

INFLUÊNCIA DO PROCESSAMENTO DAS FARINHAS DE PENAS SOBRE VALORES PROTÉICOS E ENERGÉTICOS PARA SUÍNOS¹

ELIAS TADEU FIALHO², LUIZ F.T. ALBINO³, MONIQUE C. THIRÉ³ e ADEMIR BENETTI⁵

RESUMO - Foram conduzidos ensaios de metabolismo objetivando verificar os efeitos da pressão e tempo de cozimento de farinhas de penas hidrolizadas (FPH) sobre a matéria seca digestível (MSD), coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDPB), valor biológico aparente da proteína bruta (VBAPB), energia digestível (ED), energia metabolizável (EM), bem como a relação EM e ED (EM:ED), determinados com suínos. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com três repetições, sendo os tratamentos arranjados em estrutura fatorial 2 x 6 com duas pressões (1 e 3,5 kg/cm²) e seis tempos de cozimento (30, 45, 60, 75, 90 e 105 minutos). Sob a pressão de 1 e 3,5 kg/cm², foram observados efeitos quadráticos (P < 0,01) sobre a MSD, CDPB e VBAPB das FPH, com o aumento do tempo de cozimento. Não foram constatados efeitos significativos dos tratamentos (P > 0,05) sobre os valores de ED, EM e EM:ED das FPH. Desta forma, concluiu-se que os tratamentos testados somente influenciaram as variáveis MSD, CDPB e VBAPB das FPH. As equações quadráticas demonstraram que o melhor processamento na obtenção de FPH foi o de pressão com 3,5 kg/cm² e 65 minutos de cozimento.

Termos para indexação: farinha de pena hidrolizada, ensaio de metabolismo, gaiolas de metabolismo.

EFFECTS OF PROCESSING OF FEATHER MEAL ON PROTEIN AND ENERGY VALUES FOR PIGS

ABSTRACT - Digestibility trials were conducted in order to determine the effect of pressure and cooking time of hydrolyzed feather meal (HFM) on dry matter digestibility coefficient (CPDC), apparent biological value of crude protein (ABVCP), digestible energy (DE), metabolizable energy (ME) and the relation between ME and DE (ME:DE), in swines. The experimental design was randomized with three repetitions. The treatments were arranged in factorial structure 2 x 6 using two pressures (1 and 3.5 kg/cm²) and six cooking times (30, 45, 60, 75, 90 and 105 min). It was observed that for 1 and 3.5 kg/cm² pressure there was a quadratic relationship (P < 0.01) between cooking time and DMD, CPDC and ABVCP of HFM. There was no evidence of significant effects (P > 0.05) of treatments on the values of DE, ME and ME:DE of HFM. The results showed that processing only influenced the DMD, CPDC and ABVCP values of HFM. The quadratic equation showed that 3.5 kg/cm² and 65 minutes of cooking are the better processing to obtain the hydrolyzed feather meal.

Index terms: hydrolyzed feather meal, metabolism trials, metabolic cage.

INTRODUÇÃO

Considerando que o aumento do preço dos ingredientes convencionais para suínos refletem significativamente no custo final de produção, torna-se imprescindível pesquisar ingredientes não-convencionais que sejam economicamente viáveis, no intuito de reduzir os custos de alimentação dos suínos, pois esta variável, segundo Protas

(1983), participa com 73,85% no custo total da produção suinícola.

Dentre as diversas fontes alternativas de alimentos, encontram-se as farinhas de penas hidrolizadas, que são caracterizadas como um subproduto de abatedouros avícolas. De acordo com A Produção... (1983), foi produzido no Brasil, em 1982, 1,5 milhão de toneladas de carne de aves, as quais proporcionaram uma disponibilidade de 134,4 mil toneladas de penas que, processadas, transformaram-se em farinhas de penas hidrolizadas.

As penas são, em grande parte, constituída de queratina, que é uma proteína simples do grupo albuminóides, sendo, portanto, altamente resistente à ação de enzimas proteolíticas (Conn & Stumpf 1975). De acordo com Mangold & Dubisk (1930) e Moran Junior et al. (1967), em função da indigestibilidade da queratina, as penas *in natura* não

¹ Aceito para publicação em 10 de janeiro de 1984.

² Eng^o - Agr^o, M.Sc. EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves (CNPISA), Caixa Postal D-4 - CEP 89700 - Concórdia, SC.

³ Zootec. M.Sc., EMBRAPA - CNPISA, Concórdia, SC.

⁴ Zootec. B.Sc. Bolsista Convênio CNPq/EMBRAPA - CNPISA - Caixa Postal D-3.

⁵ Eng^o - Quím. B.Sc., SADIA - S.A. - CEP 89700 - Concórdia, SC.

são metabolizadas pelos monogástricos. Desta forma, as penas devem ser hidrolisadas por processamentos químicos ou por autoclavagem, para que possam ser efetivamente utilizadas pelos monogástricos.

Diversos autores (Binkley & Vasak 1950, Sullivan & Stephenson 1957, Moran Junior et al. 1966, 1967, Moran Junior & Summers 1968, Burgos et al. 1974 e Morris & Balloun 1971) constataram uma melhoria nos valores nutricionais da farinha de penas para aves quando estas foram submetidas a diferentes pressões e tempo de cozimento. Entretanto, existem poucas informações relativas ao processamento e aos valores de digestibilidade de nutrientes do referido subproduto, para suínos. Desta forma, foram conduzidos ensaios de metabolismo, os quais objetivaram verificar o efeito de diferentes métodos de processamento de farinhas de penas hidrolisadas sobre o balanço protéico e energético dos nutrientes, para suínos.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois ensaios de metabolismo nas instalações do Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves - CNPSA, Concórdia, SC, nos meses de julho e agosto de 1982. Utilizaram-se 42 suínos, mestiços (Landrace x Large White), machos castrados, com peso médio inicial de 45,7 kg. Os animais foram distribuídos individualmente em gaiolas de metabolismo. Em função do número limitado das gaiolas, os ensaios foram realizados em duas etapas. As gaiolas estavam instaladas em salas com ambiente parcialmente controlado. Durante os ensaios, a temperatura mensal e a umidade relativa do ar foram, em média, dentro das instalações, de 18,6°C, 20,8°C, 84 e 86,8%, respectivamente.

Em ambos os ensaios, os fornecimentos de rações foram de acordo com o peso metabólico ($kg^{0,75}$) de cada animal, dentro de uma mesma repetição. Os períodos experimentais constaram de doze dias, sendo sete para adaptação dos animais às gaiolas e cinco para a coleta de excrementos (fezes e urina). Utilizou-se a metodologia de coleta total de fezes e o óxido férrico como marcador fecal, segundo a metodologia descrita por Fialho et al. (1979). As farinhas de penas hidrolisadas (FPH) testadas substituíram 25% de uma ração-referência formulada à base de milho, farelo de soja, suplementada com vitaminas e minerais contendo 18% de proteína bruta (Tabela 1), a qual foi testada em seis animais. As FPH analisadas, provenientes dos tratamentos estudados, foram caracterizadas, segundo a National Renderers Association (1970), como sendo resultantes do tratamento, sob pressão, de

TABELA 1. Composição percentual média da ração-referência utilizada neste experimento.

Ingredientes	%
Milho triturado (8,40% PB)	70,00
Farelo de soja (45,20% PB)	27,00
Fosfato bicálcico	2,30
Mistura mineral*	0,50
Mistura vitamínica**	0,20
Valores analisados	
Matéria seca, %	88,40
Proteína bruta, %	17,60
Energia bruta, kcal/kg	3.842,00
Fibra bruta, %	3,30
Extrato etéreo, %	2,62
Matéria mineral, %	4,21
Total de Ca, %	0,62
Total de P, %	0,71

* Fornecendo por quilograma de ração: 4,2 g de NaCl; 6 mg Cu; 2,0 mg Mn; 60 mg Zn; 60 mg Fe.

** Fornecendo por quilograma de ração: vit. A 5000 UI; vit. D₃ 400 UI; vit. E 11 UI; riboflavina 3 mg; niacina 14 mg; ácido pantotênico 11 mg; vit. B₁₂ 11 µg.

penas de aves abatidas, limpas, indecompostas, livres de aditivos e/ou catalizadores.

As farinhas de penas hidrolisadas utilizadas neste experimento foram preparadas na Sadia-Concórdia S.A. Ind. e Com., setor de subprodutos e abatedouro em Concórdia, SC, nos meses de julho e agosto de 1982. O equipamento utilizado para a produção de FPH foi uma autoclave, marca Straatmann, ano de fabricação 1977, de parede simples, tipo vertical, com injeção direta de vapor, provida de equipamento de controle de temperatura e pressão, bem como de registros para sifonagem das porções líquidas, sendo o vapor eliminado pela abertura das válvulas. O digestor utilizado para secagem das penas foi o do tipo cilíndrico, marca Bizão, ano de fabricação 1981, montado horizontalmente, de paredes duplas de aço, com eixo giratório central, aquecido e provido de válvula de segurança, linhas de admissão de vapor, purgador e chaminé de condensador barométrico.

Foram testadas doze farinhas de penas hidrolisadas, resultantes de diferentes métodos de processamento, ou seja, duas pressões de autoclave 1 e 3,5 kg/cm², submetidas a uma variação de seis tempos de cozimento de 30, 45, 60, 75, 90 e 105 minutos. As FPH foram submetidas à análise proximal, de energia bruta, minerais e aminoácidos.

As análises de nitrogênio das fezes e urina, bem como as demais análises das rações experimentais e das FPH foram realizadas conforme os métodos descritos pela Association of Official Analytical Chemists (1980).

A energia bruta foi determinada em bomba calorimétrica (Parr Instruments Co., 1978).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com três repetições, sendo os tratamentos arranjados em estrutura fatorial 2 x 6, duas pressões (1 e 3,5 kg/cm²) e seis tempos de cozimento (30, 45, 60, 75, 90 e 105 minutos).

As respostas das variáveis medidas, em função das pressões e tempos de cozimento, foram estimadas através de regressão polinomial, e as estimativas dos contrastes entre médias dos tratamentos foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey.

A matéria seca digestível (MSD), o coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDPB), o valor biológico aparente da proteína bruta (VBAPB), a energia digestível (ED), a energia metabolizável (EM) e a relação energia metabolizável e energia digestível (EM:ED) foram determinados segundo as equações citadas por Matterson et al. (1965).

Adotou-se, para discutir os resultados obtidos neste ensaio, o critério de comparar os valores médios de composição química e o dos dados médios de digestibilidade, expressos na base da matéria seca.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de composição química, energia bruta e minerais das farinhas de penas hidrolisadas (FPH), obtidos dos diferentes processamentos, encontram-se na Tabela 2, e as análises de aminoácidos, na Tabela 3.

Observou-se uma pequena variação nos teores de matéria seca -MS (86,16 a 91,59%) nas FPH, provenientes dos diversos processamentos testados.

Constataram-se grandes variações nos teores de proteína bruta - PB (72,93 a 83,44%) nas FPH analisadas, sendo estes inferiores àqueles citados nas tabelas estrangeiras, como Florida (1974), National Research Council (1979), Allen (1982), bem como aos relatados por Naber (1961), os quais obtiveram, em farinha comercial de penas hidrolisadas, teores médios de 85% PB.

Os teores de extrato etéreo (EE) oscilaram entre 5,52 e 6,93%, sendo em média, 6,37%. Esta foi 60,75% superior à média citada nas tabelas estrangeiras, que foi de 2,5%. Entretanto, tais teores foram similares àqueles obtidos em trabalhos conduzidos por Thomas & Beenson (1977), Wray et al. (1980) e Pezzato (1978), os quais encontraram teores médios de 5,8%. Porém os autores enfatizaram que é comum a ocorrência de contaminação das penas durante a limpeza das aves. Desta forma, justificam-se os altos níveis de EE encontrados nas

TABELA 2. Valores de composição química das farinhas de penas hidrolisadas submetidas a diferentes pressões e tempo de cozimento (matéria natural)*.

Pressão (kg/cm ²)	3,5						1,0					
	30		45		60		75		90		105	
Tempo de cozimento (min)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	L	M
Matéria seca, %	89,85	86,16	87,20	89,09	91,45	89,09	91,49	88,58	90,81	91,59	91,21	89,61
Proteína bruta, %	78,35	74,25	76,67	78,05	77,80	80,12	83,37	72,93	82,19	83,44	81,71	81,58
Extrato etéreo, %	6,54	6,93	6,08	6,12	6,52	6,48	6,60	6,72	6,66	6,21	6,07	5,52
Fibra bruta, %	0,84	0,81	0,86	0,84	1,05	1,15	0,71	1,11	0,70	0,94	0,82	1,14
Matéria mineral, %	1,69	1,60	1,15	1,10	1,90	1,25	1,02	1,13	1,15	1,09	1,81	1,33
Energia bruta, kcal/kg	5,230	5,170	5,251	5,150	5,281	5,099	5,177	5,025	5,042	5,216	5,225	5,145
Cálcio, %	0,33	0,40	0,26	0,28	0,42	0,25	0,23	0,33	0,35	0,24	0,45	0,31
Fósforo, %	0,20	0,22	0,18	0,18	0,25	0,17	0,16	0,16	0,16	0,15	0,27	0,19
Cobre, ppm	7,60	7,40	8,24	6,30	8,37	7,70	6,02	9,12	4,40	6,30	8,10	6,00
Ferro, ppm	241,5	204,3	224,00	181,60	267,20	267,20	196,30	272,40	164,20	217,10	249,50	279,40
Manganês, ppm	9,60	7,41	8,00	6,80	8,70	8,30	6,70	10,10	7,20	9,10	8,10	6,50
Zinco, ppm	105,30	96,4	102,60	113,80	117,50	11,050	98,50	98,00	87,10	102,50	102,00	91,10

* Análises realizadas no laboratório do Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves - CNPSA.

TABELA 3. Composição percentual em aminoácidos das farinhas de penas hidrolisadas submetidas a diferentes pressões e tempo de cozimento (matéria natural)*.

Pressão (kg/cm ²)	3,5						1,0					
	30		45		60		75		90		105	
Tempo cozimento (min.)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	L	M
Alanina, %	4,0	4,3	4,3	3,4	3,3	4,3	4,0	3,5	4,1	3,6	4,1	3,9
Arginina, %	5,1	5,2	5,2	4,5	5,1	5,8	5,2	4,8	5,2	5,3	5,4	5,5
Cistina, %	3,9	4,1	3,4	2,7	4,1	3,3	6,1	4,4	5,7	5,2	5,4	4,9
Fenilalanina, %	3,0	3,2	3,3	2,7	3,7	3,7	3,7	3,2	3,6	3,5	3,3	3,6
Glicina, %	6,0	6,4	5,8	5,5	5,1	5,6	5,0	4,8	5,2	5,2	5,3	5,1
Isoleucina, %	3,4	3,3	3,4	3,1	3,8	4,3	4,5	3,6	4,6	4,1	4,4	4,3
Leucina, %	5,0	6,1	5,8	5,6	5,0	7,1	6,8	5,9	6,9	6,5	6,7	6,7
Lisina, %	2,2	2,7	2,5	2,4	2,3	1,7	1,7	1,7	1,8	1,6	1,7	1,6
Metionina, %	0,7	0,8	0,8	0,7	0,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4
Prolina, %	8,0	6,3	6,3	7,8	8,0	8,5	8,5	7,5	8,6	8,4	8,4	8,6
Serina, %	3,2	3,5	6,7	6,3	6,7	8,5	9,2	7,5	9,1	8,5	9,1	9,0
Treonina, %	3,2	3,5	3,5	3,2	4,1	3,6	3,9	3,3	3,9	3,6	3,8	3,6
Triptofano, % **	0,6	0,7	0,7	0,7	0,9	0,7	0,8	0,7	0,4	0,6	0,5	0,5
Valina, %	5,4	5,0	5,0	5,2	5,5	5,9	6,4	5,1	6,4	5,5	5,9	6,5

* Análises realizadas no laboratório químico do Moinho da Lapa S/A e das rações Anhangüera, Duratex S/A., Campinas, SP.

** Analisado no laboratório de nutrição do CNPSA, segundo a metodologia descrita por Tafuri & Brune (1971).

amostras das FPH testadas, as quais, possivelmente, tenham sido contaminadas com peles, provenientes da limpeza, na depenadeira.

O teor de fibra bruta - FB (0,7 a 1,15%) foi similar àqueles citados por Naber (1961), Thomas & Beenson (1977), Wray et al. (1980) e Pezzato (1978), bem como aos das tabelas da Florida (1974), National Research Council (1979) e Allen (1982), os quais mencionaram teores médios de 1,2% de FB. Os níveis médios de cálcio (0,32%) foram superiores, enquanto que os de fósforo (0,19%) foram inferiores aos citados nas tabelas anteriormente referenciadas. Não foram encontradas referências aos demais minerais analisados.

Com relação aos aminoácidos, observou-se que os teores de leucina, isoleucina, lisina, metionina e triptofano foram similares àqueles citados por Wessels (1972) e Pezzato (1978), bem como aos das tabelas da Florida (1974), National Research Council (1979) e Allen (1982).

Pelos resultados de composição química das FPH testadas, constaram-se diferenças em alguns teores dos nutrientes destas com relação àqueles

mencionadas em tabelas ou trabalhos estrangeiros revisados. Observações semelhantes foram citadas por Fialho et al. (1982), os quais encontraram diferenças nas análises proximais de ingredientes nacionais, quando comparados com os citados em tabelas estrangeiras.

Na Tabela 4, encontram-se os resultados de matéria seca digestível (MSD), coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDPB), valor biológico aparente da proteína bruta (VBAPB), energia digestível (ED), energia metabolizável (EM) e a relação energia metabolizável e a energia digestível (EM:ED) referentes às FPH provenientes dos diferentes métodos de processamento. Constataram-se diferenças significativas ($P < 0,05$) entre pressão - P (1 e 3,5 kg/cm²) e entre os tempos de cozimento - TC (30, 45, 60, 75, 90 e 105 minutos) sobre os valores de MSD, CDPB e VBAPB. Para a variável MSD, foi observada interação significativa ($P < 0,05$) entre P e TC. Quanto aos resultados referentes a ED, EM e relação EM:ED das FPH, não foram observadas diferenças significati-

TABELA 4. Influência das pressões e tempos de cozimento sobre os valores de digestibilidade da proteína das farinhas de penas hidrolisadas, obtidos com suínos (matéria seca).

Itens	Pressão ¹	Tempo de cozimento (minutos) ²						Média ³ das pressões	C.V. ⁴ %
		30	45	60	75	90	105		
Matéria seca digestível (MSD), %	P ₁	67,8 ± 1,8 ^d	80,1 ± 0,6 ^{ab}	82,4 ± 1,8 ^a	83,2 ± 1,3 ^a	76,5 ± 1,2 ^{bc}	72,4 ± 1,5 ^c	77,04	3,22
	P ₂	67,0 ± 1,0 ^e	74,0 ± 2,4 ^{cd}	78,2 ± 1,5 ^b	82,9 ± 1,2 ^a	72,3 ± 0,4 ^d	76,7 ± 1,2 ^{bc}	75,19	
	média	67,4	77,0	80,3	83,0	74,4	74,5		
Coeficiente digestib. da proteína bruta (CDPB), %	P ₁	65,2 ± 1,9	80,5 ± 1,0	81,3 ± 1,6	81,4 ± 0,5	71,2 ± 0,7	69,7 ± 1,2	74,88 ^A	3,38
	P ₂	66,7 ± 2,2	72,9 ± 2,1	76,9 ± 1,0	79,7 ± 2,1	67,5 ± 0,6	63,4 ± 0,6	71,18 ^B	
	média	65,9 ^b	76,7 ^a	79,1 ^a	80,5 ^a	69,3 ^b	66,5 ^b		
Valor biol. aparente da proteína bruta (VBAPB), %	P ₁	31,1 ± 0,4	36,6 ± 1,6	38,7 ± 1,0	40,7 ± 0,6	31,9 ± 1,3	30,3 ± 0,2	34,89 ^A	6,90
	P ₂	29,9 ± 0,9	29,3 ± 0,7	33,8 ± 2,5	33,7 ± 2,4	31,1 ± 0,8	27,8 ± 0,9	30,93 ^B	
	média	30,5 ^c	32,9 ^{bc}	36,3 ^{ab}	37,2 ^a	31,5 ^c	29,0 ^c		
Energia digestível kcal/kg	P ₁	3,965 ± 13,3	4,029 ± 29,7	4,033 ± 91,3	4,127 ± 96,5	4,010 ± 97,7	3,917 ± 23,3	4,013 ^A	3,11
	P ₂	3,932 ± 45,2	3,925 ± 77,1	3,990 ± 32,3	4,052 ± 70,3	3,881 ± 14,5	4,003 ± 32,2	3,964 ^A	
	média	3,949 ^a	3,977 ^a	4,012 ^a	4,090 ^a	3,946 ^a	3,960 ^a		
Energia metabolizável kcal/kg	P ₁	3,689 ± 147,1	3,761 ± 25,7	3,801 ± 114	3,901 ± 103	3,753 ± 62,5	3,730 ± 56,3	3,772 ^A	3,65
	P ₂	3,644 ± 78,9	3,659 ± 78,2	3,731 ± 37,5	3,765 ± 73,9	3,659 ± 88,8	3,766 ± 45,6	3,704 ^A	
	média	3,666 ^a	3,710 ^a	3,766 ^a	3,833 ^a	3,706 ^a	3,748 ^a		
Relação EM:ED, %	P ₁	93,03 ± 0,7	93,34 ± 0,6	94,25 ± 1,0	94,52 ± 0,7	93,59 ± 0,5	95,22 ± 0,6	93,99 ^A	3,30
	P ₂	92,67 ± 0,8	93,22 ± 0,7	93,51 ± 1,1	92,92 ± 0,5	94,28 ± 0,4	94,08 ± 1,0	93,44 ^A	
	média	92,85 ^a	93,28 ^a	93,88 ^a	93,72 ^a	93,94 ^a	94,65 ^a		

1 A pressão P₁ representa 3,5 kg/cm² e a pressão P₂, 1 kg/cm², respectivamente.

2 Médias com letras minúsculas iguais, numa mesma linha para cada variável, não diferem entre si (P > 0,05), pelo teste de Tukey.

3 Médias com letras maiúsculas iguais, numa mesma coluna para cada variável, não diferem entre si (P > 0,05), pelo teste de Tukey.

4 Coeficiente de variação referente aos processamentos a que as farinhas de penas foram submetidas.

vas ($P > 0,05$) nas pressões e tempo de cozimento estudados.

Aos efeitos dos processamentos sobre os parâmetros MSD, CDPB e VBAPB das FPH foram ajustadas regressões quadráticas (Fig. 1, 2 e 3), respectivamente.

Sob a pressão de 1 kg/cm^2 , foram observados efeitos quadráticos significativos ($P < 0,01$) para MSD, CDPB e VBAPB das FPH, os quais apresentaram aumentos até 75,9, 64,7 e 67,1 minutos de cozimento, respectivamente, havendo, a partir daí, uma diminuição nestes parâmetros com o aumento no tempo de cozimento.

Quando as FPH foram submetidas a uma pressão de $3,5 \text{ kg/cm}^2$, observaram-se aumentos crescentes nestes mesmos parâmetros, os quais, a partir de 68,6, 68,6 e 65 minutos de cozimento, tende-

ram a diminuir os valores da MSD, CDPB e VBAPB das FPH, respectivamente.

A influência das pressões e tempos de cozimento sobre os valores protéicos das FPH concorda com os dados citados por Binkley & Vasak (1950), Gregory et al. (1956), Sullivan & Stephenson (1957), Moran Junior et al. (1966, 1967, Moran Junior & Summers 1968) e Pezzato (1978), os quais constataram, em trabalhos conduzidos com aves, efeitos positivos do processamento por autoclavagem nos valores nutricionais das farinhas de penas.

Os aumentos crescentes nos valores de CDPB e VBAPB, verificados até o ponto de máximo nos diferentes tempos de cozimento, obtidos no presente ensaio, estão relacionados com a destruição das pontes de bissulfetos, na cistina, presentes na

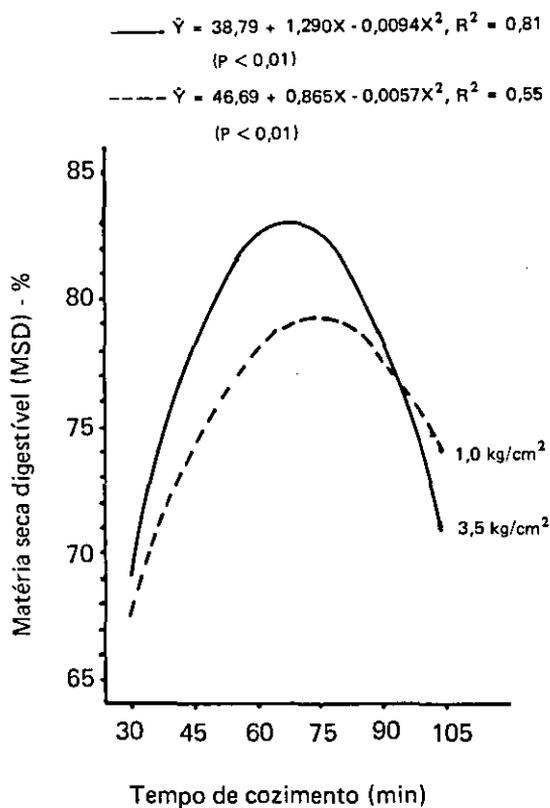


FIG. 1. Influência do tempo de cozimento sobre os valores de matéria seca digestível (MSD) nas pressões de 1 e $3,5 \text{ kg/cm}^2$.

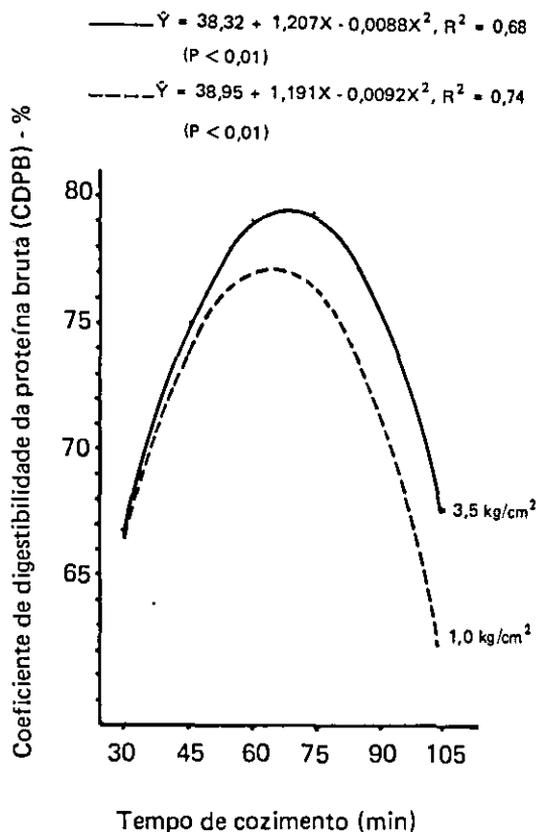


FIG. 2. Influência do tempo de cozimento sobre os valores de digestibilidade da proteína bruta (CDPB) nas pressões de 1 e $3,5 \text{ kg/cm}^2$.

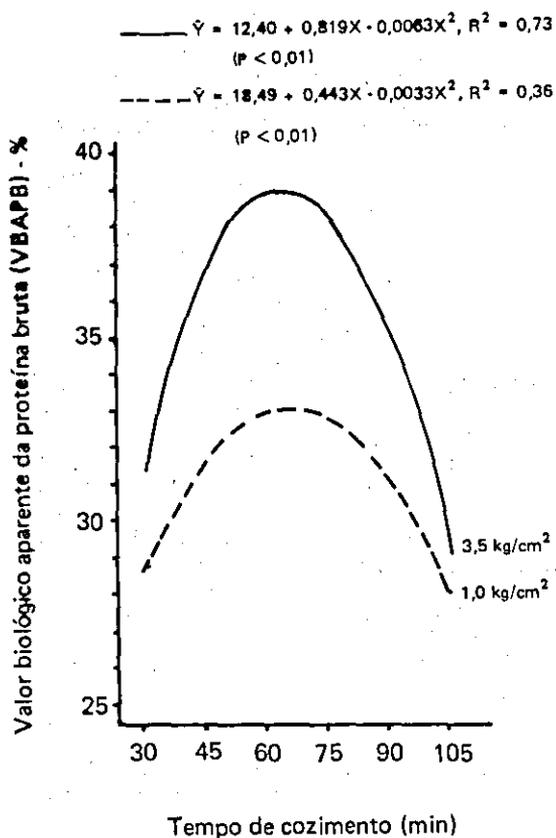


FIG. 3. Influência do tempo de cozimento sobre os valores do valor biológico aparente da proteína bruta (VBAPB) nas pressões de 1 e 3,5 kg/cm².

estrutura da queratina, principal componente protéico das penas (Moran Junior et al. 1967). Segundo esses autores, este rompimento propicia a eliminação de grandes quantidades de sulfeto de hidrogênio (H₂S), provocando, desta forma, a redução da estabilidade molecular e fazendo com que a cistina se torne mais susceptível à degradação enzimática, melhorando, conseqüentemente, o valor nutricional das farinhas de penas. Embora a destruição das pontes de bissulfetos da cistina seja um pré-requisito para a melhora no valor protéico da farinha de pena, o excesso de pressão e de tempo de cozimento pode exercer efeitos adversos no valor nutricional das FPH, em função da desnaturação e/ou destruição das proteínas, propiciando, assim, o desequilíbrio dos aminoácidos presentes nas FPH (Moran Junior et al. 1966, Eggun 1970).

Desta forma, explica-se a redução dos valores nos parâmetros CDPB e VBAPB constatados nestes ensaios, a partir dos pontos de máximo nos tempos de cozimento, obtidos pelas equações de regressão (Fig. 2 e 3).

Os melhores valores de MSD, CDPB e VBAPB obtidos com a pressão de 3,5 kg/cm² diferem daqueles citados por Sullivan & Stephenson (1957), Moran Junior et al. (1966), Morris & Balloun (1971) e Bhargava & O'Neil (1975), os quais, embora tenham desenvolvido trabalhos com aves, obtiveram melhores valores nutricionais de farinhas de penas, quando estas foram submetidas aos tratamentos (2,3 e 60; 3 e 30; 2,6 e 60 e 2,6 e 30), representando pressão (kg/cm²) e tempo de cozimento (minutos), respectivamente, sendo estes menores do que os encontrados no presente ensaio.

Não foram observadas influências dos processamentos nos valores energéticos das FPH, os quais foram, em média, de 3.989 kcal/kg para ED, 3.739 kcal/kg para EM e 93,72% para relação EM:ED. Porém estes valores foram superiores àqueles citados nas tabelas estrangeiras, como Florida (1974), National Research Council (1979) e Allen (1982), as quais citam valores médios de 2.947 kcal ED/kg e 2.436 kcal EM/kg na base de matéria seca. Estas diferenças nos valores energéticos observados podem ser explicadas pelos teores elevados de extrato etéreo das FPH analisadas no presente ensaio de metabolismo, os quais propiciaram uma melhor utilização da energia das FPH pelos animais.

CONCLUSÕES

1. As pressões e tempos de cozimento testados influenciaram positivamente a digestibilidade da matéria seca, da proteína, assim como o valor biológico da proteína das FPH.
2. Os processamentos não tiveram efeitos sobre os valores energéticos das FPH.
3. O tratamento, pressão 3,5 kg/cm² e tempo de cozimento de 65 minutos, segundo as equações quadráticas, constituiu, nas condições experimentais em que foi desenvolvido o presente experimento o processamento mais apropriado, o qual propiciou FPH tecnicamente adequada como fonte alternativa de proteína, em rações de suínos.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, R.D. Feedstuffs ingredient analysis table. *Feedstuffs*, 54(30):25-30, 1982.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Washington, D.C. Official methods of analysis. 13. ed. Washington, D.C., 1980. 1018p.
- BINKLEY, C.H. & VASAK, O.R. Production of a friable meal from feathers. U.S.A., Department of Agriculture, 1950. n.p. (Bulletin, 274).
- BHARGAVA, K.K. & O'NEIL, J.B. Composition and utilization of poultry by-product and hydrolized feather meal in broiler diets. *Poult. Sci.*, 54(5): 1511-8, 1975.
- BURGOS, A.; FLOYD, J.I. & STEPHENSON, E.L. The aminoacid content and availability of different samples of poultry by-product meal, and feather meal. *Poult. Sci.*, 53(1):198-203, 1974.
- CONN, E.E. & STUMPF, P.K. Aminoácidos e proteínas. In: _____ Introdução à bioquímica. São Paulo, Edgard Blucher, 1975. Cap. 4, p.57-82.
- EGGUN, B.O. Evaluation of protein quality of feather meal under different treatments. *Acta Agric. Scand.*, 20:230-4, 1970.
- FIALHO, E.T.; BELLAVER, C.; GOMES, P.C. & ALBINO, L.F.T. Composição química e valores de digestibilidade de alimentos, para suínos de pesos diferentes. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 11(2):262-80, 1982.
- FIALHO, E.T.; ROSTAGNO, H.S.; FONSECA, J.B. & SILVA, M.A. Efeito do peso vivo sobre o balanço energético e protéico de rações à base de milho e de sorgos com diferentes conteúdos de tanino para suínos. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 8(3):386-97, 1979.
- GREGORY, B.R.; WILDER, O.H.M. & OSTBY, P.C. Studies on the amino acid and vitamin composition of feather meal. *Poult. Sci.*, 35(1):234-5, 1956.
- FLORIDA. University. Department of Animal Science. Latin american tables of feed composition. Gainesville, 1974. 509p.
- MANGOLD, E. & DUBISK, J. Die Verdaugung des Keratins, besonders der Hornsubstanz von Vogelfedern, durch Saugetier und Vogel. *Technical Newsletter*, (E - 105):1-9, 1930.
- MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W. & SINGSEN, E.P. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. Storrs, University of Connecticut, Agricultural Experiment Station, 1965. 11p. (Research Report, 7).
- MORAN JUNIOR, E.T. & SUMMERS, J.D. Keratins as sources of protein for the growing chick. 5. Practical application of feather and hog hair meals in broiler diets: effects on growth, feed utilization and carcass quality. *Poult. Sci.*, 47(3):940-5, 1968.
- MORAN JUNIOR, E.T.; SUMMERS, J.D. & SLINGER, S.J. Keratin as a source of protein for the growing chick. 1. Amino acid imbalance as the cause for inferior performance of feather meal and the implication of disulfide bonding in raw feathers as the reason of poor digestibility. *Poult. Sci.*, 45(6): 1257-66, 1966.
- MORAN JUNIOR, E.T.; SUMMERS, J.D. & SLINGER, S.J. Keratins as sources of protein for the growing chick. 2. Hog hair, a valuable source of protein with appropriate processing and amino acid balance. *Poult. Sci.*, 46(2):456-65, 1967.
- MORRIS, W.C. & BALLOUN, L.N. Effect of processing methods on the utilization of hydrolized feather meal broilers. *Poult. Sci.*, 50(5):1609-10, 1971.
- NABER, E.C. Processing of poultry by-products and their utilization in feeds. *Utilization Res. Rep.*, 3:1-40, 1961.
- NATIONAL RENDERERS ASSOCIATION, Illinois. Trading rules sponsored and approved by the National Renderers Association. Governing purchase and sale of animal and poultry protein. Illinois, 1970. 19p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Committee on Animal Nutrition. Subcommittee on Swine Nutrition, Washington, EUA. Nutrient requirements of swine. 8. ed. Washington, National Academy of Science, 1979. 52p.
- PARR INSTRUMENTS Co., ILL. Instructions for 1241 and 1242 adiabatic calorimeters. Moline, 1978. 29p. (Parr Manual, 153).
- PEZZATO, A.C. Utilização de subprodutos de abatedouros avícolas na alimentação de frangos de corte. Piracicaba, ESALQ, 1978. 113p. Tese Mestrado.
- PROTAS, J.F. da S. Custo médio de produção de suínos para abate. Concórdia, SC., EMBRAPA-CNPISA, 1983. 8p. (EMBRAPA-CNPISA. Miscelânea, 9).
- APRODUÇÃO de Bastos. *Granja Avic.*, 4(45):30-3, 1983.
- SULLIVAN, T.W. & STEPHENSON, E.L. Effect of processing methods on utilization of hydrolized poultry feathers by growing chicken. *Poult. Sci.*, 36(2):361-5, 1957.
- TAFURI, M.L. & BRUNE, W. Avaliação do triptofano em grãos de milho. *Experimentiae*, Viçosa, 9(11): 319-34, 1971.
- THOMAS, V.M. & BEENSON, W.M. Feather meal and hair meal as protein sources for steer calves. *J. Anim. Sci.*, 46(4):819-25, 1977.
- WESSELS, J.P.H. A study of the protein quality of different feather meal. *Poult. Sci.*, 51(1):537-41, 1972.
- WRAY, M.I.; BEENSON, W.M. & PERRY, T.W. Effect of soybean, feather and hair meal protein on dry matter, energy and nitrogen utilization by growing steers. *J. Anim. Sci.*, 50(4):581-9, 1980.