

Influência da idade e do consumo alimentar sobre a digestibilidade da dieta e metabólitos de fermentação intestinal em cães

RESUMO

O objetivo desse estudo foi avaliar a influência da idade e do consumo alimentar sobre os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) e energia metabolizável (EM) da dieta e metabólitos de fermentação intestinal em cães. Foram utilizados oito cães filhotes com dois meses de idade (grupo filhote com consumo de filhote - FCF), além de oito cães adultos com consumo de adulto (ACA) e oito cães adultos com consumo de filhote (ACF). Todos os cães eram da raça Beagle e foram alimentados com a mesma dieta seca extrusada para cães em crescimento durante 15 dias, variando apenas as quantidades, sendo 60 g de matéria seca (MS)/kg^{0,75}/dia para os grupos FCF e ACF e 38 g de MS/kg^{0,75}/dia para o grupo ACA. Foi feita a colheita total de fezes durante 5 dias para os filhotes e adultos para análises dos CDA e EM da dieta, metabólitos de fermentação intestinal e características fecais. O CDA da MS, matéria orgânica, extrato etéreo em hidrólise ácida, energia bruta e a EM da dieta foram maiores para os cães FCF, em relação aos ACF e ACA (P<0,05). Ainda, o CDA da proteína bruta (PB) foi maior nos cães FCF e ACA, quando comparado aos cães ACF (P<0,05). A MS e o escore fecal foram maiores e a produção fecal foi menor nos cães ACA, em relação aos cães ACF e FCF (P<0,05). A concentração de amônia fecal foi maior nos cães ACF quando comparado aos cães FCF e ACA (P<0,05). Houve maior concentração fecal de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) nos cães ACA e ACF em comparação ao FCF (P<0,05). Contudo, a concentração fecal de ácidos graxos de cadeia ramificada (AGCR) totais foram maiores nos cães FCF e menores nos cães ACA (P<0,05). Os resultados mostram que cães com 2 meses de idade podem apresentar maiores CDA da dieta, que cães com 14 meses de idade, com exceção do CDA da PB. Esses resultados não parecem estar relacionados ao maior consumo/kg^{0,75} em cães filhotes, uma vez que em adultos, o aumento no consumo reduz os CDA da maioria das frações nutricionais da dieta. Além disso, cães filhotes apresentam menor concentração fecal de AGCC e maior de AGCR, que cães adultos.

1. INTRODUÇÃO

O conhecimento sobre a utilização dos nutrientes na fase de crescimento é essencial para garantir a saúde, o desenvolvimento adequado e a longevidade dos cães (Sabchuk *et al.*, 2019). A maior parte dos ensaios de digestibilidade e avaliação dos metabólitos da fermentação intestinal em cães observa os efeitos da inclusão de ingredientes ou aditivos na dieta sobre essas variáveis, contudo, não considera a influência da idade ou do consumo alimentar. Embora existam estudos publicados sobre o assunto, as informações disponíveis ainda apresentam divergências, especialmente sobre a utilização de nutrientes e à produção de metabólitos de fermentação intestinal em cães em crescimento ou adultos (Weber *et al.*, 2002; Swanson *et al.*, 2004; Zanatta *et al.*, 2011; Gomes, 2013; Félix *et al.*, 2013).

Além dos cães filhotes logo após o desmame ainda estarem desenvolvendo seu sistema gastrointestinal e não estarem com o microbioma intestinal maduro (Garrigues *et al.*, 2022), eles possuem maior demanda energética para atender suas necessidades de crescimento (NRC, 2006; FEDIAF, 2021). Isso resulta em um consumo alimentar proporcionalmente maior por quilograma de peso corporal em comparação aos cães adultos, principalmente quando alimentados com uma dieta de moderada densidade calórica. Esse maior consumo poderia sobrecarregar o sistema gastrointestinal e aumentar a taxa de passagem da digesta, impactando negativamente na digestibilidade da dieta e nos metabólitos de fermentação intestinal produzidos (Hussein *et al.*, 2000; Sabchuk *et al.*, 2019; Ephraim *et al.*, 2020). Portanto, o objetivo desse estudo é comparar o efeito da idade e do consumo alimentar na digestibilidade e energia metabolizável (EM) da dieta em cães adultos e filhotes. Além disso, busca-se investigar como os efeitos da idade e consumo influenciam nos metabólitos de fermentação intestinal e nas características fecais dos cães.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Animais e instalações

O uso de animais para este estudo foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais, sob o protocolo n.035/2022. Foram utilizados 8 cães filhotes da raça Beagle (4 machos e 4 fêmeas), com idade inicial de 2 meses ($56 \pm 17,90$ dias) e peso

corporal médio de $5,27 \pm 1,48$ kg e 16 cães adultos da raça Beagle (8 machos e 8 fêmeas), com 14 meses de idade ($424 \pm 15,28$ dias), peso corporal de $10,62 \pm 0,89$ kg e escore de condição corporal de $4,8 \pm 0,6$ (Laflamme *et al.*, 1997). Os cães foram alojados individualmente em canis de alvenaria durante o período de coleta, com uma cama e acesso livre a água fresca.

2.2 Grupos experimentais

Foram avaliados três grupos experimentais: cães filhotes não castrados com consumo de filhote (FCF), cães adultos com o consumo de adulto (ACA) e cães adultos com o consumo de filhote (ACF). Todos os cães adultos eram castrados. Os cães foram alimentados com um alimento seco extrusado para cães em crescimento com densidade calórica moderada durante 15 dias. A composição química analisada do alimento (com base na matéria seca – MS) foi: 24,44% de proteína bruta (PB), 11,76% de extrato etéreo em hidrólise ácida (EE), 10% de matéria mineral (MM), 6,43% de fibra dietética total (FDT), 2,29% de cálcio e 1,62% de fósforo.

Os cães FCF foram alimentados de acordo com as suas necessidades específicas de EM para crescimento, segundo o NRC (2006), levando em consideração peso a maturidade estimado em 11 kg. Já os cães ACA receberam quantidade de alimento para suprir as suas necessidades de EM para a manutenção, conforme o NRC (2006) e histórico dos animais, sendo de aproximadamente 140 kcal/kg^{0,75}. Os cães ACF foram alimentados com a mesma quantidade em g de MS por quilo de peso metabólico (kg^{0,75}) do grupo FCF. Todos os cães foram alimentados duas vezes ao dia, às 8:30h e 16:00h. A água foi fornecida à vontade.

2.3 Digestibilidade, características fecais e metabólitos de fermentação

O ensaio de digestibilidade seguiu o método de coleta total de fezes, sendo as fezes colhidas pelo menos duas vezes ao dia, pesadas e congeladas individualmente por animal (AAFCO, 2016). As análises das dietas e fezes de MS, PB, EE, MM e energia bruta (EB) para cálculo da digestibilidade seguiram as recomendações da Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1995). A EM foi estimada sem coleta de urina segundo a AAFCO (2016). As características fecais foram avaliadas durante o período de coleta pelo conteúdo total de matéria seca fecal (MSf), produção fecal e consistência fecal, por escore (1 = fezes líquidas a 5 fezes secas, Carciofi *et*

al., 2009). NO 15º dia, fezes frescas (no máximo 15 min após a defecação espontânea) foram coletadas para análises de pH (medido em pHmetro digital), amônia (Brito *et al.*, 2010), ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e ramificada (AGCR) (medidos em cromatografia gasosa).

2.4 Análise estatística

Os dados foram analisados quanto à normalidade pelo teste Shapiro Wilk. Os dados com distribuição normal foram submetidos à Análise de variância (ANOVA), totalizando 8 repetições por grupo experimental. Quando o teste F da ANOVA indicou diferença ($P < 0,05$) as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

3. RESULTADOS

Não foram observadas reações adversas às dietas, como episódios de vômito, diarreia ou recusa alimentar ao longo da pesquisa e todos os cães consumiram totalmente as quantidades ofertadas. A ingestão de MS, MO, PB, EE, EB e EM/kg^{0,75} foi maior nos cães FCF e ACF, quando comparada a ingestão dos cães ACA ($P < 0,05$, Tabela 1). O CDA da MS, MO, EE, EB e a EM da dieta foram maiores para os cães FCF, em relação aos ACF e ACA ($P < 0,05$, Tabela 1). Ainda, o CDA da PB foi maior nos cães FCF e ACA, quando comparado aos cães ACF ($P < 0,05$, Tabela 1). A MS e o escore fecal foram maiores e a produção fecal foi menor nos cães ACA, em relação aos cães ACF e FCF ($P < 0,05$, Tabela 1).

A concentração de amônia fecal foi maior nos cães ACF quando comparado aos cães FCF e ACA ($P < 0,05$, Tabela 2). O pH fecal não diferiu entre os tratamentos ($P > 0,05$, Tabela 2). Houve maior concentração fecal de AGCC nos cães ACA e ACF em comparação ao FCF ($P < 0,05$, Tabela 2). Quando comparado apenas os cães adultos, houve maior concentração fecal de butirato no grupo ACF, em relação ao ACA ($P < 0,05$, Tabela 2). A concentração fecal de AGCR totais foram maiores nos cães FCF e menores nos cães ACA ($P < 0,05$, Tabela 2). Quando comparado apenas os cães adultos, o grupo ACF apresentou maior concentração fecal de AGCR totais do que o grupo ACA ($P < 0,05$, Tabela 2).

Tabela 1: Médias de ingestão, coeficientes de digestibilidade aparente (CDA), energia metabolizável (EM) e características fecais de cães filhotes (FCF) e adultos com consumo de adultos (ACA) e de filhotes (ACF).

Item	Grupos			EPM ¹	P-valor ²
	FCF	ACA	ACF		
Ingestão/kg^{0,75}/dia					
MS, g	60,6 a	37,9 b	59,9 a	2,41	<0,001
MO, g	53,6 a	33,6 b	54,0 a	2,22	<0,001
PB, g	14,8 a	9,1 b	14,7 a	0,60	<0,001
EE, g	7,1 a	4,4 b	7,0 a	0,29	<0,001
FDT, g	3,8 a	2,4 b	3,9 a	0,16	<0,001
EB, kcal	281,2 a	173,2 b	278,0 a	11,40	<0,001
EM, kcal	212,9 a	144,3 b	231,6 a	8,40	<0,001
CDA (%)					
MS	71,9 a	67,5 b	65,7 c	0,65	<0,001
MO	75,4 a	73,0 b	71,0 c	0,47	<0,001
PB	76,0 a	77,1 a	74,2 b	0,36	0,004
EE	86,0 a	83,5 b	82,5 b	0,44	<0,001
EB	76,2 a	73,7 b	71,7 c	0,50	<0,001
EM (kcal/kg)	3512,7 a	3370,2 b	3310,9 b	24,00	<0,001
Características fecais					
Matéria seca (%)	26,9 c	35,5 a	33,1 b	0,89	<0,001
Produção ³ (g/dia)	269,2 b	202,0 c	363,7 a	15,10	<0,001
Escore	3,0 c	3,9 a	3,4 b	0,09	<0,001

¹EPM = erro padrão da média; ²Probabilidades; ³Produção = g fezes produzidas na matéria natural/animal/dia; abc. Médias com letras distintas foram estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey (P<0,05).

Tabela 2: Médias de pH, amônia (%), ácidos graxos de cadeia curta (AGCC, mMol/g) e ramificada (AGCR, mMol/g) das fezes de cães filhotes (FCF) e adultos com consumo de adultos (ACA) e de filhotes (ACF).

Item	Grupos			EPM ¹	P-valor ²
	FCF	ACA	ACF		
Amônia	0,14 b	0,14 b	0,21 a	0,01	0,002
pH	6,54	6,39	6,73	0,09	0,376
Acetato	63,43 b	134,96 a	135,97 a	8,86	<0,001
Propionato	26,29 b	50,53 a	46,60 a	2,78	<0,001
Butirato	7,87 c	12,98 b	14,63 a	0,71	<0,001
AGCC total	97,60 b	198,50 a	197,20 a	12,20	<0,001
Isovalerato	5,93 a	5,10 b	5,27 b	0,11	<0,001
Valérico	5,55 b	4,79 c	6,22 a	0,15	<0,001
Isobutirato	5,84 a	5,24 b	5,70 a	0,08	0,001
4 metil valerato	0,56 b	0,58 ab	0,63 a	0,01	0,014
Hexanóico	0,68 b	0,63 b	0,82 a	0,02	0,001
Heptanóico	5,58 a	4,22 c	4,56 b	0,14	<0,001
AGCR total	18,59 a	15,76 c	16,97 b	0,31	<0,001

¹EPM = erro padrão da média; ²Probabilidades; abc. Médias com letras distintas foram estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey (P<0,05).

4. DISCUSSÃO

Compreender os possíveis efeitos da fase de crescimento e do consumo alimentar sobre a digestibilidade dos nutrientes da dieta é essencial para compreender o seu impacto na funcionalidade intestinal. No entanto, é perceptível a escassez de estudos que abordem a comparação da digestibilidade dos nutrientes e metabólitos de fermentação intestinal entre cães adultos e filhotes, bem como o efeito do consumo sobre esses parâmetros. Nesse cenário, o presente estudo evidenciou que a idade e o consumo podem afetar a digestibilidade das frações nutricionais da dieta, assim como os metabólitos de fermentação intestinal dos cães. Com o intuito de atender à maior demanda energética para o crescimento, as recomendações de fornecimento alimentar por kg^{0,75} para cães filhotes exibem uma disparidade em relação aos indivíduos adultos, podendo chegar a 1,6 vezes à necessidade de EM/kg^{0,75} de cães adultos em manutenção (FEDIAF, 2021). Desse modo, como esperado, os cães FCF apresentaram maior consumo por kg^{0,75} de MS, MO, PB, EE, EB e EM para sustentar a curva de crescimento saudável (Salt *et al.*, 2020).

Não foram encontrados estudos que comparassem a mesma faixa etária dos cães filhotes e adultos utilizados no presente estudo, mas a maioria dos autores que conduziram trabalhos semelhantes encontraram resultados divergentes, relatando falta de diferença entre as idades ou maior digestibilidade em cães adultos (Lloid *et al.*, 1995; Weber *et al.*, 2002; Swanson *et al.*, 2004). Por outro lado, estudos comparando o efeito do consumo na digestibilidade das dietas em cães adultos, relataram menor digestibilidade da PB quanto maior o consumo (Nery *et al.*, 2012; Hang *et al.*, 2013; Herstad *et al.*, 2017; Pinna *et al.*, 2018; Jackson *et al.*, 2018; Ephraim *et al.*, 2020). O maior CDA do EE nos cães FCF quando comparados aos cães ACA e ACF pode ter contribuído para a maior digestibilidade da MS, MO e energia observada no mesmo grupo. Considerando essas diferenças entre cães adultos e filhotes, os resultados foram distintos quando comparados aos adultos independentes do consumo, como observado nos cães ACA e ACF. Embora esse fato também já tenha sido observado em outros estudos utilizando cães mais novos (Zanatta *et al.*, 2011; Félix *et al.*, 2013; Marx *et al.* 2017; Sabchuk., 2019), a explicação sobre esses resultados não está claramente elucidada em cães. Por outro lado, a ingestão de maiores quantidades de proteínas pode ultrapassar a capacidade de absorção do trato gastrointestinal de cães, resultando na redução da digestibilidade do nutriente pelo próprio organismo, como observado em cães FCF e ACF (Hussein *et al.*, 2000). Isso pode estar relacionado com o menor CDA da PB nos cães ACF. A menor digestibilidade da PB também foi observada em estudos que investigaram cães alimentados com dietas ricas em proteínas (Nery *et al.*, 2012; Hang *et al.*, 2013; Herstad *et al.*, 2017; Pinna *et al.*, 2018; Jackson *et al.*, 2018; Ephraim *et al.*, 2020). A elevada concentração fecal de amônia nos cães ACF pode ser atribuída ao menor CDA da PB obtida no mesmo grupo, resultando em maior disponibilidade de proteína fermentável no cólon, conforme constatado em estudos anteriores que também evidenciaram essa relação em cães adultos (Celi *et al.*, 2019; Bastos., 2023).

A idade é um dos fatores que mais impactam a diversidade da microbiota, sua composição e metabólitos (You *et al.*, 2021). Nos primeiros meses de vida, os filhotes apresentam uma microbiota ainda em desenvolvimento (Blake *et al.*, 2020; Garrigues *et al.*, 2022). Isso porque, essas comunidades apresentam abundância reduzida de

gêneros bacterianos e metabólitos relacionados à eubiose, como por exemplo os AGCC. Em contrapartida, de forma geral, a microbiota de cães filhotes, quando comparada com a de cães adultos, apresenta maiores quantidades de gêneros potencialmente patogênicos e seus metabólitos, como AGCR (Blake *et al.*, 2020). Isso explica os resultados observados, como a maior concentração fecal de AGCC e menor de AGCR nos cães adultos, independente do consumo, quando comparado aos filhotes. Essas particularidades influenciaram negativamente características como matéria seca, produção e escore fecal nos cães filhotes quando comparados aos adultos. Esses são parâmetros importantes para os tutores ao comprarem um alimento comercial e de acordo com esses resultados, estão provavelmente relacionados a um ambiente intestinal equilibrado. Além da idade, o consumo também parece influenciar negativamente as características fecais e o ambiente intestinal. Isso foi observado com o aumento de AGCR nas fezes e a menor digestibilidade da proteína bruta dos grupos de maior ingestão alimentar. Nessa situação, a ingestão de proteína é maior, aumentando a quantidade de substrato no cólon, que será posteriormente fermentado por bactérias proteolíticas, produzindo compostos nitrogenados. Esses compostos, quando em altas concentrações, são associados com disbiose, por serem tóxicos para a mucosa e aumentarem o odor das fezes (Windey *et al.*, 2012). Apesar do butirato ser um metabólito relacionado a eubiose e a fermentação de fibras (Swanson *et al.*, 2001), algumas bactérias proteolíticas específicas como *Fusobacterium* spp. também são capazes de produzir esse composto através das vias de degradação do glutamato e da lisina, o que explica a maior concentração de butirato observada nos cães ACF em comparação com os ACA (Louis e Flint., 2016).

5. CONCLUSÃO

Os resultados mostram que cães com 2 meses de idade podem apresentar maiores CDA da dieta, que cães com 14 meses de idade, com exceção do CDA da PB. Esses resultados não parecem estar relacionados ao maior consumo/kg^{0,75} em cães filhotes, uma vez que em adultos, o aumento no consumo reduz os CDA da maioria das frações nutricionais da dieta. Além disso, cães filhotes apresentam menor concentração fecal de AGCC e maior de AGCR, que cães adultos.

REFERÊNCIAS

Association of American Feed Control Officials, 2016. Dog and Cat Nutrient Profiles. Official Publications of the Association of American Feed Control Officials Incorporated. AAFCO, Oxford, IN, USA.

Association of the official Analytical Chemists, 1995. Official Methods of Analysis, Sixteenth ed. AOAC, Washington, D.C., USA.

BASTOS, T. S. *et al.* Effect of Yeast *Saccharomyces cerevisiae* as a Probiotic on Diet Digestibility, Fermentative Metabolites, and Composition and Functional Potential of the Fecal Microbiota of Dogs Submitted to an Abrupt Dietary Change. **Microorganisms**, v. 11, n. 2, p. 506–506, 17 fev. 2023.

BLAKE, A. B. *et al.* Developmental stages in microbiota, bile acids, and clostridial species in healthy puppies. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 34, n. 6, p. 2345–2356, 2020.

CARCIOFI, A. C. *et al.* Comparison of micronized whole soybeans to common protein sources in dry dog and cat diets. **Animal Feed Science and Technology**, v. 151, n. 3-4, p. 251–260, maio 2009.

CELI, P. *et al.* Biomarkers of gastrointestinal functionality in animal nutrition and health. **Animal Feed Science and Technology**, v. 250, p. 9–31, abr. 2019.

BRITO, C. B. M. *et al.* Digestibility and palatability of dog foods containing different moisture levels, and the inclusion of a mould inhibitor. **Animal Feed Science and Technology**, v. 159, n. 3-4, p. 150–155, 1 ago. 2010.

EPHRAIM, E.; COCHRANE, C.-Y.; JEWELL, D. E. Varying Protein Levels Influence Metabolomics and the Gut Microbiome in Healthy Adult Dogs. **Toxins**, v. 12, n. 8, p. 517, 12 ago. 2020.

FEDIAF. Nutritional guidelines for complete and complementary pet food for cats and dogs. **European Pet Food Industry**, 2021.

FÉLIX, A. P. *et al.* Digestibility and metabolizable energy of raw soybeans manufactured with different processing treatments and fed to adult dogs and puppies. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 6, p. 2794–2801, 1 jun. 2013.

GARRIGUES, Q. *et al.* Gut microbiota development in the growing dog: A dynamic process influenced by maternal, environmental and host factors. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 9, 2 set. 2022.

GOMES, M. DE OS Microbiota fecal, produtos de fermentação, aspectos histológicos da mucosa gastrintestinal e imunidade de cães Beagle de diferentes grupos etários. **Aleph**, 1 fev. 2013.

HANG, I. *et al.* Impact of diets with a high content of greaves-meal protein or carbohydrates on faecal characteristics, volatile fatty acids and faecal calprotectin concentrations in healthy dogs. **BMC Veterinary Research**, v. 9, p. 201, 9 out. 2013.

HERSTAD, K. M. V. *et al.* A diet change from dry food to beef induces reversible changes on the faecal microbiota in healthy, adult client-owned dogs. **BMC Veterinary Research**, v. 13, n. 1, 30 maio 2017.

HUSSEIN, H. S.; SUNVOLD, G. D. Dietary strategies to decrease dog and cat fecal odor components. In: **Recent advances in canine and feline nutrition: 2000 Iams Nutrition Symposium Proceedings**. Wilmington, Ohio: Orange Frazer Press, 2000. p. 153-168.

JACKSON, M. I.; JEWELL, D. E. Balance of saccharolysis and proteolysis underpins improvements in stool quality induced by adding a fiber bundle containing bound polyphenols to either hydrolyzed meat or grain-rich foods. **Gut Microbes**, v. 10, n. 3, p. 298–320, 30 out. 2018.

KIL, D. Y. *et al.* Effect of the form of dietary fat and the concentration of dietary neutral detergent fiber on ileal and total tract endogenous losses and apparent and true digestibility of fat by growing pigs¹. **Journal of Animal Science**, v. 88, n. 9, p. 2959–2967, 1 set. 2010.

LAFLAMME, D.R.P.C. Development and validation of a body condition score system for dogs. **Canine Pract.** 1997, 22, 10–15.

LLOYD, L. E.; MCCAY, C. M. The Utilization of Nutrients by Dogs of Different Ages. **Journal of Gerontology**, v. 10, n. 2, p. 182–187, 1 abr. 1955.

LOUIS, P.; FLINT, H. J. Formation of propionate and butyrate by the human colonic microbiota. **Environmental Microbiology**, v. 19, n. 1, p. 29–41, 8 dez. 2016.

MARX, F. R. *et al.* Endogenous fat loss and true total tract digestibility of poultry fat in adult dogs¹. **Journal of Animal Science**, v. 95, n. 7, p. 2928–2935, 1 jul. 2017.

NERY, J. *et al.* Influence of dietary protein content and source on colonic fermentative activity in dogs differing in body size and digestive tolerance¹. **Journal of Animal Science**, v. 90, n. 8, p. 2570–2580, 1 ago. 2012.

National Research Council, 2006. Nutrient Requirements of Dogs. NRC, National Academy Press, Washington, DC, USA.

PINNA, C. *et al.* Influence of dietary protein and fructooligosaccharides on fecal fermentative end-products, fecal bacterial populations and apparent total tract digestibility in dogs. **BMC Veterinary Research**, v. 14, n. 1, 20 mar. 2018.

SABCHUK, T. T. *et al.* Endogenous fat losses and true and apparent fat digestibility in adult and growing dogs fed diets containing poultry offal fat. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 104, n. 6, p. 1927–1937, 10 dez. 2019.

SALT, C. *et al.* Comparison of growth patterns in healthy dogs and dogs in abnormal body condition using growth standards. **PLOS ONE**, v. 15, n. 9, p. e0238521, 23 set. 2020.

SWANSON, K. S. *et al.* Diet affects nutrient digestibility, hematology, and serum chemistry of senior and weanling dogs¹²³. **Journal of Animal Science**, v. 82, n. 6, p. 1713–1724, 1 jun. 2004.

WEBER, M. *et al.* Influence of age and body size on gastrointestinal transit time of radiopaque markers in healthy dogs. **American Journal of Veterinary Research**, v. 63, n. 5, p. 677–682, 1 maio 2002.

YOU, I.; KIM, M. J. Comparison of Gut Microbiota of 96 Healthy Dogs by Individual Traits: Breed, Age, and Body Condition Score. **Animals**, v. 11, n. 8, p. 2432, 18 ago. 2021.

ZANATTA, C. P. *et al.* Digestibility of dry extruded food in adult dogs and puppies. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, n. 3, p. 784–787, jun. 2011.