

AVALIAÇÃO NUTRICIONAL E FUNCIONAL DO CONCENTRADO PROTEICO DE SOJA OBTIDO POR FERMENTAÇÃO EM RAÇÕES EXTRUSADAS PARA CÃES

ISABEL T. C. BENTO¹, MARIANA G. PESCUA¹, ANA P. G. GONÇALVES¹, PALOMA RICARDO¹, THAIS S. ÁVIDA¹, CAROLINA C. OLIVEIRA¹, STEPHANIE S. THEODORO², LUCAS B. SCARPIM¹, AULUS C. CARCIOFI¹

¹Universidade Estadual Paulista (UNESP), Jaboticabal, Brasil; ²Universidade do Estado de São Paulo, Pirassununga, Brasil.
Contato: isabel.tc.bento@unesp.br / Apresentador: ISABEL T. C. BENTO

Resumo: O concentrado proteico de soja obtido por fermentação (CPSF) é alternativa de ingrediente proteico inovador para cães. Este estudo avaliou os efeitos da substituição da farinha de vísceras de frango (FVF) por CPSF, concentrado proteico de soja convencional (CPS) e farinha de soja (FAS). Foi formulada dieta controle a base de FVF, e dietas teste nas quais 70% da fonte proteica foi substituída por CPSF, CPS e FS. A inclusão dos derivados de soja favoreceu a transferência de energia mecânica, cozimento do amido e expansão dos kibbles à extrusão ($P < 0,05$). A dieta CPSF foi preferida ao teste de palatabilidade em relação à FVF ($P < 0,05$), sem diferença quanto aos demais derivados de soja. A digestibilidade da proteína foi similar entre dietas, mas da matéria seca e energia bruta maior nas rações com derivados de soja em relação à FVF ($P < 0,05$). Acetato, propionato, butirato tiveram maior concentração nas fezes de cães alimentados com derivados de soja do que FVF ($P < 0,05$). Concluiu-se que o CPSF colaborou com a extrusão, foi mais palatável, digestível e fermentável que FVF, possivelmente colaborando com a saúde intestinal.

PalavrasChaves: extrusão, digestibilidade, produtos de fermentação, proteína.

NUTRITIONAL AND FUNCTIONAL EVALUATION OF SOYBEAN PROTEIN CONCENTRATE OBTAINED BY FERMENTATION IN EXTRUDED DIETS FOR DOGS

Abstract: Fermented soybean protein concentrate (FSPC) represents an innovative alternative protein source for canine nutrition. This study assessed the effects of replacing poultry by-product meal (PBM) with FSPC, conventional soybean protein concentrate (SPC), and soybean flour (SBF). A control diet based on PBM was formulated, along with test diets in which 70% of the protein source was replaced by FSPC, SPC, or SBF. The inclusion of soybean-derived ingredients improved mechanical energy transference, starch cooking, and kibble expansion during extrusion ($P < 0.05$). The FSPC diet was preferred in the palatability test compared to PBM ($P < 0.05$), with no difference observed among the other soybean ingredients. Protein digestibility was similar among diets; however, dry matter and gross energy digestibility were higher in diets containing soybean derivatives compared to PBM ($P < 0.05$). Acetate, propionate, and butyrate concentrations were higher in the feces of dogs fed soybean-based diets than PBM ($P < 0.05$). It was concluded that FSPC improved extrusion processing and was more palatable, digestible, and fermentable than PBM, possibly contributing to intestinal health.

Keywords: extrusion, digestibility, fermentation products, protein.

Introdução: Fontes alternativas de proteína podem colaborar para a sustentabilidade do sistema de alimentação animal (Swanson et al., 2013). O Brasil é o principal produtor mundial de soja, relevante matéria prima para a indústria (IPAD, 2024). O concentrado proteico de soja fermentado (CPSF) é ingrediente inovador, produzido pela fermentação por *Saccharomyces cerevisiae* da farinha de soja (FAS), com redução de açúcares e polissacarídeos não amiláceos e aumento do teor proteico potencialmente melhorando seu valor nutricional. Considerando a limitada quantidade de estudos sobre esta matéria prima para cães, o presente trabalho avaliou os efeitos da substituição da farinha de vísceras de frango (FVF) por CPSF, concentrado proteico de soja convencional (CPS) e FAS sobre os parâmetros do processo de extrusão e formação dos kibbles, digestibilidade dos nutrientes, produtos de fermentação microbiana e palatabilidade em cães.

Material e Métodos: Foi formulada uma dieta controle contendo farinha de vísceras de frango (FVF) como fonte proteica. A partir desta, desdobraram-se três dietas testes com substituição de 70% da proteína bruta por CPFS, CPS e FAS. Todas as dietas foram balanceadas para terem composições químicas semelhantes acrescentando-se para isto fibra de cana como fonte de fibra. As condições de processamento foram estabelecidas para FVF e mantidas constantes. Após estabilização do sistema foi registrado à intervalos de 15 minutos, com no mínimo 4 medidas por ração: amperagem do motor, adição de água e vapor, temperatura e pressão da massa, produção horária de ração e densidade aparente dos kibbles (Pacheco et al. 2018). A energia mecânica específica (EME) foi calculada segundo Riaz (2000). A unidade experimental foi a medida de parâmetros de extrusão ($n=4$) e um kibble individual ($n=20$) para o estudo de macroestrutura. O experimento in vivo foi realizado em delineamento em blocos casualizados, incluindo dois blocos de 16 cães e oito repetições por dieta. Após 15 dias de adaptação às dietas, a coleta total de fezes foi realizada durante cinco dias para determinar o coeficiente de digestibilidade aparente (CDA). No dia 30 fezes frescas foram coletadas para determinação de produtos de fermentação. A palatabilidade das dietas foi testada em 30 cães, empregando-se o teste versus entre a CPSF e as demais dietas. Na análise estatística, quando diferenças foram verificadas pelo teste F, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Resultado e Discussão: A amperagem do motor e transferência de EME foram maiores nas dietas com derivados de soja em relação à FVF ($P < 0,05$) (Tabela 1). A desnaturação e reorganização molecular dessas fontes proteicas modificaram a elasticidade e a adesividade, contribuindo para a formação de uma massa coesa (Riaz, 2011). Isto explica o maior cozimento do amido, menores densidades aparentes e maiores taxas de expansão observados nos kibbles com derivados de soja em relação à FVF ($P < 0,05$). Ao teste de palatabilidade o CPSF foi preferido em relação à FVF ($P < 0,05$), obtendo-se palatabilidades similares entre os derivados de soja ($P > 0,05$). O CDA da proteína bruta foi similar entre tratamentos ($P > 0,05$),

mas o da matéria seca, matéria orgânica e energia bruta foram superiores nas dietas com derivados de soja ($P<0,01$), sem diferença entre elas ($P > 0,05$) (Tabela 2). As fezes dos cães alimentados com derivados de soja apresentaram maior umidade ($P<0,05$), sem alteração no escore fecal ($P>0,05$). A maior umidade das fezes com derivados do grão era esperada pela composição ser majoritariamente de fibras solúveis e fermentáveis (Kim et al., 2023). As concentrações de acetato, propionato e butirato foram maiores nas fezes dos cães alimentados com derivados de soja em relação à FVF ($P<0,05$), sem diferença entre estes ($P>0,05$). A elevação de ácidos graxos de cadeia curta, destacando-se o butirato sinaliza possível efeito positivo em saúde intestinal (Maria et al (2017). A produção de lactato foi superior na dieta CPS em comparação à FVF, não diferindo entre as demais proteínas de soja.

Tabela 1. Parâmetros de extrusão, gelatinização do amido e macroestrutura dos kibble de dietas para cães com a inclusão de diferentes proteínas derivadas da soja.

Item	Dietas Experimentais				P Valor
	FVF	CPSF	CPS	FAS	
Pré-condicionador					
Temperatura da massa (°C)	88,50±1,00 ^a	90,25±1,26 ^b	91,50±0,58 ^a	91,25±0,50 ^a	< 0.010
Umidade da massa (%)	29,39±0,07 ^a	29,30±0,61 ^a	27,20±0,70 ^b	30,48±1,12 ^a	< 0.001
Extrusora					
Amperagem do motor (A)	37,00±0,66 ^d	39,00±0,55 ^c	41,65±0,74 ^d	40,33±0,40 ^b	< 0.001
Pressão da massa (Bar)	13,41±1,43 ^b	14,58±1,23 ^b	17,11±0,35 ^c	14,53±1,08 ^b	< 0.010
Densidade do kibble (g/L)	421,0±5,60 ^a	363,0±8,91 ^{bc}	358,0±4,60 ^c	374,5±4,80 ^b	< 0.001
Gelatinização do amido (%)	87,76±1,72 ^b	91,62±0,97 ^a	92,06±0,92 ^a	93,31±1,01 ^a	< 0.001
EME (kWh/Ton)	9,21±1,05 ^c	11,98±0,63 ^b	16,57±1,05 ^a	14,04±1,54 ^b	< 0.001
ETE (kWh/Ton)	50,32±4,73 ^c	79,96±10,13 ^{ab}	83,24±6,90 ^a	66,48±7,84 ^{bc}	< 0.001
EME:ETE	5,64±0,60 ^{ab}	6,66±0,59 ^a	5,03±0,39 ^b	4,81±0,95 ^b	0.011
Densidade da peça (kg/cm ³)	0,475±0,006 ^c	0,397±0,009 ^b	0,392±0,009 ^b	0,400±0,008 ^b	< 0.001
Comprimento específico (mm/g)	23,33±0,34 ^c	23,09±0,42 ^b	21,96±0,31 ^c	24,27±0,31 ^a	< 0.001
Taxa de expansão	9,44±0,16 ^c	11,40±0,21 ^b	12,11±0,21 ^a	10,78±0,19 ^c	< 0.001
Dureza	28,83±10,48 ^a	34,98±15,26 ^b	37,30±13,64 ^c	40,31±21,66 ^c	< 0.001

FVF: dieta contendo farinha de víscera de frango; CPSF: dieta contendo concentrado proteico de soja fermentado; CPS: dieta contendo concentrado proteico de soja; FAS: dieta contendo farinha de soja

Tabela 2. Ingestão, coeficientes de digestibilidade aparente e características fecais de cães alimentados com a inclusão de diferentes proteínas derivadas da soja.

Item	Dieta experimental				P Valor
	FVF	CPSF	CPS	FAS	
Peso dos animais (kg)	11,8±1,71	12,74±1,65	13,00±2,79	12,91±3,35	0,81
Ingestão (g/cão/dia)					
Matéria Seca	164,70±18,78	168,21±16,12	173,90±28,21	169,89±34,12	0,91
Matéria Orgânica	150,92±17,21	156,36±14,98	161,79±26,24	158,09±31,75	0,83
Proteína Bruta	49,65±5,66	51,19±4,90	54,32±8,81	50,78±10,20	0,67
Extrato etéreo em hidrólise ácida	20,09±2,36	23,00±2,20	21,30±3,45	21,95±4,40	0,56
Energia Bruta (kcal/cão/dia)	769,48±90,82	821,81±78,74	830,90±134,78	820,17±164,70	0,95
Amido	51,35±5,85	49,02±4,70	49,18±7,98	44,17±8,87	0,25
Fibra bruta	7,3±0,83 ^a	5,25±0,50 ^b	5,19±0,84 ^b	5,29±1,06 ^b	< 0.001
Coeficientes de digestibilidade aparente (%)					
Matéria Seca	77,76±1,80 ^a	83,55±2,02 ^a	83,55±2,07 ^a	82,45±1,92 ^a	< 0.001
Matéria Orgânica	82,45±1,62 ^a	86,60±1,68 ^a	86,80±1,82 ^a	85,48±1,63 ^a	< 0.001
Proteína Bruta	86,42±1,53	85,47±2,08	87,23±1,90	85,52±2,26	0,241
Extrato etéreo em hidrólise ácida	89,93±1,48 ^b	92,18±1,37 ^a	91,96±1,15 ^a	91,65±1,71 ^{ab}	< 0.010
Energia Bruta	82,93±1,59 ^b	86,77±1,66 ^a	87,02±1,77 ^a	85,91±1,44 ^a	< 0.001
Amido	99,62±0,03 ^b	99,91±0,02 ^a	99,88±0,03 ^a	99,91±0,02 ^a	< 0.001
Fibra bruta	14,56±9,90 ^b	27,03±6,51 ^a	26,16±6,37 ^a	8,85±12,30 ^b	< 0.010
Características fecais					
Matéria Seca	43,02±1,53 ^a	28,10±2,19 ^b	27,93±1,74 ^b	29,04±3,02 ^b	< 0.001
Escore	3,98±0,04	3,29±0,32	3,79±0,23	3,27±0,26	0,145
Excreção (g/cão/dia MS)	36,46±3,49 ^a	27,70±4,36 ^b	28,66±6,22 ^b	29,46±5,00 ^b	< 0.010
pH fecal	6,75±0,19	6,69±0,20	6,61±0,15	6,51±0,20	0,086
Ácidos graxos voláteis (mMolg MS)					
Acético	278,18±49,23 ^b	487,04±53,84 ^a	517,48±92,41 ^a	508,71±88,38 ^a	< 0.001
Propiônico	126,40±21,41 ^b	254,81±31,75 ^a	295,55±66,77 ^a	298,32±43,70 ^a	< 0.001
Butírico	54,69±10,25 ^b	76,59±15,04 ^a	76,75±19,14 ^a	66,98±20,61 ^{ab}	0,028
Valérico	2,00±1,12 ^c	4,72±1,49 ^b	2,56±1,15 ^{bc}	4,45±2,32 ^{bc}	< 0.010
Soma AGCC	461,28±77,8 ^b	824,92±83,06 ^a	892,33±151,27 ^a	885,47±143,30 ^a	< 0.001
Isobutírico	7,96±0,82 ^a	7,55±1,86 ^{ab}	5,18±1,86 ^b	5,71±1,99 ^{ab}	< 0.010
Isovalérico	11,78±1,20	11,70±2,85	9,06±3,53	9,06±3,01	0,093
Soma AGCR	19,74±1,96	19,24±4,64	14,79±5,74	14,76±4,92	0,059
Total	481,02±79,11 ^b	844,17±82,11 ^a	907,12±149,45 ^a	900,23±145,82 ^a	< 0.001
Lactato (mMolg MS)	8,97±3,80 ^a	23,12±14,08 ^{ab}	33,76±18,68 ^a	26,49±17,46 ^{ab}	< 0.010
Amônia (mMolgNH₄-g MS)					
Amônia	164,75±24,74 ^a	147,47±7,6 ^{ab}	120,08±18,66 ^b	116,98±20,85 ^b	< 0.001

FVF: dieta contendo farinha de víscera de frango; CPSF: dieta contendo concentrado proteico de soja fermentado; CPS: dieta contendo concentrado proteico de soja; FAS: dieta contendo farinha de soja

Conclusão: A extrusão e formação dos kibble foram favorecidos pela inclusão do CPSF e demais derivados de soja. Em dietas com composição similar, o CPSF foi mais palatável e resultou em maiores digestibilidades da matéria seca e energia que a FVF, promovendo maior formação de ácidos graxos de cadeia curta. Isto indica potenciais benefícios à saúde intestinal, justificando estudos adicionais com o CPSF.

Agradecimentos: HT nutri pelo financiamento da pesquisa. À MBRF Petfood, MBRF Ingredients pelo suporte ao Laboratório de Pesquisa em Nutrição e Doenças Nutricionais de Cães e Gatos e à Manzoni Industrial Ltda pela doação da extrusora.

Referências Bibliográficas: GOLDER, C. et al. Cats have increased protein digestibility as compared to dogs and improve their ability to absorb protein as dietary protein intake shifts from animal to plant sources. *Animals*, v.10, n.3, p.541, 2020. HAENEN, D. et al. A diet high in resistant starch modulates microbiota composition, SCFA concentrations, and gene expression in pig intestine. *The Journal of Nutrition*, v.143, n.3, p.274–283, 2013. IPAD. Soybean Explorer. International Production Assessment Division, USDA, 2024. KIM, H. S. et al. Apparent total tract digestibility and palatability of extruded diets with graded levels of whole soybeans by dogs. *Frontiers in Veterinary Science*, v.10, 2023. LOUREIRO, B. A. et al. Starch gelatinization implications for nutrient digestibility and fermentation products in the faeces of Beagle dogs. *Animal Feed Science and Technology*, v.309, p.115894, 2024. MARIA, A. P. J. et al. The effect of age and carbohydrate and protein sources on digestibility, fecal microbiota, fermentation products, fecal IgA, and immunological blood parameters in dogs. *Journal of Animal Science*, v.95, n.6, p.2452–2466, 2017. RIAZ, M. N. Extruders in food applications. Boca Raton: CRC Press, 2000. RIAZ, M. N. Texturized vegetable proteins. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2011. SWANSON, K. S. et al. Nutritional sustainability of pet foods. *Advances in Nutrition*, v.4, n.2, p. 141–150, 2013. VENTURINI, K. S. et al. Processing traits and digestibility of extruded dog foods with soy protein concentrate. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, v.102, n.4, p.1077–1087, 2018.