (Silva et al., 2003).

Tabela 5 - Coeficientes de variação para a EMAn e variáveis de composição química dos alimentos proteicos (valores expressos com base na matéria seca)

Variável <sup>1</sup>	96 informações completas Coeficiente de variação (%)	199 informações = completas+incompletas Coeficiente de variação (%)
EMAn	25,24	26,60
Proteína bruta (%)	23,10	23,64
Extrato etéreo (%)	120,43	120,10
Matéria mineral (%)	25,22	27,29
Fibra bruta (%)	62,52	70,27
Fibra detergente neutro (%)	68,59	-
Fibra detergente ácido (%)	66,05	-

<sup>1</sup>EMAn = energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (kcal de EM/kg).

## Conclusões

A equação que melhor se ajustou para estimar a EMAn dos alimentos proteicos foi  $EMAn = 2707,71 + 58,63EE - 16,06FDN$ , com  $R^2$  de 81%, sendo EE considerada a principal variável responsável para explicar a variabilidade da EMAn

dos alimentos estudados. À medida que se aumenta o número de informações para serem analisadas e quando se utilizam alimentos que apresentem considerável variação na EMAn e na composição química, ocorre melhora considerável do  $R^2$  da equação de predição que irá estimar os valores de EMAn dos alimentos proteicos.

## Referências

- ALBINO, L.F.T.; BRUM, P.A.R.; FIALHO, F.B. et al. Análise individual versus "pool" de excreta na determinação da energia bruta em ensaio de energia metabolizável. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, n.3, p.467-473, 1994.
- ALBINO, L.F.T.; FERREIRA, A.S.; FIALHO, E.T. et al. Determinação dos valores de energia metabolizável e matéria seca aparentemente metabolizável de alguns alimentos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.11, n.2, p.207-221, 1982.
- ALBINO, L.F.T.; FIALHO, E.T. Avaliação química e biológica de alguns alimentos usados em rações para frangos de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.13, n.3, p.291-300, 1984.
- 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.
- COLNAGO, C.L.; ROSTAGNO, H.S.; COSTA, P.M. Valores energéticos e efeito da idade dos suínos sobre a digestibilidade de alguns alimentos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.8, n.4, p.665-678, 1979.
- DOLZ, S.; BLAS, C. Metabolizable energy of meat and bone meal from spanish rendering plants as influenced by level of substitution and method of determination. **Poultry Science**, v.71, n.2, p.316-322, 1992.
- FEDERACIÓN ESPAÑOLA PARA EL DARROLLO DE LA NUTRICIÓN ANIMAL - FEDNA. **Normas FEDNA para la formulación de piensos compuestos**. Madri: Peninsular, 1999. 496p.
- GIANNOTTI, J.D.G.; PACKER, I.U.; MERCADANTE, M.E.Z. Meta-análise para estimativas de correlação genética entre pesos ao nascer e desmama de bovinos. **Scientia Agricola**, v.59, n.3, p.435-440, 2002.
- GLASS, G.V. Primary, secondary, and meta-analysis of research. **Educational Researcher**, v.6, n.1, p.3-8, 1976.
- JANSSEN, W.M.M.A. **European table of energy values for poultry feedstuffs**. 3.ed. Beekbergen, 1989. 84p. (Spelderholt Center for Poultry Research and Information Services).
- KIRBY, K.N. **Advanced data analysis with SYSTAT**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1993. 475p.
- LANNA, P.A.S.; ROSTAGNO, H.S.; SILVA, D.J. et al. Tabela de composição de alimentos concentrados. I. Valores de composição química e de energia metabolizável determinados com pintos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.8, n.3, p.516-523, 1979.
- LIMA, I.L. Níveis nutricionais utilizados nas rações pela indústria avícola. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 1996, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 1996. p.389-402.
- LODHI, G.N.; SINGH, D.; ICHHPONANI, J.S. Variation in nutrient content of feedingstuffs rich in protein and reassessment of the chemical method for metabolizable energy estimation for poultry. **Journal of Agricultural Science**, v.86, n.2, p.293-303, 1976.
- LOPES, D.C.; DONZELLE, J.L.; ALVARENGA, J.C. et al. Efeito do nível de carunchamento do milho sobre a digestibilidade de sua proteína e energia para suínos em crescimento. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.19, n.3, p.181-185, 1990.
- NASCIMENTO, A.H.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T. et al. Valores da composição química e energética de alimentos para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.3, p.579-583, 1998.
- NASCIMENTO, G.A.J.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F. et al. Equações de predição para estimar os valores energéticos de alimentos concentrados de origem vegetal para aves utilizando a metanálise. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.7, p.1265-1271, 2009.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 8.ed. Washington: National Academy Press, 1994. 155p.
- NUNES, R.V.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. et al. Valores de aminoácidos digestíveis verdadeiros e equações de predição dos aminoácidos digestíveis do grão e de subprodutos do trigo para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.774-784, 2001.
- RODRIGUES, P.B.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. et al. Valores energéticos da soja e subprodutos da soja, determinados com frangos de corte e galos adultos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1771-1782, 2002.
- SILVA, J.H.V.; SILVA, M.B.; SILVA, E.L. et al. Energia metabolizável de ingredientes determinada com codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1912-1918, 2003.
- VEITES, F.M.; ALBINO, L.F.T.; SOARES, P.R. et al. Valores de energia metabolizável aparente da farinha de carne e ossos para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2292-2299, 2000.
- ZONTA, M.C.M.; RODRIGUES, P.B.; ZONTA, A. et al. Energia metabolizável de ingredientes proteicos determinada pelo método de coleta total e por equações de predição. **Ciência e Agrotecnologia**, v.28, n.6, p.1400-1407, 2004.