

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 18/06/2019.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**FONTES PROTEICAS DE ORIGEM VEGETAL SOBRE O
PROCESSO DE EXTRUSÃO E A DIGESTIBILIDADE
APARENTE DE DIETAS PARA CÃES**

**Francine Mendes Peres
Zootecnista**

2018

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**FONTES PROTEICAS DE ORIGEM VEGETAL SOBRE O
PROCESSO DE EXTRUSÃO E A DIGESTIBILIDADE
APARENTE DE DIETAS PARA CÃES**

Francine Mendes Peres

Orientador: Prof. Dr. Aulus Cavalieri Carciofi

Co-orientadora: Profa. Dra. Thaila Cristina Putarov

**Dissertação apresentada à Faculdade
de Ciências Agrárias e Veterinárias
Unesp, Campus de Jaboticabal, como
parte das exigências para a obtenção do
título de Mestre em Zootecnia**

2018

Peres, Francine Mendes
P437e Efeito de diferentes fontes proteicas de origem vegetal sobre o
processo de extrusão e a digestibilidade aparente de dietas para cães
/ Francine Mendes Peres. -- Jaboticabal, 2018
xv, 57 p. : il. ; 29 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2018
Orientador: Aulus Cavalieri Carciofi
Coorientadora: Thaila Cristina Putarov
Banca examinadora: Ananda Portella Félix, Fabiano Cesar Sá
Bibliografia

1. Concentrado proteico de soja. 2. Isolado proteico de soja. 3.
Propriedades funcionais. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636..084:636.7

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP
Campus de Jaboticabal/SP - Karina Gimenes Fernandes - CRB 8/7418



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: FONTES PROTEICAS DE ORIGEM VEGETAL SOBRE O PROCESSO DE EXTRUSÃO E A DIGESTIBILIDADE APARENTE DE DIETAS PARA CÃES


AUTORA: FRANCINE MENDES PERES

ORIENTADOR: AULUS CAVALIERI CARCIOFI

COORIENTADORA: THAILA CRISTINA PUTAROV

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em ZOOTECNIA, pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. AULUS CAVALIERI CARCIOFI
Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária / FCAV / UNESP - Jaboticabal


Pesquisador Dr. FABIANO CESAR SÁ
Companion Animal Nutritionist, Wenger Service Team / Valinhos/SP


Profa. Dra. ANANDA PORTELLA FÉLIX
Departamento de Zootecnia / Universidade Federal do Paraná / Curitiba/PR

Jaboticabal, 18 de junho de 2018

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

FRANCINE MENDES PERES filha de Carlos Sales Peres e Vera Lúcia Mendes Peres, nasceu em 13 de agosto de 1990, em São Bernardo do Campo, São Paulo, Brasil. Em 2009, ingressou na graduação em Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Jaboticabal e graduou-se em julho de 2015. Foi bolsista da CAPES durante período sanduíche na Universidade Montpellier SupAgro - FR (2013-2014). Realizou estágio na Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse - FR na área nutrição de cães e gatos (2014). Em março de 2016, iniciou o mestrado em Zootecnia pela mesma instituição, onde obteve bolsa pelo CNPq sob a supervisão do Prof. Dr. Aulus Cavalieri Carciofi.

“A vida virtuosa é aquela inspirada pelo
amor e guiada pelo conhecimento”
(Bertrand Russell)

DEDICATÓRIA

Aos meus pais e a minha irmã pelas oportunidades que me levaram até esse momento, pela confiança e pelo amor. Aos meus amigos por compartilharem seu amor e suas experiências comigo, o que me permite ser uma pessoa melhor a cada dia. Ao Professor Aulus Cavalieri Carciofi e toda sua equipe pelos ensinamentos e por todas as oportunidades que me deu. A todos aqueles que passaram por mim e que alimentaram a minha alma de sentimentos bons, dedico.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Vera e Carlos, por todo amor e confiança. Por sempre me apoiarem e me incentivarem. Por passarem privações para me dar o melhor possível. Por compreenderem minhas ausências.

Ao Prof. Dr. Aulus Cavalieri Carciofi e à todos os pós graduandos, estagiários e funcionários que formam a equipe do LabNutri, pelos ensinamentos, paciência e companheirismo. Agradeço por sermos uma equipe unida, sempre capaz de se divertir mesmo em momentos difíceis.

Aos meus amigos com os quais compartilhei ótimos momentos durante todos esses anos. Agradeço em especial à Mayara, Camila, Peterson, Bolo, Lisa e à republica Madalena e agregados por se fazerem sempre presentes, por todos os momentos de descontração e pelas diversas reflexões sobre a vida.

Ao Gustavo Rezende Machado, pelo carinho, respeito, apoio e constante ensinamento.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV, pela infraestrutura e pelo ensino, por me fornecerem uma formação acadêmica de excelente qualidade e de oportunidades.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela bolsa de estudo (132888/2016-5), sem a qual eu não teria condições de realizar o mestrado.

À Archer Daniels Midland Company - ADM, pelo suporte financeiro para execução desta pesquisa e a Melissa Maionchi de Oliveira pela contribuição técnica e pela paciência..

À Affinity Petcare, pelo apoio financeiro e técnico ao Laboratório de Pesquisa em Nutrição e Doenças Nutricionais de Cães e Gatos da FCAV/UNESP, campus de Jaboticabal.

À Manzoni pela doação da extrusora (modelo Mex-250), que possibilitou o desenvolvimento desse estudo.

SUMÁRIO

CERTIFICADO DA COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS.....	x
LISTAS DE ABREVIATURAS	xiii
LISTA DE TABELAS	xiv
LISTA DE FIGURAS	xiv
CAPITULO 1 – Considerações Gerais	1
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1. Características e processo de obtenção do concentrado proteico de soja e do isolado proteico de soja.....	2
2.2. Características e processo de obtenção do glúten de milho 60%.....	4
2.3. Características e processo de obtenção da farinha de vísceras de frango.....	6
2.4. Comportamento dos ingredientes proteicos de origem vegetal durante o processo de extrusão.....	7
2.5. Uso de proteínas de origem vegetal na alimentação de cães.....	10
3. JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS.....	12
4. REFERENCIAS.....	12
 CAPÍTULO 2 - Vegetable protein sources on extrusion parameters and digestibility of dog diets.....	 17
INTRODUCTION	21
MATERIAL AND METHODS.....	22
RESULTS	27
DISCUSSION.....	30
CONCLUSION	34
LITERATURE CITED	34

CERTIFICADO DA COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS



CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto intitulado “**Características reológicas, macroestrutura dos extrusados e digestibilidade de alimentos para cães formulados com proteína concentrada de soja**”, protocolo nº 6.184/16, 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 junho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da 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 04 de maio de 2016.

Vigência do Projeto	11/06/2016 a 02/07/2016
Espécie / Linhagem	Canina / Beagle
Nº de animais	30
Peso / Idade	12kg / 4 anos
Sexo	Machos e fêmeas
Origem	Animais do Laboratório de Pesquisa em Nutrição e Doenças Nutricionais de Cães e Gatos "Prof. Dr. Flávio Prada" – Unesp Jaboticabal

Jaboticabal, 04 de maio de 2016.


Prof.ª Dr.ª Lizandra Amoroso
 Coordenadora – CEUA

Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias
 Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n - 14884-900 - Jaboticabal - SP - Brasil
 tel 16 3209 2600 fax 3202 4275 www.fcav.unesp.br

FONTES PROTEICAS DE ORIGEM VEGETAL SOBRE O PROCESSO DE EXTRUSÃO E A DIGESTIBILIDADE APARENTE DE DIETAS PARA CÃES

RESUMO – O presente estudo avaliou a substituição da fonte proteica farinha de vísceras de frango (FVF) por diferentes inclusões de concentrado proteico de soja (CPS), isolado proteico de soja (IPS) e glúten de milho 60% (GM) sobre as características de extrusão, macroestrutura dos kibbles e digestibilidade dos nutrientes em alimentos para cães. Dois estudos foram realizados, o primeiro avaliou os efeitos dessas matérias primas sobre o processo de extrusão e a formatação e características dos kibbles. O segundo experimento utilizou cães para avaliar a digestibilidade de dietas contendo as fontes proteicas do estudo. O primeiro estudo seguiu delineamento inteiramente casualizado com 10 tratamentos (dietas), a dieta de controle com apenas FVF e 9 dietas teste formuladas pela substituição de 20%, 40% e 60% da proteína da dieta por CPS, IPS ou GM. O segundo estudo seguiu delineamento inteiramente casualizado com quatro dietas e seis animais por dieta, totalizando 24 cães. As dietas selecionadas para o segundo estudo foram: a dieta FVF e as dietas com os maiores teores de substituição da proteína da dieta pelas fontes de origem vegetal: CPS60%; IPS60% e GM60%. No primeiro estudo, quando diferenças foram detectadas pelo teste F da ANOVA, os efeitos dos níveis de substituição de cada ingrediente proteico foram comparados por contrastes polinomiais. No segundo estudo, quando diferenças foram detectadas na ANOVA, as comparações múltiplas das médias foram realizadas pelo teste de Tukey. Os valores de $P < 0,05$ foram considerados significativos. Com base nos resultados observados, devido as propriedades funcionais das proteínas da soja, a inclusão crescente de CPS promoveu aumento linear do desenvolvimento de viscosidade e da transferência de energia mecânica específica (EME), que aumentou de 17.1 kW-h/ton para FVF para 24.9 kW-h/ton com 60% de substituição da proteína da dieta por CPS ($P < 0.001$), e foi em média 30% superior quando comparado ao IPS e 40% quando comparado ao GM ($P < 0.001$). O IPS transferiu EME à massa de forma quadrática ($P < 0.001$), contribuindo com o processo de extrusão apenas a partir da substituição de 40% da proteína da dieta por IPS, provavelmente devido ao seu intenso tratamento industrial o que pode ter reduzido suas propriedades funcionais. A inclusão de GM não favoreceu o processo de extrusão. O CPS e IPS apresentaram elevada digestibilidade da proteína em cães e semelhantes ($P < 0.001$) a dieta FVF, de 90.6%, 90.9% e 89.0%, respectivamente. A digestibilidade da proteína no tratamento GM demonstrou-se superior a FVF (91.8%; $P < 0.001$). Os resultados encontrados para características das fezes indicam que o CPS ainda contém carboidratos fermentáveis que, quando comparado aos demais tratamentos, reduziram o pH fecal em 8% e aumentaram a umidade fecal em 20% ($P < 0.001$). Em conclusão, os tratamentos contendo CPS e IPS resultaram em aumento da aplicação de EME, da gelatinização do amido e da expansão dos kibbles. As fontes proteicas vegetais CPS, IPS e GM tiveram alta digestibilidade da proteína bruta.

Palavras chave: concentrado proteico de soja, farinha de vísceras de frango, glúten de milho, isolado proteico de soja, propriedades funcionais.

VEGETABLE PROTEIN SOURCES ON EXTRUSION PARAMETERS AND DIGESTIBILITY OF DOG DIETS

ABSTRACT - The present study evaluated the substitution of poultry by-product meal (PBM) by different inclusions of soy protein concentrate (CPS), soy protein isolate (SPI) and corn gluten meal 60 (GM) on the extrusion characteristics, kibble macrostructure and apparent digestibility of dog foods. Two studies were conducted, the first evaluated the raw materials effects on extrusion process and kibble formation and the second experiment used dogs to evaluate the digestibility of diets containing the protein sources under study. The first study followed a completely randomized design with 10 treatments (diets), a control diet with only PBM as the protein source was formulated and 9 test diets formulated by the replacement of 20%, 40% or 60% of the dietary protein by SPC, SPI, or GM. The second study followed a completely randomized design with four diets and six animals per diet, totaling 24 dogs. The diets selected for the second study were: the PBM diet and the diets with the greater substitution of dietary protein by vegetable protein sources: SPC60%; SPI60%; GM60%. For the first study, when differences were detected by the F test, the effects of the inclusion levels of each protein ingredient were compared by polynomial contrasts. For the second study, when significant differences were detected with ANOVA F tests, multiple comparisons of the means were performed using the Tukey test. Based on the observed results, due to the functional properties of the soybean proteins, an increasing inclusion of SPC promoted a linear increase in viscosity development and specific mechanical energy transfer (SME), which increased from 17.1 kW-h/ton for PBM to 24.9 kW-h/ton with 60% of replacement of the dietary protein by SPC ($P<0.001$), and was 30% higher when compared to SPI and 40% higher when compared to GM ($P<0.001$). The SPI transferred SME to the mass in a quadratic form ($P<0.001$), contributing to the extrusion process above of 40% replacement of the diet protein by SPI, probably due to its intense industrial treatment which may have reduced its functional properties. The inclusion of GM did not favor the extrusion process. SPC and SPI showed high protein digestibility for dogs, similar to PBM diet ($P<0.001$), with values of 90.6%, 90.9% and 89.0%, respectively. The protein digestibility of GM treatment was superior to PBM (91.8%; $P<0.001$). The results found for faeces characteristics indicate that SPC still contains fermentable carbohydrates which, when compared to other treatments, lower fecal pH by 8% and increased fecal moisture by 20% ($P<0.001$). In conclusion, the treatments containing SPC and SPI promoted an increased application of SME, starch gelatinization and kibble expansion. The vegetable protein sources SPC, SPI and GM had high digestibility of crude protein.

Key words: corn gluten meal, functional properties, poultry by-product meal, soy protein concentrate, soy protein isolate.

LISTAS DE ABREVIATURAS

CAPITULO 1

CHO – Carboidratos

CPS – Concentrado proteico de soja

EE – Extrato etéreo

FVF – Farinha de vísceras de frango

GM – Glúten de milho 60%

IPS – Isolado proteico de soja

N – Nitrogênio

PB – Proteína bruta

IDP – Índice de dispersibilidade da proteína

CAPITULO 2

CTTAD - Coefficient of total tract apparent digestibility

CF – Crude fat

CP – Crude protein

DM – Dry matter

GM - Corn gluten meal 60

SPI - Soy protein isolate

OM – Organic matter

PBM - Poultry by-product meal

SEM - Standard error of the mean

SME - specific mechanical energy

SPC - Soy protein concentrate

LISTA DE TABELAS

Table 1. Chemical composition and amino acid profile of protein sources used in the study (g/100g of DM).....	43
Table 2. Ingredient composition (% as-fed basis) of the experimental diets for dogs with different inclusions of protein sources.....	44
Table 3. Chemical composition of extruded diets for dogs with different protein sources. Uncoated product, values on dry matter basis.....	46
Table 4. Processing parameters, kibble macrostructure traits, starch gelatinization and in vitro digestibility of extruded dog diets with different inclusions of Soy Protein Concentrate.....	47
Table 5. Processing parameters, kibble macrostructure traits, starch gelatinization and in vitro digestibility of extruded dog diets with different inclusions of Soybean Protein Isolate (SPI).	50
Table 6. Processing parameters, kibble macrostructure traits, starch gelatinization and in vitro digestibility of extruded dog diets with different inclusions of Corn Gluten Meal.	53
Table 7. Effects of different vegetable protein sources on the extrusion parameters and kibbles macrostructure of dog diets. Results of orthogonal polynomial contrasts of three inclusion amounts of each protein source.	54
Table 8. Chemical composition of the extruded diets for dogs with different protein sources. Composition of the finished product, after coating with poultry fat and palatant. Values on dry matter basis.	55
Table 9. Nutrient intake, coefficients of total tract apparent digestibility and metabolizable energy of extruded diets for dogs with different protein sources.	56
Table 10. Feces and urine production and characteristics of dogs fed extruded diets with different protein sources.	57

LISTA DE FIGURAS

CAPITULO 1

- Figura 1. Fluxograma do processo de obtenção dos derivados da soja - Adaptado de Wang (2004). 3
- Figura 2. Fluxograma do processo de obtenção dos derivados do milho - Adaptado de Geraldi (2012). 5
- Figura 3. Fluxograma do processo de obtenção de farinha de vísceras de aves. Adaptado de ABINPET (2017). 6

CAPITULO 2

- Figure 1. Specific mechanical energy as a function of the percent of replacement of the dietary protein by Soy Protein Concentrate: $y = 0.146x + 17.075$; $r^2 = 0.95$; $P < 0.0001$ 48
- Figure 2. Bulk density as a function of the percent of replacement of the dietary protein by Soy Protein Concentrate : $y = 0.0208x^2 - 2.9451x + 422.41$; $r^2 = 0.95$; $P < 0.001$ 48
- Figure 3. Starch gelatinization as a function of the percent of replacement of the dietary protein by Soy Protein Concentrate : $y = 0.1705x + 80.476$; $r^2 = 0.75$; $P = 0.0003$ 49
- Figure 4. Specific mechanical energy as a function of the percent of replacement of the dietary protein by Soy Protein Isolate: $y = 0.0046x^2 - 0.1721x + 17.048$; $r^2 = 0.88$; $P < 0.0001$ 51
- Figure 5. Bulk density as a function of the percent of replacement of the dietary protein by Soy Protein Isolate : $y = - 0.6266x + 414.95$; $r^2 = 0.66$; $P = 0.0003$ 51
- Figure 6. Starch gelatinization as a function of the percent of replacement of the dietary protein by Soy Protein Isolate : $y = 0.0954x + 78.054$; $r^2 = 0.51$; $P = 0.0089$ 52

CAPITULO 1 – Considerações Gerais

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o 2º maior país do mundo em população de cães e gatos (52,2 milhões de cães e 22,1 milhões de gatos) posicionando-se atrás apenas dos Estados Unidos. O setor pet faturou R\$19 bilhões em 2016, crescimento de 5,7% em relação a 2015, sendo 67,6% desse faturamento devido ao segmento de alimentos para animais de estimação. O crescimento do poder aquisitivo da população brasileira gera um aumento na demanda de alimentos industrializados de melhor qualidade, processo denominado *premiunização*. Dessa forma, o crescimento do mercado de *pet food* tem incentivado pesquisas para caracterizar melhor os ingredientes empregados. Os ingredientes proteicos encarecem as formulações das rações, especialmente quando selecionados com base no teor de proteína, digestibilidade e perfil em aminoácidos essenciais.

Alguns ingredientes proteicos de origem animal possuem excesso de matéria mineral, o que leva à diminuição da digestibilidade do alimento, provoca o ressecamento das fezes e eleva o conteúdo de cálcio, fósforo e magnésio do alimento, dificultando a formulação de dietas equilibradas. Devido a estes fatores, é prática comum em alimentos para cães e gatos, usar combinações de ingredientes para se obter adequado equilíbrio de aminoácidos, energia, gordura, minerais e vitaminas. Além de poder facilitar a formulação, as proteínas de origem vegetal também são incorporadas aos alimentos para animais de companhia devido às suas propriedades funcionais dentro do processo de produção. Essa funcionalidade é importante, pois um fator limitante para a inclusão de altos níveis de proteína nas dietas é a dificuldade de se processar alimento com elevada inclusão de farinhas de origem animal nos equipamentos de extrusão de rosca simples, os mais representados na indústria pet food.

Dentre esses ingredientes, destacam-se os derivados de soja e milho, devido à sua disponibilidade comercial constante, qualidade nutricional estável e bom perfil de aminoácidos, com destaque para os teores de fenilalanina e, nos grãos de soja, de triptofano. Adicionalmente, o Brasil é o segundo maior produtor de soja e o terceiro maior produtor de milho do mundo, com grande potencial de produção destas matérias primas especializadas. Dessa forma, esse estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da substituição da fonte proteica farinha de vísceras de

frango pelas fontes de proteína de origem vegetal concentrado proteico de soja, isolado proteico de soja e glúten de milho 60 sobre as características de extrusão, macroestrutura dos *kibbles* e digestibilidade aparente dos nutrientes em alimentos para cães.

3. JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS

A partir das informações levantadas foi possível verificar escassez de dados em relação ao comportamento das proteínas de origem vegetal durante o processo de extrusão. Verifica-se, adicionalmente, que estudos sobre CPS, IPS e GM quanto à digestibilidade e formação de fezes em cães são muito restritos, justificando comparações entre estas proteínas de origem vegetal e a FVF. Dessa forma, a presente dissertação teve como objetivo avaliar os efeitos da substituição da fonte proteica FVF pelas fontes de proteína de origem vegetal CPS, ISP e GM sobre as características de extrusão, macroestrutura dos *kibbles* e digestibilidade aparente dos nutrientes de alimentos para cães.

4. REFERENCIAS

ABINPET. (2017) Manual Pet Food do Brasil. 9 ed. p.162-163.

Añón MC, Sorgentini DA, Wagner JR (2001) Relationships between different hydration properties of commercial and laboratory soybean isolates. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** 49:4852-4858.

Bednar GE, Murray SM, Patil AR, Flickinger EA, Merchen NR, Fahey JR GC (2000) Selected animal and plant protein sources affect nutrient digestibility and fecal characteristics of ileally cannulated dogs. **Archives of Animal Nutrition** 53:127-140.

Bian Y, Myers DJ, Dias K, Lihono MA, Wu S, Murphy PA (2003) Functional properties of soy protein fractions produced using a pilot plant-scale process. **Journal of the American Oil Chemists' Society** 80:545-549.

Brown WY (2009) Nutritional and ethical issues regarding vegetarianism in the domestic dog. **Recent Advances in Animal Nutrition** 17:137-143.

Carciofi AC, Pontieri R, Ferreira CF, Prada F (2006) Avaliação de dietas com diferentes fontes protéicas para cães adultos. **Revista Brasileira de Zootecnia** 35:754-760.

Carciofi AC, Takakura FS, De-Oliveira LD, Teshima E, Jeremias JT, Brunetto MA, Prada F (2008) Effects of six carbohydrate sources on dog diet digestibility and post-prandial glucose and insulin response. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition** 92:326-336.

Carvalho NM, Nakagawa J (2000) **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 588p.

Cheftel JC (1989) Extrusion cooking and food safety, In: Mercier, C., Linko, P, Harper, JM (Eds) **Extrusion Cooking**. St. Paul : American Association of Cereal Chemists p. 435-461.

Damodaran S (1988) Refolding of thermally unfolded soy proteins during the cooling regime of the gelation process: effect on gelation. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** 36:262-269.

Faller JY, Klein BP, Faller JF (1999) Acceptability of extruded corn snacks as affected by inclusion of soy protein. **Journal of Food Science** 64:185-188.

Felix AP, Carvalho MP, Alarca LG, Brito CBM, Oliveira SG, Maiorka A (2012) Effects of the inclusion of carbohydrases and different soybean meals in the diet on palatability, digestibility and faecal characteristics in dogs. **Animal Feed Science and Technology** 174:182-189.

Felix AP, Rivera NLM, Sabchuk TT, Lima DC, Oliveira SG, Maiorka A (2013) The effect of soy oligosaccharide extraction on diet digestibility, faecal characteristics, and intestinal gas production in dogs. **Animal Feed Science and Technology** 184:86-93.

Fellows PJ (2009) **Food Processing Technology: Principles and Practice**. 3 ed. Elsevier, 928p.

Ferrolí PCM, Fiod Neto M, Casarotto Filho N, Castro JEE (2000) Fábricas de subprodutos de origem animal: a importância do balanceamento das cargas dos digestores de vísceras. **Production** 10:05-20.

Funaba M, Oka Y, Kobayashi S, Kaneko M, Yamamoto H, Namikawa K, Iriki T, Hatano Y, Abe M (2005) Evaluation of meat meal, chicken meal, and corn gluten meal as dietary sources of protein in dry cat food. **Canadian Journal of Veterinary Research** 69:299.

Geraldi CAQ, Pereira NC, Frare LM, Klassen T (2012) Análise econômico-financeira de um novo processo de produção de derivados de milho. **Engevista** 14:185-195.

Guy R (2001) Extrusion cooking: technologies and applications. In: RIAZ M. N. **Selecting the right extruder**. Woodhead publishing. p.29-50.

Hermansson AM (1979) Methods of studying functional characteristics of vegetable proteins. **Journal of the American Oil Chemists' Society** 56:272-279.

Hettiarachchy NS, Ziegler GR (1994) **Protein functionality in food systems**. CRC Press.

Hill DA, Pas D (2004). Alternative proteins in companion animal nutrition. In Pet Food Association of Canada Fall Conf., Toronto, Ontario.

Hymowitz T, Collins FI, Panczner J, Walker WM (1972) Relationship Between the Content of Oil, Protein, and Sugar in Soybean Seed 1. **Agronomy Journal** 64:613-616.

Johnson ML, Parsons CM, Fahey GC, Merchen NR, Aldrich CG (1998) Effects of species raw material source, ash content, and processing temperature on amino acid digestibility of animal by-product meals by cecectomized roosters and ileally cannulated dogs. **Journal of Animal Science** 76:1112-1122.

Johnston SP, Nickerson MT, Low NH (2015) The physicochemical properties of legume protein isolates and their ability to stabilize oil-in-water emulsions with and without genipin. **Journal of Food Science and Technology** 52:4135-4145.

Kawauchi IM (2012) **Valor nutricional e parâmetros de qualidade de subprodutos de origem animal para cães**. Tese (Doutorado em Medicina Zootecnia) - Unesp, Jaboticabal.

Kent NL, EVERS AD (1994) **Technology of cereals**: An introduction for students of food science and agricultural. St Paul: AACC. p. 234-236.

Kinsella JE (1979) Functional properties of soy proteins. **Journal of the American Oil Chemists' Society** 56:242-258.

Lin MJY, Humbert ES, Sosulski FW (1974) Certain functional properties of sunflower meal products. **Journal of Food Science** 39:368-370.

Maria APJ, Ayane L, Putarov TC, Loureiro BA, Neto BP, Casagrande, MF, Gomes MOS, Glória MBA, Carciofi, AC (2017) The effect of age and carbohydrate and protein sources on digestibility, fecal microbiota, fermentation products, fecal IgA, and immunological blood parameters in dogs. **Journal of Animal Science** 95:2452-2466.

Miller RC, Mulvaney S (1990) Unit operations and equipment IV. Extrusion and extruders. **Breakfast cereals and how they are made** p. 135-193.

Molina E, Papadopoulou A, Defaye A, Ledward, DA (2002) Functional properties of soy proteins as influenced by high pressure: Emulsifying. In **Progress in Biotechnology**, p. 557–562.

Moure A, Sineiro J, Domínguez H, Parajó JC (2006) Functionality of oilseed protein products: a review. **Food Research International** 39:945-963.

Oakenfull D, Pearce JOHN, Burley RW (1997) Protein gelation. **Food Science and Technology-New York-Marcel Dekker** p. 111-142.

Oliveira MCC (2016) **Selênio e mucosa intestinal e cozimento do amido, digestibilidade dos nutrientes e produtos de fermentação nas fezes de cães**. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) – Unesp, Jaboticabal.

Rausch KD, Belyea, RL (2006) The future of coproducts from corn processing. **Applied Biochemistry and Biotechnology** 128:47-86.

Riaz MN (2000) **Extruders in food applications**. CRC press.

Riaz MN (2005) Soy applications in foods. In: STRAHM B. **Meat Alternatives**. Florida: Taylor & Francis. p. 135-154.

Rokey GJ, Plattner B, Souza, EM (2010) Feed extrusion process description. **Revista Brasileira de Zootecnia** 39:510-518.

Silva MS, Naves MMV, Oliveira RBD, Leite ODS (2006) Composição química e valor protéico do resíduo de soja em relação ao grão de soja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos** 26:571-576.

Singh, S, Gamlath S, Wakeling L (2007) Nutritional aspects of food extrusion: a review. **International Journal of Food Science & Technology** 42:916-929.

Smith OB (1975) Textured Vegetable Proteins, paper presented at the World Soybean Research Conference, University of Illinois, August, p.3–8.

Sorgentini DA, Wagner JR, Arrese EL, Anon MC (1991) Water imbibing capacity of soy protein isolates: influence of protein denaturation. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** 39:1386-1391.

Sousa IMN, Morgan PJ, Mitchell JR, Harding SE, Hill SE (1996) Hydrodynamic characterization of lupin proteins: Solubility, intrinsic viscosity, and molar mass. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** 44:3018-3021.

Valadares Filho SC, Paulino PVR, Magalhães KA (2006) **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos BR-CORTE**. Viçosa: UFV Suprema Gráfica Ltda,142p.

Wang H, Johnson LA, Wang T (2004) Preparation of soy protein concentrate and isolate from extruded-expelled soybean meals. **Journal of the American Oil Chemists' Society** 81:713-717.

Wiernusz CJ, Shields RG, Van Vlierbergen DJ, Kigin PD, Ballard R (1998) Canine nutrient digestibility and stool quality evaluation of canned diets containing various soy protein supplements. **Veterinary Clinical Nutrition** 2:49-56.

Yamka RM, Kitts SE, True AD, Harmon DL (2004) Evaluation of maize gluten meal as a protein source in canine foods. **Animal Feed Science and Technology** 116:239-248

Yamka RM, Kitts SE, Harmon, DL (2005) Evaluation of low-oligosaccharide and low-oligosaccharide low-phytate whole soya beans in canine foods. **Animal Feed Science and Technology** 120:79-91.

Yao JJ, Wei LS, Steinberg MP (1988) Water-Imbibing Capacity and Rheological Properties of Isolated Soy Proteins. **Journal of Food Science** 53:464-467.

Zuo Y, Fahey JR. GC, Merchen NR, Bajjalieh NL (1996) Digestion responses to low oligosaccharide soybean meal by ileally-cannulated dogs. **Journal of Animal Science** 74:2441-2449.