

USO DA LIPE® COMO INDICADOR EXTERNO NA DETERMINAÇÃO DA DIGESTIBILIDADE DA PROTEÍNA E MATÉRIA SECA DE ALIMENTOS EM FRANGOS DE CORTE

Use of LIPE® as an external indicator in the determination of protein and dry matter digestibility of broiler chicken food

Carlos Henrique de Figueiredo Vasconcellos¹, Dalton de Oliveira Fontes²,
Eloisa de Oliveira Simões Saliba², José Antônio de Figueiredo Veloso², Leonardo José Camargos Lara²

RESUMO

Realizou-se um ensaio metabólico para avaliar a lignina purificada de eucalipto (LIPE®), como indicador na determinação da digestibilidade da proteína bruta e matéria seca de 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 9x3 (rações x métodos), com três repetições. Os coeficientes de digestibilidade (CD) da proteína e da matéria seca e os valores da proteína bruta digestível e da matéria seca digestível de sete das nove dietas, calculados pelos métodos da coleta total de excretas e dos indicadores 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 proteína e matéria seca digestível 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 proteína bruta digestível e matéria seca digestível dos alimentos, calculada pelos três métodos, foram equivalentes. A LIPE® pode ser validada como indicador de digestibilidade da proteína e matéria seca de alimentos para frangos de corte.

Termos para indexação: Frangos de corte, digestibilidade, óxido crômico, coleta total de excretas

ABSTRACT

A metabolism experiment was carried out to evaluate the use of LIPE® as an external indicator of dry matter and protein digestibility in broilers. The treatments corresponded to a basal diet and eight other different diets. The foods used were: corn grain, expanded corn, soybean meal, expanded soybean meal, gluten meal 22% crude protein; gluten meal 60% crude protein, meat and bone meal and feather meal. The basal diet was replaced with 40% or 25% of the food containing more energy or protein, respectively. Two hundred and seventy broiler chickens were used from 21 to 31 days old. A completely randomized design in a 9x3 factorial arrangement (nine forms of rations x three methods) with three replicates was used. The digestible dry matter and protein and metabolizable energy of the food was calculated by the total fecal collection method and by the indicator methods of chromic oxide and LIPE®; the three methods were further compared. Chromic oxide use resulted in higher values of coefficient of digestibility for expanded soybean meal and feathers and viscera meal when compared to the use of LIPE® and total feces collection which were similar. The results validated the LIPE® as an external protein and dry matter digestibility index of the feed of broiler chicks evaluated.

Index terms: Broiler, digestibility, chromic oxide, total fecal collection.

(Recebido em 16 de junho de 2009 e aprovado em 10 de maio de 2010)

INTRODUÇÃO

O método convencional, padrão ou direto da coleta total de fezes, foi proposto, segundo Swift & French (1954), na Alemanha, por Hennenberg e Stohmann em 1860, como meio de avaliar a digestibilidade aparente dos nutrientes e o valor nutritivo dos alimentos destinados à alimentação das várias espécies animais domésticos ou não, oferecendo resultados plenamente confiáveis aos propósitos a que se destinam; sendo conhecido e usado há muitas décadas.

Ainda em relação ao método da coleta total, segundo McNab (2000) e Sales & Janssens (2003), podem ocorrer problemas como aderência do material fecal às penas das aves, contaminação das excretas com penas e descamações, mudança na composição das excretas, em razão da fermentação, excreção fora das bandejas e contaminação por ração regurgitada. Esses fatores podem ter influência na determinação da digestibilidade dos nutrientes.

¹Instituto Federal do Mato Grosso/IFMT – São Vicente, MT – carloshzoo@yahoo.com.br

²Universidade Federal de Minas Gerais/UFMG – Belo Horizonte, MG

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 dos indicadores, também denominados de índices ou substâncias referência. O emprego dessas substâncias é denominado de métodos indiretos.

Para Sibbald (1982), outra dificuldade associada à coleta total, além da contaminação das excretas com ração, 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, segundo Scott & Boldaji (1997), a coleta total requer um período de jejum no início e ao final do período de coleta; já com o uso de indicadores é possível alimentação à vontade e um período de coleta mais curto.

O indicador mais utilizado em ensaios de digestibilidade é o óxido crômico. Porém, esse indicador está associado a uma série de problemas. De acordo com Titgemeyer (1997), o óxido crômico pode ser prejudicial à saúde quando inalado e que cuidados devem ser tomados ao misturá-lo nas rações e durante a moagem de material fecal de animais que consumiram esse indicador. Além disso, possui propriedades carcinogênicas (Peddie et al., 1982), taxa de recuperação incompleta e propriedades eletrostáticas, criando problemas de uniformização nas rações e separação do indicador das excretas (Vohra & Kratzer, 1967; Vohra, 1972).

Em pesquisas realizadas em laboratórios do departamento de Química do Instituto de Ciências Exatas da UFMG, um grupo de 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, estudos realizados por Saliba (2001) e Saliba et al. (2002), revelaram que a lignina obtida deste processo de extração apresentava propriedades físico-químicas bastante estáveis e uma grande consistência químico-estrutural. Esse material não foi alterado pelo trato gastrointestinal dos animais e foi totalmente recuperado 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 que se conheça 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, Conduziu-se este trabalho, com o objetivo de obter resultados da matéria seca digestível (MSD) e

proteína digestível (PD) de alguns alimentos em 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. Inicialmente, os animais foram criados em galpão avícola convencional, dividido em boxes, até os 21 dias de idade. As aves receberam ração inicial farelada para frangos de corte, à base de milho e soja, seguindo as recomendações de Rostagno et al. (2005), até os 15 dias de idade. Dos 15 aos 21 dias, forneceu-se ração peletizada, de modo a garantir o consumo durante o período de coleta da excreta. Posteriormente, as aves foram transferidas aleatoriamente para baterias de gaiolas metabólicas, alojando-se cinco machos e cinco fêmeas por gaiola.

Foram utilizadas nove rações experimentais (Tabela 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 (Cr_2O_3). 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 & Slinger (1963).

Nas gaiolas, as aves receberam ração experimental peletizada com aproximadamente 2,50 mm de diâmetro. Após cinco dias de adaptação nas gaiolas metabólicas, procedeu-se a coleta de fezes por cinco dias, não houve jejum prévio. As fezes foram pesadas diariamente e após homogeneização foram coletadas alíquotas de 30% do total de fezes produzido diariamente.

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. (2005), das rações experimentais, encontra-se na Tabela 2.

A incorporação da LIPE® foi feita por diluição. Como a quantidade de LIPE® a ser incorporada nas rações era muito pequena (0,10 g de LIPE®/dia/10 aves), adotou-se o artifício de preparar a suspensão em acetona e aspergi-la sobre 100 g 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 coleta, o material foi homogeneizado e uma alíquota foi retirada, seca e moída para as análises de laboratório. Determinaram-se os teores de matéria seca do material fecal e das rações; segundo Cunniff (1995). As análises de óxido crômico foram feitas por espectrofotometria de absorção atômica, de acordo com a metodologia descrita por Williams et al. (1962), os teores de lignina purificados foram determinados por meio da espectroscopia de infravermelho, de acordo com Saliba et al. (2001).

Com os resultados das análises de laboratório, bem como os dados de consumo de ração e produção fecal, calcularam-se os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (MS) de acordo com Kleiber (1961).

Com os resultados das análises de laboratório, bem como os dados de consumo de ração e produção fecal, calcularam-se os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína e da matéria seca (MS), conforme a seguinte fórmula 1:

Os cálculos dos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes pelo método dos indicadores Cr_2O_3 e LIPE® foram feitos pela seguinte fórmula 2:

$$\text{Digestibilidade nutriente (\%)} = \frac{\text{nutriente ingerido (g)} - \text{nutriente excretado (g)}}{\text{nutriente ingerido (g)}} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{Digestibilidade (\%)} = 1 - \frac{\text{nutriente/g na MS da dieta} \times \% \text{ indicador na MS da dieta}}{\text{nutriente/g de MS fecal} \times \% \text{ indicador na MS fecal}} \times 100 \quad (2)$$

Tabela 1 – Composição das rações experimentais quanto a percentagem utilizada de cada alimento e dieta basal.

ALIMENTO	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
	Basal	M	ME	FS	FSE	G22	G60	FC	FPV
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 – tratamento 1; T2 – tratamento 2; T3 – tratamento 3; T4 – tratamento 4; T5 – tratamento 5; T6 – tratamento 6; T7 – tratamento 7; T8 – tratamento 8; T9 – tratamento 9. 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. ¹Premix inicial: Vitamina A, 1.333.000 UI, Vitamina D₃, 166.700 UI, Vitamina E, 1.667 UI, Ácido Fólico 36 mg, Ácido Pantotênico, 2.837 mg, Ácido Nicotínico, 4.000 mg, Biotina 3,34 mg, Vitamina B₆ (Piridoxina), 60 mg, Vitamina B₂ (Riboflavina), 459 mg, Vitamina B₁ (Tiamina), 80 mg, Vitamina B₁₂ 3.333 mcg, Vitamina C, 8.225 mg, Vitamina K₃ 353 mg, Ferro, 20.070 mg, Cobre, 1.904 mg, Manganês, 3.700 mg, Zinco 16.464 mg, Iodo, 85 mg, Selênio, 24 mg, Colina, 21,67 g, Antioxidante, 25 g, Bacitracina de zinco (ppm) 80, 12,50 g, Virginiamicina 3,33 g, Veículo QSP 1.000 g. (6kg / ton.).

De posse dos valores de matéria seca digestível das dietas experimentais obtidos pelo método da coleta total e por meio dos indicadores óxido crômico e LIPE[®], foi feita a comparação entre os coeficientes de digestibilidade pelos três métodos e procedeu-se o cálculo da matéria seca digestível aparente de cada alimento teste, conforme Matterson et al. (1965).

Após o cálculo dos nutrientes digestíveis (matéria seca e proteína) 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 (SAS Institute, 1985), sendo as médias comparadas pela diferença mínima significativa pelo teste de t a 0,05% de probabilidade

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Digestibilidade da matéria seca

A comparação dos coeficientes de digestibilidade da matéria seca calculados pelos métodos em estudo, encontram-se na Tabela 3.

Não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre os métodos avaliados para a maioria dos tratamentos, exceto para os tratamentos contendo FSE e FPV. O Cr_2O_3 superestimou o coeficiente de digestibilidade da MS no tratamento contendo FSE em relação aos outros métodos.

Tabela 2 – Composição química das rações experimentais na matéria natural.

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 ²	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, % ¹	0,90	0,55	0,55	0,76	0,75	0,62	0,69	4,25	1,08
Fósforo total, % ¹	0,62	0,46	0,48	0,61	0,61	0,65	0,58	2,01	0,76
Fósforo disponível, % ¹	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.

¹Segundo Rostagno et al. (2005).

²Dados calculado a partir da energia da ração e das fezes.

Tabela 3 – Coeficientes de digestibilidade da MS das rações experimentais determinados pelos métodos da coleta total e dos indicadores óxido crômico e LIPE[®] segundo os tratamentos.

Método	Tratamento								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Coleta Total	70,51	74,12	73,32	64,73	63,18b	58,62	70,42	60,12	62,08ab
Cr ₂ O ₃	70,04	74,16	71,02	64,33	69,99a	59,51	71,93	59,85	63,99a
LIPE [®]	70,26	72,35	71,89	63,56	63,33b	60,16	68,89	60,72	59,55b
Média	70,27	73,54	72,08	64,21	65,50	59,43	70,41	60,23	61,87

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.

^aValores seguidos por letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste t ($P < 0,05$).

CV = 2,5%.

No tratamento com FPV, a coleta total apresentou um coeficiente de digestibilidade da MS semelhante àquele encontrado pelo Cr_2O_3 e LIPE®, entretanto o Cr_2O_3 e a LIPE® diferiram entre si. A digestibilidade da matéria seca, levando em consideração apenas os métodos convencional e do Cr_2O_3 difere dos valores de Dansky & Hill (1953) e Prada et al. (1982), cujos índices foram significativamente menores quando utilizaram o indicador em comparação à coleta total. Os resultados são semelhantes aos de Sibbald et al. (1960), que observaram semelhança entre o Cr_2O_3 e a coleta total quanto a digestibilidade da matéria seca.

Resultados semelhantes de digestibilidade da MS entre a coleta total e LIPE® também foram encontrados por Saliba et al. (2003) trabalhando com coelhos.

Calculou-se ainda, a matéria seca digestível das rações experimentais e dos alimentos em estudo, pelos três métodos. A comparação entre os dados de matéria seca digestível das rações encontra-se na Tabela 4.

A MS digestível das rações e dos alimentos (Tabelas 4 e 5), de modo semelhante ao ocorrido com os coeficientes de digestibilidade da MS das rações, foi semelhante entre os métodos na maioria dos tratamentos.

A digestibilidade da MS das rações experimentais com FSE (Tabela 4) e do FSE (Tabela 5), diferiu estatisticamente da coleta total e do indicador LIPE® quando o Cr_2O_3 foi utilizado; sendo a digestibilidade superestimada pelo Cr_2O_3 .

Na determinação da matéria seca digestível das rações e dos alimentos, os métodos utilizados foram equivalentes na maioria dos tratamentos, exceto para FSE e FPV. A matéria seca do FSE apresentou resultado diferente do método da coleta total quando calculada pelo Cr_2O_3 . Na determinação da matéria seca digestível da FPV, houve diferença significativa entre o Cr_2O_3 e a LIPE®, porém ambos os indicadores assemelharam-se ao método da coleta total. O Cr_2O_3 superestimou a matéria seca digestível 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 digestibilidade de alimentos, fazendo comparação entre indicador e coleta total, foram obtidos por Han et al. (1976) que encontraram valores semelhantes entre o Cr_2O_3 e a coleta total para a digestibilidade da MS do milho, farelo de soja, farinha de carne e ossos e do glúten de milho, em aves.

Tabela 4 – Matéria seca digestível das rações experimentais obtida pelos métodos da coleta total, óxido crômico e LIPE®.

Método	Tratamento								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Coleta Total	62,38	65,24	64,75	57,14	55,79b	51,94	62,60	53,78	55,75ab
Cr_2O_3	61,95	65,28	62,72	56,78	61,82a	52,74	63,94	53,54	57,46a
LIPE®	62,15	63,68	63,50	56,10	55,93b	53,30	62,13	54,32	53,48b
Média	62,16	64,73	63,66	56,67	57,85	52,66	62,89	53,88	55,56

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.

*Valores seguidos por letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste t ($P < 0,05$).

Tabela 5 – Matéria seca digestível dos alimentos obtida pelos métodos da coleta total, óxido crômico e LIPE®.

Método	Alimento							
	M	ME	FS	FSE	G22	G60	FCO	FPV
Coleta Total	69,56	68,32	41,41	36,03b	36,29	63,27	27,98	35,87ab
Cr_2O_3	70,25	63,87	41,26	61,40a	38,90	69,91	28,29	43,99a
LIPE®	65,97	65,50	37,94	37,24b	40,03	62,04	30,81	27,44b
Média	68,59	65,90	40,20	44,89	38,41	65,07	29,03	35,77

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.

*Letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste t ($p < 0,05$).

CV = 13,15%.

Digestibilidade da proteína bruta

Na comparação entre os indicadores e a coleta total, na avaliação da digestibilidade da proteína bruta das rações experimentais, da mesma forma que ocorreu para a digestibilidade da matéria seca, observou-se semelhança entre os três métodos avaliados (Tabela 6).

Dessa forma, os métodos de determinação foram equivalentes nas avaliações das rações experimentais correspondentes aos tratamentos T1, T2, T3, T4, T6, T7 e T8, enquanto no tratamento T5, a digestibilidade da proteína foi diferente estatisticamente do método da coleta total e da LIPE[®] quando comparada ao Cr₂O₃, que superestimou a digestibilidade da proteína nesse tratamento. Já, no tratamento T9, a digestibilidade da proteína bruta foi semelhante ao método da coleta total tanto para o Cr₂O₃ quanto para a LIPE[®]; porém, houve diferença significativa entre o Cr₂O₃ e a LIPE[®]. De modo diferente Dansky & Hill (1953) e Brufau et al. (1998) ao compararem a digestibilidade da proteína de rações para frangos de corte por meios dos métodos da coleta total e do Cr₂O₃, verificaram valores menores para o indicador.

A proteína digestível das rações e dos alimentos foi calculada pelos três métodos. Os resultados encontram-se respectivamente nas Tabelas 7 e 8. A proteína digestível das rações (Tabela 7), apresentou resultados semelhantes para a maioria dos tratamentos; diferindo apenas para a FPV, onde a coleta total foi semelhante ao óxido crômico e estes diferentes da LIPE[®].

Os valores de proteína digestível dos alimentos (Tabela 8) foram semelhantes entre os três métodos nas avaliações do M; ME; FS; G.22 e FCO.

A proteína digestível do FSE diferiu significativamente do método da coleta total e da LIPE[®] quando calculada pelo método do Cr₂O₃. Da mesma forma que ocorreu para a MS digestível do FSE, o Cr₂O₃ superestimou a proteína digestível desse alimento. Já, no G.60, houve diferença apenas entre o Cr₂O₃ e a LIPE[®], sendo os mesmos semelhantes à coleta total. Na avaliação da proteína digestível da FPV, todos os métodos diferiram entre si, obtendo-se com a LIPE a menor digestibilidade.

Durante a peletização das rações experimentais, notou-se que o processo gerava calor, em razão do intenso atrito, aquecendo as rações peletizadas assim obtidas. Em

Tabela 6 – Coeficientes de digestibilidade da proteína bruta das rações obtidos pelos métodos da coleta total, óxido crômico e LIPE[®].

Método	Tratamento								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Coleta Total	53,68	51,68	50,31	47,14	40,24b	44,34	42,13	41,70	33,76ab
Cr ₂ O ₃	52,96	51,8	46,00	46,73	51,41a	45,54	45,07	41,37	37,06a
LIPE ^R	53,31	48,42	47,65	45,42	40,44b	46,37	41,09	42,65	29,35b
Média	53,32	50,63	47,99	46,43	44,03	45,42	42,76	41,91	33,39

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.

^aLetras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste t (P < 0,05).

CV = 5,86%.

Tabela 7 – Proteína digestível das rações obtida pelo método da coleta total e dos indicadores óxido crômico e LIPE[®].

Método	Tratamento								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Coleta Total	11,39	8,50	8,13	12,82	10,99b	9,40	13,68ab	10,92	11,83a
Cr ₂ O ₃	11,24	8,52	7,44	12,71	14,04a	9,66	14,63a	10,83	12,98a
LIPE [®]	11,32	7,96	7,70	12,35	11,05b	9,84	13,34b	11,16	10,28b
Média	11,32	8,33	7,76	12,63	12,03	9,63	13,88	10,97	11,70

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.

^aLetras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste t (P < 0,05).

CV = 5,86%.

Tabela 8 – Proteína digestível dos alimentos obtida pelos métodos da coleta total, óxido crômico e LIPE®.

Método	Alimento							
	M	ME	FS	FSE	G22	G60	FCO	FPV
Coleta Total	4,14	3,23	17,08	9,77b	6,41	20,52ab	9,47	13,11b
Cr ₂ O ₃	4,42	1,72	17,12	22,42a	7,29	24,80a	9,57	18,19a
LIPE®	2,93	2,28	15,44	10,22b	7,62	19,41b	10,68	7,16c
Média	3,83	2,41	16,55	14,14	7,11	21,58	9,91	12,82

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.

^aLetras distintas na mesma coluna diferem estatisticamente pelo teste t (p< 0,05).

CV =25,46%.

virtude dessa temperatura, é possível que tenha ocorrido uma depressão da digestibilidade dos nutrientes de todas as rações experimentais, bem como dos nutrientes dos alimentos. Deve-se enfatizar que os valores da digestibilidade da proteína das rações experimentais e da proteína digestível dos alimentos (Tabelas 7 e 8), apresentaram valores relativamente baixos, possivelmente pela ocorrência de tostamento e desenvolvimento da reação de Maillard, durante o processo de peletização das rações.

CONCLUSÕES

A lignina purificada de eucalipto (LIPE®) pode ser utilizada como indicador no cálculo dos coeficientes de digestibilidade da matéria seca e proteína das rações experimentais, bem como no cálculo da matéria seca digestível e proteína digestível dos alimentos avaliados, sendo semelhante à coleta total em todos os tratamentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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. **British Poultry Science**, London, v.39, p.97-105, 1998.

CUNNIFF, P. (Ed.). **Official methods of analysis of AOAC International**. 16.ed. Arlington, 1995. v.1.

DANSKY, L.M.; HILL, F.W. Application of the chromic oxide indicator method to balance studies with growing chickens. **Journal of Nutrition**, Monticello, v.47, p.449-459, 1952.

HAN, I.K.; HOCHSTETLER, H.W.; SCOTT, M.L. Metabolizable energy values of some poultry feeds

determined by various methods and their estimation using metabolizability of the dry matter. **Poultry Science**, London, v.55, p.1335-1342, 1976.

KLEIBER, M. **The fire of life**: an introduction to animal energetics. New York: Wiley, 1961. 454p.

MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, N.W. The metabolizable energy of feed ingredients for chicken. **Res. Rep.**, 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: 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. **Química Nova**, São Paulo, 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. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, 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*). **Journal of Agriculture Science**, v.99, p.233-236, 1982.

PILÓ-VELOSO, D.; NASCIMENTO, E.A.; MORAIS, S.A.L. Isolamento e análise estrutural de ligninas. **Química Nova**, São Paulo, v.16, p.435-448, 1993.

- PRADA, F.; ZOGNO, M.A.; GHION, E. emprego do óxido crômico para a determinação da digestibilidade aparente da matéria seca, em perus (*Meleagris Gallopavo*). **Revista da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da USP**, São Paulo, v.19, p.183-188, 1982.
- ROSTAGNO, H.S. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: composição de alimentos e exigências nutricionais. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, 2005.
- SALES, J.; JANSSENS, G.P.J. The use of markers to determine energy metabolizability and nutrient digestibility in avian species. **World's Poultry Science Journal**, v.59, p.314-323, 2003.
- SALIBA, E.O.S.; FERREIRA, W.M.; PEREIRA, R.A.N. Lignin from *Eucalyptus grandis* as indicator for rabbits in digestibility trials. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v.3, p.107-109, 2003.
- SALIBA, E.O.S.; RODRIGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C. Lignina isolada da palha de milho utilizada com indicador em ensaios de digestibilidade. Estudo comparativo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.54, n.1, 2002.
- SALIBA, E.O.S.; RODRIGUEZ, N.M.; MORAIS, S.A.L. Ligninas: métodos de obtenção e caracterização química. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.5, p.917-928, 2001.
- SAS INSTITUTE. **User's guide: basics**. 5.ed. Cary, 1985. 956p.
- 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. **Poultry Science**, London, v.76, p.594-598, 1997.
- SIBBALD, I.R. Measurement of bioavailable energy in poultry feeding stuffs: a review. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, 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. **Poultry Science**, London, v.42, p.313-325, 1963.
- SIBBALD, I.R.; SUMMERS, J.D.; SLINGER, S.J. Factors affecting the metabolizable energy content of poultry feeds. **Poultry Science**, London, v.39, p.544-556, 1960.
- SWIFT, R.W.; FRENCH, C.E. **Energy and metabolism in nutrition**. New Brunswick: The Scarecrow, 1954. 264p.
- TITGEMEYER, E.C. Design and interpretation of nutrient digestion studies. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.75, p.2235-2247, 1997.
- VOHRA, P.; KRATZER, F.H. Absorption of barium sulfate and chromic oxide from the chicken gastrointestinal tract. **Poultry Science**, London, v.46, p.1603-1604, 1967.
- VOHRA, P. Evaluation of metabolizable energy for poultry. **World Poultry Science Journal**, v.28, p.204-214, 1972.
- VIANA, J.A.C. Determinação da digestibilidade e do consumo de forragem, em ovinos, por meio do óxido crômico e dos cromogêneos vegetais. **Arquivo da Escola Superior de Veterinária da UFMG**, Belo Horizonte, v.12, p.137-184, 1959.
- WILLIAMS, C.H.; DAVID, D.J.; IISMAA, J. The determination of chromic oxide in feces samples by atomic absorption spectrophotometry. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.59, p.381-385, 1962.