FATORES INDUSTRIAIS QUE AFETAM A DIGESTIBILIDADE DE ALIMENTOS EXTRUSADOS PARA CÃES E GATOS

MÔNICA ESTELA ZAMBON MERENDA[1], LEONIR BUENO[1], GLORIA M BONFIM[1], JOSIANE A VOLPATO[1] FRANCINE M PERES[2], MARIANA MONTI[2] E RICARDO S VASCONCELLOS[1].

1 Universidade Estadual de Maringá (PPZ-UEM).2 Special Dog Company, Santa Cruz do Rio Pardo, SP.
Contato: mezmerenda@gmail.com

Resumo: Estudou-se a relação entre características da matéria-prima, do processamento industrial e do produto acabado, sobre a digestibilidade *in vitro* de alimentos extrusados para cães e gatos. Para isto registrou-se dados do processamento de 68 amostras de alimentos secos extrusados para cães e gatos. A digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) foi considerada variável dependente para a análise estatística e as demais variáveis medidas de composição e processamento foram considerados variáveis independentes. Estas últimas foram submetidas à análise fatorial comum (AFC) e, posteriormente, agrupadas, segundo a DIVMO, em três *clusters* hierárquicos, sendo: baixa (726 g/kg), média (803 g/kg) e alta (842 g/kg) digestibilidade. Dentre os seis componentes principais (CP) que foram formados, os componentes relacionados à energia térmica (30,13%), taxa de alimentação (20,37%) e à composição bromatológica (11,69%) tiveram maior impacto na DIVMO. Apesar da formulação de alimentos ser baseada na mistura de ingredientes e composição bromatológica para se obter digestibilidade satisfatória, neste estudo ficou evidente a importância do processamento industrial nestes resultados, especialmente da energia térmica.
PalavrasChaves: digestão; multivariada; pet food; processamento.

INFLUENCE OF THE EXTRUSION PROCESS ON IN VITRO DIGESTIBILITY OF COMMERCIAL DOG AND CAT FOOD

Abstract: The relationship between characteristics of the raw material, industrial processing and the finished product was studied,on the *in vitro* digestibility of extruded food for dogs and cats. For this, processing data from 68 samples of extruded dry food for dogs and cats were recorded. The *in vitro* digestibility of organic matter (IVDOM) was considered a dependent variable for statistical analysis and the other variables measured for composition and processing were considered independent variables. The latter were subjected to common factor analysis (AFC) and subsequently grouped, according to IVDOM, into three hierarchical clusters, being: low (726 g/kg), medium (803 g/kg) and high (842 g/kg) digestibility. Among the six main components (CP) that were formed, the components related to thermal energy (30.13%), feeding rate (20.37%) and chemical composition (11.69%) had the greatest impact on IVDOM. Although the food formulation is based on a mixture of ingredients and chemical composition to obtain satisfactory digestibility, in this study the importance of industrial processing in these results, especially thermal energy, was evident.
Keywords: digestion; multivariate; pet food; processing.

Introdução: A extrusão é um processo que aplica na mistura de ingredientes as energias térmica e mecânica, causando transformações estruturais, químicas e nutricionais, como a gelatinização do amido, desnaturação de proteínas e oxidação lipídica (Riaz, 2000; Alam et al., 2015). Em escala industrial, visando manter o padrão constante do alimento extrusado, os parâmetros de processo são constantemente acompanhados, tais como a taxa de expansão, densidade, formato e cor. Porém, sabe-se que as oscilações nas matérias-primas entre lotes, e as variáveis de processo, podem afetar diretamente o aproveitamento nutricional. A digestibilidade é um importante parâmetro nutricional, pois possibilita conhecer o quanto dos nutrientes ingeridos foram absorvidos e também tem relação direta com a qualidade fecal dos animais. Desta forma, o objetivo do presente estudo foi determinar os fatores industriais que afetam a digestibilidade de alimentos para cães e gatos, utilizando-se a digestibilidade *in vitro*.

Material e Métodos: Acompanhou-se o fluxograma de produção de duas linhas de extrusão. Foram coletados dados referentes ao processo e amostras na saída do secador, 68 amostras, referentes a 11 alimentos extrusados diferentes. Cada uma das 68 amostras resultou de um pool de quatro coletas de dados. Os dados de processo foram coletados no condicionador, canhão extrusor e secador, e os dados referem-se a: volume de vapor e água adicionados, taxas de alimentação do condicionador, extrusora e secador; temperaturas do canhão extrusor, pressão, velocidade da rosca e de corte, amperagem do motor, área aberta da matriz e área de vazão, energia mecânica e densidade. Os dados coletados no secador foram as temperaturas máximas e médias e tempo de retenção. As amostras coletadas foram avaliadas quanto à composição química, conforme proposta pela AOAC (1995) e a DIVMO segundo Hervera et al. (2007). Os parâmetros relacionados ao processamento e ao produto acabado foram considerados variáveis independentes, e a DIVMO foi considerada variável dependente. Para estabelecer a relação entre as variáveis, os dados foram submetidos à análise multivariada. Primeiramente, foi realizado à AFC, com método de extração de CP e rotação varimax, teste de Kaiser Meyer Olkin (KMO). Posteriormente, realizou-se análise de agrupamento (*cluster* hierárquico), através do programa Statistical Package for Social Science (SPSS) da IBM Corporation. Nos grupos obtidos pelos *clusters* hierárquicos, aplicou-se análise de variância (ANOVA) seguida pelo teste de Duncan na comparação das médias, considerando 5% de probabilidade.

Resultado e Discussão: Obteve-se melhor arranjo com a combinação das variáveis distribuídas em seis CP, denominados: Energia térmica, produtividade, composição química, digestibilidade, temperatura de processo e energia mecânica, respectivamente. Estes explicam uma variância acumulada de 83,07%, com teste KMO = 0,67, isto significa que os dados

apresentaram-se satisfatórios, as variáveis selecionadas estão ajustadas e a análise de CP é aplicável ao conjunto de dados (Hair et al., 2009; Fávero et al., 2009). A variável dependente DIVMO foi ordenada em 3 *clusters*, os quais foram denominados baixa (726 g/kg), média (803 g/kg) e alta (842 g/kg) digestibilidade. A identificação dos fatores com maior influência na DIVMO, entre as variáveis de cada componente dentro dos *clusters* está representada na Tabela 1. Adição de água e vapor na etapa de condicionador provocaram melhora na digestibilidade dos alimentos, esta adição tem como objetivo aumentar a umidade e a temperatura da massa, favorecendo a hidratação interna dos grânulos de amido aumentando digestibilidade (Riaz, 2000). O aumento da amperagem do motor provocou menor digestibilidade *in vitro*, provocado pela redução no cisalhamento e aumento na fluidez, consequentemente menor cozimento (Tran, 2008).Teores de PB colaboram com maior digestibilidade, o contrário do que ocorre com o EEHA. Quanto maior a adição de gordura na massa menor será a eficiência da transferência de energia mecânica, reduzindo o cozimento do amido, por outro lado a desnaturação das proteínas as torna mais susceptíveis às enzimas digestíveis, aumentando a sua digestibilidade.

PARÂMETRO	GRUPOS			Mean (n=68)	EPM[1]	*P* valor
	G1 Baixa (n= 25)	G2 Média (n=34)	G3 Alta (n=9)			
Digestibilidade *in vitro* da Matéria Orgânica, g/kg	726[c]	803[b]	842[a]	780	6	< 0,0001
CP1- Energia térmica	-0,482[b]	0,194[a]	0,606[a]	0,000	0,121	0,0042
Vapor condicionador, kg/ton	80[b]	84[ab]	89[a]	83	1	0,0137
Vapor total, kg/ton	355	420	452	400	13	0,1426
Água total, kg/ton	270	300	322	292	14	0,4282
CP2- Taxa de alimentação	-0,476[b]	0,350[a]	-0,002[ab]	0,000	0,121	0,0058
Área aberta matriz, mm^2	1685[b]	2799[a]	2353[ab]	2330	172	0,0099
Área vazão, mm^2	194[b]	409[a]	360[a]	323	30	0,0029
Temperatura secagem média, °C	137[a]	123[b]	124[b]	128	2	0,0008
Temperatura secagem máxima, °C	145[a]	135[b]	137[b]	139	1	0,0026
CP3- Composição química	-0,326	0,116	0,467	0,000	0,121	0,0775
Extrato etéreo no produto acabado, g/kg	532[a]	515[ab]	495[b]	519	4	0,0073
Energia bruta no produto acabado, g/kg	4171[b]	4302[a]	4347[a]	4260	19	0,0006
Proteína bruta no produto acabado, g/kg	257[b]	303[a]	318[a]	288	6	< 0,0001
CP4- Digestibilidade da mistura pré extrusão	-0,487[b]	0,286[a]	0,274[a]	0,000	0,121	0,0074
Digestibilidade in vitro da matéria seca, g/kg	685[b]	741[a]	742[a]	721	8	0,0018
Digestibilidade in vitro da matéria orgânica, g/kg	659[b]	725[a]	726[a]	701	8	0,0003
CP5- Temperatura de processo	0,053	0,079	-0,447	0,000	0,121	0,3584
Temperatura camisa máxima, °C	123	121	118	122	1	0,1089
Temperatura camisa média, °C	105	105	103	105	1	0,5229
PC6- Energia mecânica	-0,220[ab]	0,290[a]	-0,485[b]	0,000	0,121	0,0431
Energia mecânica especifica, kJ	17,20[b]	19,60[a]	17,18[b]	18,40	0,38	0,0053
Amperagem motor, ampere	67[a]	66[a]	60[b]	65	1	0,0145

Conclusão: O processamento industrial é um importante determinador da digestibilidade, especialmente considerando o uso da energia térmica e a taxa de alimentação, os quais somados à composição química respondem por 62,19% da variação observada na digestibilidade. Por esta razão, ajustes no processo são fundamentais para obtenção de alimentos de qualidade, demonstrando o caráter multifatorial da extrusão.

Agradecimentos: À Special Dog Company, pela oportunidade oferecida e financiamento do estudo e a CAPES pelo financiamento da bolsa de estudo.

Referências Bibliográficas: Alam, M. S., Kaurb, J., Khairab,H., & Guptab, K. (2015). Extrusion and extruded products: Changes in quality attributes as affected by extrusion process parameters: A Review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. AOAC - Association of Official Analytical Chemistry. 1995. Official methods of analysis. 16th ed. AOAC International, Arlington, VA. Cheftel J.C.1986. Nutritional effects of extrusion cooking. Food Chemical. 20, 263-283. Hervera, M., Baucells, M.D., Blanch, F., Castrillo, C., 2007. Prediction of digestible energy content of extruded dog food by in vitro analyses. Journal of animal physiology and animal nutrition 91, 205-209. https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2007.00693.x. Hair, J.F., Black, W.C., Babin, B.J., Anderson, R.E., Tatham, R.L., 2009. Análise multivariada de dados - 6ed. Bookman. Favero, L. P., Belfiore, P., Silva, F.L., Chan, B.L., 2009. Análise de dados: Modelagem multivariada para tomada de decisões. Elsevier Editora.Riaz, M. N. 2000. Extruders in food applications, In: RIAZ M. N. Introduction to extruders and their principles. CRC Press, p.1-23. Riaz, M.N., 2007. Extruders and Expanders in Pet Food, Aquatic and Livestock Feeds. Agrimedia, Clenze, pp. 400. Tran, Q.D., Hendriks, W.H., Van der Poel, A.F.B., 2008. Effects of extrusion processing on nutrients in dry pet food. J. Sci. Food Agric. 88, 1487–1493. Van Rooijen, C. 2015. Maillard reaction products in pet food. Phd thesis Wageningen University. The Netherlands. 2015.