ESCOLA UNIVERSITÁRIA VASCO DA GAMA

Mestrado integrado em Medicina Veterinária

Artigo de revisão

IMPACTO DA DIETA NA COMPOSIÇÃO DA MICROBIOTA INTESTINAL DE ANIMAIS DE COMPANHIA E A SUA RELAÇÃO COM A SAÚDE E A DOENÇA

Juliette Eve Novel-Cattin

Coimbra, Julho 2024

ESCOLA UNIVERSITÁRIA VASCO DA GAMA

Mestrado integrado em Medicina Veterinária

Artigo de revisão

IMPACTO DA DIETA NA COMPOSIÇÃO DA MICROBIOTA INTESTINAL DE ANIMAIS DE COMPANHIA E A SUA RELAÇÃO COM A SAÚDE E A DOENÇA

Coimbra, Julho 2024

Juliette Eve Novel-Cattin

Constituição do Júri
Professora Doutora Sofia Alexandra Giestas Cancela Duarte
Professora Doutora Carla Maria dos Santos Nunes
Professora Doutora Maria Eduarda Moreno da Silveira

Trabalho realizado sob a orientação da Professora Doutora Maria Eduarda Moreno da Silveira

Dissertação do Estágio Curricular do Ciclo de Estudos

Conducente ao Grau de Mestre em Medicina Veterinária da EUVG

AGRADECIMENTOS

Dirijo os meus agradecimentos:

À Escola Universitária Vasco da Gama por me ter permitido realizar este percurso académico fantástico, caracterizado por um ensino de excelência;

Aos meus orientadores, Professora Doutora Eduarda Silveira pela disponibilidade em me orientar na elaboração desta tese; gostaria também de agradecer a todos os Médicos Veterinários e Auxiliares de Veterinária, dos diferentes locais de estágio onde recebi formação, por todo o apoio e transmissão de conhecimentos, assim como pela sua total disponibilidade para o esclarecimento de dúvidas;

À University College of Capbreton, pelo acompanhamento que me proporcionou ao longo destes 2 anos;

Aos meus amigos, a minha nova família de coração que encontrei em Coimbra - obrigada pelas memórias, pois já estou com saudades de todos os momentos partilhados convosco. Esta aventura não seria a mesma sem vocês; às minhas colegas de casa, minhas irmãs de coração, Auriane e Solene, que me ajudaram durante os momentos mais difíceis - obrigada por estes anos juntas;

À minha família de Praxe obrigada pela família que criámos com esta maravilhosa tradição. Ao meu padrinho e à Comissão de Praxe da EUVG; a esta cidade especial, que me permitiu de viver os melhores anos da minha vida;

À Typhaine, o meu « puit de savoir », obrigada por todas estas horas de intensas revisões e obrigada pela tua amizade - não teria sido possível chegar aqui sem a tua ajuda.

Ao Thomas que está sempre e para sempre no meu coração, pois o que Coimbra une ninguém separá.

Aos meus pais e à minha irmã, por serem a melhor família do mundo, pois sem eles este percurso não se poderia ter concretizado - obrigada pelo vosso apoio durante este ano. Amo-vos com todo o meu coração!

Ao meu amor, Julia.

ÍNDICE GERAL

1. INTRODUÇÃO 4
2. COMPOSIÇÃO DA MICROBIOTA INTESTINAL E SEU PAPEL NA SAÚDE DIGESTIVA 4
2.1. COMPOSIÇÃO DA MICROBIOTA INTESTINAL....4
2.1.1. Bactérias 5
2.1.2. Fungos 6
2.1.3. Vírus 7
2.2. O PAPEL DA MICROBIOTA INTESTINAL....7
2.3. DISBIOSE....8
3. FATORES QUE INFLUENCIAM A MICROBIOTA INTESTINAL....9
3.1. INFLUÊNCIA DA RAÇA....9
3.2. INFLUÊNCIA DA IDADE 9
3.3. QUADROS DE HIPERSENSIBILIDADE 10
3.4. INFLUÊNCIA DO ÍNDICE DE MASSA CORPORAL 10
3.5. CONTACTO COM O HOMEM 10
4. IMPACTO DAS DIETAS NA DIVERSIDADE BACTERIANA INTESTINAL 11
4.1. A IMPORTÂNCIA DOS CARBOHIDRATOS 12
4.2. IMPACTO DE DIETAS ESPECÍFICAS NA MICROBIOTA INTESTINAL DE CÃES 13
5. FÓRMULAS DE ALIMENTOS DESTINADAS A ANIMAIS DE COMPANHIA....14
5.1. FORMULAÇÕES SECAS....14
5.2. FORMULAÇÕES HÚMIDAS....14
5.3. ALIMENTAÇÃO CASEIRA 15
5.4. ALIMENTAÇÃO À BASE DE OSSOS E ALIMENTOS CRUS 15
6. CONSEQUÊNCIAS DO DESEQUILÍBRIO DA MICROBIOTA INTESTINAL EM ANIMAIS DE COMPANHIA....16
6.1. PATOLOGIAS INTESTINAIS ASSOCIADAS À DISBIOSE INTESTINAL 17
6.1.1. Enteropatias crónicas.... 17
6.1.2. Diarreia hemorrágica 19
6.2. OUTRAS DOENÇAS LIGADAS A DISBIOSE INTESTINAL 20
6.2.1. Obesidade....20
6.2.2. Diabetes....21
6.2.3. Doenças renais....21
7. TERAPÊUTICAS NA DISBIOSE....21
7.1. PREBIÓTICOS 22
7.2. PROBIÓTICOS.... 22
7.3. SIMBIÓTICOS 23
7.4. POSTBIÓTICOS 23
7.5. TRANSPLANTE FECAL DE MICROBIOTA 24

8. CONCLUSÕES 24
Referências 26

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Alterações na microbiota gastrointestinal associadas a IBD em humanos e cães……19

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Principais bactérias da microbiota intestinal de cães 6

Tabela 2. Comparação entre dietas específicas relativamente ao teor em macronutrientes 13

LISTA DE ABREVIATURAS

AGCC - Ácidos Gordos de Cadeia Curta

APBC – Elevado Teor-Proteína, Baixo Teor-Carbohidratos

BPAC – Baixo Teor-proteina, Elevado Teor-carbohidratos

EC - Enteropatia Crónica

e. g. - do latim, *exempli gratia*

FOS - Oligossacarídeos

GIT - Gut Intestinal Tract

GLP-1 - Glucagon 1

IBD - do inglês, *Inflamatory Bowel Disease* (Doença Inflamatória Intestinal)

IMC - Índice de Massa Corporal

MOS - Manano-oligossacáridos

MPMC – Moderado Teor-Proteína, Moderado Teor-Carbohidratos

NOD2 – do inglês, *Nucleotide-binding oligomerization domain containing 2*

RNA - Ácido Ribonucleico

TFM - Transplante Fecal de Microbiota

TGI – Trato gastrointestinal

IMPACTO DA DIETA NA COMPOSIÇÃO DA MICROBIOTA INTESTINAL DE ANIMAIS DE COMPANHIA E A SUA RELAÇÃO COM A SAÚDE E A DOENÇA

Juliette Eve Novel-Cattin[a], Eduarda Silveira[a,b,c,d,e]

[a] Escola Universitária Vasco da Gama, Av. José R. Sousa Fernandes 197, Campus Universitário, Lordemão, 3020-210, Coimbra, Portugal (juliette.novel99@gmail.com)

[b] Centro de Investigação Vasco da Gama, Av. José R. Sousa Fernandes 197, Campus Universitário, Lordemão, 3020-210, Coimbra, Portugal

[c] Faculdade de Farmácia, Universidade de Coimbra, 3000-548 Coimbra, Portugal

[d] CIBB -Centre for Innovative Biomedicine and Biotechnology, 3000-548 Coimbra, Potugal

[e] CERNAS – Research Center for Natural Resources, Environment and Society, 3045-601 Coimbra, Portugal

RESUMO:

A microbiota intestinal é constituída por vários microrganismos que compõem o Trato Gastro Intestinal (TGI) dos animais de companhias. Este é constituído maioritariamente por bactérias, e podemos encontrar em menor quantidade fungos e vírus. Todos estes microrganismos desempenham um papel preponderante nos processos vitais e na saúde do hospedeiro e na saúde e prevenção da doença em cães e gatos.

Existem vários fatores que podem influenciar a microbiota dos animais de companhia, a raça, idade, hipersensibilidade, Índice de Massa Corporal (IMC) e o contacto com o Homem. A alimentação dos cães e dos gatos tem um impacto muito importante através da composição das dietas, promovendo a modificação da prevalência de bactérias presentes na microbiota intestinal. Dietas desequilibradas podem conduzir ao aparecimento de disbiose, que se caracteriza por um desequilíbrio na composição da microbiota intestinal, comprometendo a sua biodiversidade através da diminuição da estabilidade das populações microbianas que a constituem.

A disbiose vai ter como consequência o desenvolvimento de doenças como enteropatias crónicas, ou diarreia hemorrágica aguda.

A importância do equilíbrio da microbiota intestinal é fundamental para a saúde dos animais de companhia. Encontram-se disponíveis várias abordagens terapêuticas para o tratamento de episódios de disbiose, como a utilização de pré e probióticos, ou, mais recentemente o transplante de microbiota intestinal. Todas estas aabordagens apresentam benefícios para o hospedeiro contribuindo para a resolução de diferentes quadros clínicos.

Palavras-chave: microbiota intestinal, animais de companhia, dieta, prébióticos, probióticos, transplante de microbiota intestinal, doenças gastrointestinais.

ABSTRACT:

The intestinal microbiota is composed of various microorganisms that inhabit the gastrointestinal tract (GIT) of companion animals. It is predominantly made up of bacteria, with smaller populations of fungi and viruses also present. These microorganisms play a crucial role in the host's vital processes, contributing significantly to overall health and disease prevention in dogs and cats.

Several factors can influence the microbiota of pets, including breed, age, hypersensitivity, body mass index (BMI), and contact with humans. Diet plays a particularly significant role, as the composition of the food given to dogs and cats can markedly affect the prevalence and diversity of bacteria within their intestinal microbiota. Unbalanced diets can result in dysbiosis, a condition characterized by an imbalance in the composition of the intestinal microbiota. This disruption compromises microbial biodiversity and decreases the stability of the microbial populations within the gut.

Dysbiosis will result in the development of diseases such as chronic enteropathies or acute hemorrhagic diarrhea.

Maintaining a balanced intestinal microbiota is crucial for the health of pets. Various therapeutic approaches are available for addressing dysbiosis, including the use of prebiotics, probiotics, and, more recently, intestinal microbiota transplantation. Each of these strategies offers benefits to the host, aiding in the resolution of various clinical conditions.

Keywords: intestinal microbiota, pets, diet, prebiotics, probiotics, intestinal microbiota transplantation, gastrointestinal diseases.

.

1. INTRODUÇÃO

A microbiota intestinal tem um papel essencial na saúde e prevenção da doença em cães e gatos (Mondo *et al.*, 2019). Esta caracteriza-se como uma comunidade complexa de microrganismos, que colonizam o trato gastrointestinal (TGI) e, quando em equilíbrio protege o hospedeiro de agentes patogénicos, condicionando o seu metabolismo e fisiologia e contribuindo para um sistema imunitário competente (Pilla & Suchodolski, 2020). Assim, é importante conhecer a sua constituição e reconhecer fatores que a modulam, nomeadamente, o tipo de alimentação, que influencia a sua composição e hh (Pilla & Suchodolski, 2021).

A literatura científica documenta que cães sujeitos a dietas ricas em fibras, apresentaram uma maior biodiversidade bacteriana na sua microbiota intestinal, comparativamente àqueles alimentados com dietas pobres em fibras (Suchodolski, 2016). Dietas pobres exercem um grande impacto sobre a microbiota intestinal dos animais de companhia podendo provocar disbiose e, como consequência, levar ao desenvolvimento de doenças como enteropatias crónicas, ou diarreia hemorrágica aguda (Suchodolski *et al.*, 2012). Contudo a utilização de pré e probióticos apresenta benefícios para uma microbiota intestinal equilibrada e, adicionalmente, em circunstâncias particulares a realização de intervenções de transplantação de microbiota intestinal parece contribuir para a recuperação de quadros clínicos particulares (Schmitz, 2021).

Este trabalho, com recurso a uma pesquisa bibliográfica da literatura científica disponível, teve como objetivos estudar e analisar a composição normal da microbiota intestinal de cães e gatos, assim como o seu papel na saúde destes animais de companhia; pretendeu ainda debruçar-se sobre a influência da alimentação na homeostase ou disbiose da microbiota intestinal e a sua relação com a doença e por fim, perceber qual o contributo de alternativas terapêuticas adjuvantes na modulação de uma microbiota saudável e equilibrada, onde se incluem prebióticos e probióticos, ou o transplante de microbiota intestinal em animais de companhia.

2. COMPOSIÇÃO DA MICROBIOTA INTESTINAL E SEU PAPEL NA SAÚDE DIGIGESTIVA

2.1. COMPOSIÇÃO DA MICROBIOTA INTESTINAL

Vários microrganismos compõem o TGI dos animais de companhia. Este é constituído por bactérias, fungos e vírus, que desempenham um papel preponderante nos processos vitais e na saúde do hospedeiro (Pilla & Suchodolski, 2021).

Diferentes órgãos e tecidos apresentam uma microbiota específica, como a mucosa oral e o intestino, apresentando, esta última uma maior densidade populacional entre todas, o que se traduz em uma elevada biodiversidade. Encontra-se descrito ma literatura científica que a microbiota intestinal é constituída por mais de 1000 espécies bacterianas, sendo o seu genoma 150 vezes maior do que o genoma animal (Mondo *et al.*, 2019).

2.1.1. Bactérias

As bactérias são os microrganismos mais representativos no TGI e mais de 90% pertencem a dois filos: Bacteroidetes e Firmicutes (Simpson *et al.*, 2002; Ritchie *et al.*, 2008).

Suchodolski *et al.* (2008). Através da amplificação e sequenciação do gene conservado 16S rRNA, demonstraram a diversidade da comunidade microbiana intraluminal em cães, caracterizando as diferentes populações presentes no duodeno, jejuno, íleo e colón, tendo sido identificados quatro filos principais: Firmicutes, Fusobacteria, Bacteroidetes e Proteobacteria.

Um estudo que comparou a microbiota intestinal de 96 cães saudáveis revelou que entre os cinco filos predominantes identificados encontravam-se: Firmicutes (44,8%), Bacteroidetes (27,7%), Fusobacteria (14,2%), Proteobacteria (8,8%) e Actinobacteria (3,4%). Neste estudo as espécies predominantes analisadas foram: *Fusobacterium perfoetens* (0–59%), *Mediterranea massiliensis* (0–22%), *Prevotella copri* (0–38%) e *Romboutsia timonensis* (0–36%). Sendo de referir que a abundância de *Fusobacterium perfoetens* foi correlacionada com a idade (You & Kim, 2021).

Outros estudos descrevem que a classe *Clostridia*, que pertence ao filo Firmicutes, representa a classe mais predominante com as espécies *Ruminococcus* spp., *Faecalibacterium* spp. e *Dorea* spp. (Handl *et al.*, 2011; Mondo *et al.*, 2019). Também as classes *Bacilli* e Erysipelotrichia foram destacadas: sendo a primeira dominada por *Streptococcus* spp. e *Lactobacillus* spp.; já a a segunda por *Turicibacter* spp., *Catenibacterium* spp. e *Coprobacillus* spp. (Tabela 1) (Pilla & Suchodolski, 2020).

O filo Bacteroidetes, que encontra-se descrito como o segundo filo mais importante da microbiota intestinal em cães, incluiu *Prevotella* spp. e *Bacteroides* spp. (Handl *et al.*, 2011; Pilla & Suchodolski, 2020).

O filo Fusobacteria *Fusobacterium* spp. Foii considerado predominente em cães e gatos (Handl *et al.*, 2011). Um último filo é referido com menor prevalência, Actinobacteria, que incluiu classes como *Coriobacteriia* e *Actinobacteria* (Handl *et al.*, 2011).

Observou-se ainda que as bactérias encontradas na microbiota intestinal de cães e gatos apresentava semelhanças com as da microbiota oral, com perdominância de Bacteriodetes, Firmicutes e

Proteobacteria (Adler *et al.*, 2016; Dewhirst *et al.*, 2012)

Tabela 1. Principais bactérias da microbiota intestinal de cães (adaptado de Pilla & Suchodolski, 2020; Handl *et al.*, 2011).

Filo	Classe	Género	Espécies
Firmicutes	*Clostridia*		*Ruminococcus* spp. *Faecalibacterium* spp. *Dorea* spp.
	Bacilli	*Streptococcus* spp. *Lactobacillus* spp.	
	Erysipelotrichia	*Turicibacter* spp. *Catenibacterium* spp. *Coprobacillus* spp.	
Bacteroidetes		*Prevotella* spp. *Bacteroides* spp.	
Fusobacteria			*Fusobacterium* spp.
Proteobacteria			
Actinobacteria		*Coriobacteriia* spp. *Actinobacteria* spp.	

2.1.2. Fungos

Estudos sugerem que os fungos estão presentes na microbiota intestinal em menor concentração que as bactérias (Suchodolski *et al.*, 2008; Handl *et al.*, 2011; Foster *et al.*, 2013).

Sendo descrito, que em cães o filo *Ascomycota* apresenta uma maior prevalência (99,62%). Outros fungos como *Basidiomycota*, *Glomeromycota* e *Zygomycota* foram também encontrados nesta espécie animal. *Saccharomycetes* é descrita como a classe mais abundante em cães (85.46%) e gatos (58.56%). Nos cães o género com maior prevalência foi *Nacaseomyces* spp. (76,72%), enquanto em gatos foi *Saccharomyces* spp. (58,31%) e *Aspergillus* spp. (11%) (Handl *et al.*, 2011; Wernimont *et al.*, 2020).

Não existem muitos estudos recentes sobre a caracterização da microbiota fúngica do TGI em animais de companhia. Um estudo de Foster *et al.* (2013) revelou que não há diferenças significativas entre cães doentes e cães saudáveis, ou uma correlação com a idade ou o peso.

2.1.3. Vírus

Os estudos sobre o componente viral no TGI de cães e gatos também são limitados.
Swanson *et al.* (2011) reportaram que 99% das sequências genómicas virais identificadas em amostras de fezes de canídeos foram classificadas como bacteriófagos. Já em felinos foi revelada apenas uma ordem de bacteriófagos: Caudovirales (Tun *et al.*, 2012).

2.2. O PAPEL DA MICROBIOTA INTESTINAL

Encontra-se descrito que a microbiota intestinal relaciona-se com o hospedeiro de forma simbiótica. A simbiose entre todos estes microrganismos permite o equilíbrio da microbiota intestinal e exerce uma influência benéfica na saúde do hospedeiro através da modulação do sistema imunológico, funcionando como mecanismo de defesa contra patógenos intestinais e fornecimento de vitaminas e nutrientes (Suchodolski, 2021). Quando este sistema de proteção falha os agentes patógenicos proliferam excessivamente causando disbiose (Blake & Suchodolski, 2016).

Estudos reportaram interações importantes entre as bactérias intestinais e o sistema imunológico do hospedeiro. Estas interações podem estabelecer-se tanto pelo contato direto entre as bactérias e o sistema imunológico inato (*e.g.* recetores tipo toll, recetores NOD2) ou através de metabolitos microbianos. Esses metabolitos podem ser produzidos diretamente pelas bactérias, como a produção de ácidos gordos de cadeia curta (AGCC), ou pelo hospedeiro, sendo convertidos por enzimas bacterianas em metabolitos secundários, por exemplo a conversão de ácidos biliares primários em secundários (Suchodolski, 2016).

Um dos mecanismos importantes das bactérias no intestino é a produção de AGCC, que permitem a nutrição do epitélio intestinal, que produz muco permitindo a viabilidade das bactérias benéficas. Também os carbohidratos dietéticos são fermentados por bactérias e convertidos em AGCC, que fornecem energia às células epiteliais, regulando a motilidade intestinal e, adicionalmente possuem propriedades anti-inflamatórias (Pilla *et al.*, 2020). Alguns exemplos de bactérias produtoras de AGCC são *Faecalibacterium prausnitzii*, *Eubacterium rectale*, *Eubacterium hallii* e *Ruminococcus bromii* (Blake & Suchodolski, 2016).

Um outro metabolismo importante é a conversão de ácidos biliares, sendo um excelente exemplo das interações estreitas entre a microbiota intestinal e o hospedeiro (Suchodolski, 2016).
De facto, as bactérias intestinais podem converter os ácidos biliares primários, excretados para o cólon, em ácidos biliares secundários. Esta conversão, quando ocorre em proporção ideal, é considerada um importante regulador da homeostase intestinal. Os ácidos biliares convertidos permitem diminuir a inflamação, inibir a germinação de esporos de *C. difficile* e modular o metabolismo da insulina e da glicose através da ativação de um peptídeo semelhante ao glucagon 1 (GLP-1) (Pavlidis *et al.*, 2015). Esta interação demonstra a sua importância na prevenção de patologias inflamatórias intestinais, como a doença inflamatória intestinal idiopática (Llopis *et al.*, 2009).

2.3. DISBIOSE

A disbiose define-se como um desequilíbrio na composição da microbiota intestinal, comprometendo a sua biodiversidade através da diminuição da estabilidade das populações microbianas, que a constituem (Minamoto *et al.*, 2015; Suchodolski, 2016; Halfvarson *et al.*, 2017).
Encontra-se ainda descrita a ocorrência de uma redução da taxa de anaeróbios obrigatórios dos filos Firmicutes e Bacteroidetes, devido a um aumento de anaeróbios facultativos, particularmente dos membros da Ordem *Enterobacterales* (Minamoto *et al.*, 2015; Suchodolski *et al.*, 2015).
Durante um episódio de disbiose há uma diminuição de bactérias benéficas, principalmente de bactérias produtoras de AGCC, como *Ruminococcus* spp. A redução de populações de algumas bactérias encontra-se geralmente associada ao aumento de outras potencialmente patogénicas, como espécies do género *Clostridium*. Estas bactérias são essenciais para a saúde animal e têm um papel na formação do epitélio intestinal. Modificações na sua concentração pode afetar a barreira intestinal e o sistema imunológico. A disbiose é frequentemente associada a sintomas gastrointestinais, como diarreia, inchaço e dores abdominais. Também é associada ao aparecimento de doenças como diarreia aguda, doenças inflamatórias intestinais (IBD) e outras condições inflamatórias crónicas (Pilla & Suchodolski, 2020).

3. FATORES QUE INFLUENCIAM A MICROBIOTA INTESTINAL

Existem vários fatores que podem influenciar a saúde do animal, como a raça, idade, genética, alimentação e estilo de vida, que por sua vez podem também ser condicionados pela qualidade da biodiversidade da microbiota intestinal (Masuoka *et al.*, 2017; You & Kim, 2021; Rostaher *et al.*, 2022; Sinkko *et al.*, 2023).

3.1. INFLUÊNCIA DA RAÇA

Um estudo dirigido por You & Kim (2021) revelou que a raça pode influenciar a prevalência de diferentes bactérias da microbiota intestinal. Os resultados revelaram que a biodiversidade microbiana foi significativamente maior em Bulldogs, já em Malteses, Fusobacteria era mais abundante, ao contrário de Poodles, onde Firmicutes e Actinobacteria prevaleciam relativamente a outros filos.

3.2. INFLUÊNCIA DA IDADE

A microbiota intestinal evolui com a idade e diferenças entre animais jovens e idosos podem ser constatadas em vários estudos.

Hooda *et al.* (2012) reportaram que a composição da microbiota fecal é diferente em gatinhos de oito semanas e gatinhos de 16 semanas após o desmame. O filo Firmicutes era o mais importante em todas as idades dos gatinhos, seguido por Actinobacteria, Fusobacteria e Proteobacteria. Neste estudo a relação idade-dieta foi também estudada, verificando-se diferenças entre gatinhos alimentados com dieta de Moderado Teor-Proteína, Moderado Teor-Carbohidratos (MPMC) e dieta com elevado Teor-Proteína, Baixo Teor-Carbohidratos (APBC). Assim, às 8 semanas de idade a proporção em Firmicutes era similar entre os dois grupos, contudo a partir das 12 e 16 semanas de idade, gatinhos alimentados com uma dieta MPMC apresentaram uma diminuição deste filo.

Outro estudo de Masuoka *et al.* (2017) também confirmou que a biodiversidade de microrganismos variou com a idade. Os resultados deste estudo revelaram que a prevalência de *Lactobacillus* spp. diminuiu com a idade.

Adicionalmente, You & Kim (2021) confirmaram a existência de alterações da biodiversidade bacteriana em função da idade (0,5 a 1 ano; 2-5 anos e 6-10 anos), verificando que *Fusobacterium perfoetens* era duas vezes mais abundante no grupo de animais com 6 a 10 anos de idade do que no grupo de animais jovens com idade inferior a um.

3.3. QUADROS DE HIPERSENSIBILIDADE

Encontra-se descrito que a biodiversidade da microbiota intestinal influência a tolerância aos alergénios, quer através da interação direta com as células T reguladoras, quer através da produção de AGCC, ou modificação pós-traducional de proteínas do hospedeiro. Assim, uma redução da biodiversidade microbiana contribui para o desenvolvimento de quadros de hipersensibilidade não só em humanos como em animais (Rostaher *et al.*, 2022; Sinkko *et al.*, 2023).

3.4. INFLUÊNCIA DO ÍNDICE DE MASSA CORPORAL

Um estudo de You & Kim (2021) demonstrou que a condição corporal dos animais pode influenciar a biodiversidade das bactérias, que constituem a microbiota intestinal, tendo sido reportadas diferenças entre animais com um IMC normal e animais com um IMC elevado. Em animais com um IMC elevado a abundância de. *Enterococcus cecorum*, *Peptostreptococcus russellii*, *Bacteroides fragilis*, *Bacteroides massiliensis*, *Bacteroides thetaiotaomicron*, e *Corynebacterium lactis* era superior. Já espécies como *Anaerobiospirillum succiniciproducens*, *Sutterella stercoricanis*, and *Mucispirillum schaedleri* encontravam-se em concentração inferior.

3.5. CONTACTO COM O HOMEM

Os cães e os gatos são os animais de companhia mais populares do mundo. Eles partilham a vida quotidiana do Homem e partilham o mesmo ambiente e hábitos. Este contacto estreito pode modular a microbiota de vários órgãos e tecidos dos animais de companhia e do Homem (Axelsson *et al.*, 2013). Encontra-se descrito que a microbiota da pele entre os cães, lobos e humanos demonstra uma proximidade relativamente à biodiversidade de microrganismos entre estas três espécies devido à domesticação. O Homem é portador de uma menor biodiversidade de microrganismos que cães e lobos. Contudo, o contacto com cães e lobos traduz-se num enriquecimento da microbiota e, consequentemente, do microbioma da pele. Este contacto próximo do Homem com cães revela um aumento de *Proteobacteria*, *Acidobacteria*, *Verrucomicrobia* e *Bacteroidetes*. Sendo de referir que a proporção de *Proteobacteria* é aproximativamente igual entre ambos (Wetzels *et al.*, 2021).
Hernandez *et al.* (2022) justificam que o facto de os cães de companhia compartilharem muitas semelhanças com os humanos em termos de fisiologia, alimentação, estilo de vida e o mesmo tipo de exposição ambiental, incluindo xenobióticos, se traduz numa microbiota com características similares.

Tal como o Homem, os cães sofrem de doenças inflamatórias intestinais apresentando uma diminuição da biodiversidade na sua microbiota intestinal. Sendo de referir que ambas as espécies, em caso de doença inflamatória intestinal são colonizadas por uma superabundância de bactérias patogénicas como *Enterobacterales* e *Proteobacteria* e uma diminuição de grupos benéficos como *Bacteroidetes* e Firmicutes.

4. IMPACTO DAS DIETAS NA DIVERSIDADE BACTERIANA INTESTINAL

Encontra-se descrito que a composição da microbiota intestinal influência a saúde e bem-estar dos animais de companhia, e é por esta razão que a dieta é um fator determinante na sua biodiversidade. Assim, os tutores de animais de companhia desempenham um papel determinante na modulação da microbiota e do microbioma de gatos e cães através da dieta que lhes facultam, pois ao funcionarem como substrato influenciam a natureza dos metabolitos produzidos pelos microrganismos residentes no TGI (Wernimont *et al.*, 2020).

Estudos demonstraram que cães alimentados com dietas diferentes apresentaram perfis de microbiota distintos, com diferenças na abundância relativa de diferentes espécies bacterianas. Encontra-se também descrito que mudanças na alimentação podem resultar em alterações significativas na biodiversidade e abundância das espécies bacterianas presentes na microbiota do TGI. Assim, o teor em fibras, proteínas, gorduras e carbohidratos nos alimentos devem ser considerados quando é escolhida uma dieta ou quando se decide alterá-la. A maioria das dietas comercializadas incluem elevados teores em carbohidratos de forma a satisfazerem as necessidades dos animais de companhia, mas existem dietas alternativas, que apresentam um elevado teor em proteínas e baixo teor em carbohidratos. Existem outras dietas que são compostas por carnes cruas, congeladas ou liofilizadas, e que apresentam também um baixo teor em carbohidratos. Adicionalmente, uma pequena, mas crescente, percentagem de proprietários alimentam os seus animais de companhia com dietas caseiras (Pilla & Suchodolski, 2021).

Estudos reportam que dietas ricas em fibras são associadas a um aumento na biodiversidade bacteriana, enquanto dietas ricas em gorduras e proteínas desencadeiam alterações na sua biodiversidade. Simultaneamente, foi estabelecido que uma disbiose da microbiota intestinal compromete a saúde em cães, conduzindo ao desenvolvimento de distúrbios gastrointestinais e doenças inflamatórias crónicas (Tomasello *et al.*, 2016). Nos humanos e nos cães, o aumento da quantidade de fibra vegetal presente nas dietas leva ao aumento das bactérias do filo Firmicutes e a diminuição das bactérias do filo Fusobacteria e Proteobacteria (Pilla & Suchodolski, 2020).

5. FÓRMULAS DE ALIMENTOS DESTINADAS A ANIMAIS DE COMPANHIA

Pode encontrar-se uma diversidade de marcas de alimentação para estes animais, onde se incluem várias fórmulas de dietas: alimentação seca, ou húmida que se adaptam a diferentes faixas etárias de animais e/ou à presença de patologias. Existem ainda outras alternativas, como ossos e alimentos crus, que começam a ser mais populares. Outros tipos de alimentação mais específicas têm surgido no mercado, como seja a alimentação isenta de cereais ou à base de proteínas de insetos.

5.1. FORMULAÇÕES SECAS

As formulações secas encontram-se entre as mais populares, quer devido à qualidade/preço, quer à facilidade de utilização. Adicionalmente, em termos nutricionais, são adaptada às necessidades dos animais de companhia como seja a idade, o tamanho do animal ou as suas patologias (Zicker, 2008).
Estas são formuladas de forma a atender às diferentes necessidades nutricionais dos animais como um bom crescimento, boa manutenção ou direcionadas para o período de gestação. As matérias-primas usadas como fonte de proteínas para a produção dos alimentos secos são principalmente representadas por farinhas de carne ou também carnes frescas. Ambas podem fornecer a quantidade desejada de proteína bruta e o equilíbrio adequado de aminoácidos para satisfazer os requisitos nutricionais do animal (Thompson, 2008; Montegiove *et al.*, 2021).
Os alimentos secos são geralmente obtidos pelo processo de extrusão, que é um processo de cozimento rápido, que utiliza uma combinação de calor entre 100° e 200°C (Zicker, 2008), pressão e vapor para esterilizar as matérias-primas iniciais, obter uma expansão da forma final do produto e romper as ligações de amido (M. Gibson & Alavi, 2013).

5.2. FORMULAÇÕES HÚMIDAS

As formulações húmidas, são muito apreciadas pelos animais por serem mais apelativas ao oferecerem um maior palato (Koppel, 2014). Estas formulações contêm entre 60 e 80% de água, contrariamente a formulações secas, que contêm, aproximadamente 10% (Zicker, 2008). Oferecem ainda um teor de proteína superior à dos alimentos secos (Dobenecker & Braun, 2015). De forma a ser obtida a textura desejada, estas formulações contêm agentes gelificantes, como fibras solúveis, amido, glúten de trigo e plasma seco. É de referir que a presença de agentes gelificantes não parece influenciar a digestibilidade dos macronutrientes (RodríGuez *et al.*, 2016).

Uma análise da microbiota intestinal em cães portadores de disbiose mostraram duas condições gastrointestinais específicas: enteropatias crónicas e diarreia hemorrágica aguda, revelando ainda uma alteração significativas na composição da microbiota intestinal entre cães doentes comparativamente a cães saudáveis.

6.1.1. Enteropatias crónicas

Enteropatias crónicas (EC) em animais de companhias englobam vários distúrbios gastrointestinais complexos e não específicos. Estes caracterizam-se por sinais clínicos que persistem por 3 semanas ou mais, e quando outras causas foram excluídas (*e.g.* parasitas, infecções bacterianas, cancro e doenças não gastrointestinais) (Dandrieux, 2016).

Nestes casos os animais apresentaram na microbiota intestinal uma redução da biodiversidade bacteriana, juntamente com uma diminuição das bactérias benéficas e um aumento de espécies potencialmente patogénicas.

Cães com EC apresentaram concentrações mais baixas e padrões alterados de AGCC, bem como mudanças na microbiota fecal em comparação com cães saudáveis (Minamoto *et al.*, 2019).

Estudos em cães com EC demonstraram que a população do filo Firmicutes diminui, especialmente com a ordem *Clostridiales* , observando-se um aumento anormal do filo Proteobacteria, especialmente de *Enterobacterales*, e também um aumento da população de Actinobacteria (K. W. Simpson & Jergens, 2011; Honneffer *et al.*, 2014; Eissa *et al.*, 2019; Sacoor *et al.*, 2021).

As EC têm como principal causa problemas de origem alimentar, e por isso a abordagem terapêutica passa por um reajuste da dieta a fim de restabelecer a composição da população do TGI (Makielski *et al.*, 2018).

Estudos descreveram a eficácia de uma dieta de eliminação, que tem como objetivo eliminar alimentos suspeitos de causar efeitos nefastos (Kalenyak *et al.*, 2018). Alterações na dieta em cães com doença leve demonstraram eficácia na redução dos sinais clínicos (Marchesi, 2017). Adicionalmente, um outro estudo de Wang *et al*. (2019) analisou os efeitos de uma dieta de proteína hidrolisada em cães com EC verificando-se a remissão da patologia após 2 semanas (69% dos cães apresentaram remissão rápida da doença). Uma melhoria estrutural da microbiota e níveis aumentados de ácidos biliares secundários foi também observada (Wang *et al.*, 2019).

A doença Inflamatória Intestinal (IBD) é um problema de saúde global, que tanto afeta cães como humanos. Os fatores genéticos e ambientais, respostas imunes aberrantes e variação da microbiota

intestinal podem constituir causas do aparecimento desta doença (Hernandez *et al.*, 2022).

Estudos em ambas as espécies permitiram detectar algumas alterações comuns na microbiota intestinal de humanos e cães com IBD. As modificações comuns são caracterizadas por aumento das *Enterobacterales* e Proteobacteria, e a diminuição das Bacteroidetes, Firmicutes, *Clostridiale* e *Faecalibacterium* spp. (Figura 1) (Hernandez *et al.*, 2022; Xenoulis *et al.*, 2008).

Foi ainda reportado que o número de bactérias produtoras de AGCC diminuiu drasticamente em amostras fecais de pacientes com IBD e por consequência o nível de AGCC no intestino era reduzido. A diminuição destas bactérias tem como causa a exacerbação da inflamação intestinal (Figura 1) (Hernandez *et al.*, 2022).

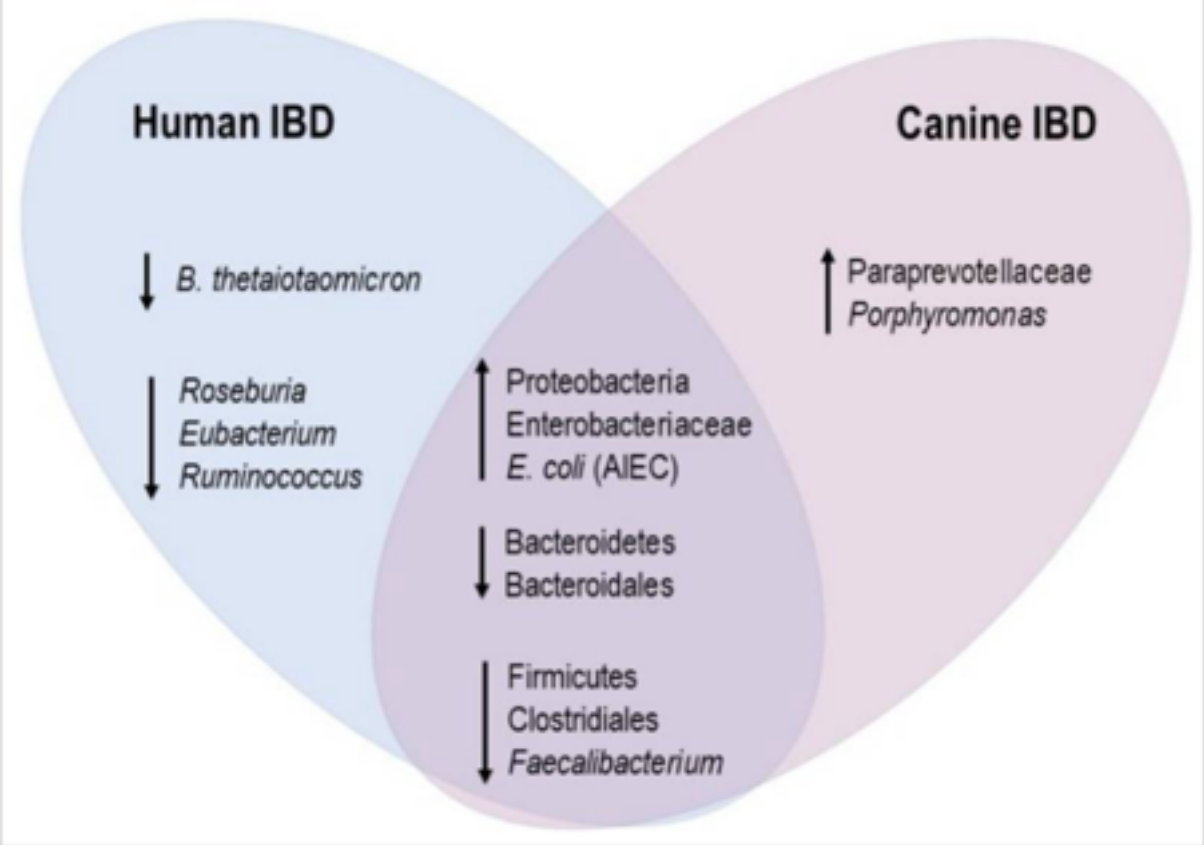

Fig 1. Alterações na microbiota gastrointestinal associadas a IBD em humanos e cães (Hernandez *et al.*, 2022).

A dieta pode ter consequências sobre o desenvolvimento quer de EC ou de IBD. Estudos recentes relacionaram a elevada ingestão de proteínas (*e.g.* carne vermelha, peixe, ovos, leite e queijo) e baixa

ingestão de fibras com o aumento de incidência de IBD e uma redução das bactérias produtoras de AGCC (Mentella *et al.*, 2020).

6.1.2. Diarreia hemorrágica

A diarreia hemorrágica aguda é caracterizado pelo aparecimento súbito de uma diarreia sanguinolenta grave com vómitos como primeiros sinais clínicos associados. Resultados clínicos e laboratoriais permitem evidenciar uma hipovolemia associada devido a uma perda de fluídos significativa no lúmen intestinal. As lesões encontram-se limitadas às mucosas intestinais, por isso o termo "gastroenterite hemorrágica», não implica obrigatoriamente a presença de inflamação gástrica. Esta doença é diagnosticada com base na evolução clínica e na exclusão de outras causas conhecidas de diarreia hemorrágica aguda (Unterer & Busch, 2021). Perante uma diarreia hemorrágica aguda foram observadas alterações na microbiota intestinal com um aumento da presença de certas espécies bacterianas potencialmente associadas à patogénese desta condição. As populações de Bacteroidetes e *Faecalibacterium* spp. apresentaram-se muito diminuídas, enquanto as de *Clostridium* spp. apresentam um crescimento exponencial (Guard *et al.*, 2015).
Em casos de diarreia aguda não complicada, os cães apresentaram disbiose, com principalmente uma diminuição nas bactérias produtoras de AGCC (*e.g. Blautia* spp., *Ruminococcus* spp., *Faecalibacterium praunitzii* e *Turicibacter* spp.). Vericou-se também um aumento de algumas bactérias do género *Clostridium*. Podendo então observar-se uma biodiversidade da microbiota intestinal reduzida e diferenças nas comunidades microbianas em comparação com a microbiota de cães saudáveis (Pilla & Suchodolski, 2020).

6.2. OUTRAS PATOLOGIAS LIGADAS A DISBIOSE INTESTINAL

6.2.1. Obesidade

A obesidade em animais de companhia ocorre quando há uma acumulação excessivo de tecido adiposo e está associada a alterações metabólicas e hormonais (Zoran, 2010). Em um estudo de Stephanie Handl *et al.*, publicado em 2013, a comparação do metagenoma de cães obesos com o de cães saudáveis demonstrou que Actinobacteria e o género *Roseburia* foram significativamente mais elevados no primeiro grupo (Handl *et al.*, 2013).

Tem-se observado uma elevada prevalência da obesidade nos animais de companhia e de forma a

colmatar e corrigir esta condição encontram-se disponíveis dietas específicas para o controlo de peso. Um estudo dirigido por Li *et al.* (2017) comparou dietas com teor de elevado em proteína e baixo em carbohidratos (APBC) compostas por 49.4% de proteína e 10.9% de carbohidratos e utilizadas para a perda de peso, e dietas de teor baixo em proteína, elevado em carbohidratos (BPAC) composta de 25.5% proteína e 38.8% carbohidratos. Os resultados demonstraram que a composição dos macronutrientes afetou a abundância de microrganismos, principalmente dentro dos filos predominantes, Firmicutes e Bacteroidetes. A dieta BPAC pareceu favorecer o crescimento de *Bacteroides uniformis* e *Clostridium butyricum*, enquanto a dieta com APBC aumentou as abundâncias de *Clostridium hiranonis*, *Clostridium perfringens* e *Ruminococcus gnavus*. Este estudo demonstrou ainda que o consumo de qualquer uma das dietas aumentou a uniformidade bacteriana, mas não a sua biodiversidade, em comparação com o consumo da dieta inicial (Li *et al.*, 2017).

6.2.2. Diabetes

O aumento de casos de diabetes é uma fonte de preocupação na medicina veterinária e o estudo da implicação da dieta sobre a diversidade da população intestinal é importante.

Num estudo que comparou a biodiversidade microbiana do TGI em gatos com diabetes de tipo 2 e gatos saudáveis, revelou uma redução da biodiversidade da microbiota intestinal em adição a uma ausência de bactérias produtoras de butirato (Kieler *et al.*, 2019). A comparação entre gatos portadores de diabetes e gatos magros e obesos, revelou uma diminuição de *Bacteroidetes*, *Prevotella* spp. e *Anaerotruncus* spp. (Kieler *et al.*, 2019).

Encontra-se ainda reportado em um estudo de experimentação animal com murganhos, que a administração de metformina, tem um impacto na biodiversidade microbiana, conduzindo a um aumento da população de *Bacteroidetes* no grupo de alvo relativamente ao grupo controlo (Lee & Ko, 2014).

Uma reavaliação da alimentação pode ser necessária para melhorar a disbiose presente nos animais portadores de diabetes. A recomendação passa por uma dieta rica em proteínas e pobre em carbohidratos como estratégia terapêutica para gatos diabéticos (Sparkes *et al.*, 2015).

6.2.3. Doenças renais

As doenças renais são umas das patologias que afetam mais os animais de companhia e também a biodiversidade da microbiota intestinal (Summers *et al.*, 2018).

Diferenças na microbiota do TGI entre cães com doenças renais e cães saudáveis foram verificadas:

populações bacterianas pertenecentes ao filo Firmicutes eram mais abundante em animais saudáveis (85%), contrariamente nos animais doentes, em que foi verificado um aumento de *Proteobacteria* e *Enterobacterales*. Foi ainda observado o aumento de populações responsáveis pela produção de toxinas urémicas em cães com doença renal (*e.g*. *Bacteroidaceae*, *Pseudomonadaceae*, *Clostridiaceae*) (Kim *et al.*, 2023).

7. TERAPÊUTICAS NA DISBIOSE

Quando há uma modificação da microbiota intestinal o principal objetivo é restabelecer o seu equilíbrio. Esse objetivo pode ser alcançado com a modificação e ajuste da dieta, ou com a administração de prebióticos, probióticos, ou até mesmo o atarvés de transplante fecal.

7.1. PRÉBIÓTICOS

Os prébióticos foram definidos em 1995 como substâncias encontradas nos alimentos não digeríveis que, quando consumidas em quantidade suficientes, estimulam especificamente o crescimento e a atividade de certas bactérias intestinais, associadas a benefícios para o hospedeiro (Gibson & Roberfroid, 1995). No ano de 2010, esta definição foi revista e definida como "substâncias fermentadas seletivamente, que permitem mudanças específicas, tanto na composição e/ou atividade do microbioma gastrointestinal, conferindo benefícios." (G. R. Gibson *et al.*, 2010). Em 2017 a *International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics* atualizou esta definição como “um substrato que é utilizado seletivamente por microrganismos hospedeiros, que confere um benefício para a saúde” (Gibson *et al*., 2017).

Para um alimento ser considerado como pré-biótico deve ser resistente à digestão e absorção na parte superior do trato digestivo (intestino delgado), favorecer seletivamente as bifidobactérias e/ou lactobacilos no cólon, e assim alterar a microbiota intestinal para uma composição mais saudável. Durante a sua fermentação as substâncias produzidas devem induzir efeitos benéficos no hospedeiro, e por fim deve resistir às condições de processamento às quais o alimento portador está sujeito (Gibson & Roberfroid, 1995).

Os prébióticos mais usados nos animais de companhias são os FOS (fructo-Oligo-sacáridos), os MOS (manano-oligossacáridos) e a inulina (polímero de frutose) (Pinna & Biagi, 2014).

No estudo de Song *et al.* (2023), foi demonstrado que o consumo de fibras alimentares de Ginseng vermelho favoreceu o crescimento de certas bactérias benéficas na microbiota intestinal dos cães, como *Bifidobacterium*, que através do processo de fermentação converte fibras alimentares não digeríveis em AGCC. Assim, permite melhorar a digestão e a absorção de nutrientes e melhorar a barreira intestinal, modulação do sistema imunológico e redução de inflamações intestinais. *Lactobacillus* spp. encontra-se também envolvido na fermentação de fibras e produção de ácidos láticos, o que contribui para manter um ambiente ácido no intestino, inibindo assim o crescimento de bactérias patogénicas. O aumento da sua população vai permitir a promoção da saúde digestiva, aumento da absorção de minerais e conferir maior competência ao sistema imunológico.

7.2. PROBIÓTICOS

Os probióticos são constituídos por microrganismos vivos que, que quando administrados em quantidades adequadas, conferem um benefício para a saúde do hospedeiro (Gibson *et al*., 2017).

Para ser considerado como probióticos, durante o armazenamento do produto, a estirpe deve manter-se viável e demonstrar eficácia seu efeito benéfico para o hospedeiro (Hill *et al.*, 2014).

A saúde do hospedeiro pode ser melhorada por probióticos que vão interagir com a microbiota residente do hospedeiro. Assim, permite melhorar o equilíbrio da microbiota intestinal, aumentar a integridade da barreira epitelial e manter a homeostase imunológica de maneira direta ou indireta (Yang & Wu, 2023).

A maioria das estirpes bacterianas presentes em produtos probióticos pertencem aos géneros *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* e *Enterococcus* (Sanders *et al.*, 2019).

Entre os probióticos mais usados em animais de companhias destacam-se estirpes de *Lactobacillus rhamnosus* GG, *L. reuteri*, bifidobactérias e certas estirpes de *L. casei* ou do grupo *L. acidophilus*. São muito utilizados em alimentos, particularmente produtos lácteos fermentados, onde se podem encontrar exemplos de algumas estirpes como *Escherichia coli* Nissle 1917 e de *Enterococcus faecium* SF68. Também a utilização de leveduras é comum (e.g. *Saccharomyces boulardi*) (Schrezenmeir & De Vrese, 2001).

Encontra-se documentado o benefício de probióticos na saúde de cães com vários distúrbios intestinais, nomeadamente portadores de IBD, em que administração de probióticos melhorou o quadro clínico, com a remissão da doença, aumentando da função da barreira epitelial e inibição da inflamação (Yang & Wu, 2023).

7.3. SIMBIÓTICOS

Simbióticos designam-se como formulações que incluem microrganismos vivos e, um ou mais substratos usados seletivamente por microrganismos hospedeiros. Como os prébióticos e probióticos, conferem benefício à saúde do hospedeiro (Swanson *et al.*, 2020). A combinação de prébióticos e um ou mais probióticos é definido como uma formulação simbiótica. Os produtos simbióticos podem oferecer às estirpes bacterianas, que também os constituem, maiores possibilidades de crescimento e colonização do hospedeiro, potenciando os seus efeitos benéficos (Schrezenmeir & De Vrese, 2001).

7.4. POSTBIÓTICOS

São menos usados, mas existe uma outra categoria de microrganismos, que se designam de postbióticos. Estes são uma preparação de microrganismos inanimados e/ou dos seus componentes. O benefício para a saúde do hospedeiro, como com os prébióticos e probióticos, deve ser demonstrada. A vantagem dos postbióticos é a sua estabilidade em comparação com probióticos, e também apresentam uma variedade de locais de ação, pois não se limitam ao intestino e podem ser administrados também na cavidade oral, intestino, pele, trato urogenital ou nasofaringe (Salminen *et al.*, 2021).

7.5. TRANSPLANTE FECAL DE MICROBIOTA

A transplantação fecal de microbiota (TFM) é o processo pelo qual a microbiota fecal é transferida de um indivíduo saudável para um indivíduo doente. O objetivo deste procedimento é de fornecer ao animal recetor uma maior presença de microrganismos benéficos, um aumento da biodiversidade da microbiota e microbioma e a sua restauração, regulando a função imunológica local e sistémica (Sonnenburg & Bäckhed, 2016; Niederwerder, 2018).

Nos animais, o TFM pode ser usado para várias situações: uso terapêutico, profilático e imunológico

Em medicina veterinária o TFM começa a ser mais usado, e foi comprovado que o seu efeito benéfico em cães com parvovirose , ou diarreia crónica (Pereira *et al.*, 2018; Niina *et al.*, 2021; Toresson *et al.*, 2023).

Um estudo conduzido por Berlanda *et al.* (2021) demonstrou a eficácia de TFM num caso de um cão com EC sem resposta a tratamentos com antimicrobianos e corticoides. O protocolo neste caso foi a administração de uma cápsula com oito meses de intervalo e com uma composição de microbiota

diferente. Uma melhoria dos sinais clínicos, uma restauração do apetite e e uma maior consistência das fezes foram observadas após o primeiro transplante (Berlanda *et al.*, 2021).

8. CONCLUSÕES

Entre a informação disponível na literatura científica, conclui-se que é de suma importância perceber a importância da microbiota intestinal e o seu papel na saúde dos animais. A microbiota do TGI é muito sensível e a ocorrência de aletrações, mesmo que pequenas, pode ter consequências importantes na saúde dos animais.

Mesmo que a alimentação seja o fator mais importante para garantir uma boa composição da microbiota intestinal, muitos outros fatores podem interagir e modificar a constituiçaõ da microbiota e induzir uma disbiose.

Deste modo a dieta influencia a abundância de microrganismos presentes na microbiota intestinal. Dietas à base de ossos e alimentos crus conferem um risco mais elevado de colonização dos animais por bactérias portadoras de perfis de multirresitência, comprometendo a eficácia da antibioterapia caso esta seja necessária. Por outro lado, e devido à proximidade estreita entre o Homem e animais de companhia pode ocorrer transferência entre ambos de bactérias com este perfil, constituindo um risco de saúde pública.

Várias patologias foram já correlacionadas com disbiose. Terapêuticas com prebióticos e probióticos e o TFM, podem ajudar na resolução destas patologias, que afetam quotidianamente os animais de companhia. Atualmente, o estudo da microbiota e microbioma são de grande interesse quer para as Medicinas humana, ou Veterinária em virtude da correlação estabelecida com diversas patologias e, simultaneamente constituir uma ferramenta de excelência de modulação do Sistema Imunitário.

Adicionalmente, é importante promover a comunicação e informação sobre o papel da microbiota, de forma a que os tutores compreendam a importância de uma alimentação equilibrada para os seus animais de estimação, podendo em consciência cuidar da sua alimentação e, consequentemente, promover a sua saúde e bem-estar.

Referências

Adler, C. J., Malik, R., Browne, G. V., & Norris, J. M. (2016). Diet may influence the oral microbiome composition in cats. Microbiome, 4(1). https://doi.org/10.1186/s40168-016-0169-y

Atarashi, K., Suda, W., Luo, C., Kawaguchi, T., Motoo, I., Narushima, S., Kiguchi, Y., Yasuma, K., Watanabe, E., Tanoue, T., Thaiss, C. A., Sato, M., Toyooka, K., Said, H. S., Yamagami, H., Rice, S. A., Gevers, D., Johnson, R. C., Segre, J. A.,. . . Honda, K. (2017). Ectopic colonization of oral bacteria in the intestine drives T H 1 cell induction and inflammation. Science, 358(6361), 359-365. https://doi.org/10.1126/science.aan4526

Axelsson, E., Ratnakumar, A., Arendt, M., Maqbool, K., Webster, M. T., Perloski, M., Liberg, O., Arnemo, J. M., Hedhammar, Å., & Lindblad-Toh, K. (2013). The genomic signature of dog domestication reveals adaptation to a starch-rich diet. Nature, 495(7441), 360-364. https://doi.org/10.1038/nature11837

Barry, K. A., Middelbos, I. S., Boler, B. M. V., Dowd, S. E., Suchodolski, J. S., Henrissat, B., Coutinho, P. M., White, B. A., Fahey, G. C., & Swanson, K. S. (2012). Effects of Dietary Fiber on the Feline Gastrointestinal Metagenome. Journal Of Proteome Research, 11(12), 5924-5933. https://doi.org/10.1021/pr3006809

Benno, Y., Nakao, H., Uchida, K., & Mitsuoka, T. (1992). Impact of the Advances in Age on the Gastrointestinal Microflora of Beagle Dogs. Journal Of Veterinary Medical Science, 54(4), 703-706. https://doi.org/10.1292/jvms.54.703

Berlanda, M., Innocente, G., Simionati, B., Di Camillo, B., Facchin, S., Giron, M. C., Savarino, E., Sebastiani, F., Fiorio, F., & Patuzzi, I. (2021). Faecal Microbiome Transplantation as a Solution to Chronic Enteropathies in Dogs : A Case Study of Beneficial Microbial Evolution. Animals, 11(5), 1433. https://doi.org/10.3390/ani11051433

Björkstén, B., Sepp, E., Julge, K., Voor, T., & Mikelsaar, M. (2001). Allergy development and the intestinal microflora during the first year of life. The Journal Of Allergy And Clinical Immunology/Journal Of Allergy And Clinical Immunology/The Journal Of Allergy And Clinical Immunology, 108(4), 516-520. https://doi.org/10.1067/mai.2001.118130

Blake, A. B., & Suchodolski, J. S. (2016). Importance of gut microbiota for the health and disease of

dogs and cats. Animal Frontiers, 6(3), 37-42. https://doi.org/10.2527/af.2016-0032

Bresciani, F., Minamoto, Y., Suchodolski, J. S., Galiazzo, G., Vecchiato, C. G., Pinna, C., Biagi, G., & Pietra, M. (2018). Effect of an extruded animal protein-free diet on fecal microbiota of dogs with food-responsive enteropathy. Journal Of Veterinary Internal Medicine, 32(6), 1903-1910. https://doi.org/10.1111/jvim.15227

Bruckner, I., & Handl, S. (2020). Survey on the role of nutrition in first-opinion practices in Austria and Germany : An evaluation of knowledge, preferences and need for further education. Journal Of Animal Physiology And Animal Nutrition, 105(S2), 89-94. https://doi.org/10.1111/jpn.13337

Buckley, C. M., Hawthorne, A. J., Colyer, A., & Stevenson, A. (2011). Effect of dietary water intake on urinary output, specific gravity and relative supersaturation for calcium oxalate and struvite in the cat. British Journal Of Nutrition, 106(S1), S128-S130. https://doi.org/10.1017/s0007114511001875

Dandrieux, J. (2016). Inflammatory bowel disease versus chronic enteropathy in dogs : are they one and the same ? The Journal Of Small Animal Practice/Journal Of Small Animal Practice, 57(11), 589-599. https://doi.org/10.1111/jsap.12588

Davies, R. H., Lawes, J. R., & Wales, A. D. (2019). Raw diets for dogs and cats : a review, with particular reference to microbiological hazards. The Journal Of Small Animal Practice/Journal Of Small Animal Practice, 60(6), 329-339. https://doi.org/10.1111/jsap.13000

Davis, E. M. (2016). Gene Sequence Analyses of the Healthy Oral Microbiome in Humans and Companion Animals. Journal Of Veterinary Dentistry, 33(2), 97-107. https://doi.org/10.1177/0898756416657239

Dewhirst, F. E., Klein, E. A., Thompson, E. C., Blanton, J. M., Chen, T., Milella, L., Buckley, C. M. F., Davis, I. J., Bennett, M., & Marshall-Jones, Z. V. (2012). The canine oral microbiome. PloS One, 7(4), e36067. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0036067

Do, S., Phungviwatnikul, T., De Godoy, M. R. C., & Swanson, K. S. (2021). Nutrient digestibility and fecal characteristics, microbiota, and metabolites in dogs fed human-grade foods. Journal Of Animal

Science/Journal Of Animal Science . . . And ASAS Reference Compendium, 99(2). https://doi.org/10.1093/jas/skab028

Dobenecker, B., & Braun, U. (2015). Creatine and creatinine contents in different diet types for dogs – effects of source and processing. Journal Of Animal Physiology And Animal Nutrition, 99(6), 1017-1024. https://doi.org/10.1111/jpn.12383

Eissa, N., Kittana, H., Gomes-Neto, J. C., & Hussein, H. (2019). Mucosal immunity and gut microbiota in dogs with chronic enteropathy. Research In Veterinary Science/Research In Veterinary Science, 122, 156-164. https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2018.11.019

Foster, M. L., Dowd, S. E., Stephenson, C., Steiner, J. M., & Suchodolski, J. S. (2013). Characterization of the Fungal Microbiome (Mycobiome) in Fecal Samples from Dogs. Veterinary Medicine International, 2013, 1-8. https://doi.org/10.1155/2013/658373

Gibson, G. R., & Roberfroid, M. (1995). Dietary Modulation of the Human Colonic Microbiota : Introducing the Concept of Prebiotics. The Journal Of Nutrition/The Journal Of Nutrition, 125(6), 1401-1412. https://doi.org/10.1093/jn/125.6.1401

Gibson, G. R., Scott, K. P., Rastall, R. A., Tuohy, K. M., Hotchkiss, A., Dubert-Ferrandon, A., Gareau, M., Murphy, E. F., Saulnier, D., Loh, G., Macfarlane, S., Delzenne, N., Ringel, Y., Kozianowski, G., Dickmann, R., Lenoir-Wijnkoop, I., Walker, C., & Buddington, R. (2010). Dietary prebiotics : current status and new definition. Food Science And Technology Bulletin, 7(1), 1-19. https://doi.org/10.1616/1476-2137.15880

Gibson, M., & Alavi, S. (2013). Pet Food Processing—Understanding Transformations in Starch during Extrusion and Baking. Cereal Foods World, 58(5), 232-236. https://doi.org/10.1094/cfw-58-5-0232

Gibson, G., Hutkins, R., Sanders, M. *et al.* Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol* **14**, 491–502 (2017). https://doi.org/10.1038/nrgastro.2017.75

Guard, B. C., Barr, J., Reddivari, L., Klemashevich, C., Jayaraman, A., Steiner, J. M., Vanamala, J., & Suchodolski, J. S. (2015). Characterization of Microbial Dysbiosis and Metabolomic Changes in

Dogs with Acute Diarrhea. PloS One, 10(5), e0127259. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0127259

Halfvarson, J., Brislawn, C., Lamendella, R., Vázquez-Baeza, Y., Walters, W. A., Bramer, L., D'Amato, M., Bonfiglio, F., McDonald, D., González, A., McClure, E. E., Dunklebarger, M., Knight, R., & Jansson, J. (2017). Dynamics of the human gut microbiome in inflammatory bowel disease. Nature Microbiology, 2(5). https://doi.org/10.1038/nmicrobiol.2017.4

a, S., Dowd, S. E., Garcia-Mazcorro, J. F., Steiner, J. M., & Suchodolski, J. S. (2011). Massive parallel 16S rRNA gene pyrosequencing reveals highly diverse fecal bacterial and fungal communities in healthy dogs and cats. FEMS Microbiology Ecology/FEMS Microbiology, Ecology, 76(2), 301-310. https://doi.org/10.1111/j.1574-6941.2011.01058.x

Handl, S., German, A. J., Holden, S. L., Dowd, S. E., Steiner, J. M., Heilmann, R. M., Grant, R. W., Swanson, K. S., & Suchodolski, J. S. (2013). Faecal microbiota in lean and obese dogs. FEMS Microbiology Ecology/FEMS Microbiology, Ecology, 84(2), 332-343.

Hernandez, J., Rhimi, S., Kriaa, A., Mariaule, V., Boudaya, H., Drut, A., Jablaoui, A., Mkaouar, H., Saidi, A., Biourge, V., Borgi, M. A., Rhimi, M., & Maguin, E. (2022). Domestic Environment and Gut Microbiota : Lessons from Pet Dogs. Microorganisms, 10(5), 949. https://doi.org/10.3390/microorganisms10050949

Herstad, K. M. V., Gajardo, K., Bakke, A. M., Moe, L., Ludvigsen, J., Rudi, K., Rud, I., Sekelja, M., & Skancke, E. (2017). A diet change from dry food to beef induces reversible changes on the faecal microbiota in healthy, adult client-owned dogs. BMC Veterinary Research, 13(1). https://doi.org/10.1186/s12917-017-1073-9

Hill, C., Guarner, F., Reid, G., Gibson, G. R., Merenstein, D., Pot, B., Morelli, L., Canani, R. B., Flint, H. J., Salminen, S., Calder, P. C., & Sanders, M. E. (2014). The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. Nature Reviews. Gastroenterology & Hepatology, 11(8), 506-514. https://doi.org/10.1038/nrgastro.2014.66

Holscher, H. D. (2017). Dietary fiber and prebiotics and the gastrointestinal microbiota. Gut Microbes, 8(2), 172-184. https://doi.org/10.1080/19490976.2017.1290756

Honneffer, J. B. (2014). Microbiota alterations in acute and chronic gastrointestinal inflammation of cats and dogs. World Journal Of Gastroenterology, 20(44), 16489. https://doi.org/10.3748/wjg.v20.i44.16489

Hooda, S., Boler, B. M. V., Kerr, K. R., Dowd, S. E., & Swanson, K. S. (2012). The gut microbiome of kittens is affected by dietary protein : carbohydrate ratio and associated with blood metabolite and hormone concentrations. British Journal Of Nutrition, 109(9), 1637-1646. https://doi.org/10.1017/s0007114512003479

Joffe, D. J., & Schlesinger, D. P. (2002, 1 juin). *Preliminary assessment of the risk of Salmonella infection in dogs fed raw chicken diets*. PubMed Central (PMC). http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/pmc339295/

Kalenyak, K., Isaiah, A., Heilmann, R. M., Suchodolski, J. S., & Burgener, I. A. (2017). Comparison of the intestinal mucosal microbiota in dogs diagnosed with idiopathic inflammatory bowel disease and dogs with food-responsive diarrhea before and after treatment. FEMS Microbiology Ecology/FEMS Microbiology, Ecology, 94(2). https://doi.org/10.1093/femsec/fix173

Kieler, I. N., Osto, M., Hugentobler, L., Puetz, L., Gilbert, M. T. P., Hansen, T., Pedersen, O., Reusch, C. E., Zini, E., Lutz, T. A., & Bjørnvad, C. R. (2019). Diabetic cats have decreased gut microbial diversity and a lack of butyrate producing bacteria. Scientific Reports, 9(1). https://doi.org/10.1038/s41598-019-41195-0

Kim, K., Kim, S., & Kim, J. (2023). A pilot study of alterations of the gut microbiome in canine chronic kidney disease. Frontiers In Veterinary Science, 10. https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1241215

Koppel, K. (2014). Sensory analysis of pet foods. Journal Of The Science Of Food And Agriculture/Journal Of The Science Of Food And Agriculture, 94(11), 2148-2153. https://doi.org/10.1002/jsfa.6597

Lee, H., & Ko, G. (2014). Effect of Metformin on Metabolic Improvement and Gut Microbiota. Applied And Environmental Microbiology, 80(19), 5935-5943. https://doi.org/10.1128/aem.01357-14

Li, Q., Lauber, C. L., Czarnecki-Maulden, G., Pan, Y., & Hannah, S. S. (2017). Effects of the Dietary Protein and Carbohydrate Ratio on Gut Microbiomes in Dogs of Different Body Conditions. MBio, 8(1).

https://doi.org/10.1128/mbio.01703-16

Llopis, M., Antolin, M., Carol, M., Borruel, N., Casellas, F., Martinez, C., Espín-Basany, E., Guarner, F., & Malagelada, J. R. (2009). Lactobacillus casei downregulates commensals' inflammatory signals in Crohn's disease mucosa. Inflammatory Bowel Diseases, 15(2), 275-283. https://doi.org/10.1002/ibd.20736

Makielski, K. M., Cullen, J., O'Connor, A. M., & Jergens, A. E. (2018). Narrative review of therapies for chronic enteropathies in dogs and cats. Journal Of Veterinary Internal Medicine, 33(1), 11-22. https://doi.org/10.1111/jvim.15345

Marchesi, M. C., Timpano, C. C., Busechian, S., Pieramati, C., & Rueca, F. (2017). The role of diet in managing inflamatory bowel disease affected dogs : a retrospective cohort study on 76 cases. PubMed, 53(4), 297-302. https://doi.org/10.12834/vetit.566.2700.1

Martínez, I., Perdicaro, D. J., Brown, A. W., Hammons, S., Carden, T. J., Carr, T. P., Eskridge, K. M., & Walter, J. (2013). Diet-Induced Alterations of Host Cholesterol Metabolism Are Likely To Affect the Gut Microbiota Composition in Hamsters. Applied And Environmental Microbiology, 79(2), 516-524. https://doi.org/10.1128/aem.03046-12

Masuoka, H., Shimada, K., Kiyosue-Yasuda, T., Kiyosue, M., Oishi, Y., Kimura, S., Yamada, A., & Hirayama, K. (2017). Transition of the intestinal microbiota of dogs with age. BMFH, 36(1), 27-31. https://doi.org/10.12938/bmfh.bmfh-2016-021

Menard, J., Goggs, R., Mitchell, P., Yang, Y., Robbins, S., Franklin-Guild, R. J., Thachil, A. J., Altier, C., Anderson, R., Putzel, G. G., McQueary, H., & Goodman, L. B. (2022). Effect of antimicrobial administration on fecal microbiota of critically ill dogs : dynamics of antimicrobial resistance over time. Animal Microbiome, 4(1). https://doi.org/10.1186/s42523-022-00178-9

Mentella, M. C., Scaldaferri, F., Pizzoferrato, M., Gasbarrini, A., & Miggiano, G. A. D. (2020). Nutrition, IBD and Gut Microbiota: A Review. Nutrients, 12(4), 944. https://doi.org/10.3390/nu12040944

Minamoto, Y., Otoni, C. C., Steelman, S. M., Büyükleblebici, O., Steiner, J. M., Jergens, A. E., & Suchodolski, J. S. (2015). Alteration of the fecal microbiota and serum metabolite profiles in dogs with idiopathic inflammatory bowel disease. Gut Microbes, 6(1), 33-47. https://doi.org/10.1080/19490976.2014.997612

Mondo, E., Marliani, G., Accorsi, P. A., Cocchi, M., & Leone, A. (2019). Role of gut microbiota in dog and cat's health and diseases. Open Veterinary Journal, 9(3), 253. https://doi.org/10.4314/ovj.v9i3.10

Montegiove, N., Pellegrino, R. M., Emiliani, C., Pellegrino, A., & Leonardi, L. (2021). An Alternative Approach to Evaluate the Quality of Protein-Based Raw Materials for Dry Pet Food. Animals, 11(2), 458. https://doi.org/10.3390/ani11020458

Mori, A., Goto, A., Kibe, R., Oda, H., Kataoka, Y., & Sako, T. (2019). Comparison of the effects of four commercially available prescription diet regimens on the fecal microbiome in healthy dogs. Journal Of Veterinary Medical Science, 81(12), 1783-1790. https://doi.org/10.1292/jvms.19-0055

Niederwerder, M. C. (2018). Fecal microbiota transplantation as a tool to treat and reduce susceptibility to disease in animals. Veterinary Immunology And Immunopathology, 206, 65-72. https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2018.11.002

Niina, A., Kibe, R., Suzuki, R., Yuchi, Y., Teshima, T., Matsumoto, H., Kataoka, Y., & Koyama, H. (2021). Fecal microbiota transplantation as a new treatment for canine inflammatory bowel disease. BMFH, 40(2), 98-104. https://doi.org/10.12938/bmfh.2020-049

Panasevich, M. R., Kerr, K. R., Dilger, R. N., Fahey, G. C., Guérin-Deremaux, L., Lynch, G. L., Wils, D., Suchodolski, J. S., Steer, J. M., Dowd, S. E., & Swanson, K. S. (2014). Modulation of the faecal microbiome of healthy adult dogs by inclusion of potato fibre in the diet. British Journal Of Nutrition, 113(1), 125-133. https://doi.org/10.1017/s0007114514003274

Pavlidis, P., Powell, N., Vincent, R. P., Ehrlich, D., Bjarnason, I., & Hayee, B. (2015). Systematic review : bile acids and intestinal inflammation-luminal aggressors or regulators of mucosal defence ? Alimentary Pharmacology & Therapeutics, 42(7), 802-817. https://doi.org/10.1111/apt.13333

Pedrinelli, V., De O S Gomes, M., & Carciofi, A. C. (2017). Analysis of recipes of home-prepared diets for dogs and cats published in Portuguese. Journal Of Nutritional Science, 6. https://doi.org/10.1017/jns.2017.31

Pereira, G. Q., Gomes, L. A., Santos, I. S., Alfieri, A., Weese, J. S., & Costa, M. P. (2018). Fecal microbiota transplantation in puppies with canine parvovirus infection. Journal Of Veterinary Internal

Medicine, 32(2), 707-711. https://doi.org/10.1111/jvim.15072

Pilla, R., & Suchodolski, J. S. (2020). The Role of the Canine Gut Microbiome and Metabolome in Health and Gastrointestinal Disease. Frontiers In Veterinary Science, 6. https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00498

Pilla, R., & Suchodolski, J. S. (2021). The Gut Microbiome of Dogs and Cats, and the Influence of Diet. The Veterinary Clinics Of North America. Small Animal Practice/Veterinary Clinics Of North America. Small Animal Practice, 51(3), 605-621. https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2021.01.002

Pinna, C., & Biagi, G. (2014). The Utilisation of Prebiotics and Synbiotics in Dogs. Italian Journal Of Animal Science/Italian Journal Of Animal Science, 13(1), 3107. https://doi.org/10.4081/ijas.2014.3107

Remillard, R. L. (2008). Homemade Diets : Attributes, Pitfalls, and a Call for Action. Topics In Companion Animal Medicine, 23(3), 137-142. https://doi.org/10.1053/j.tcam.2008.04.006

Ribeiro-Almeida, M., Mourão, J., Magalhães, M., Freitas, A. R., Novais, C., Peixe, L., & Antunes, P. (2024). Raw meat-based diet for pets : a neglected source of human exposure to Salmonella and pathogenic Escherichia coli clones carrying mcr, Portugal, September 2019 to January 2020. Euro Surveillance/Eurosurveillance, 29(18). https://doi.org/10.2807/1560-7917.es.2024.29.18.2300561

Ritchie, L. E., Steiner, J. M., & Suchodolski, J. S. (2008). Assessment of microbial diversity along the feline intestinal tract using 16S rRNA gene analysis. FEMS Microbiology Ecology/FEMS Microbiology, Ecology, 66(3), 590-598. https://doi.org/10.1111/j.1574-6941.2008.00609.x

RodríGuez, C., Saborido, N., Ródenas, J., & Polo, J. (2016). Effects of spray-dried animal plasma on food intake and apparent nutrient digestibility by cats when added to a wet pet food recipe. Animal Feed Science And Technology, 216, 243-250. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.03.026

Rostaher, A., Morsy, Y., Favrot, C., Unterer, S., Schnyder, M., Scharl, M., & Fischer, N. M. (2022). Comparison of the Gut Microbiome between Atopic and Healthy Dogs—Preliminary Data. Animals, 12(18), 2377. https://doi.org/10.3390/ani12182377

Sacoor, C., Barros, L. M., & Montezinho, L. (2021). What are the potential biomarkers that should be

considered in diagnosing and managing canine chronic inflammatory enteropathies ? Open Veterinary Journal, 10(4), 412-430. https://doi.org/10.4314/ovj.v10i4.9

Salminen, S., Collado, M. C., Endo, A., Hill, C., Lebeer, S., Quigley, E. M., Sanders, M. E., Shamir, R., Swann, J. R., Szajewska, H., & Vinderola, G. (2021). The International Scientific Association of Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of postbiotics. Nature Reviews. Gastroenterology & Hepatology, 18(9), 649-667. https://doi.org/10.1038/s41575-021-00440-6

Sanders, M. E., Merenstein, D. J., Reid, G., Gibson, G. R., & Rastall, R. A. (2019). Probiotics and prebiotics in intestinal health and disease : from biology to the clinic. Nature Reviews. Gastroenterology & Hepatology, 16(10), 605-616. https://doi.org/10.1038/s41575-019-0173-3

Schauf, S., De la Fuente, G., Newbold, C. J., Salas-Mani, A., Torre, C., Abecia, L., & Castríllo, C. (2018). Effect of dietary fat to starch content on fecal microbiota composition and activity in dogs1. Journal Of Animal Science/Journal Of Animal Science . . . And ASAS Reference Compendium, 96(9), 3684-3698. https://doi.org/10.1093/jas/sky264

Schmidt, M., Unterer, S., Suchodolski, J. S., Honneffer, J. B., Guard, B. C., Lidbury, J. A., Steiner, J. M., Fritz, J., & Kölle, P. (2018). The fecal microbiome and metabolome differs between dogs fed Bones and Raw Food (BARF) diets and dogs fed commercial diets. PloS One, 13(8), e0201279. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201279

Schmitz, S. S. (2021). Value of Probiotics in Canine and Feline Gastroenterology. The Veterinary Clinics Of North America. Small Animal Practice/Veterinary Clinics Of North America. Small Animal Practice, 51(1), 171-217. https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2020.09.011

Schrezenmeir, J., & De Vrese, M. (2001). Probiotics, prebiotics, and synbiotics—approaching a definition. The American Journal Of Clinical Nutrition, 73(2), 361s-364s. https://doi.org/10.1093/ajcn/73.2.361s

Simpson, J. M., Martineau, B., Jones, W. E., Ballam, J., & Mackie, R. I. (2002). Characterization of Fecal Bacterial Populations in Canines : Effects of Age, Breed and Dietary Fiber. Microbial Ecology, 44(2), 186-197. https://doi.org/10.1007/s00248-002-0001-z

Simpson, K. W., & Jergens, A. E. (2011). Pitfalls and Progress in the Diagnosis and Management of

Canine Inflammatory Bowel Disease. The Veterinary Clinics Of North America. Small Animal Practice/Veterinary Clinics Of North America. Small Animal Practice, 41(2), 381-398. https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2011.02.003

Sinkko, H., Lehtimäki, J., Lohi, H., Ruokolainen, L., & Hielm-Björkman, A. (2023). Distinct healthy and atopic canine gut microbiota is influenced by diet and antibiotics. Royal Society Open Science, 10(4). https://doi.org/10.1098/rsos.221104

Song, H., Lee, J., Yi, S., Kim, W., Kim, Y., Namgoong, B., Choe, A., Cho, G., Shin, J., Park, Y., Kim, M. S., & Cho, S. (2023). Red Ginseng Dietary Fiber Shows Prebiotic Potential by Modulating Gut Microbiota in Dogs. Microbiology Spectrum, 11(4). https://doi.org/10.1128/spectrum.00949-23

Sonnenburg, J. L., & Bäckhed, F. (2016). Diet–microbiota interactions as moderators of human metabolism. Nature, 535(7610), 56-64. https://doi.org/10.1038/nature18846

Sparkes, A. H., Cannon, M., Church, D., Fleeman, L., Harvey, A., Hoenig, M., Peterson, M. E., Reusch, C. E., Taylor, S., & Rosenberg, D. (2015). ISFM Consensus Guidelines on the Practical Management of Diabetes Mellitus in Cats. Journal Of Feline Medicine And Surgery, 17(3), 235-250. https://doi.org/10.1177/1098612x15571880

Streiff, E. L., Zwischenberger, B., Butterwick, R., Wagner, E., Iben, C., & Bauer, J. E. (2002). A Comparison of the Nutritional Adequacy of Home-Prepared and Commercial Diets for Dogs. The Journal Of Nutrition/The Journal Of Nutrition, 132(6), 1698S-1700S. https://doi.org/10.1093/jn/132.6.1698s

Suchodolski, J. S. (2011). COMPANION ANIMALS SYMPOSIUM : Microbes and gastrointestinal health of dogs and cats1. Journal Of Animal Science/Journal Of Animal Science . . . And ASAS Reference Compendium, 89(5), 1520-1530. https://doi.org/10.2527/jas.2010-3377

Suchodolski, J. S. (2016). Diagnosis and interpretation of intestinal dysbiosis in dogs and cats. Veterinary Journal/The Veterinary Journal, 215, 30-37. https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2016.04.011

Suchodolski, J. S. (2020). The Intestinal Microbiome in Canine Chronic Enteropathy and Implications for Extraintestinal Disorders. Advances In Small Animal Care, 1, 101-110.

https://doi.org/10.1016/j.yasa.2020.07.008

Suchodolski, J. S. (2021). Analysis of the gut microbiome in dogs and cats. Veterinary Clinical Pathology, 50(S1), 6-17. https://doi.org/10.1111/vcp.13031

Suchodolski, J. S., Foster, M. L., Sohail, M. U., Leutenegger, C. M., Queen, E. V., Steiner, J. M., & Marks, S. L. (2015). The Fecal Microbiome in Cats with Diarrhea. PloS One, 10(5), e0127378. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0127378

Suchodolski, J. S., Markel, M. E., García-Mazcorro, J. F., Unterer, S., Heilmann, R. M., Dowd, S. E., Kachroo, P., Ivanov, I., Minamoto, Y., Dillman, E. M., Steiner, J. M., Cook, A. K., & Toresson, L. (2012). The Fecal Microbiome in Dogs with Acute Diarrhea and Idiopathic Inflammatory Bowel Disease. PloS One, 7(12), e51907. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0051907

Summers, S. C., Quimby, J. M., Isaiah, A., Suchodolski, J. S., Lunghofer, P. J., & Gustafson, D. L. (2018). The fecal microbiome and serum concentrations of indoxyl sulfate and p-cresol sulfate in cats with chronic kidney disease. Journal Of Veterinary Internal Medicine, 33(2), 662-669. https://doi.org/10.1111/jvim.15389

Swanson, K. S., Gibson, G. R., Hutkins, R. W., Reimer, R. A., Reid, G., Verbeke, K., Scott, K. P., Holscher, H. D., Azad, M. B., Delzenne, N. M., & Sanders, M. E. (2020). The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of synbiotics. Nature Reviews. Gastroenterology & Hepatology, 17(11), 687-701. https://doi.org/10.1038/s41575-020-0344-2

Swanson KS, Dowd SE, Suchodolski JS, Middelbos IS, Vester BM, Barry KA, Nelson KE, Torralba M, Henrissat B, Coutinho PM, Cann IK, White BA, Fahey GC Jr. Phylogenetic and gene-centric metagenomics of the canine intestinal microbiome reveals similarities with humans and mice. ISME J. 2011 Apr;5(4):639-49. doi: 10.1038/ismej.2010.162. Epub 2010 Oct 21. PMID: 20962874; PMCID: PMC3105739.

Swanson, K. S., Grieshop, C. M., Flickinger, E. A., Bauer, L. L., Chow, J., Wolf, B. W., Garleb, K. A., & Fahey, G. C. (2002). Fructooligosaccharides and Lactobacillus acidophilus Modify Gut Microbial Populations, Total Tract Nutrient Digestibilities and Fecal Protein Catabolite Concentrations in Healthy Adult Dogs. The Journal Of Nutrition/The Journal Of Nutrition, 132(12), 3721-3731. https://doi.org/10.1093/jn/132.12.3721

Thompson, A. (2008). Ingredients : Where pet food starts. Topics In Companion Animal Medicine, 23(3), 127-132. https://doi.org/10.1053/j.tcam.2008.04.004

Tomasello, G., Mazzola, M., Leone, A., Sinagra, E., Zummo, G., Farina, F., Damiani, P., Cappello, F., Geagea, A. G., Jurjus, A., Assi, T., Messina, M. C., & Cetta, F. (2016). Nutrition, oxidative stress and intestinal dysbiosis : Influence of diet on gut microbiota in inflammatory bowel diseases. Biomedical Papers/Biomedical Papers Of The Faculty Of Medicine Of Palacký University, Olomouc Czech Republic, 160(4), 461-466. https://doi.org/10.5507/bp.2016.052

Toresson, L., Spillmann, T., Pilla, R., Ludvigsson, U., Hellgren, J., Olmedal, G., & Suchodolski, J. S. (2023). Clinical Effects of Faecal Microbiota Transplantation as Adjunctive Therapy in Dogs with Chronic Enteropathies—A Retrospective Case Series of 41 Dogs. Veterinary Sciences, 10(4), 271. https://doi.org/10.3390/vetsci10040271

Tun, H.M., M.S. Brar, N. Khin, L. Jun, R.K. Hui, S.E. Dowd, and F.C. Leung. 2012. Gene-centric metagenomics analysis of feline intestinal microbiome using 454 junior pyrosequencing. J. Microbiol. Methods 88(3):369–376. doi:10.1016/j.mi met.2012.01.001

Unterer, S., & Busch, K. (2021). Acute Hemorrhagic Diarrhea Syndrome in Dogs. The Veterinary Clinics Of North America. Small Animal Practice/Veterinary Clinics Of North America. Small Animal Practice, 51(1), 79-92. https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2020.09.007

Wang, S., Martins, R., Sullivan, M. C., Friedman, E. S., Misic, A. M., El-Fahmawi, A., De Martinis, E. C. P., O'Brien, K., Chen, Y., Bradley, C., Zhang, G., Berry, A. S. F., Hunter, C. A., Baldassano, R. N., Rondeau, M. P., & Beiting, D. P. (2019). Diet-induced remission in chronic enteropathy is associated with altered microbial community structure and synthesis of secondary bile acids. Microbiome, 7(1). https://doi.org/10.1186/s40168-019-0740-4

Wernimont, S. M., Radosevich, J., Jackson, M. I., Ephraim, E., Badri, D. V., MacLeay, J. M., Jewell, D. E., & Suchodolski, J. S. (2020). The Effects of Nutrition on the Gastrointestinal Microbiome of Cats and Dogs : Impact on Health and Disease. Frontiers In Microbiology, 11. https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.01266

Wetzels, S. U., Strachan, C. R., Conrady, B., Wagner, M., Burgener, I. A., Virányi, Z., & Selberherr, E. (2021). Wolves, dogs and humans in regular contact can mutually impact each other's skin microbiota. Scientific Reports, 11(1). https://doi.org/10.1038/s41598-021-96160-7

Whyte, A., Gracia, A., Bonastre, C., Tejedor, M. T., Whyte, J., Monteagudo, L. V., & Simón, C. (2017). Oral Disease and Microbiota in Free-Roaming Cats. Topics In Companion Animal Medicine, 32(3), 91-95. https://doi.org/10.1053/j.tcam.2017.07.003

Xenoulis, P. G., Palculict, B., Allenspach, K., Steiner, J. M., Van House, A. M., & Suchodolski, J. S. (2008). Molecular-phylogenetic characterization of microbial communities imbalances in the small intestine of dogs with inflammatory bowel disease. FEMS Microbiology Ecology/FEMS Microbiology, Ecology, 66(3), 579-589. https://doi.org/10.1111/j.1574-6941.2008.00556.x

Yang, Q., & Wu, Z. (2023). Gut Probiotics and Health of Dogs and Cats: Benefits, Applications, and Underlying Mechanisms. Microorganisms, 11(10), 2452. https://doi.org/10.3390/microorganisms11102452

Yang, X., Darko, K. O., Huang, Y., He, C., Yang, H., He, S., Li, J., Li, J., Hocher, B., & Yin, Y. (2017). Resistant Starch Regulates Gut Microbiota : Structure, Biochemistry and Cell Signalling. Cellular Physiology And Biochemistry, 42(1), 306-318. https://doi.org/10.1159/000477386

You, I., & Kim, M. J. (2021). Comparison of Gut Microbiota of 96 Healthy Dogs by Individual Traits : Breed, Age, and Body Condition Score. Animals, 11(8), 2432. https://doi.org/10.3390/ani11082432

Zicker, S. C. (2008). Evaluating Pet Foods: How Confident Are You When You Recommend a Commercial Pet Food ? Topics In Companion Animal Medicine, 23(3), 121-126. https://doi.org/10.1053/j.tcam.2008.04.003

Zoran, D. L. (2010). Obesity in Dogs and Cats: A Metabolic and Endocrine Disorder. The Veterinary Clinics Of North America. Small Animal Practice/Veterinary Clinics Of North America. Small Animal Practice, 40(2), 221-239. https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2009.10.009

[ANEXOS]