

Uso da LIPE[®] como indicador externo na determinação da energia metabolizável de alimentos em frangos de corte

[Use of LIPE[®] as external indicator on the determination of metabolizable energy of broiler chickens feeds]

C.H.F. Vasconcellos¹, J.A.F. Veloso², E.O.S. Saliba², N.C. Baião^{2*}, L.J.C. Lara²

¹Aluno de pós-graduação – EV-UFGM - Belo Horizonte, MG

²Escola de Veterinária - UFGM
Caixa Postal 567
30123-970 - Belo Horizonte, MG

RESUMO

Realizou-se um ensaio metabólico para avaliar a lignina purificada de eucalipto (LIPE[®]), como indicador na determinação da digestibilidade da energia dos alimentos para frangos de corte. Os tratamentos corresponderam a uma dieta basal e outras oito dietas contendo os alimentos-teste. Os alimentos foram: milho, milho expandido, farelo de soja, farelo de soja expandido, glúten de milho 22%, glúten de milho 60%, farinha de carne e ossos e farinha de penas e vísceras. Os alimentos protéicos e os com menor teor de proteína substituíram 25 e 40% da dieta basal, respectivamente. Foram utilizados 270 pintos de corte, linhagem Ross, de ambos os sexos, dos 21 aos 31 dias de idade. Utilizou-se um delineamento experimental inteiramente ao acaso em esquema fatorial 9×3 (rações × métodos), com três repetições. Os coeficientes de digestibilidade (CD) da energia bruta, os valores da energia metabolizável aparente (EMA) e de energia metabolizável de sete das nove dietas, calculados pelos métodos da coleta total de excretas e dos indicadores de óxido crômico e LIPE[®], foram semelhantes. Com os alimentos-teste, farelo de soja expandido e farinha de penas e vísceras, o uso de óxido crômico resultou em CD e valores de EMA mais altos, quando comparado com o uso da LIPE[®] e da coleta total de excretas que foram semelhantes entre si. Pode-se considerar que a energia metabolizável dos alimentos, calculada pelos três métodos, foram equivalentes. A LIPE[®] pode ser validada como indicador de digestibilidade da energia dos alimentos em frangos de corte.

Palavras-chave: frango de corte, digestibilidade, óxido crômico, coleta total de excretas

ABSTRACT

A metabolism trial was carried out to evaluate the utilization of LIPE[®] as an external indicator of energy digestibility in broilers. The treatments included a basal diet and other different eight diets. Corn grain, expanded corn, soybean meal, expanded soybean meal, 22% crude protein gluten meal, 60% crude protein gluten meal, meat and bone meal and feather and viscera meal, were used. The basal diet was substituted with 40% or 25 % of the feed containing more energy or protein, respectively. Two hundred seventy 21 to 31-day-old both sexes Ross lineage broiler chicks were used. A completely randomized design in a 9x3 factorial arrangement (nine forms of rations x three methods) with three replicates was used. The metabolizable energy of the feeds was calculated by the total fecal collection method and by the indicators methods of chromic oxide and LIPE[®]. Chromic oxide use resulted in higher values of coefficient of digestibility and apparent metabolizable energy for expanded soybean meal and feathers and viscera meal when compared with the use of LIPE[®] and total feces collection which there similar between themselves. The results validated the LIPE[®] as an external energy digestibility index of the feed of broiler chicks evaluated.

Keywords: broiler, digestibility, chromic oxide, total fecal collection

Recebido em 1 de agosto de 2005

Aceito em 11 de dezembro de 2006

*Autor para correspondência (*corresponding author*)

E-mail: baiiao@vet.ufmg.br

INTRODUÇÃO

O método convencional, padrão ou direto da coleta total de fezes, segundo Swift e French (1954), foi proposto por Hennenberg e Stohmann em 1860, como meio de avaliar a digestibilidade aparente dos nutrientes e o valor nutritivo dos alimentos. Esse método oferece resultados confiáveis aos propósitos a que se destinam.

De acordo com Viana (1959), o método convencional de determinação da digestibilidade é demorado e dispendioso. Com isso, novas pesquisas foram realizadas levando ao desenvolvimento e emprego de indicadores, também denominados de índices ou substâncias referência. O uso dessas substâncias é denominado de métodos indiretos.

Segundo McNab (2000), citado por Sales e Janssens (2003), podem ocorrer problemas como aderência do material fecal às penas das aves, contaminação da excreta com penas e descamações, mudança na composição da excreta devido à fermentação, excreção fora das bandejas e contaminação por ração regurgitada. Esses fatores podem ter influência na determinação da digestibilidade dos nutrientes.

Para Sibbald (1982), além da contaminação da excreta com ração, outra dificuldade associada à coleta total é a variação no conteúdo de umidade das rações no preparo, durante o experimento e durante as análises. O uso dos indicadores dispensa a necessidade de medir o consumo de ração ou excreção fecal e evita alguns dos problemas relacionados à flutuação do conteúdo de umidade nas rações. Além disso, de acordo com Scott e Boldaji (1997), a coleta total requer jejum prévio e ao final do período de coleta, ao passo que o uso de indicadores permite alimentação *ad libitum* e período de coleta mais curto.

O indicador mais utilizado em ensaios de digestibilidade é o óxido crômico. Segundo Titgemeyer (1997), o óxido crômico pode ser prejudicial à saúde quando inalado. Assim cuidados devem ser tomados ao misturá-lo nas rações e durante a moagem de amostras de rações e de material fecal de animais que o consumiram. Além disso, possui propriedades carcinogênicas (Peddie et al., 1982), taxa de

recuperação incompleta e propriedades eletrostáticas que interferem na uniformização das rações e a separação do indicador da excreta (Vohra e Kratzer, 1967; Vohra, 1972).

Pesquisadores (Morais et al.; 1991, 1994; Piló-Veloso et al., 1993) conseguiram extrair e caracterizar estruturalmente a lignina a partir de uma variedade de eucalipto (*Eucalyptus grandis*). Posteriormente, Saliba et al. (1999) revelaram que a lignina obtida desse processo de extração apresentava propriedades físico-químicas bastante estáveis e grande consistência químico-estrutural, mostrando-se inalterada pelo trato gastrointestinal dos animais e totalmente recuperada nas fezes. Dessa forma, surgiu a possibilidade de utilização da lignina purificada de eucalipto (LIPE®) como indicador externo para a avaliação da digestibilidade dos alimentos.

Para avaliar a confiabilidade de um indicador é necessário que sejam feitos ensaios de digestibilidade, comparando os resultados obtidos pelo indicador com aqueles obtidos pela coleta total de fezes. Portanto, o objetivo do presente trabalho foi obter resultados da energia metabolizável aparente (EM) de alguns alimentos para frangos de corte e comparar a lignina purificada de eucalipto (LIPE®) com o indicador óxido crômico e com o método tradicional de coleta total de excretas.

MATERIAL E MÉTODOS

Utilizaram-se 270 pintos de corte da linhagem Ross, de ambos os sexos. Os pintos, criados em galpão avícola convencional de um a 21 dias de idade, foram transferidos para gaiolas equipadas com bandejas para a coleta das excretas onde permaneceram até os 31 dias de idade. Em cada gaiola foram alojadas 10 aves, sendo cinco machos e cinco fêmeas. De um a 15 dias de idade, as aves receberam ração inicial farelada, à base de milho e soja, com os níveis nutricionais recomendados por Rostagno et al. (2000). De 16 a 21 dias de idade, receberam a mesma ração, porém na forma peletizada (2,5mm de diâmetro). Para reduzir o desperdício, durante o período de coleta das excretas, as rações e os alimentos-teste foram fornecidos na forma peletizada.

LIPE® → Patente nº (PIO304736-9/UFMG) – saliba@vet.ufmg.br – p2s2@inova.ufmg.br

Foram utilizadas nove rações experimentais (Tab. 1), preparadas a partir de uma dieta básica composta de milho, farelo de soja, suplementos minerais e vitamínicos, adicionadas de 0,25% de óxido crômico (Cr₂O₃). A dieta básica correspondeu ao tratamento 1 (T1), enquanto as

outras (T2 a T9) foram constituídas de 60% da dieta básica e 40% dos alimentos com teores mais baixos em proteína ou 75% de dieta basal e 25% dos alimentos protéicos, conforme o método da substituição proposto por Sibbald e Slinger (1963).

Tabela 1. Composição das rações experimentais quanto à percentagem de dieta basal e cada alimento-teste

| Alimento | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Dieta basal | - | 60,00 | 60,00 | 75,00 | 75,00 | 60,00 | 75,00 | 75,00 | 75,00 |
| Milho (comum) | 62,58 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Farelo de soja (comum) | 31,70 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Milho (teste) | - | 40,00 | - | - | - | - | - | - | - |
| Milho expandido | - | - | 40,00 | - | - | - | - | - | - |
| Farelo de soja (teste) | - | - | - | 25,00 | - | - | - | - | - |
| Farelo de soja expandido | - | - | - | - | 25,00 | - | - | - | - |
| Glúten de milho 22% | - | - | - | - | - | 40,00 | - | - | - |
| Glúten de milho 60% | - | - | - | - | - | - | 25,00 | - | - |
| Farinha de carne 39% | - | - | - | - | - | - | - | 25,00 | - |
| Farinha de penas e vísceras | - | - | - | - | - | - | - | - | 25,00 |
| Óleo de soja | 2,00 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Fosfato bicálcico | 1,51 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Calcário calcítico | 1,05 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Sal iodado | 0,50 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suplemento vitamínico-mineral ¹ | 0,40 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Óxido crômico | 0,25 | - | - | - | - | - | - | - | - |

T1= basal, T2= milho, T3= milho expandido, T4= farelo de soja, T5= farelo de soja expandido, T6= glúten de milho 22 %, T7= glúten de milho 60%, T8= farinha de carne e ossos 40%, T9= farinha de penas e vísceras.

¹Premix inicial: vit.A= 1.333.000UI, vit.D₃= 166.700UI, vit.E= 1.667UI; ác. Fólico= 36mg, ác. pantotênico= 2.837mg, ác. nicotínico= 4.000mg, biotina= 3,34mg, vit.B₆ (piridoxina)= 60mg, vit.B₂ (riboflavina)= 459mg; vit.B₁ (tiamina)= 80mg; vit.B₁₂= 3.333mcg, vit.C= 8.225mg; vit.K₃= 353mg, ferro= 20.070mg, cobre= 1.904mg, manganês= 3.700mg, zinco= 16.464mg, iodo= 85mg, selênio= 24mg, colina= 21,67g, antioxidante= 25g, olaquinox= 12,50g, virginiamicina= 3,33g., veículo QSP 1.000g. (6kg/ton.)

Os alimentos com menor nível protéico foram milho (M), milho expandido (ME) e glúten de milho 22% (G22), e os protéicos farelo de soja (FS), farelo de soja expandido (FSE), glúten de milho 60% (G60), farinha de carne e ossos 40% (FCO) e farinha de penas e vísceras (FPV), correspondendo aos tratamentos de 2 a 9 (T2 a T9). A composição química e os valores nutricionais, calculados segundo Rostagno et al. (2000), das rações experimentais encontra-se na Tab. 2.

A incorporação da LIPE[®] foi feita por diluição. Como a quantidade de LIPE[®] a ser incorporada nas rações era muito pequena (0,10g de LIPE[®]/dia/10 aves), adotou-se o artifício de preparar a suspensão em acetona e aspergi-la

sobre 100g de cada ração, homogeneizando e deixando evaporar a acetona durante 24 horas. A ração contendo LIPE[®] foi fornecida após a retirada das sobras do dia anterior, o restante da ração diária foi fornecido após o consumo total das rações com LIPE[®]. A ração que continha LIPE[®] também continha óxido crômico.

Após cinco dias de adaptação nas gaiolas metabólicas, procedeu-se a coleta das excretas por cinco dias. Não houve período de jejum prévio. As excretas das aves de cada repetição foram colhidas e pesadas diariamente. Após homogeneização, foram colhidas alíquotas de 30% do total de excretas produzido diariamente. Essas amostras foram congeladas para análises posteriores.

Tabela 2. Composição química e valores nutricionais das rações experimentais, de acordo com os tratamentos

| Composição química: | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Matéria seca, % | 88,46 | 88,02 | 88,32 | 88,27 | 88,31 | 88,61 | 88,89 | 89,45 | 89,80 |
| Energia bruta, kcal/kg | 3822 | 3830 | 3820 | 3948 | 3983 | 3998 | 4,056 | 3648 | 4278 |
| Energia metabolizável aparente, kcal/kg ¹ | 2850 | 2935 | 2901 | 2741 | 2716 | 2525 | 3022 | 2550 | 2836 |
| Proteína bruta, % | 18,78 | 14,47 | 14,27 | 24,00 | 24,12 | 18,79 | 28,85 | 23,41 | 31,46 |
| Fibra bruta, % | 2,96 | 1,73 | 2,36 | 4,31 | 3,91 | 5,06 | 2,55 | 2,43 | 3,05 |
| Matéria mineral, % | 4,57 | 3,43 | 3,39 | 4,69 | 4,68 | 4,62 | 3,99 | 12,48 | 4,64 |
| Extrativos não nitrogenados, % | 56,93 | 63,72 | 63,53 | 50,87 | 51,28 | 55,68 | 48,37 | 44,09 | 44,09 |
| Cálcio, % ² | 0,90 | 0,55 | 0,55 | 0,76 | 0,75 | 0,62 | 0,69 | 4,25 | 1,08 |
| Fósforo total, % ² | 0,62 | 0,46 | 0,48 | 0,61 | 0,61 | 0,65 | 0,58 | 2,01 | 0,76 |
| Fósforo disponível, % ² | 0,39 | 0,27 | 0,46 | 0,34 | 0,34 | 0,33 | 0,33 | 1,84 | 0,59 |
| Cromo, % | 0,18 | 0,10 | 0,10 | 0,13 | 0,11 | 0,09 | 0,12 | 0,10 | 0,12 |

T1= basal, T2= milho, T3= milho expandido, T4= farelo de soja, T5= farelo de soja expandido, T6= glúten de milho 22 %, T7= glúten de milho 60%, T8= farinha de carne e ossos 40%, T9= farinha de penas e vísceras.

¹Dados calculados a partir da energia da ração e das fezes. ²Segundo Rostagno et al. (2000).

Foram determinados os teores de matéria seca e energia bruta do material fecal e das rações e das excretas (Cunniff, 1995). Os coeficientes de digestibilidade aparente da energia bruta (EB) foram calculados de acordo com Kleiber (1961). A partir dos coeficientes de digestibilidade da energia e do conteúdo de energia das rações experimentais, calculou-se a energia metabolizável aparente de cada ração (Kleiber, 1961).

De posse dos valores de energia metabolizável das dietas experimentais obtidos pelo método da coleta total e pelos indicadores óxido crômico (Williams et al., 1962) e LIPE® (Saliba et al., 2003), calculou-se a energia metabolizável aparente de cada alimento-teste conforme Matterson et al. (1965).

Após o cálculo da energia metabolizável aparente (EMA) de cada alimento-teste, comparou-se o método convencional (coleta total) com os indicadores óxido crômico e LIPE®.

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 9x3 (rações x métodos), com três repetições. As análises estatísticas dos dados foram efetuadas de acordo com o SAS (User's... 1985), sendo as médias comparadas pela diferença mínima significativa pelo teste de t.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores dos coeficientes de digestibilidade da energia calculados pelos três métodos encontram-se na Tab. 3.

Tabela 3. Coeficientes de metabolização (%) da energia bruta das rações pelos métodos da coleta total, óxido crômico e LIPE® em frangos de corte

| Método | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|---------|
| Coleta total | 74,35 | 76,64 | 75,95 | 69,42 | 68,19b | 63,14 | 74,51 | 69,89 | 66,29ab |
| Cr ₂ O ₃ | 73,94 | 76,68 | 73,87 | 69,10 | 74,08a | 63,95 | 75,81 | 69,69 | 67,99a |
| LIPE® | 74,13 | 75,05 | 74,67 | 68,40 | 68,31b | 64,52 | 74,05 | 70,35 | 64,05b |

T1= basal, T2= milho, T3= milho expandido, T4= farelo de soja, T5= farelo de soja, T6= glúten de milho 22%, T7= glúten de milho 60%, T8= farinha de carne e ossos 40%, T9= farinha de pena e vísceras.

Valores seguidos por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste t (P<0,05). CV = 2,0%.

Observou-se semelhança entre os coeficientes de digestibilidade da energia bruta das rações calculados pelos três métodos, excetuando os tratamentos T5 e T9. Houve efeito do T5 quando a digestibilidade da EB foi calculada pelo óxido

crômico. A digestibilidade da energia do T9 foi semelhante à do método tradicional de coleta para os dois indicadores, porém, houve diferença entre a LIPE® e o Cr₂O₃. No T5, o Cr₂O₃ superestimou o coeficiente de digestibilidade. A

LIPE[®] mostrou-se mais eficiente, sendo equivalente à coleta total em todos os tratamentos.

Os valores da energia metabolizável das rações experimentais e dos alimentos calculados pelos três métodos encontram-se nas Tab.4 e 5, respectivamente.

Tabela 4. Valores da energia metabolizável aparente (kcal/kg) das rações calculados pelos métodos da coleta total, óxido crômico e LIPE[®] em frangos de corte

| Método | Basal | M | ME | FS | FSE | G22 | G60 | FCO | FPV |
|-------------------|-------|------|------|------|-------|------|------|------|--------|
| Coleta total | 3221 | 3335 | 3285 | 3105 | 3075b | 2849 | 3399 | 2850 | 3158ab |
| Óxido crômico | 3203 | 3337 | 3195 | 3091 | 3341a | 2885 | 3459 | 2842 | 3239a |
| LIPE [®] | 3211 | 3266 | 3230 | 3059 | 3081b | 2911 | 3379 | 2869 | 3051b |

M= milho, ME= milho expandido, FS= farelo de soja, FSE= farelo de soja expandido, G22= glúten de milho 22 %, G60= glúten de milho 60%, FC= farinha de carne e ossos 40%, FPV= farinha de penas e vísceras. Valores seguidos por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste t (P<0,05). CV= 2,1%.

Tabela 5. Valores da energia metabolizável aparente (kcal/kg) dos alimentos testados obtidos pelos indicadores óxido crômico, lignina purificada e coleta total

| Método | M | ME | FS | FSE | G22 | G60 | FCO | FPV |
|--------------------|------|------|------|--------|------|------|------|--------|
| Coleta total | 3506 | 3381 | 2757 | 2639 b | 2291 | 3937 | 1738 | 2970ab |
| Óxido crômico | 3537 | 3183 | 2754 | 3756a | 2409 | 4228 | 1759 | 3347a |
| LIPE [®] | 3347 | 3257 | 2603 | 2691b | 2461 | 3882 | 1841 | 2570b |
| Média ¹ | 3463 | 3274 | 2705 | 3029 | 2387 | 4016 | 1780 | 2963 |

M= milho, ME= milho expandido, FS= farelo de soja, FSE= farelo de soja expandido, G22= glúten de milho 22 %, G60= glúten de milho 60%, FC= farinha de carne e ossos 40%, FPV= farinha de penas e vísceras. Valores seguidos por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste t (P<0,05). CV= 6,4%.

Na determinação da energia metabolizável das rações e dos alimentos, os métodos utilizados foram equivalentes na maioria dos tratamentos, exceto para FSE e FPV. A EM do FSE apresentou resultado diferente do método da coleta total quando calculada pelo Cr₂O₃. Na determinação da energia metabolizável aparente da FPV, houve diferença significativa entre o Cr₂O₃ e a LIPE[®], porém ambos os indicadores assemelharam-se ao método da coleta total. O Cr₂O₃ superestimou a energia metabolizável do FSE, sendo ineficiente na determinação da energia metabolizável desse alimento; a LIPE[®], por sua vez, foi equivalente ao método da coleta total.

Resultados semelhantes na determinação da EM de alimentos, fazendo comparação entre indicador e coleta total, foram obtidos por Han et al. (1976) e Pryor e Conner (1966), que não verificaram diferença entre os métodos do Cr₂O₃ e da coleta total. Relataram ainda que o indicador produziu resultados mais confiáveis devido ao menor desvio-padrão da média. Coates et al. (1977) e Brufau et al. (1998) encontraram resultados de EM mais baixos quando usaram

Cr₂O₃ como indicador na avaliação da digestibilidade de alimentos para aves.

O resultado de EM do G22 encontrado neste trabalho foi de 2162kcal/kg na matéria natural, mais alto que o relatado por Rostagno et al. (2000). Para a FPV, FC e G60, os valores de EM na matéria natural, foram, respectivamente 2686kcal/kg; 1662kcal/kg e 3666 kcal/kg, mais baixos que os encontrados por Rostagno et al. (2000), que foram respectivamente 3275kcal/kg; 1945kcal/kg e 3775kcal/kg.

Os resultados de EM do M, ME, FS, FSE na matéria natural, pela coleta total foram, respectivamente, 3085,86kcal/kg, 2986,25kcal/kg, 2433,87kcal/kg, e 2330,61kcal/kg. Estes resultados são menores que os relatados para o milho por Albino et al. (1992) e Rostagno et al. (2000), de 3390 e 3371kcal/kg, respectivamente. Rodrigues et al. (2001) encontraram valores de EMA de 3749kcal/kg, 3573kcal/kg na MS para dois milhos de diferentes origens. O último valor aproxima-se ao encontrado neste trabalho. Rodrigues et al. (2003) testaram seis variedades

de milho e encontraram valor médio de EMA de 3717kcal/kg, valor mais alto que o encontrado neste trabalho.

A EMA do FS encontrada neste trabalho foi superior à citada por Albino et al. (1992) e Rostagno et al. (2000), 2310kcal/kg e 2266kcal/kg, respectivamente.

CONCLUSÕES

A lignina purificada de eucalipto (LIPE[®]) é um indicador externo eficiente no cálculo dos coeficientes de digestibilidade e da energia metabolizável das rações e dos alimentos, sendo semelhante à coleta total e ao óxido crômico, na maioria dos alimentos testados neste experimento. O indicador óxido crômico foi equivalente à coleta total, porém superestimou a energia metabolizável do farelo de soja expandido. O valor de EM da farinha de pena e vísceras foi superestimado pelo óxido crômico e subestimado pela LIPE[®], apesar de semelhante ao método da coleta total.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; TAFURI, M.L. et al. Determinação dos valores de energia metabolizável aparente e verdadeira de alguns alimentos para aves, usando diferentes métodos. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, v.21, p.1047-1057, 1992.
- BRUFAU, J.; BOROS, D.; MARQUARDT, R.R. Influence of growing season, tannin content and autoclave treatment on the nutritive value of near-isogenic lines of faba beans (*Vicia faba L.*) when fed to leghorn chicks. *Br. Poult. Sci.*, v.39, p. 97-105, 1998.
- COATES, B.J.; SLINGER, S.J.; SUMMERS, J.D. et al. Metabolizable energy values and chemical and physical characteristics of wheat and barley. *Can. J. Anim. Sci.*, v.57, p.195-207, 1977.
- HAN, I.K.; HOCHSTETLER, H.W.; SCOTT, M.L. Metabolizable energy values of same poultry feeds determined by various methods and their estimation using metabolizability of the dry matter. *Poult. Sci.*, v.55. p.1335-1342, 1976.
- KLEIBER, M. The fire of life. An introduction to animal energetics. New York: Wiley & Sons, 1961. 454p.
- MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, N.W. et al. The metabolizable energy of feed ingredients for chicken. *Res. Report*, v.7, p.3-11, 1965.
- McNAB, J.M. Rapid metabolizable energy assays. In: MELLO, J.P.F. (Ed.). *Farm animal metabolism and nutrition*. Wallingford, Oxon: CABI International, 2000. p.307-315.
- MORAIS, S.A.L.; NASCIMENTO, E.A.; PILÓ-VELOSO, D. Determinação do grau de condensação e do número de grupos metoxila por unidade monomérica de ligninas do *Eucalyptus grandis* por espectroscopia FTIR. *Quím. Nova*, v.17, p.5-8, 1994.
- MORAIS, S.A.L.; NASCIMENTO, E.A.; PILÓ-VELOSO, D. Studies of *Eucalyptus grandis* Lignin. Part 1: Estimation of lignin and polyphenols contents in *Eucalyptus grandis* by Infrared spectroscopy. *J. Braz. Chem. Soc.*, v.2, p.129-131, 1991.
- PEDDIE, J.; DEWAR, W.A.; GILBERT, A.B.; WADDINGTON, D. The use of titanium dioxide for determining apparent digestibility in mature domestic fowls (*Gallus domesticus*). *J. Agric. Sci.*, v.99, p.233-236, 1982.
- PILÓ-VELOSO, D.; NASCIMENTO, E.A.; MORAIS, S.A.L. Isolamento e análise estrutural de ligninas. *Quím. Nova*, v.16, p.435-448, 1993.
- PRYOR, W.J.; CONNER, J.K. Energy evaluation of poultry feedstuffs. *Aust. Vet. J.* v.42, p.141-145, 1966.
- RODRIGUES, P.B.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. et al. Desempenho de frangos de corte, digestibilidade de nutrientes e valores energéticos de rações formuladas com vários milhos, suplementadas com enzimas. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 32, p.171-182. 2003.
- RODRIGUES, P.B.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. et al. Valores energéticos do milho, do milho e subprodutos do milho, determinados com frangos de corte e galos adultos. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 30, p.1767-1778. 2001.
- 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: UFV, 2000. 141p.
- SALES, J.; JANSSENS, G.P.J. The use of markers to determine energy metabolizability and nutrient digestibility in avian species. *World Poult. Sci. J.*, v.59, p.314-323, 2003.
- SALIBA, E.O.S.; FERREIRA, W.M.; PEREIRA, R.A.N. et al. Lignin from *Eucalyptus grandis* as indicator for rabbits in digestibility trials. *Trop. Subtrop. Agroecosyst.*, v.3, p.107-109, 2003.
- SALIBA, E.O.S.; RODRÍGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C. et al. Estudo comparativo da lignina isolada da palha de milho, com outros indicadores em ensaios de digestibilidade aparente. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: SBZ, 1999.
- SCOTT, T.A.; BOLDAJI, F. Comparison of inert markers [chromic oxide or insoluble ash (Celite™)] for determining apparent metabolizable energy of wheat or barley-based diets with or without enzymes. *Poult. Sci.*, v.76, p.594-598, 1997.
- SIBBALD, I.R. Measurement of bioavailable energy in poultry feeding stuffs: A review. *Can. J. Anim. Sci.*, v.62, p.983-1048, 1982.
- SIBBALD, I.R.; SLINGER, S.J. A biological assay for metabolizable energy in feed ingredients together with finding which demonstrate some of the problems associated with the evaluation of fats. *Poult. Sci.*, v.42, p.313-325, 1963.
- SWIFT, R.W.; FRENCH, C.E. *Energy and metabolism in nutrition*. New Brunswick, NJ: Scarecrow, 1954. 264p.
- TITGEMEYER, E.C. Design and interpretation of nutrient digestion studies. *J. Anim. Sci.*, v.75, p.2235-2247, 1997.
- USER'S guide: basics. v.5.ed. Cary, NC: SAS Institute, 1985. 956p.
- VIANA, J.A.C. Determinação da digestibilidade e do consumo de forragem, em ovinos, por meio do óxido crômico e dos cromogêneos vegetais. *Arq. Esc. Sup. Vet.*, v.12, p.137-184, 1959.
- VOHRA, P. Evaluation of metabolizable energy for poultry. *World Poult. Sci. J.*, v.28, p.204-214, 1972.
- VOHRA, P.; KRATZER, F.H. Absorption of barium sulfate and chromic oxide from the chicken gastrointestinal tract. *Poult. Sci.*, v.46, p.1603-1604, 1967.
- WILLIAMS, C.D.H.; DAVID, D.J.; IISMAA, J. The determination of chromic oxide in faeces samples by atomic absorption spectrophotometry. *J. Anim. Sci.*, v.59, p.381-385.