

# SUBSTITUIÇÃO DO FARELO DE SOJA PELO DE GUANDU NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE<sup>1</sup>

ANTONIO CELSO PEZZATO, ANTONIO CARLOS SILVEIRA<sup>2</sup>, LUIZ EDIVALDO PEZZATO  
e MARIO DE BENI ARRIGONI<sup>3</sup>

**RESUMO** - Este trabalho teve como objetivo avaliar o valor nutritivo do farelo de guandu (FG) suplementado com metionina com vistas à substituição do farelo de soja (FS) em dietas para frangos de corte com 1 a 28 dias de idade. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, num esquema fatorial 3 x 3, com três níveis de substituição - 15, 30 e 45% - e três níveis de suplementação de metionina em relação às exigências, ou seja, 100, 66 e 33%, com quatro repetições. Constatou-se que o FG tratado durante 20 minutos a 100°C substituiu até 30% da proteína do FS, mesmo sem suplementação com metionina, em relação ao peso vivo ( $p < 0,01$ ), à conversão alimentar e à eficiência de utilização da energia metabolizável e da proteína ( $p < 0,05$ ). No nível de suplementação de 66% de metionina, obtiveram-se esses mesmos resultados quanto a esses parâmetros em todos os níveis de substituição do FS pelo FG. A substituição em 30% ou 45% da proteína do FS pela do FG, afetou ( $p < 0,01$ ) a eficiência da utilização da metionina. A eficiência de utilização dos aminoácidos sulfurados foi afetada ( $p < 0,01$ ) a partir de 66% de suplementação de metionina nas dietas, em todos os níveis de FG.

Termos para indexação: inibidores de proteases, energia metabolizável, proteína, metionina, aminoácidos sulfurados.

## SUBSTITUTION OF SOYBEAN BY PIGEON PEA MEAL IN BROILER FEED

**ABSTRACT** - The objective of this work was to evaluate the nutritive value of pigeon pea meal (PPM) with methionine substituting soybean meal (SM) in diets for 1-28 day-old broiler chicks. The experimental design was that of random blocks, in a 3 x 3 factorial scheme with three substitution levels - 15, 30 and 45% - and three methionine supplementation levels in relation to the requirements, that is: 100, 66 and 33%, with four repetitions. It was found that PPM treated for 20 minutes at 100°C substituted up to 30% of the SM, even without methionine supplementation, in relation to liveweight ( $p < 0.01$ ), to food conversion and to the efficiency of utilization of metabolizable energy and to protein ( $p < 0.05$ ). At the 66% level of methionine supplementation, the same results as for these parameters were obtained at all of the levels of substitution of SM by PPM. The 30% or 45% substitution of SM protein by that of PPM affected ( $p < 0.01$ ) the efficiency of methionine utilization. The sulphur amino acid utilization efficiency was affected ( $p < 0.01$ ) beginning at 66% methionine supplementation in the diets.

Index terms: protease inhibitors, metabolizable energy, protein, methionine, sulphur amino acid.

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 15 de julho de 1996.

Extraído da Tese apresentada pelo primeiro autor para obtenção do título de Doutor em Zootecnia, Área Nutrição e Produção Animal, da Fac. Med. Vet. e Zoot., UNESP, Botucatu, SP.

<sup>2</sup> Eng. Agr., Dr., Prof. Ass., FMVZ-UNESP, Câmpus de Botucatu, Caixa Postal 560, CEP 18618-000 Botucatu, SP.

<sup>3</sup> Zoot., Dr., Prof. Ass., FMVZ-UNESP.

## INTRODUÇÃO

Recentes aumentos de demanda por fontes de proteínas, tanto para o homem como para os animais de interesse zootécnico, têm levado os pesquisadores a incessantes trabalhos para obterem novas alternativas, como sucedâneos das tradicionais fontes protéicas, notadamente a do farelo de soja, e nesse

caso tem-se sugerido o *Cajanus cajan* (L.), comumente conhecido como feijão-guandu. Tangtawewipat & Elliott (1989) realizaram um experimento com frangos de corte até sete semanas de idade e não observaram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) quanto a peso vivo quando a soja foi substituída pelo guandu em níveis de até 500 g/kg da ração; entretanto, as que receberam 400 e 500 g/kg de guandu diferiram significativamente ( $p < 0,05$ ) dos demais tratamentos. Os autores observaram que as aves dos tratamentos com quantidades iguais ou superiores a 200 g de guandu/kg de ração tiveram incrementos lineares dos pesos dos pâncreas com o aumento do guandu nas dietas.

Este trabalho teve por objetivo avaliar nutricionalmente o farelo de guandu por meio da substituição das proteínas do farelo de soja pelas do farelo de guandu, com diferentes níveis de suplementação de metionina.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em baterias metálicas no Laboratório de Nutrição Experimental do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, da UNESP, câmpus de Botucatu. As baterias eram dotadas de um comedouro/parcela, para fazer o controle do consumo de ração, e de um bebedouro comum a cada duas parcelas. O ensaio foi realizado num delineamento em blocos ao acaso, num esquema fatorial  $3 \times 3$ , com três níveis de farelo de guandu (15, 30 e 45%) e três níveis de metionina (100, 66 e 33%) em relação às exigências, segundo Rostagno et al. (1983). No balanceamento das dietas, o farelo de guandu substituiu o teor de proteína da soja, de uma ração padrão com 30% de farelo de soja, o qual fornecia 13,80% de proteína, enquanto a metionina foi fornecida de maneira a suplementar total ou parcialmente as dietas, conforme esquema da Tabela 1.

A fase experimental teve duração total de 28 dias, correspondente à fase inicial de uma criação de frangos de corte, e nesse período foi medido o peso vivo das aves e o consumo de ração aos 28 dias de idade. Com essas medidas, pôde-se calcular a conversão alimentar, os consumos e a eficiência de utilização da proteína, de energia metabolizável, da metionina e dos aminoácidos sulfurados, pelas aves de todas as unidades experimentais. Após o 28º dia do experimento, foram sacrificadas duas aves por unidade experimental, para se efetuar a retirada dos órgãos para pesagem e exames anátomo-histológicos, a fim

de avaliar possíveis alterações em função da presença de fatores antinutricionais, normalmente presentes nas leguminosas. As rações experimentais foram balanceadas, para atender aproximadamente as exigências nutricionais de Rostagno et al. (1983). As rações foram formuladas à base de milho, farelo de soja, farinha de carne e osso, farelo de guandu, óleo bruto de soja, fosfato bicálcico, cálcio calcítico, DL-metionina, sal comum (cloreto de sódio), suplementos vitamínico e mineral. Os dados da composição centesimal e nutricional estão nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Para autoclavagem, o guandu foi umedecido em água durante dez minutos, para garantir uma eficiente ação conjunta da umidade com os fatores tempo (10 minutos) e temperatura (110°C), na inativação dos fatores antinutricionais (Röhr, 1978). Após a autoclavagem o guandu foi colocado em estufas a 40°C, com circulação forçada de ar até a completa secagem, para posterior moagem.

Foram utilizados 288 pintos de corte da linhagem ROSS, todos machos, vacinados contra Marek no incubatório e contra New Castle, via ocular, no oitavo dia de vida. As aves foram distribuídas ao acaso nas 36 unidades experimentais, perfazendo, desta maneira, nove tratamentos, em quatro blocos. Os animais receberam água e ração a vontade, e a temperatura nos primeiros oito dias foi mantida artificialmente com lâmpadas incandescentes. A composição química dos ingredientes em termos de fibra bruta (FB), extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB) pela determinação do nitrogênio, foram analisadas segundo as recomendações da Association of Official Analytical Chemists (1984). A matéria seca parcial do farelo de guandu após o processamento na autoclave foi mensurada de acordo com Harris (1984), e a matéria seca definitiva a 105°C, de todos os ingredientes, segundo a Association of Official Analytical Chemists (1984). O preparo das cinzas para a determinação do Ca e do P dos ingredientes foi realizado pelo método descrito por Close & Menke (1986), e a dosagem do Ca, pelo método da absorção atômica; a do P foi pelo método de espectrofotometria, descrito por Bolts & Mellon (1948). Os aminoácidos das amostras experimentais foram submetidos à hidrólise ácida (Elkin & Griffith, 1985) e determinados em um analisador de aminoácidos na Faculdade de Engenharia de Alimentos - UNICAMP. Os dados da energia metabolizável dos alimentos foram obtidos da Tabela de Composição de Alimentos para Aves e Suínos (Embrapa, 1985).

O experimento foi avaliado por meio de um desenho experimental em blocos ao acaso, num esquema fatorial  $3 \times 3$ , com três níveis de farelo de guandu e três níveis de metionina. Após a análise de variância dos parâmetros analisados, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

TABELA 1. Composição centesimal dos tratamentos das dietas experimentais.

Tratam. <sup>1</sup>	Milho	Farelo soja	Farelo guandu	Farinha carne	DL-metionina	Óleo soja	Fosfato bicálcico	Calcário	Premix <sup>2</sup>
15/100	57,180	25,500	10,100	4,000	0,170	1,000	1,000	0,550	0,500
15/66	57,228	25,500	10,100	4,000	0,122	1,000	1,000	0,550	0,500
15/33	57,294	25,500	10,100	4,000	0,056	1,000	1,000	0,550	0,500
30/100	49,570	21,000	20,180	5,000	0,200	2,400	0,700	0,450	0,500
30/66	49,638	21,000	20,180	5,000	0,132	2,400	0,700	0,450	0,500
30/33	49,704	21,000	20,180	5,000	0,066	2,400	0,700	0,450	0,500
45/100	40,970	16,500	30,280	6,700	0,230	4,100	0,400	0,320	0,500
45/66	41,048	16,500	30,280	6,700	0,152	4,100	0,400	0,320	0,500
45/33	41,124	16,500	30,280	6,700	0,076	4,100	0,400	0,320	0,500

<sup>1</sup> Tratamentos: o primeiro número refere-se ao nível de substituição da proteína da soja pelo guandu, e o segundo, ao nível de suplementação de metionina.

<sup>2</sup> Suplemento vitamínico e mineral para frangos de corte inicial, fornecendo por quilograma de ração: 10.000 UI de vitamina A, 2000 UI de vitamina D3, 30 ppm de vitamina E, 2 ppm de vitamina B1, 6 ppm de vitamina B2, 15 ppm de ácido pantotênico, 3 ppm de vitamina B6, 0,02 ppm de vitamina B12, 30 ppm de niacina, 1 ppm de ácido fólico, 0,1 ppm de biotina, 0,4 ppm de cobalto, 8 ppm de cobre, 80 ppm de ferro, 0,8 ppm de iodo, 60 ppm de manganês, 0,2 ppm de selênio e 40 ppm de zinco.

TABELA 2. Composição nutricional calculada das dietas experimentais<sup>1</sup>.

Parâmetro <sup>2</sup>	Tratamento <sup>3</sup>								
	15/100	15/66	15/33	30/100	30/66	30/33	45/100	45/66	45/33
PB, %	20,38	20,36	20,24	20,16	20,12	20,10	20,16	20,09	20,05
EM, kcal/kg	2.918	2.917	2.916	2.915	2.914	2.913	2.916	2.915	2.914
Ca, %	1,023	1,023	1,023	1,031	1,031	1,031	1,112	1,112	1,112
P disp., %	0,511	0,511	0,511	0,514	0,514	0,514	0,557	0,557	0,557
FB, %	3,691	3,692	3,693	4,243	4,244	4,246	4,790	4,792	4,793
Met, %	0,474	0,427	0,361	0,493	0,426	0,360	0,512	0,435	0,360
AAS, %	0,791	0,743	0,678	0,791	0,724	0,659	0,794	0,717	0,642
Lys, %	1,061	1,062	1,062	1,059	1,060	1,060	1,068	1,068	1,068
Trp, %	0,235	0,236	0,236	0,212	0,212	0,212	0,188	0,188	0,188
Arg, %	1,321	1,322	1,322	1,283	1,283	1,284	1,261	1,261	1,262
Leu, %	1,822	1,822	1,823	1,739	1,740	1,741	1,662	1,663	1,664
Val, %	0,928	0,928	0,928	0,904	0,905	0,905	0,890	0,891	0,891
Fen, %	1,059	1,059	1,059	1,099	1,100	1,100	1,145	1,146	1,146
Gly + Ser, %	2,144	2,144	2,145	2,133	2,133	2,134	2,173	2,174	2,174

<sup>1</sup> Valores calculados, para suprir, no mínimo, as exigências nutricionais/1000 kcal EM, segundo Rostagno et al. (1983).

<sup>2</sup> PB = proteína bruta; EM = energia metabolizável; Ca = cálcio; P disp. = fósforo disponível; FB = fibra bruta; Met. = metionina; AAS = metionina + cistina; Lys = lisina; Trp = triptofano; Arg = arginina; Leu = leucina; Val = valina; Fen = fenilalanina; Gly+Ser = glicina + serina.

<sup>3</sup> Tratamentos: o primeiro número refere-se ao nível de substituição da proteína da soja pelo guandu, e o segundo, ao nível de suplementação de metionina.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3, podem ser observados os valores médios de peso vivo, consumo de ração, conversão alimentar no período de 1 a 28 dias de idade. A análise de variância do peso vivo evidenciou efeito significativo ( $p < 0,01$ ), tanto para os níveis de substituição das proteínas do farelo de soja pelo guandu quanto para a suplementação de metionina, conforme pode-se observar na Tabela 4. Pode-se observar que ocorreu uma redução no peso vivo em função do aumento dos teores de farelo de guandu, enquanto houve um acréscimo no peso corporal à medida que se aumentou a suplementação de metionina na dieta.

A substituição de 45% da proteína da soja pela do guandu afetou negativamente ( $p < 0,01$ ) o peso vivo das aves, embora não tenha sido diferente ( $p > 0,01$ ) do nível de 30% de substituição (Tabela 4). O nível de 15% de substituição equivaleu ( $p > 0,01$ ) ao nível de 30%. Assim, a substituição da proteína da soja pela do guandu até o limite de 30% é uma opção para arraçamento de aves em crescimento por não afetar o peso delas.

TABELA 3. Desempenho das aves aos 28 dias de idade.

Tratamento <sup>1</sup>	Peso vivo (g)	Consumo de ração (g)	Conversão alimentar <sup>2</sup> (g/g)
15/100	1125,00	1507,81	1,340
15/66	1095,00	1505,31	1,376
15/33	1075,05	1596,34	1,484
30/100	1091,21	1531,19	1,410
30/66	1056,25	1476,56	1,399
30/33	1034,38	1517,81	1,468
45/100	1075,36	1484,69	1,381
45/66	1043,13	1536,25	1,473
45/33	940,63	1538,06	1,636
Médias	1059,55	1521,56	1,441
DP <sup>3</sup>	38,28	72,57	0,076
CV <sup>4</sup> (%)	3,61	4,77	5,25

<sup>1</sup> Tratamentos: o primeiro número refere-se ao nível de substituição da proteína da soja pelo guandu, e o segundo, ao nível de suplementação de metionina.

<sup>2</sup> Conversão alimentar = consumo de ração/peso vivo.

<sup>3</sup> Desvio-padrão.

<sup>4</sup> Coeficiente de variação.

Com relação aos níveis de suplementação com metionina, pôde-se constatar, no presente trabalho, que as aves que receberam apenas 33% de suplementação apresentaram peso vivo estatisticamente inferior ( $p < 0,01$ ) ao das aves do tratamento com 100% de suplementação, embora ambos tenham sido semelhantes ao observado no nível de 66%. A substituição da proteína do farelo de soja pela do guandu até o nível de 30%, e com, no mínimo, 66% de suplementação de metionina, não traz prejuízo ao crescimento das aves. O comportamento decrescente do peso vivo das aves à medida que a proteína do guandu substituiu em 15, 30 e 45% a proteína do farelo de soja pode ser atribuído ao menor valor biológico do guandu, que, segundo Springhall et al. (1974), citado por Nambi & Gomez (1983), apresenta deficiências dos aminoácidos cistina, triptofano e fenilalanina, os quais podem limitar o crescimento das aves. Os mesmos autores, trabalhando com farelo de guandu não tratado termicamente, observaram uma inibição na taxa de crescimento quando o guandu era adicionado a níveis superiores a 30% na ração.

A resposta positiva do peso corporal a acréscimos de metionina na ração é um indicativo de que os aminoácidos sulfurados metionina e cistina são os primeiros aminoácidos limitantes do guandu para

TABELA 4. Desdobramento da análise de variância para o peso vivo e conversão alimentar pelas aves aos 28 dias de idade<sup>1</sup>.

Tratamento <sup>2</sup>	Peso vivo (g)	Conversão alimentar (g/g)
G-15	1098,35 A	1,400 a
G-30	1060,61 AB	1,425 ab
G-45	1019,70 B	1,497 b
M-100	1097,19 A	1,377 A
M-66	1064,79 A	1,416 A
M-33	1016,68 B	1,529 B

<sup>1</sup> Médias seguidas por letras minúsculas ( $p < 0,05$ ) ou maiúsculas ( $p < 0,01$ ) distintas, diferem entre si pelo teste de Tukey.

<sup>2</sup> Tratamentos: as letras G e M referem-se ao guandu e à metionina, respectivamente, e os números 15, 30 e 45, correspondem aos níveis de substituição das proteínas da soja pelo guandu, e 100, 66 e 33, aos níveis de suplementação de metionina.

as aves. Este fato pode ser comprovado pelo melhor peso vivo encontrado para o nível de 100% de suplementação com DL-metionina. Além dos baixos níveis de aminoácidos sulfurados do guandu em relação ao farelo de soja (aproximadamente um terço), outro fator que contribuiu para a depressão do crescimento são as perdas endógenas desses aminoácidos, devido a uma hiperatividade do pâncreas (Lyman & Lepkovsky, 1957), o qual responde com uma ação compensatória aos inibidores de tripsina. Madar et al. (1978) observaram que a suplementação com metionina eliminava o efeito depressivo do guandu sobre o crescimento das aves, porém o pâncreas apresentava-se hiperplásico, fato que não ocorreu no presente trabalho.

Com relação ao consumo de ração pelas aves até os 28 dias de idade (Tabela 3), não se verificaram diferenças estatísticas ( $p > 0,05$ ) nem em relação aos níveis de substituição da proteína do farelo de soja pelas do farelo de guandu, nem em relação aos níveis de suplementação de metionina nas dietas ( $p > 0,05$ ). O consumo de ração similar entre os tratamentos experimentais pode ser atribuído ao fato das dietas serem isocalóricas. Embora a inclusão de níveis crescentes de farelo de guandu acarrete aumento no teor de fibra bruta das rações (Tabela 2), o que levaria a um maior consumo de ração como resposta à diluição da densidade energética, tal fato foi neutralizado pela inclusão de óleo bruto de soja, igualando desta forma o consumo de ração para todos os tratamentos, que apresentaram um valor médio de 1521,56 g/ave até os 28 dias de idade.

No caso da conversão e eficiência alimentar nos diferentes tratamentos (Tabela 4), pôde-se constatar efeitos estatisticamente significativos. O desdobramento da análise de variância evidenciou efeito significativo tanto nos níveis de substituição da proteína da soja pela do guandu ( $p < 0,05$ ) quanto nos níveis de suplementação de metionina ( $p < 0,01$ ). Com a inclusão, em níveis crescentes, de farelo de guandu nas dietas, pôde-se observar o efeito depressivo na conversão e na eficiência alimentar, bem como o efeito benéfico da suplementação de níveis crescentes de metionina nas dietas. Os melhores índices de conversão e eficiência alimentar foram obtidos no nível de 15% de substituição da proteína do farelo de soja pela do farelo de guandu,

que foi estatisticamente superior ( $p < 0,05$ ) ao nível de 45%, sendo ambos estatisticamente semelhantes ( $p > 0,05$ ) ao nível de 30% de substituição.

Como no presente experimento o consumo de ração foi similar em todos os tratamentos, pode-se inferir que as diferenças encontradas na conversão e na eficiência alimentar sejam decorrentes das diferentes taxas de crescimento obtidas (Tabela 4) e da menor biodisponibilidade dos aminoácidos sulfurados presentes no farelo de guandu. Comportamento similar foi observado por Springhall et al. (1974) citado por Nambi & Gomez (1983) que relataram diferenças significativas na conversão e na eficiência alimentar a partir da inclusão de 30% de farelo de guandu nas dietas para frangos de corte. Pela Tabela 4 pode-se evidenciar ainda que o pior índice de conversão alimentar foi obtido no tratamento com a suplementação de apenas 33% de metionina, que diferiu estatisticamente ( $p < 0,01$ ) dos níveis de 66% e de 100%, os quais tiveram comportamentos estatisticamente similares ( $p > 0,05$ ). Segundo Khayambashi & Lyman (1966), a depressão no desempenho das aves decorrentes da inclusão de níveis superiores a 30% de guandu se deve à baixa disponibilidade dos aminoácidos sulfurados metionina e cistina, que limitam a síntese protéica. Este fato, somado às perdas endógenas decorrentes da hiperatividade do pâncreas, em função da presença de inibidores de proteases não totalmente inativadas, eleva ainda mais as exigências quanto a esses aminoácidos. Entretanto, os mesmos autores contiveram a depressão no crescimento das aves com a suplementação dos aminoácidos sulfurados.

Na Tabela 5, encontram-se os valores da eficiência de utilização da energia metabolizável (kcal EM/kg PV), da proteínas (g PB/kg PV), da metionina (g Met/kg PV) e dos aminoácidos sulfurados (g AAS/kg PV) em relação ao peso vivo, pelas aves aos 28 dias de idade, e na Tabela 6 o consumo de energia metabolizável (kcal EM/kg PV), de proteínas (g de PB/kg PV), de metionina (g de Met/kg PV) e de aminoácidos sulfurados (g Met + Cis/kg PV) pelas aves até 28 dias de idade. Na Tabela 7 é apresentado o desdobramento dos resultados da análise de variância na eficiência de utilização da energia metabolizável, proteína bruta, metionina e aminoácidos sulfurados e, do consumo

**TABELA 5. Eficiência de utilização da energia metabolizável (EM), das proteínas (PB), da metionina (Met) e dos aminoácidos sulfurados (AAS), por quilograma de peso vivo, pelas aves até os 28 dias de idade.**

Tratamento <sup>1</sup>	Eficiência de utilização			
	EM (kcal/kg PV)	PB (g/kg PV)	Met (g/kg PV)	AAS (g/kg PV)
15/100	3.909,87	273,075	6,351	10,599
15/66	4.014,05	280,172	5,876	10,224
15/33	4.326,39	300,295	5,356	10,059
30/100	4.108,56	284,146	6,949	11,149
30/66	4.074,82	281,350	5,957	10,124
30/33	4.276,45	295,080	5,285	9,675
45/100	4.027,00	278,410	7,071	10,965
45/66	4.293,01	295,872	6,407	10,560
45/33	4.768,24	328,083	5,891	10,505
Média	4199,82	290,720	6,127	10,429
DP <sup>2</sup>	220,43	15,265	0,331	0,558
CV <sup>3</sup> (%)	5,25	5,24	5,404	5,35

<sup>1</sup> Tratamentos: o primeiro número refere-se ao nível de substituição da proteína da soja pelo guandu, e o segundo, ao nível de suplementação de metionina; não houve diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

<sup>2</sup> Desvio-padrão.

<sup>3</sup> Coeficiente de variação.

**TABELA 6. Consumo de energia metabolizável (EM), de proteína (PB), de metionina (Met) e de aminoácidos sulfurados (AAS), pelas aves até os 28 dias de idade.**

Tratamento <sup>1</sup>	Consumo			
	EM (kcal/kg PV)	PB <sup>3</sup> (g/kg PV)	Met (g/kg PV)	AAS (g/kg PV)
15/100	4.399,80	307,293	7,147	11,927
15/66	4.391,00	306,482	6,428	11,185
15/33	4.654,93	323,482	5,763	10,823
30/100	4.462,68	308,637	7,548	12,110
30/66	4.302,71	297,084	6,290	10,690
30/33	4.421,39	305,081	5,464	10,003
45/100	4.329,35	299,313	7,602	11,789
45/66	4.478,17	308,633	6,683	11,015
45/33	4.481,92	308,382	5,537	9,874
Média	4.435,77	307,111	6,496	11,046
DP <sup>2</sup>	211,56	14,677	0,305	0,527
CV <sup>3</sup> (%)	4,77	4,78	4,699	4,770

<sup>1</sup> Tratamentos: o primeiro número refere-se ao nível de substituição da proteína da soja pelo guandu, e o segundo, ao nível de suplementação de metionina; não houve diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

<sup>2</sup> Desvio-padrão.

<sup>3</sup> Coeficiente de variação.

**TABELA 7. Desdobramento da análise de variância para a eficiência de utilização da energia metabolizável (EM), proteína bruta (PB), metionina (Met) e aminoácidos sulfurados (AAS) e consumo de metionina e aminoácidos sulfurados, em relação ao peso vivo, pelas aves aos 28 dias de idade<sup>1</sup>.**

Tratamento <sup>2</sup>	Eficiência de utilização (kg/kg PV)				Consumo (kg/kg PV)	
	EM (kcal)	PB (g)	Met (g)	AAS <sup>3</sup> (g)	Met (g)	AAS (g)
G-15	4.083,44 a	284,514 a	5,861 A	10,294 ns	6,446 ns	11,311 ns
G-30	4.153,28 ab	286,859 ab	6,064 A	10,316 ns	6,434 ns	10,934 ns
G-45	4.362,75 b	300,788 b	6,456 B	10,677 ns	6,607 ns	10,893 ns
M-100	4.015,14 A	278,544 A	6,790 A	10,904 A	7,432 A	11,942 A
M-66	4.127,30 A	285,798 A	6,080 B	10,303 B	6,467 B	10,963 B
M-33	4.457,03 B	307,819 B	5,511 C	10,080 B	5,588 C	10,333 C

<sup>1</sup> Médias seguidas por letras minúsculas ( $p < 0,05$ ) ou maiúsculas ( $p < 0,01$ ) distintas, diferem entre si pelo teste de Tukey; ns = não significativo.

<sup>2</sup> Tratamentos: as letras G e M referem-se ao guandu e a metionina, respectivamente, e os números 15, 30 e 45, correspondem aos níveis de substituição das proteínas da soja pelo guandu, e 100, 66 e 33, aos níveis de suplementação de metionina.

de metionina e aminoácidos sulfurados em relação ao peso vivo, pelas aves aos 28 dias de idade. A substituição de 15% da proteína do farelo de soja pela do farelo de guandu melhorou significativamente ( $p < 0,05$ ) em 6,84% a eficiência de utilização da energia metabolizável em relação ao nível de 45% de substituição. Embora o tratamento com 30% de substituição não tenha diferido estatisticamente ( $p > 0,05$ ) dos demais tratamentos, observa-se que a diferença na eficiência de utilização da energia deste tratamento em relação ao tratamento de 45% foi de 5,03%, ao passo que a mesma reduziu-se para 1,71% em relação à 15%, evidenciando a possibilidade da inclusão da proteína do farelo de guandu em dietas para crescimento até o nível de 30% de substituição da proteína do farelo de soja. Pode-se também inferir que a inclusão de até 30% da proteína do guandu numa ração para frangos de corte em crescimento, poderia ser preconizada, desde que se efetuasse uma suplementação com até 66% de metionina, uma vez que este nível foi estatisticamente ( $p > 0,01$ ) similar ao de 100% de suplementação. Desta maneira, a inclusão de 66% de metionina proporcionaria uma economia de 329,73 kcal de energia metabolizável por quilograma de peso vivo, o que corresponde a uma eficiência de utilização de 7,99% melhor que o nível de 33%. O mesmo comportamento estatístico foi observado na eficiência

de utilização da proteína (Tabela 7), em que o nível de utilização de 15% de substituição da proteína da soja pela do farelo de guandu foi de 5,72% melhor ( $p < 0,05$ ) do que o nível de 45%. Embora o nível de substituição de 30% tenha sido estatisticamente similar ( $p > 0,05$ ) aos demais tratamentos, a eficiência de utilização da proteína esteve mais próxima de 15% (0,83% menor) do que a do nível de 45% (4,81% maior). A redução da eficiência de utilização da proteína nos tratamentos abaixo de 66% de suplementação poderia ser resultante de menores consumos de metionina e de aminoácidos sulfurados totais destas dietas. Ainda pela Tabela 7 pode-se observar que não ocorreram diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,01$ ) em suplementar dietas com 100 ou com 66% de metionina; entretanto, com o nível de 33% de suplementação houve um prejuízo na eficiência de utilização das proteínas pelas aves nessa fase de crescimento. Esses dados indicam a possibilidade de utilizar as proteínas do farelo de guandu em até 30% da dieta, desde que haja uma suplementação de, no mínimo, 66% da metionina, uma vez que esses índices mostraram eficiências similares na utilização da energia metabolizável dos alimentos pelas aves até 28 dias de idade. Resultados semelhantes foram obtidos por Springhall et al. (1974), citados por Nambi & Gomez (1983) e por Tangtaweewipat & Elliott (1989).

Os dados de consumo de energia metabolizável, proteína, metionina e de aminoácidos sulfurados totais pelas aves durante os 28 dias experimentais estão na Tabela 6. Com relação ao consumo de metionina e dos aminoácidos sulfurados, verificou-se que a redução ocorrida na eficiência de utilização da proteína em função da elevação dos níveis de farelo de guandu na dieta (Tabela 5) poderia ser atribuída a uma menor biodisponibilidade da metionina na proteína do farelo de guandu, haja vista o fato de que tanto os consumos de metionina quanto o de metionina + cistina foram estatisticamente semelhantes ( $p > 0,05$ ) para todos os níveis de substituição. Na Tabela 7 encontram-se os dados do desdobramento da análise de variância nos consumos de metionina e dos aminoácidos sulfurados, respectivamente. Pode-se observar que as ingestões de metionina e de aminoácidos sulfurados tenham decrescido em função da redução dos níveis de suplementação de 100 para 66 e 33%. Os consumos de 6,467g de metionina e 10,963 g de aminoácidos sulfurados, que resultaram numa pior eficiência de utilização no nível de 66%, foram suficientes para garantir um ganho de peso similar ao do tratamento com 100% de suplementação, conforme anteriormente demonstrado na Tabela 4. Pela análise de variância, constatou-se estatisticamente ( $p < 0,05$ ) similaridade entre os tratamentos, tanto para o consumo de proteína quanto para o de energia metabolizável. Desta forma, pode-se inferir que, embora com formulações diferentes (Tabela 1), o consumo de ração não foi afetado pelo fato de as rações serem isocalóricas. Embora o consumo de proteína tenha sido similar em todos os tratamentos, não se pode assegurar que tenham sido atendidas as exigências em aminoácidos, haja vista a diversidade no valor biológico das proteínas das matérias-primas utilizadas.

Relacionando-se a eficiência de utilização da metionina e dos aminoácidos sulfurados com o peso corporal das aves (Tabela 7), verifica-se que a menor quantidade ( $p < 0,01$ ) de metionina utilizada para promover um quilograma de peso vivo nos tratamentos com 15 e 30% de substituição pelo farelo de guandu em relação ao nível de 45% reforça a hipótese da menor biodisponibilidade desse aminoácido no farelo de guandu. Por outro lado, a similaridade

estatística ( $p > 0,01$ ) observada entre os tratamentos com relação à eficiência de utilização dos aminoácidos sulfurados demonstra a alta biodisponibilidade do aminoácido cistina e seu possível efeito economizador sobre a metionina. Madar et al. (1978) ressaltaram a maior biodisponibilidade de cistina quando da inativação dos inibidores de proteases, cuja composição encerra grandes quantidades deste aminoácido, comparativamente às demais fontes protéicas. Assim sendo, pode-se inferir que o processamento do guandu no presente trabalho foi eficiente, uma vez que se constatou a elevação da disponibilidade de cistina.

Na Tabela 8, pode-se observar a relação percentual entre os pesos do pâncreas e fígado, com o peso corporal das aves em função de níveis crescentes de farelo de guandu. Pela análise de variância pode-se constatar similaridade estatística ( $p < 0,05$ ) na relação percentual do pâncreas, e uma diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ) para o fígado, nos diferentes tratamentos experimentais. As diferenças observadas na relação percentual fígado/peso vivo ( $p < 0,05$ ), observadas no presente trabalho, encontram respaldo na literatura, uma vez que Tangtaweewipat & Elliott (1989) observaram hipertrofia no fígado das aves arraçadas com farelo de guandu cru. Assim sendo, parece que as alterações da relação percentual entre os pesos do fígado e corporal observadas nesse experimento, possam estar relacionadas ao maior metabolismo dos ácidos graxos nesse órgão, em função da inclusão de níveis crescentes de óleo bruto de soja (0, 1, 2,4 e 4,1%), uma vez que essa foi a única alteração significativa nas dietas experimentais, além da inclusão do farelo de guandu. Apesar da semelhança estatística ( $p > 0,05$ ) constatada entre os tratamentos, não se pode assegurar que tenha ocorrido inativação total dos inibidores de proteases, uma vez que o valor médio obtido no presente experimento foi de 0,3179%, o qual está no limite preconizado por Liener & Kakade (1980), que consideraram hipertróficos os pâncreas cuja relação percentual com o peso corporal excediam a 0,3%. Porém, deve-se ressaltar que a relação obtida por esses autores é válida quanto ao farelo de soja, e que o farelo de guandu, seguramente, tem uma relação percentual entre os pesos do pâncreas e corporal, superior a 0,3.



TABELA 8. Relação percentual entre o peso do pâncreas e do fígado com o peso corporal<sup>1</sup>.

Órgão	G-15 <sup>2</sup>	G-30	G-45	Média	DP <sup>3</sup>	CV <sup>4</sup> (%)
Pâncreas	0,2866	0,3364	0,3462	0,3179	0,0159	11,18
Fígado	2,1014 a	2,2696 ab	2,3989 b	2,2071	0,1451	6,57

<sup>1</sup> Médias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem entre si ( $p < 0,01$ ), pelo teste de Tukey.

<sup>2</sup> G = guandu; os números 15, 30 e 45, correspondem aos níveis de substituição das proteínas da soja pelo guandu.

<sup>3</sup> Desvio-padrão.

<sup>4</sup> Coeficiente de variação.

## CONCLUSÕES

1. A maior limitação na utilização do farelo de guandu na alimentação de aves é a sua deficiência de aminoácidos sulfurados (metionina + cistina), especificamente da metionina.

2. O melhor desempenho das aves foi com o nível de até 30% de substituição das proteínas do farelo de soja pelas do farelo de guandu, e, no mínimo, 66% de suplementação de metionina.

mica e de valores energéticos de alimentos para suínos e aves. Concórdia, 1985. 28p. (Documentos, 8)

HARRIS, L.E. Nutrition research techniques for domestic and wild animals. In: CENTRO DE AGRICULTURA TROPICAL. Projeto sobre composição dos alimentos. Gainesville: Univ. of Florida, 1984. p.1801-1-1801-3.

KHAYAMBASHI, H.; LYMAN, R.L. Growth depression and pancreatic and intestinal changes in rats force-fed amino acid diets containing soybean trypsin inhibitor. *Journal of Nutrition*, Bethesda, v.89, p.455-464, 1966.

LIENER, I.E.; KAKADE, M.L. Protease inhibitors. In: LIENER, I.E. (Ed.) *Toxic constituents of plant foodstuffs*. New York: Academic, 1980. p.7-71.

LYMAN, R.L.; LEPKOVSKY, S. The effect of raw soybean meal and trypsin inhibitor diets on pancreatic enzyme secretion in the rat. *Journal of Nutrition*, Bethesda, v.62, p.269-284, 1957.

MADAR, Z.; GERTLER, A.; BIRK, Y. The fate of the *Bowman-Birk* trypsin inhibitor from soybeans in the digestive tract of chicks. *Comparative Biochemistry and Physiology*, Oxford, v.62, p.1057-1059, 1978.

NAMBI, J.; GOMEZ, M. Studies on the nutritive evaluation of pigeon peas (*Cajanus cajan*) as a protein supplement in broiler feeds. *Bulletin of Animal Health Production African*, Cracow, v.31, p.215-222, 1983.

RÖHR, R. O processamento do farelo de soja e sua utilização na alimentação animal. In: ENCONTRO NACIONAL DE TÉCNICOS EM NUTRIÇÃO AVÍCOLA, 1., 1978, Jaboticabal. *Anais...* Jaboticabal: [s.n.], 1978. p.111-140.

ROSTAGNO, H.S.; SILVA, D.J.; COSTA, P.M.A.; FONSECA, J.B.; SOARES, P.R.; PEREIRA, J.A.A;

## REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official methods of analysis*. 14.ed. Washington, D.C., 1984.

BOLTS, D.F.; MELLON, M.G. Spectrophotometry determination of phosphorus as molybdiphosphoric acid. *Analytical Chemistry*, Baltimore, v.20, p.749, 1948.

CLOSE, W.; MENKE, K.H. *Selected topics in animal nutrition*. [S.l.]: Federal Republic of Germany, 1986. 170p. A manual prepared for the 3rd Hohenheim Course on Animal Nutrition in the Tropics and Semi-Tropics.

ELKIN, R.G.; GRIFFITH, J.E. Hydrolysate preparation for analysis of amino acids in sorghum grains: Effect of oxidative pretreatment. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists*, Arlington, v.68, p.1117-1121, 1985.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves (Concórdia, SC). *Tabela de composição quí-*

- SILVA, M.A. **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos (tabelas brasileiras)**. Viçosa: Ed. Imprensa Universitária da Univ. Federal, 1983. 59p.
- TANGTAWEEWIPAT, S.; ELLIOTT, R. Nutritional value of pigeon pea (*Cajanus cajan*) meal in poultry diets. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.25, p.123-135, 1989.