

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 30/09/2021.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL

**EFEITOS DA FIBRA DE LARANJA NA
DIGESTIBILIDADE DOS NUTRIENTES, PRODUTOS DE
FERMENTAÇÃO NAS FEZES E TEMPO DE TRÂNSITO
GASTROINTESTINAL DE CÃES**

Lara Mantovani Volpe

Médica Veterinária

2020

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP

CAMPUS DE JABOTICABAL

**EFEITOS DA FIBRA DE LARANJA NA
DIGESTIBILIDADE DOS NUTRIENTES, PRODUTOS DE
FERMENTAÇÃO NAS FEZES E TEMPO DE TRÂNSITO
GASTROINTESTINAL DE CÃES**

Lara Mantovani Volpe

Orientador: Prof. Dr. Aulus Cavalieri Carciofi

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Medicina Veterinária. Área: Clínica Médica Veterinária.

2020

V931e Volpe, Lara Mantovani
Efeitos da fibra de laranja na digestibilidade dos nutrientes,
produtos de fermentacao nas fezes e tempo de transito... /
Lara Mantovani Volpe. -- Jaboticabal, 2020
48 p. : il., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista
(Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias,
Jaboticabal
Orientador: Aulus Cavalieri Carciofi

1. Nutrição animal. 2. Cão. 3. Sistema gastrointestinal
microbiologia. 4. Fibras. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo
autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DA FIBRA DE LARANJA NA DIGESTIBILIDADE DOS NUTRIENTES, PRODUTOS DE FERMENTAÇÃO DE FEZES E TEMPO DE TRÂNSITO GASTROINTESTINAL DE CÃES

AUTORA: LARA MANTOVANI VOLPE

ORIENTADOR: AULUS CAVALIERI CARCIOFI

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em MEDICINA VETERINÁRIA, área: Clínica Médica Veterinária pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. AULUS CAVALIERI CARCIOFI

Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Prof. Dr. RICARDO SOUZA VASCONCELLOS p/
Universidade Estadual de Maringá / UEM - Maringá/PR

(VIDEOCONFERÊNCIA)

Profa. Dra. BRUNA AGY LOUREIRO p/
Departamento de Zootecnia / UFPB - Areia/PB

(VIDEOCONFERÊNCIA)

Jaboticabal, 30 de setembro de 2020

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

LARA MANTOVANI VOLPE - Nascida em 03 de abril de 1989, em Franca – SP, graduada em Medicina Veterinária pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU) em março de 2014. Foi bolsista de iniciação científica nesta mesma instituição na área de nutrição de cães e gatos sob a supervisão da Profa. Janine França. Participou do programa de aprimoramento profissional (residência) em Nutrição e Nutrição Clínica de Cães e Gatos no Hospital Veterinário Governador Laudo Natel, sob orientação do professor Dr. Aulus Cavalieri Carciofi, pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP - câmpus Jaboticabal (2018). Realizou estágio no Serviço de Nutrição Clínica de Cães e Gatos do hospital veterinário Red Bank Veterinary Hospital, Tinton Falls, Nova Jersey, Estados Unidos da América, supervisionada pela dra. Martha Cline e no Serviço de Nutrição Clínica de Cães e Gatos da Ontario Veterinary College, Universidade de Guelph, Canadá, supervisionado pela professora Dra. Adronie Verbrugghe. Atualmente faz mestrado em Medicina Veterinária com ênfase em Nutrição de Cães e Gatos no Laboratório de Pesquisa em Nutrição e Doenças Nutricionais da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, câmpus de Jaboticabal, sob orientação do professor Dr. Aulus Cavalieri Carciofi (linha de pesquisa: fibras para cães); também atua como analista de treinamento técnico na empresa Adimax Pet, trabalhando na área de treinamento técnico e de produtos.

EPÍGRAFE

“Tão importante como a chegada é a
caminhada, e não há caminho sem
metamorfoses”

Adaptado de Kamila Behling

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Pedro e Débora e ao meu irmão, Breno, que nunca mediram esforços, amor e compreensão para a realização de mais este sonho.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus e ao meu anjo da guarda, pois sem eles seria impossível a realização deste sonho.

À minha família, em especial meus pais: Pedro e Débora e ao meu irmão Breno. Sem vocês nada disso seria possível.

Aos meus tios, primos avôs e avós (em memória e aqui presentes) por toda a estruturação, carinho e amor que temos em nossa família.

Aos meus padrinhos e madrinha: Bernadete, Ângelo e Rogério.

Aos meus cães e gata, que me ensinaram desde novinha o que significa amar o próximo: Lady (em memória), Willy (em memória), Laika (em memória), Lila (em memória), Lola (em memória), Fred, Paloma e Rubi (em memória).

Ao meu querido e grande mestre: professor Aulus: por todos os ensinamentos, orientação, oportunidade, confiança e amizade. Serei sempre muito grata! Obrigada!

Aos meus principais colaboradores e melhores companheiros de experimento: Jasmin, Zulu, Maia, Zagalo, Zara, Zoe, Açaí, Nenê, Zeca e Bruna. Muito obrigada pela amizade! Amarei todos vocês para sempre!

Aos gatos: Pô e Filó, que dominam meu coração.

A todos meus queridos amigos do laboratório, mas em especial a: Amanda, Cah, Carol, Claudinha, Débora, Diego, Elaine, Érico, Fer, Kelly, Lê, Lets, Lud, Mayara, Petty, Pri, Sté e Thaila. Obrigada por todos os ótimos momentos que tivemos, pelas risadas, pela ajuda e pelo ombro amigo nos momentos mais complicados!

A todos os estagiários, mas em especial a Carol e a Paulinha.

Às minhas amigas residentes da nutri clínica: Duda, Isa e Mô, companheiras desde a época de seus estágios.

A todos os residentes e PGs do HV que cuidaram tão bem dos nossos doguinhos e gatinhos do lab, mas em especial à Marjury.

Às minhas irmãs de Jaboticabal, por ordem alfabética: Cah Baptista – R-parça maravilhosa, parceira de academia e das festas mais insanas! Tamy – “roomie” mais linda que arrumei no início da minha vida em Jabuca, parceira de gordices fitness e principal vet da Rubi e da Lila! Amo vocês!

À Pão de Queijo, não só pela amizade, mas também por tudo que fez pelas minhas meninas: Rubi e Lila.

À academia Saúde Total por me ter permitido extravasar o estresse, e aos amigos que fiz por lá: Léo, Marcel e Gabriel.

Ao meu nutricionista, Vinícius, por todo auxílio nutricional e apoio nessa época.

À Fernanda Cândido, minha professora maravilhosa de pole dance que sempre me ajudou a evoluir no esporte que eu amo!

À equipe de Comunicação Corporativa da Adimax: Keila e Pedro, que me deram a oportunidade de trabalhar transferindo meu amor à Nutrição de Cães e Gatos adiante.

À todos que, direta e indiretamente, contribuíram para realização desta tese.

À Affinity e a Manfrim, pela parceria com o laboratório.

À Manzoni, pelo fornecimento da extrusora na qual foi possível executar o experimento

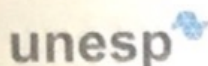
À Citrosuco, pelo apoio ao financiamento do projeto e fornecimento da principal matéria-prima.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

Por fim, agradeço à maravilhosa vida que eu tive durante os meus anos em Jaboticabal e presente na FCAV. Obrigada!

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - Considerações gerais	1
1. INTRODUCTION	2
2. LEITERATURE REVIEW	3
2.1 Fiber for dogs	4
2.1.1 Insoluble fibers	4
2.1.2 Soluble fibers	5
2.2 Orange fiber	7
2.3 Beet pulp	9
2.4 Inulin	10
3. HYPOTESIS	11
4. OBJECTIVE	11
5. REFERENCES	12
 CAPÍTULO 2 - ORANGE FIBER EFFECTS ON NUTRIENT DIGESTIBILITY, FECAL FERMENTATION PRODUCTS AND DIGESTA MEAN RETENTION TIME IN DOGS	
ABSTRACT	19
INTRODUCTION	21
MATERIAL AND METHODS	23
RESULTS	29
DISCUSSION	31
CONCLUSION	35
REFERENCES	37



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Jaboticabal



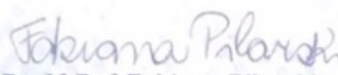
CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto de pesquisa intitulado "**Avaliação dos efeitos da Fibra de Laranja no processo de extrusão, digestibilidade de nutrientes, produtos da fermentação das fezes e tempo de trânsito gastrointestinal de cães**", protocolo nº 07365/19, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Aulus Cavaliere Carciofi, que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao Filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008, no decreto 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), da FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS, UNESP - CÂMPUS DE JABOTICABAL-SP, em reunião ordinária de 13 de junho de 2019.

Vigência do Projeto	14/06/2019 a 28/02/2020
Espécie / Linhagem	Caninos/ beagles
Nº de animais	50
Peso / Idade	09 - 16 kgs / 2 - 6 anos
Sexo	Machos e fêmeas
Origem	Laboratório de Nutrição de Cães e Gatos

Jaboticabal, 13 de junho de 2019.


Prof.ª Dr.ª Fabiana Pilarski
Coordenadora – CEUA

Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias
Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n CEP 14884-900 - Jaboticabal/ SP - Brasil
tel 16 3209 7100 - www.fcav.unesp.br

EFEITOS DA FIBRA DE LARANJA NA DIGESTIBILIDADE DOS NUTRIENTES, PRODUTOS DE FERMENTAÇÃO NAS FEZES E TEMPO DE TRÂNSITO GASTROINTESTINAL EM CÃES

RESUMO – Fibras são utilizadas em alimentos comerciais de cães para favorecer a saúde intestinal pelo fornecimento de substrato para melhor atividade metabólica da microbiota presente neste órgão. Fibras solúveis e fermentáveis podem apresentar melhor este efeito, sendo em geral mais caras e menos disponíveis comercialmente. O Brasil é o maior produtor mundial de laranja, de cuja fruta é possível se obter fibra com importante fração solúvel, com potencial de emprego em alimentos para cães. Esta dissertação apresenta dois capítulos, no primeiro é apresentado levantamento bibliográfico da fibra e seus efeitos na nutrição de cães, incluindo informações da fibra de laranja, ingrediente que foi objeto de estudo do segundo capítulo. O segundo capítulo reporta estudo que teve por objetivo comparar os efeitos de duas inclusões de fibra de laranja (1 e 3%), em comparação com alimento controle negativo (sem adição de fonte fibras) e dois controles positivos, representados pela inclusão de 3% de polpa de beterraba ou 1% de inulina purificada, totalizando cinco rações extrusadas para cães. Os alimentos foram testados em 40 cães adultos e a digestibilidade foi determinada pelo método de coleta total de fezes. Fezes recém eliminadas foram recolhidas para análises de pH e produtos de fermentação. O tempo de trânsito gastrointestinal foi determinado utilizando-se marcadores plásticos. O estudo seguiu delineamento em blocos casualizados, com 4 blocos de 10 cães, 2 cães por ração em cada bloco totalizando 8 cães por ração. Os resultados foram submetidos a análise de variância, quando diferenças foram obtidas no Teste F, médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0.05$). Foi possível identificar que as dietas com 1 e 3% fibra de laranja apresentaram aumento significativo na produção de ácidos graxos voláteis, ácidos graxos de cadeia curta totais, ácido acético e ácido butírico em comparação com controle ($P < 0,05$). Fezes com maior teor de água foram dos animais que receberam o tratamento 3% Fibra de Laranja, e mesmo alimento foi o que apresentou maior consumo de FDT. Os tratamentos 3% Fibra de Laranja e 3% Polpa de Beterraba apresentaram menor digestibilidade de matéria seca, matéria orgânica e proteína bruta. Não houve diferença significativa no escore fecal e no tempo de trânsito gastrointestinal entre os tratamentos. Os resultados quanto à digestibilidade de nutrientes, teor de água nas fezes e produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) nas fezes foram semelhantes aos obtidos por outros trabalhos que avaliaram os efeitos de fontes de fibras na alimentação de cães. A presente dissertação concluiu que o uso de fibra de laranja aumenta a produção de AGCC, o teor de água nas fezes, se tratando, portanto, de uma boa fonte de fibras na a alimentação de cães.

Palavras-chave: nutrição, microbiota, prebiótico, ácidos graxos voláteis, atividade intestinal

ORANGE FIBER EFFECTS ON NUTRIENT DIGESTIBILITY, FERMENTATION PRODUCTS ON FECES AND DIGESTA MEAN RETENTION TIME IN DOGS

ABSTRACT – Fibers are used in commercial dog food to promote intestinal health by providing substrate for better metabolic activity of the microbiota present in this organ. Soluble and fermentable fibers can better present this effect and are generally more expensive and less commercially available. Brazil is the world's largest producer of oranges, from whose fruit it is possible to obtain fiber with an important soluble fraction, with potential for use in dog food. This dissertation presents two chapters, the first one presents a bibliographic survey of the fiber and its effects on nutrition of dogs, including information on orange fiber, an ingredient that was the object of study in the second chapter. The second chapter reports a study that aimed to compare the effects of two orange fiber inclusions (1 and 3%), in comparison with negative control food (without addition of fiber source) and two positive controls, represented by the inclusion of 3% of beet pulp or 1% purified inulin, totaling five extruded dog food. Food was tested on 40 adult dogs and digestibility was determined by the total feces collection method. Freshly eliminated feces were collected for pH analysis and fermentation products. Gastrointestinal transit time was determined using plastic markers. The study followed a randomized block design, with 4 blocks of 10 dogs, 2 dogs per feed in each block totaling 8 dogs per feed. The results were submitted to analysis of variance, when differences were obtained in Test F, means were compared by Tukey's test ($P < 0.05$). It was possible to identify that diets with 1 and 3% orange fiber showed a significant increase in the production of volatile fatty acids, total short-chain fatty acids, acetic acid and butyric acid compared to control ($P < 0.05$). Faeces with higher water content were from animals that received the 3% Orange Fiber treatment, and the same food was the one that presented the highest consumption of FDT. The 3% Orange Fiber and 3% Beet Pulp treatments showed less digestibility of dry matter, organic matter and crude protein. There was no significant difference in fecal score and gastrointestinal transit time between treatments. The results, regarding the digestibility of nutrients, water content in feces and production of short-chain fatty acids (AGCC) in feces were similar to those obtained by other studies that evaluated the effects of fiber sources on dog food. The present dissertation concluded that the use of orange fiber increases the production of AGCC and water content in feces, therefore, is a good source of fibers in the feeding of dogs.

Keywords: nutrition, microbiota, prebiotic, volatile fatty acids, intestinal activity.

LISTA DE ABREVIATURAS

AHF: Acid Hydrolysis Fat
BCFA: Branched chain fatty acids
BP: Beet pulp (treatment)
CF: Crude fiber
CO: Control (treatment)
CP: Crude protein
DM: Dry matter
DMRT: Digesta mean retention time
FOS: fructooligosaccharide
GE: Gross energy
IN: Inulin (treatment)
MRR: Marker recovery rate
NNE: non-nitrogen extract
OF: Orange fiber
OF1: 1% Orange fiber (treatment)
OF3: 3% Orange fiber (treatment)
OM: Organic matter
SCFA: Short chain fatty acids
TDF: Total dietary fiber
TIF: Total insoluble fiber
TSF: Total soluble fiber

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

	Página
FIGURE 1 Anatomy of the orange in equatorial section	8
FIGURE 2 Mechanism for obtaining orange fiber	9
TABLE 1 Analyzed chemical composition of fiber sources	42
TABLE 2 Ingredient composition of the experimental formulations with different fiber sources to dogs	43
TABLE 3 Analyzed chemical composition of dog food diets, % DM-basis	44
TABLE 4 Nutrient intake, coefficient of total tract apparent digestibility (CTTAD), and metabolizable energy content of experimental diets for dogs with different sources of fiber	45
TABLE 5 Faecal production, faecal traits and digesta mean retention time of dogs fed with different sources of fiber	46
TABLE 6 Lactic acid, pH, faecal ammonia and volatile fatty acids (VFA) concentrations of dogs fed diets with different sources of fiber	47

CAPÍTULO 1

CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUCTION

Fibers are commonly used in commercial dry dog and cat foods due to their several important physiological functions such as improvement of gastrointestinal health and function (MARIA et al., 2017), stool consistency (DE GODOY et al., 2013; LOUREIRO et al., 2017), alterations on digesta mean retention time (LOUREIRO et al., 2017), reduction on nutrient digestibility and the energy value of the food (KAWAUCHI et al., 2011), promotion of satiety and hairball control in cats (LOUREIRO et al., 2014).

Due to these functions, fibers are widely used as adjuvants in the treatment of gastrointestinal disorders. To support gastrointestinal health, soluble and fermentable fibers may be more adequate. Soluble fiber may be more fermentable, supplying more energy to saccharolytic microbiota inducing higher production of several fermentation products that are relevant to gut health. Among them higher butyrate and acetate may result in better nutrient and energy supply to colonocytes and enterocytes, allowing better development of the intestinal mucosa, reducing inflammation and increasing local and systemic immunity (ASWHWAR et al., 2016; BIRD et al., 2007; BIRT et al., 2013; BROUNS et al., 2002; de SOUZA THEODORO, 2019; MARIA, 2017; PEIXOTO et al., 2018; SCHEPPACH et al., 1994; ZAMAN & SARBINI et al., 2016).

Brazil is the biggest orange producer of the world, yielding in 2017 approximately 17,459,809 tons of this fruit (IBGE, 2018). Great part of this production is intended to orange juice manufacture for exportation. In 2018, approximately 1,083,032 tons of orange juice were exported, raising a total of around 2 billion dollars to the country (CITRUS-BR, 2018). In the context of the modern agriculture, sustainable disposal of co-products are very relevant, so along the years several uses of the citrus pulp, generated after juice is squeezed, was developed, standing out the production of the citrus pulp pellet, largely used as feedstuff for cattle where it can contribute to a reduction on production costs (BAMPIDIS & ROBINSON, 2006). Recently, a special co-product rich in soluble fiber was developed from the orange bagasse: the orange fiber. This product was preliminary tested in one PhD Thesis of our laboratory, with promising results. The mechanism for obtaining orange fiber and its composition will be discussed over the next

chapters.

Soluble and fermentable fiber sources usually are expensive. Companies may use the strategy to include in formulations co-products with some proportion of soluble fibers. Nowadays the most common ingredient used for this purpose is beet pulp, with approximately 24% of soluble fibers (CALABRÒ et al., 2013). Purified sources are also used, including several gums like psyllium gum, as well as many prebiotic fibers as fructooligosaccharide (FOS) and mannoooligosaccharide. FOS is a soluble fiber extracted from vegetables (eg, *Cichorium intybus L*), several studies in dogs characterized this prebiotic, showing its effects on altering gut bacteria and fermentation products (FLAM et al., 2001; FULLER et al., 2016; HESTA et al., 2000; MENSINK et al., 2015; MÜLLER et al., 2018).

Taking this in consideration, the present Dissertation studied the effects of orange fiber, a semi-purified soluble source of fiber and compared it with beet pulp and FOS on nutrient digestibility, fermentation products on feces, and gastrointestinal transit time of dogs.

CONCLUSIONS

Orange fiber included on diets for dogs was fermentable, increasing the apparent digestibility of dietary fiber and the lactate and short-chain fatty acid on feces. It shown be more fermentable than beet pulp and inulin, increasing the fecal concentration of butyrate.

Acknowledgments

The authors gratefully acknowledge financial support from the CAPES (Brazil) and Citrosuco-BR.

Declaration of interest statement

No potential competing interest was reported by the authors

7. REFERENCES

- ALEXANDER, C., CROSS, T. W. L., DEVENDRAN, S., NEUMER, F., THEIS, S., RIDLON, J. M., SUCHODOLSKI, J. S., GODOY, M. R. C., SWANSON, K. S. Effects of prebiotic inulin-type fructans on blood metabolite and hormone concentrations and faecal microbiota and metabolites in overweight dogs. *British Journal of Nutrition*, 120(6), 711-720. 2018
- AACC. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. The definition of dietary fibre. *Cereal foods World*, v. 46, p. 112-126, 2001.
- ALLEN, S. E.; FAHEY, JR. G. C.; CORBIN, J. E.; PUGH, J. L.; FRANKLIN R. A.: Evaluation of by-product feedstuffs as dietary ingredients for dogs. *Journal of Animal Science* 53, 1538. 1981
- AOAC. Official Methods of Analysis. 16th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Washington, DC. 1995.
- ASTÓ, E., MÉNDEZ, I., AUDIVERT, S., FARRAN-CODINA, A., & ESPADALER, J. The efficacy of probiotics, prebiotic inulin-type fructans, and synbiotics in human ulcerative colitis: a systematic review and meta-analysis. *Nutrients*, 11(2), 293. 2019
- BAMPIDIS, V.A.; ROBINSON, P.H. Citrus by-products as ruminant feeds: a review. *Animal Feed Science and Technology*, v.128, p.175-217, 2006.
- BROUNS, F.; KETTLITZ, B.; ARRIGONI, E. Resistant starch and “the butyrate revolution”. *Trends in Food Science & Technology*, 13(8), pp.251-261. 2002.
- BURKHALTER, T. M.; MERCHEN, N. R.; BAUER, L. L.; MURRAY, S. M.; PATIL, A. R.; BRENT, J. L.; FAHEY, G. C.: The ratio of insoluble to soluble fibre components in soybean hulls affects ileal and total-tract nutrient digestibilities and faecal characteristics of dogs. *Journal of nutrition* 131, 1978-1985. 2001
- BURROWS, C. F., KRONFELD, D. S., BANTA, C. A., & MERRITT, A. M. Effects of fiber on digestibility and transit time in dogs. *The journal of nutrition*, 112(9), 1726-1732. 1982
- CALABRÓ, S., CARCIOFI, A.C., MUSCO, N., TUDISCO, R., GOMES, M.O. AND CUTRIGNELLI, M.I. Fermentation characteristics of several carbohydrate sources for dog diets using the in vitro gas production technique. *Italian Journal of Animal Science*, 12(1), p.e4. 2013.
- CARCIOFI, A. C.; TAKAKURA, F. S.; DE_OLIVEIRA, L. D.; TESHIMA, E.; JEREMIAS, J. T.; BRUNETTO, M. A.; PRADA, F. Effects of six carbohydrate sources on dog diet digestibility and post_prandial glucose and insulin response. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, v. 92, n. 3, p. 326-336, 2008.

CHEN, Y., XU, C., HUANG, R., SONG, J., LI, D., & XIA, M. Butyrate from pectin fermentation inhibits intestinal cholesterol absorption and attenuates atherosclerosis in apolipoprotein E-deficient mice. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 56, 175-182. 2018

CITRUS-BR, 2018. Associação Nacional dos Exportadores de Sucos Cítricos. Disponível em: <http://www.citrusbr.com/mercadoexterno/?me=01> (acessado em 13/04/2019).

COLE, J. T.; FAHEY, G. C.; MERCHEN, N. R.; PATIL, A. R.; MURRAY, S. M.; HUSSEIN, H. S.; BRENT, J. L. Soybean hulls as a dietary fibre source for dogs. *Journal of animal Science* 77, 4, 917-924. 1999

CUI, J., LIAN, Y., ZHAO, C., DU, H., HAN, Y., GAO, W., ... & ZHENG, J. Dietary fibers from fruits and vegetables and their health benefits via modulation of gut microbiota. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 18(5), 1514-1532. 2019

DE GODOY, M. R., KERR, K. R., & FAHEY JR, G. C. Alternative dietary fiber sources in companion animal nutrition. *Nutrients*, 5(8), 3099-3117. 2013.

DE SOUZA THEODORO, S.; PUTAROV, T.C.; TIEMI, C.; VOLPE, L.M.; DE OLIVEIRA, C.A.F.; DE ABREU GLÓRIA, M.B.; CARCIOFI, A.C. Effects of the solubility of yeast cell wall preparations on their potential prebiotic properties in dogs. *PloS one*, 14(11). 2019.

DESAI, M. S., SEEKATZ, A. M., KOROPATKIN, N. M., KAMADA, N., HICKEY, C. A., WOLTER, M., ... & YOUNG, V. B. A dietary fiber-deprived gut microbiota degrades the colonic mucus barrier and enhances pathogen susceptibility. *Cell*, 167(5), 1339-1353. 2016

DIEZ, M.; HORNICK, J.L.; BALDWIN, P.; VAN EENAEME, C.; ISTASSE, L. The influence of sugar-beet fibre, guar gum and inulin on nutrient digestibility, water consumption and plasma metabolites in healthy Beagle dogs. *Research in Veterinary*; 64, 91-96, 1998.

DONOHUE, D. R., GARGE, N., ZHANG, X., SUN, W., O'CONNELL, T. M., BUNGER, M. K., & BULTMAN, S. J. The microbiome and butyrate regulate energy metabolism and autophagy in the mammalian colon. *Cell metabolism*, 13(5), 517-526. 2011

EARLE, K. E., KIENZLE, E., OPITZ, B., SMITH, P. M., & MASKELL, I. E. Fiber affects digestibility of organic matter and energy in pet foods. *The Journal of nutrition*, 128(12), 2798S-2800S. 1998

EASTWOOD, M. A.; ANDERSON, R.; MITCHELL, W. D.; ROBERTSON, J.; POCOCK, S. A method to measure the adsorption of bile salts to vegetable fibre of different water holding capacity. *Journal of Nutrition* 1006, 1429-1432. 1976

FAHEY, JR. G. C.; MERCHEN, N. R.; CORBIN, J. E.; HAMILTON, A. K; SERBE, K. A.; LEWIS, S. M.; HIRAKAWA, D. A. Dietary fibre for dogs: III. Effects of beet pulp and oat fibre additions to dog diets on nutrient intake, digestibility, metabolizable energy, and digesta mean retention time. *Journal of Animal Science* 70, 1169-1174, 1992.

FISCHER, M. M.; KESSLER, A. M.; DE Sç, L. R. M.; VASCONCELLOS, R. S.; FILHO, F. R.; NOGUEIRA, S. P.; OLIVEIRA, M. C. C.; CARCIOFI, A. C. Fiber fermentability effects on energy and macronutrient digestibility, fecal traits, postprandial metabolite responses, and colon histology of overweight cats. *Journal of animal science*, v. 90, n. 7, p. 2233-2245, 2012

HALLMAN, J. E., REINHART, G. A., WALLACE, E. A., MILLIKEN, A., & CLEMENS, E. T. Colonic mucosal tissue energetics and electrolyte transport in dogs fed cellulose, beet pulp or pectin/gum arabic as their primary fiber source. *Nutrition Research*, 16(2), 303-313. 1996

HESTA, M; JANSSENS, G. P. J.; DEBRAEKELEER, J.; DE WILDE, R. The effect of oligofructose and inulin on faecal characteristics and nutrient digestibility in healthy cats. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, v. 85, n. 5-6, p. 135-141, 2001.

HOFFMAN, J. D., YANCKELLO, L. M., CHLIPALA, G., HAMMOND, T. C., MCCULLOCH, S. D., PARIKH, I., ... & LIN, A. L. Dietary inulin alters the gut microbiome, enhances systemic metabolism and reduces neuroinflammation in an APOE4 mouse model. *PloS one*, 14(8), e0221828. 2019

KAWAUCHI, I. M., SAKOMURA, N. K., VASCONCELLOS, R. S., DE-OLIVEIRA, L. D., GOMES, M. O. S., LOUREIRO, B. A., & CARCIOFI, A. C. Digestibility and metabolizable energy of maize gluten feed for dogs as measured by two different techniques. *Animal feed science and technology*, 169(1-2), 96-103. 2011

KRITCHEVSKY, D. Binding of bile salts in vitro by non-nutritive fiber. *Journal of Nutrition* 104, 458-60. 1974.

KRÖGER, S., VAHJEN, W., & ZENTEK, J. Influence of lignocellulose and low or high levels of sugar beet pulp on nutrient digestibility and the fecal microbiota in dogs. *Journal of Animal Science*, 95(4), 1598-1605. 2017.

LOUREIRO, B. A., SEMBENELLI, G., MARIA, A. P., VASCONCELLOS, R. S., SÁ, F. C., SAKOMURA, N. K., & CARCIOFI, A. C. Sugarcane fibre may prevents hairball formation in cats. *Journal of nutritional science*, 3. 2014.

LOUREIRO, B. A.; SAKOMURA, N. K.; VASCONCELLOS, R. S.; SEMBENELLI, G.; GOMES, M. D. O. S.; MONTI, M.; MALHEIROS, E.B; KAWAUCHI, I.M.; CARCIOFI, A. C. Insoluble fibres, satiety and food intake in cats fed kibble diets. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 101(5), 824-834. 2017.

MAKKI, K., DEEHAN, E. C., WALTER, J., & BÄCKHED, F. The impact of dietary fiber on gut microbiota in host health and disease. *Cell host & microbe*, 23(6), 705-715. 2018.

MARIA A.P.J., AYANE L., PUTAROV T.C., LOUREIRO B.A., NETO B.P., CASAGRANDE M.F., GOMES M.O.S., GLÓRIA M.B.A., CARCIOFI A.C. The effect of age and carbohydrate and protein sources on digestibility, fecal microbiota, fermentation products, fecal IgA, and immunological blood parameters in dogs. *J Anim Sci*. 2017; 95(6): 2452-2466. doi: 10.2527/jas.2016.1302. 2017.

MIDDELBOS, I. S., FASTINGER, N. D., & FAHEY JR, G. C. Evaluation of fermentable oligosaccharides in diets fed to dogs in comparison to fiber standards. *Journal of animal science*, 85(11), 3033-3044. 2007.

MISTRY, R. H., GU, F., SCHOLS, H. A., VERKADE, H. J., & TIETGE, U. J. Effect of the prebiotic fiber inulin on cholesterol metabolism in wildtype mice. *Scientific reports*, 8(1), 1-8. 2018

MONTI, Mariana. Fibra para cães: efeitos sobre o processo de extrusão, digestibilidade, fermentação microbiana, tempo de retenção intestinal e palatabilidade de rações para cães. Repositório Institucional Unesp. 2015.

MUSCO, N. Role of Soluble and Insoluble Polysaccharides in Omnivore and Carnivores Nutrition: A Review. *Journal of Nutritional Ecology and Food Research* 1(4), 247-261. 2013.

PANASEVICH, M. R., KERR, K. R., DILGER, R. N., FAHEY, G. C., GUÉRINDEREMAUX, L., LYNCH, G. L., ... & SWANSON, K. S. 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. 2015.

PEIXOTO M.C., RIBEIRO É.M., MARIA A.P., LOUREIRO B.A., DI SANTO L.G., PUTAROV T.C., YOSHITOSHI F.N., PEREIRA G.T., SÁ L.R., CARCIOFI A.C. Effect of resistant starch on the intestinal health of old dogs: fermentation products and histological features of the intestinal mucosa. *Journal of animal physiology and animal nutrition*. 2018.

RÉQUILÉ, M., ALVAREZ, D. O. G., DELANAUD, S., RHAZI, L., BACH, V., DEPEINT, F., & KHORSI-CAUET, H. Use of a combination of in vitro models to investigate the impact of chlorpyrifos and inulin on the intestinal microbiota and the permeability of the intestinal mucosa. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(23), 22529-22540. 2018.

SA, F. C., R. S. VASCONCELLOS, M. A. BRUNETTO, F. O. ROBERTI FILHO, M. O. S. GOMES, AND A. C. CARCIOFI. Enzyme use in kibble diets formulated with wheat bran for dogs: effects on processing and digestibility. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)* 97(Suppl. 1):51- 59. 2011

SCHEPPACH, W. Effects of short chain fatty acids on gut morphology and function. *Gut*, 35(1 Suppl), pp.S35-S38, 1994.

SUNVOLD, G. D., HUSSEIN, H.S.; FAHEY, G.C. Jr.; MERCHEN, N. R.; REINHART, G.A. In vitro fermentation of cellulose, beet pulp, citrus pulp, and citrus pectin using fecal inoculum from cats, dogs, horses, humans, and pigs and ruminal fluid from cattle. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 73, p. 3639 - 3648, 1995.

SWANSON, K. S.; GRIESHOP, C. M.; FLICKINGER, E. A.; MERCHEN, N. R.; FAHEY Jr., G. C. Effects of supplemental fructooligosaccharides and mannanoligosaccharides on colonic microbial populations, immune function and fecal odor components in the canine. *Journal of Nutrition*, v. 132, p. 1717–1719, 2002.

TOPPING, D. L., & CLIFTON, P. M. Short-chain fatty acids and human colonic function: roles of resistant starch and nonstarch polysaccharides. *Physiological reviews*. 2001

VANDEPUTTE, D., FALONY, G., VIEIRA-SILVA, S., WANG, J., SAILER, M., THEIS, S., ... & RAES, J. Prebiotic inulin-type fructans induce specific changes in the human gut microbiota. *Gut*, 66(11). 2017.

VIDELA, S., VILASECA, J., ANTOLÍN, M., GARCÍA-LAFUENTE, A., GUARNER, F., CRESPO, E., ... & MALAGELADA, J. R. Dietary inulin improves distal colitis induced by dextran sodium sulfate in the rat. *The American journal of gastroenterology*, 96(5), 1486-1493. 2001.

ZENTEK, J. Cellulose, pectins and guar gum as fibre sources in canine diets. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 76(1 - 5), 36-45. 1996.