

EFEITOS DA INCLUSÃO DE COLINA DERIVADA DE PLANTAS EM VARIÁVEIS DIGESTIVA, HEPÁTICA, LIPÍDICA, FERMENTATIVA, MICROBIOTA FECAL E PALATABILIDADE EM CÃES ADULTOS

GABRIELA L. F. FINARDI¹; PEDRO H. MARCHI¹; JENIFFER M. SOUZA¹; LUANA S. DIAS¹; ERIKA V. Z. STASIENIUK²; HEBERT SILVEIRA³; JULIO C. C. BALIEIRO¹; THIAGO H.A VENDRAMINI¹

¹Centro de Pesquisa em Nutrologia de Cães e Gatos (CEPEN Pet) – FMVZ/USP - Pirassununga, SP² SFA Consultoria - São Bernardo do Campo, SP³ Natural BR Feed - Hortolândia, SP

Contato: gabriela.finardi@usp.br / Apresentador: GABRIELA LUIZA FAGUNDES FINARDI

Resumo: Na indústria de petfood, o cloreto de colina é muito utilizado na formulação de dietas como principal fonte desse nutriente essencial nas funções fisiológicas. Entretanto, sua higroscopicidade pode causar perda de vitaminas e minerais. Fontes vegetais surgem como alternativa ainda pouco exploradas. Este estudo avaliou os efeitos de dois teores de colina herbal sobre variáveis digestivas, hepáticas (sanguíneas e ultrassonográficas), lipídicas, fermentativas, microbiota fecal e palatabilidade em cães adultos saudáveis. Nove cães foram alocados em três quadrados latinos 3×3 e alimentados com três dietas-teste: Dieta Controle (cloreto de colina 60%); Colina Herbal 1CH (com substituição total de cloreto de colina por colina herbal) e Colina Herbal 1,5CH (50% a mais de colina herbal do que 1CH). Não foram observadas diferenças na digestibilidade entre as dietas. Da mesma forma, os metabólitos de fermentação e os índices de diversidade da microbiota fecal também não diferiram. A microbiota intestinal variou entre dietas, com alterações em filos, famílias e gêneros, especialmente Firmicutes, ligados à produção de ácidos graxos e à saúde intestinal. Não houve diferença na palatabilidade. Os achados indicam que a fonte herbal é uma alternativa segura e promissora para alimentos para cães.

Palavras-Chaves: caninos; colina; ingrediente; microbiota; nutrição

EFFECTS OF THE INCLUSION OF PLANT-DERIVED CHOLINE ON DIGESTIVE, HEPATIC, LIPID, FERMENTATIVE AND FECAL MICROBIOTA VARIABLES IN ADULT DOGS

Abstract: In pet food industry, chloride is widely used in diet formulations as the main source of this essential nutrient for physiological functions. However, its hygroscopicity can cause loss of vitamins and minerals. Plant sources are emerging as still little-explored alternatives. This study evaluated the effects of two herbal choline contents on digestive, hepatic (blood and ultrasonographic), lipid, fermentative, fecal microbiota, and palatability variables in healthy adult dogs. Nine dogs were allocated into three 3×3 Latin squares and fed three test diets: Control Diet (60% choline chloride); Herbal Choline 1CH (with total replacement of choline chloride with herbal choline); and Herbal Choline 1.5CH (50% more herbal choline than 1CH). No differences in digestibility were observed between the diets. Similarly, fermentation metabolites and fecal microbiota diversity indices also did not differ. The gut microbiota varies between diets, with alterations in phyla, families, and genera, especially Firmicutes, linked to fatty acid production and gut health. There was no difference in palatability. The findings indicate that an herbal source is a safe and promising alternative for dog food.

Keywords: canine, choline, ingredient, microbiota, nutrition

Introdução: A colina é essencial na nutrição de cães, participando do metabolismo de fosfolipídios, da neurotransmissão colinérgica e do metabolismo lipídico hepático (Gupta et al., 2019). Sua absorção ocorre principalmente no intestino, embora parte seja degradada pela microbiota intestinal (NRC, 2006). Na indústria de petfood, o cloreto de colina é a principal fonte utilizada, mas seu alto poder higroscópico provoca perdas de vitaminas e minerais. Embora ainda escassas, as fontes vegetais desse nutriente surgem como alternativa ainda pouco exploradas; algumas contêm compostos voláteis que estimulam células olfativas dos animais (Tietel; Masaphy, 2018) e apesar de ainda não explorado, é questionável que possam apresentar sabor amargo, reduzindo a aceitabilidade. Este estudo avaliou os efeitos de dois teores de colina herbal sobre variáveis digestivas, hepáticas (parâmetros sanguíneos e ultrassonográficos), lipídicas, fermentativas, microbiota fecal e palatabilidade de cães adultos saudáveis.

Material e Métodos: Nove cães adultos castrados e saudáveis (machos e fêmeas) foram alocados em três quadrados latinos 3×3 e alimentados com três dietas experimentais: Dieta Controle (CC), contendo cloreto de colina a 60% como única fonte de colina; Dieta Herbal Colina 1 (1CH), com substituição total do cloreto de colina por colina herbal com base na bioequivalência dos ingredientes; e Dieta Herbal Colina 1,5 (1,5CH), contendo colina herbal em nível 50% superior ao 1CH. Cada período teve duração de 35 dias (28 dias de adaptação e 7 dias de coleta de amostra). Foram avaliados digestibilidade aparente, parâmetros hepáticos (séricos e ultrassonográficos), perfil lipídico, produtos fermentativos e microbiota fecal (16S rRNA). Ao final do protocolo experimental supracitado, um ensaio de palatabilidade por primeira escolha (analisada por teste do qui-quadrado) e razão de ingestão (normalidade verificada por Shapiro-Wilk e comparação por teste de Wilcoxon pareado) foi conduzido. Foi utilizado modelo linear misto que considerou o tratamento como efeito fixo, enquanto período, animal dentro de quadrado e período foram incluídos como efeitos aleatórios. Para as variáveis de abundância relativas a filo, família e gênero, adotou-se modelo linear misto generalizado. Quando observada significância nas análises de variância do tipo III, aplicou-se o teste de Tukey para comparações múltiplas. As análises estatísticas foram realizadas utilizando SAS 9.4 (PROC MIXED e PROC GLIMMIX).

Resultado e Discussão: Não foram observadas diferenças na digestibilidade aparente dos nutrientes (Tabela 1), apesar das expectativas devido à alta higroscopicidade do cloreto de colina. Os parâmetros hepáticos, incluindo as avaliações

ultrassonográficas, e o perfil lipídico não diferiram entre os tratamentos ($p > 0,05$), indicando a inclusão segura deste nutriente. Da mesma forma, os metabólitos de fermentação e os índices de diversidade da microbiota fecal mantiveram-se semelhantes entre as dietas ($P > 0,05$), sugerindo que os compostos relacionados à colina na fonte vegetal apoiam as funções digestivas e a absorção de nutrientes, particularmente de lipídios. No entanto, a composição da microbiota intestinal diferiu entre as dietas ($p < 0,05$), com mudanças taxonômicas na abundância relativa de filos, famílias e gêneros específicos, notadamente dentro do filo Firmicutes (Tabela 2), incluindo bactérias produtoras de ácidos graxos de cadeia curta, que favorecem a saúde intestinal e indicam possível benefício da colina de origem vegetal. Não houve diferenças significativas ($P > 0,05$) nos testes de palatabilidade, tanto na primeira escolha quanto na razão de ingestão (Tabela 3), demonstrando que a intervenção não alterou de forma prática o comportamento alimentar.

Tabela 1. Coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes (%) das dietas experimentais

Variável	Dietas			EPM	P
	CC	CH	1.5CH		
Materia Seca %	86,72	85,21	85,22	0,7182	0,2030
Materia orgânica %	90,19	89,07	88,98	0,5745	0,1939
Proteína bruta %	89,16	86,80	87,83	0,8208	0,0711
Extrato etéreo em hidrólise ácida %	94,80	93,83	94,26	0,6045	0,1607
Materia mineral %	41,89	33,20	35,00	3,0162	0,1108
Fibra bruta %	62,29	65,09	67,18	1,9117	0,1858
Extrativos não-nitrogenados %	91,83	91,30	90,58	0,4436	0,0975

Legenda: CC = Alimento controle; CH = Colina Herbal 1; 1,5CH = Colina Herbal 1,5; EPM = erro padrão da média; extrativos não-nitrogenados foram calculados.

Tabela 2. Médias estimadas $\pm$ erros padrão das abundâncias relativas de filos, famílias e gêneros observadas entre as dietas experimentais.

Taxonomia			Dietas			P
Filo	Famílias	Gênero	CC	CH	1.5CH	
Bacteroidetes	Bacteroidaceae	Bacteroides	19.80 ^a $\pm$ 3.30	10.13 ^c $\pm$ 1.89	17.04 ^b $\pm$ 2.94	<0.0001
			2.02 ^a $\pm$ 0.55	1.78 ^c $\pm$ 0.49	1.92 ^b $\pm$ 0.52	<0.0001
			2.02 ^a $\pm$ 0.55	1.78 ^c $\pm$ 0.49	1.92 ^b $\pm$ 0.52	<0.0001
Firmicutes	Ruminococcaceae	Peptoclostridium	46.76 ^c $\pm$ 3.84	61.75 ^a $\pm$ 3.64	51.17 ^b $\pm$ 3.85	<0.0001
			1.35 ^b $\pm$ 0.28	3.53 ^a $\pm$ 0.72	3.50 ^a $\pm$ 0.71	<0.0001
	Peptococcaceae	Peptococcus	9.34 ^c $\pm$ 1.64	17.23 ^a $\pm$ 2.77	12.50 ^b $\pm$ 2.12	<0.0001
			0.46 ^b $\pm$ 0.22	0.75 ^a $\pm$ 0.35	0.80 ^a $\pm$ 0.37	<0.0001
			0.46 ^b $\pm$ 0.22	0.75 ^a $\pm$ 0.35	0.80 ^a $\pm$ 0.37	<0.0001
Fusobacteria	Fusobacteriaceae		13.59 ^c $\pm$ 1.74	15.84 ^b $\pm$ 1.98	16.92 ^a $\pm$ 2.09	<0.0001
			13.35 ^c $\pm$ 1.78	15.83 ^b $\pm$ 2.05	16.79 ^a $\pm$ 2.15	<0.0001
Proteobacteria	Sutterellaceae	Parasutterella	5.67 ^a $\pm$ 1.46	3.31 ^c $\pm$ 0.87	3.65 ^b $\pm$ 0.96	<0.0001
			2.53 ^a $\pm$ 0.78	0.77 ^c $\pm$ 0.24	0.92 ^b $\pm$ 0.29	<0.0001
			1.23 ^a $\pm$ 0.66	0.04 ^c $\pm$ 0.02	0.17 ^b $\pm$ 0.09	<0.0001

Legenda: CC = Alimento controle; CH = Colina Herbal 1; 1,5CH = Colina Herbal 1,5

Tabela 3. Palatabilidade observada durante o estudo.

Comparações	Variável	Número de observações					
		24	48	72	96	120	220
1,5CH vs. CC	1ª Escolha	1,5CH	1,5CH	1,5CH	CC	CC	CC
	P-valor	0,2207	0,7728	0,8137	1,0	1,0	1,0
	Razão de ingestão	0,474	0,451	0,462	0,464	0,483	0,477
	P-valor	0,6431	0,623	0,0748	0,433	0,3254	0,1642
1,5CH vs. CH	1ª Escolha	1,5CH	CH	1,5CH	1,5CH	1,5CH	1,5CH
	P-valor	0,2207	1,0000	0,4795	0,5403	0,4652	0,7277
	Razão de ingestão	0,5390	0,4830	0,4920	0,4930	0,4820	0,4790
	P-valor	0,2768	0,5383	0,8884	0,8450	0,4390	0,2935
CH vs. CC	1ª Escolha	CH*	CH*	CH*	CH*	CH*	CH*
	P-valor	0,0143	0,0002	0	0	0	0
	Razão de ingestão	0,515	0,506	0,531	0,506	0,487	0,491
	P-valor	0,8553	1,0	0,4091	0,8478	0,592	0,6917

Legenda: CC = alimento controle; CH = Colina Herbal 1; 1,5CH = Colina Herbal 1,5. * Nas linhas indicam diferença significativa entre as comparações ($p \leq 0,05$).

Conclusão: A substituição do cloreto de colina por colina herbal modulou a microbiota intestinal sem afetar parâmetros metabólicos, digestivos e fermentativos em cães, e não impactou a palatabilidade das dietas. Os resultados indicam que a fonte vegetal é uma alternativa potencial e promissora para a indústria *petfood*. Porém, são necessários estudos adicionais para melhor compreender os efeitos observados.

Agradecimentos: Os autores agradecem a Natural Br Feed e a Grandfood Indústria e Comércio LTDA. (PremieRpet®) pelo apoio ao estudo.

Referências Bibliográficas: GUPTA, A. et al. Bio choline” —an alternative to synthetic choline in broiler production. International Journal of Livestock Research. International Journal of Livestock Research, v. 9, n. 1, p. 1–9, 2019.NASCIMENTO, A. et al. Effects of an herbal source of choline on diet digestibility and palatability, blood lipid profile, liver morphology, and cardiac function in dogs. Animals, v. 12, p. 2658, 2022.NRC. Nutrient Requirements of Dogs and Cats. Washington, D.C.: The National Academy Press, 2006. 398 p.Tietel, Z.; Masaphy, S. Aroma-volatile profile of black morel (*Morchella importuna*) grown in Israel. Journal of the Science of Food and Agriculture, v. 98, p. 346–353, 2018.