

# RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 04/03/2024.

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

**RELAÇÃO AMIDO:PROTÉINA E UMIDADE DO ALIMENTO,  
BALANÇO HÍDRICO E SUPERSATURACÃO URINÁRIA  
PARA OXALATO DE CÁLCIO E ESTRUVITA EM GATOS**

**Maria Eduarda Gonçalves Tozato**

Médica Veterinária

**2022**

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

**RELAÇÃO AMIDO:PROTEÍNA E UMIDADE DO ALIMENTO,  
BALANÇO HÍDRICO E SUPERSATURAÇÃO URINÁRIA  
PARA OXALATO DE CÁLCIO E ESTRUVITA EM GATOS**

**Maria Eduarda Gonçalves Tozato**

**Orientador: Prof. Dr. Aulus Cavalieri Carciofi**

Dissertação de mestrado apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Medicina Veterinária (Clínica Médica Veterinária)

T757r

Tozato, Maria Eduarda Gonçalves

Relação amido:proteína e umidade do alimento, balanço hídrico e supersaturação urinária para oxalato de cálcio e estruvita em gatos / Maria Eduarda Gonçalves Tozato. -- Jaboticabal, 2022

59 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientador: Aulus Cavalieri Carciofi

1. Nutrição animal. 2. Clínica médica pesquisa. 3. Urolitíase. 4. Amido. 5. Proteína. 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.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: RELAÇÃO AMIDO:PROTEÍNA E UMIDADE DO ALIMENTO, BALANÇO HÍDRICO E SUPERSATURACÃO URINÁRIA PARA OXALATO DE CÁLCIO E ESTRUVITA EM GATOS

AUTORA: MARIA EDUARDA GONÇALVES TOZATO

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 (Participação Virtual)  
Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária / FCAV UNESP Jaboticabal



Profa. Dra. LIZANDRA AMOROSO (Participação Virtual)  
Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal / FCAV / UNESP - Jaboticabal

PI 

Prof. Dr. MARCELO AUGUSTO MORAES KOURY ALVES (Participação Virtual)  
Centro Universitário de Rio Preto - UNIRP / São José do Rio Preto/SP

PI 

Jaboticabal, 04 de março de 2022

*“Nós, seres humanos, estamos na natureza para auxiliar o progresso dos animais, na mesma proporção que os anjos estão para nos auxiliar. Portanto quem chuta ou maltrata um animal é alguém que não aprendeu a amar”.*

*(Chico Xavier)*

## *Dedico*

*Às minhas avós Derci Tozato e Leonor Cherubim, que cuidaram de mim com tanto carinho, e a todas as mulheres que vieram antes de mim, que dedicaram suas vidas a seus filhos e netos, todo meu amor e gratidão.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus e meus guias espirituais por estarem sempre comigo me dando forças nos momentos de incerteza.

Aos meus pais Eder e Ana Paula e meu irmão Gabriel, que me apoiaram em mais uma etapa da minha vida, acreditando nos meus sonhos e vibrando minhas conquistas.

Ao meu namorado Murilo, que me apoiou em cada etapa, me escutando, me ajudando e fazendo sempre que os meus dias fossem mais leves e felizes.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição e Doenças Nutricionais de Cães e Gatos, Diego, Elaine e Kelly, a ajuda de vocês foi essencial, muito obrigada.

A funcionária do Laboratório de Apoio a Pesquisa do Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária, Claudia, por todo carinho e paciência comigo, você foi muito importante para realização desse trabalho.

Ao meu orientador Professor Aulus pela confiança e aprendizado.

A todos meus colegas de laboratório e estagiários por toda ajuda, em especial Camila, Lucas e Pablo.

A minha amiga de trabalho e de vida Stephanie, por ser tão parceira em todos os momentos, me incentivando, ensinando, apoiando e celebrando comigo, vou ser para sempre grata.

A minha amiga Leticia, por toda ajuda no projeto e por todo carinho e apoio nos momentos que precisei, sua amizade é muito importante.

Aos meus colegas de laboratório e aos funcionários Diego, Kelly e Elaine que tanto me ajudaram. Claudinha, obrigada pelo carinho e paciência.

Aos meus amigos de Jaboticabal que de diferentes maneiras ajudaram de alguma forma e por toda amizade. Ana, Camila, Gabriel, Gilmar, Isabela, Lara, Leticia J., Luiz, Marcos, Marina e Melissa, Monique, Murillo, Migalha, Pamela, Samara, Ticiane e Tofu.

A minha amiga de infância Amanda Luiza e aos meus amigos Camila, Catarina, Daniela, Fernanda, Izabela, João, Fernanda, Guilherme, Laura, Saliha, Suelen e

Tamara, que se mantiveram presentes em minha vida nesse momento em que tivemos que manter distancia.

Aos gatinhos que participaram do meu experimento que se tornaram tão especiais na minha vida.

Aos meus animais, Nala, Kiara, Capitu, Vacilo, Peludo, Pandora, Milu, Whisky e Guita. Em especial a minhs Amorzinha, que tanto me ensinou sobre perseverança, força e fé.

Ao CNPq e ao Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, pelo auxílio com a bolsa.

A Adimax Pet pelo suporte financeiro e técnico para realização desse projeto de pesquisa e a Ana Paula Judice Maria por toda ajuda.

A BRF PetFood e a BRF Ingredients pelo apoio financeiro ao Laboratório de Pesquisas em Nutrição e Doenças Nutricionais de Cães e Gatos "Prof. Dr. Flávio Prada".

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

Maria Eduarda Gonçalves Tozato nasceu em Sertãozinho-SP no ano de 1992. Em 2012 ingressou no curso de Graduação em Medicina Veterinária na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal. Durante a graduação participou de projetos de extensão GEPA E SECITAP, realizou dois projetos de iniciação científica e foi monitora na disciplina de Nutrição de Cães e Gatos. Concluiu a graduação em fevereiro de 2017. Realizou Residência em Nutrição e Nutrição Clínica de Cães e Gatos pelo Programa de Residência Profissional em Medicina Veterinária na Universidade Estadual Paulista – UNESP Campus de Jaboticabal de 2018 a 2020. Iniciou o programa de mestrado em Medicina Veterinária na área de Clínica Médica Veterinária com ênfase em Nutrição de Cães e Gatos em março de 2020.

**RESUMO:**

A urolitíase representa enfermidade importante em felinos. Provenientes de espécie desértica, os gatos apresentam particularidades no balanço hídrico com produção de urina mais concentrada quando alimentados com rações secas e com alto teor de amido. Esta dissertação será apresentada em dois capítulos. No capítulo 1 é exposta a revisão de literatura com tema urolitíase e fatores dietéticos envolvidos. No capítulo 2 é descrito o estudo que avaliou o efeito de dietas com diferentes relações entre amido e proteína e teores de umidade sobre o balanço hídrico, a excreção renal de oxalato e o índice de supersaturação relativa da urina (SSR) para oxalato de cálcio e estruvita. Foram avaliados alimentos com diferentes proporções de amido (15% versus 30%) e proteína (36% versus 53%; com base na matéria seca) e dois teores de umidade (8% versus 80%), em esquema fatorial 2 x 2 totalizando 4 tratamentos experimentais. Cada tratamento foi avaliado em 9 animais, que permaneceram dez dias em adaptação às dietas e oito dias para coleta total de urina e fezes. Os resultados foram avaliados dentro de esquema fatorial 2 (relações amido:proteína) x 2 (teores de umidade do alimento) e submetidos à análise de variância considerando-se os efeitos relação amido:proteína, teor de umidade e suas interações. Quando houve interação entre relação amido:proteína\*umidade, médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). A concentração de cálcio foi superior nas dietas secas e sua excreção renal maior nas dietas secas de alto amido ( $p < 0,05$ ). A concentração de fósforo foi superior nas dietas secas e com alto amido ( $p < 0,05$ ), porém sua excreção renal foi superior em gatos alimentados com as dietas úmidas ( $p < 0,05$ ). O teor de sódio na urina foi superior na dietas seca e baixa relação amido:proteína ( $p < 0,05$ ), porém sua excreção renal foi maior nas dietas úmidas ( $p < 0,01$ ). A concentração urinária de oxalato foi maior nas dietas com alto amido ( $p < 0,01$ ). A concentração urinária e excreção renal de citrato foi maior nas dietas secas ( $p < 0,05$ ). Gatos consumindo dietas com alta proteína e alta umidade tiveram maior ingestão total de água e produziram maior volume de urina ( $p < 0,05$ ). A SSR para oxalato de cálcio foi menor nos animais que ingeriram alimento úmido ( $p < 0,01$ ) e maior para dietas alto amido ( $p < 0,01$ ). A SSR para estruvita foi menor nos gatos alimentados com as dietas úmidas ( $p < 0,01$ ). Conclui-se que o consumo de alimentos com mais de 80% de umidade é eficiente para reduzir a SSR para oxalato de cálcio e estruvita e o maior consumo de proteína, reduzindo a ingestão de amido aumenta a ingestão hídrica e volume urinário, reduzindo a concentração urinária de oxalato e a SSR da urina para oxalato de cálcio.

**Palavras-chave:** água, citrato, urolitíase, urina.

## **Abstract**

Urolithiasis is an important disease in felines. Having evolved from a desert species, cats present particularities in the water balance with the production of more concentrated urine when fed with dry foods and with a high content of starch. This dissertation is presented in two chapters. On chapter 1 is presented a literature review on urolithiasis and the dietary factors involved in its occurrence. On chapter 2 is presented a study on the effects of diets with different starch:protein ratios and moisture content on oxalate renal excretion and the relative urine supersaturation (RSS) index for calcium oxalate and struvite. Diets with different proportions of starch (15% versus 30%) and protein (36% versus 53%; on dry matter basis) and two moisture contents (8% versus 80%) were evaluated in a 2 x 2 factorial scheme, totaling 4 experimental treatments. Each treatment was evaluated in 9 cats, which remained ten days in adaptation to the diets and eight days of total collection of urine and feces. Results were evaluated in a factorial arrangement with 2 starch:protein ratios x 2 food moisture contents, and submitted to analysis of variance considering the effects starch:protein ratio, moisture content and their interactions. When interactions were verified, means were compared using the Tukey test ( $p < 0.05$ ). Calcium concentration was higher in the dry diets, and its renal excretion higher in the dry and high starch diets ( $p < 0.05$ ). Phosphorus concentration was higher in dry and high-starch diets ( $p < 0.05$ ), but its renal excretion was higher in high moisture diets ( $p < 0.05$ ). Sodium content in urine was higher in cats fed dry diets and low starch:protein ratio ( $p < 0.05$ ), but its renal excretion was higher for high moisture diets ( $p < 0.01$ ). Urinary oxalate concentration was higher in cats fed high-starch diets ( $p < 0.01$ ). The urine concentration and renal excretion of citrate were higher for dry diets ( $p < 0.05$ ). Cats consuming high-protein and high-moisture diets had higher total water intake and produced higher urine volume ( $p < 0.05$ ). The urine RSS for calcium oxalate was lower in animals fed high moisture foods ( $p < 0.01$ ) and higher for cats fed the high starch diets ( $p < 0.01$ ). The RSS for struvite was also lower in cats fed high moisture diets ( $p < 0.01$ ). It was concluded that the intake of foods with more than 80% moisture is efficient to reduce the RSS for calcium oxalate and struvite, and the higher protein consumption, reducing starch intake, increases the total water intake and urine volume, reducing the oxalate renal concentration and the urine RSS for calcium oxalate.

**Keywords:** water, citrate, urolithiasis, urine.

## **CAPÍTULO 1 – Considerações Gerais**

### **Introdução**

O Brasil possui expressivo papel no mercado Pet Food, ocupa o 2<sup>a</sup> lugar em volume mundial de produção. Nos últimos dois anos houve crescimento de 3,6% na população de gatos, superior ao de cães que foi de 1,5% (ABINPET, 2021). A tendência é que esses números aumentem, pois devido à falta de tempo e espaço, principalmente em grandes centros, os brasileiros estão preferindo gatos como animais de companhia (Instituto Pet Brasil, 2019). Somado a isso, temos no setor de alimentos pet crescente demanda para que as dietas sejam não somente completas e balanceadas, mas promovam qualidade de vida e previnam o aparecimento de doenças, como a urolitíase nos felinos. Acredita-se que estes animais sejam mais predispostos à formação de urólitos por serem menos sensíveis à sede e desidratação, o que os levaria a ingerirem menos água de modo voluntário, concentrando a sua urina principalmente quando alimentados com dietas contendo baixa umidade (Anderson, 1982; Zoran, 2002; DiBartola, 2012; Garcia et al., 2019).

Com a popularização de dietas secas no mercado, os gatos domésticos passaram a receber quantidades consideráveis de amido e um menor teor de água via alimento (Anderson et al., 1982; Zoran, 2002; Carciofi et al., 2005). Como resultado, alguns autores especulam para certos indivíduos, que teriam predisposição à formação de urólitos, a vantagem no consumo de alimentos úmidos, que promovam maior ingestão de água, e com isso aumentam a diurese e reduzem a gravidade específica da urina (Anderson, 1982; Carciofi et al., 2005). O amido colabora na extrusão das rações, favorece na formação de viscosidade, formatação dos kibbles, influenciando em sua textura e crocância e, conseqüentemente, na palatabilidade do produto final (Kopell et al, 2015; Baller et al, 2018). Em função disso, alimentos secos podem apresentar até 35% de amido em sua composição, especialmente em formulações com reduzida proteína e gordura. Os gatos são capazes de digerir eficientemente os carboidratos, com digestibilidade aparente de mais de 95% em alimentos extrusados (Oliveira et al., 2008). Este nutriente também não parece alterar significativamente a resposta pós-prandial de glicose e insulina, especialmente em animais não obesos, pois esta é naturalmente prolongada na espécie devido à suas

particularidades na digestão de amido e metabolismo de glicose (Morris et al., 2007; Hoenig et al., 2007; Oliveira et al., 2008).

No entanto, estudos recentes de nosso grupo de pesquisa demonstraram influência do consumo de amido na excreção renal de oxalato e aumento da supersaturação relativa da urina (SSR) para oxalato de cálcio (Pedreira, 2015, Mendonça et al., 2018, Mendonça, 2020), com possível implicação na formação deste urólito. Acredita-se que a abundância de glicose oriunda da digestão do amido resulte na formação de glioxalato e síntese endógena de oxalato em gatos (Dijcker et al. 2012), com sua posterior eliminação na urina. Contudo, tais estudos utilizaram apenas formulações secas, não tendo sido avaliada a interação entre consumo de amido e a umidade do alimento. Como alimentos úmidos elevam a diurese e volume de urina (Carciofi, et al., 2005), é possível que reduzam a concentração urinária de oxalato e que mesmo com maior excreção renal do composto não ocorra elevação da SSR da urina.

Assim, é possível que a formação de oxalato resultante do consumo de amido seja relevante em dietas secas devido à limitada excreção renal de água, mas que nas dietas de elevada umidade, as implicações do consumo de amido sobre a SSR para oxalato de cálcio não sejam relevantes, devido à indução de diluição urinária. Desta forma, para se testar esta hipótese, o presente projeto de pesquisa avaliou os efeitos do consumo de alimentos com elevada ou limitada quantidade de amido, sendo este nas formulações substituído por proteína, que resultou em duas relações amido:proteína, associadas a dois teores de umidade, empregando-se para isto alimento seco extrusado e alimento úmido processado por esterilização, resultando em quatro dietas experimentais. O consumo destas dietas foi avaliado quanto aos efeitos no balanço hídrico, excreção renal de oxalato, cálcio e citrato e a SSR da urina para oxalato de cálcio e estruvita em gatos.

## References

1. Osborne, C.A., Lulich, J.P., Ulrich, L.K. Canine Urolithiasis: Definitions, Pathophysiology and Clinical Manifestations. In: Hand, M.S., Thatcher, C.D., Remillard, R.L., Roudebush, P., Novotny, B.J. *Small Animal Clinical Nutrition*. **5**:813-832 (2010).
2. Forrester, S.D., Kruger, J.M., Allen, T.A. Feline lower urinary tract diseases. In: Hand MS, Thatcher CD, Remillard RL, Roudebush P, Novotny BJ *Small Animal Clinical Nutrition*. 925-976 (2010).
3. Mendoza-López, C.L, Del-Angel-Caraza, J., Aké-Chiñas, MLA., Quijano-Hernández, L.A., Barbosa-Mireles, M.A. Epidemiology of feline urolithiasis in Mexico (2006–2017). *Journal of Feline Medicine and Surgery Open Reports*. (2019).doi:10.1177/2055116919885699
4. Wael, M.K. Clinical Survey and Selection of Therapeutic Approach for Emergent Feline Urological Syndrome. *Life Science Journal*, **9**:151-156 (2012).
5. Osborne, C.A., Lulich, J.P., Kruger, J.M., et al. Analysis of 451,891 canine uroliths, feline uroliths, and feline urethral plugs from 1981 to 2007: perspectives from the Minnesota Urolith Center. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* **39**:183–197 (2009).
6. Kopečný, L., Palm, C.A., Segev, G., Larsen, J.A., Westropp, J.L. Urolithiasis in cats: Evaluation of trends in urolith composition and risk factors (2005-2018). *Journal of Veterinary Internal Medicine* **2**:145-51 (2021).
7. Markwell, P.J., Buffington, C.T., Smith, B.H. The effect of diet on lower urinary tract diseases in cats. *The Journal of Nutrition* **128**, 2753-2757 (1998).
8. Lulich, J.P., Osborne, C.A., Lekcharoensuk, C., et al. Canine calcium oxalate urolithiasis. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* **29**:123–139 (1999).
9. Jeremias, J.T. et al. Predictive formulas for food base excess and urine pH estimations of cats. *Animal Feed Science and Technology* **182**, 82–92 (2013).
10. Robertson, W.G., Jones, J.S., Heaton, M.A., Stevenson, A.E., Markwell, P.J. Predicting the crystallization potential of urine from cats and dogs with respect to calcium oxalate and magnesium ammonium phosphate (struvite). *The Journal of nutrition* **132**:1637- 1641 (2002).
11. Ettinger, S.J., Feldman, E.C. Tratado de Medicina Interna Veterinária: doenças do cão e do gato. **5**:189-190 (2005).
12. Allen, T.A., Kruger, J.M. Enfermedad Felina De Las Vias Urinarias. In: Hand, M.S., Thatcher, C.D., Remillard, R.L., Roudebush, P. *Nutrición clínica en pequeños animales*. **4**:811-845 (2000).
13. Houston, D.M., Weese, H.E., Evason, M.D., Biourge, V., Van, H.L. A diet with a struvite relative supersaturation less than 1 is effective in dissolving struvite stones in vivo. *The British Journal of Nutrition* **106**:90-92 (2011).
14. Dibartola, S.P. Fluid, Electrolyte, and Acid-Base Disorders In: *Small Animal Practice*. **1**(4), 7-20. (2002).
15. Thrall, B.E. e Miller, LG. Water turnover in cats fed dry rations. *Feline pract* **6**:10-17(1976).
16. Burger, IH., Anderson, RS., Home, DW. Nutritional factors affecting water balance in the dog and cat. In: *Nutrition of dog and cat* (1980).
17. Buckley, C., Hawthorne, A., Colyer, A., Stevenson, A. 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**:28-130 (2011). doi:10.1017/S0007114511001875

18. Carciofi, A.C., Bazolli, R.S., Zanni, A., Kihara, L.R.L., Prada. Influence of water content and the digestibility of pet foods on the water balance of cats. *Brazilian Journal Veterinary Research Animal Science* **42**, 429-434 (2005).
19. Buckley, C., Hawthorne, A., Colyer, A., & Stevenson, A. 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**:28-130 (2011). doi:10.1017/S0007114511001875
20. Dierenfeld, E.S., Alcorn, H.L., Jacobsen, K.L. Nutrient composition of whole vertebrate prey (excluding fish) fed in zoos (2002).
21. Spears, J.K., Fahey Jr, G.C. Resistant starch as related to companion animal nutrition. *Journal of AOAC INTERNATIONAL* **87**, 787–791 (2004).
22. Baller, M.A., Pacheco, P.D., Peres, F.M., Monti, M, Carciofi, A.C. The effects of in-barrel moisture on extrusion parameters, kibble macrostructure, starch gelatinization, and palatability of a cat food. *Animal feed science and technology* **246**, 82-90 (2018).
23. de Oliveira, L.D., Carciofi, A.C., Oliveira, M.C.C., Vasconcellos, R.S., Bazolli, R.S., Pereira, G.T., Prada, F. Effects of six carbohydrate sources on diet digestibility and postprandial glucose and insulin responses in cats. *Journal of Animal Science* **86**, 2237–2246 (2008).
24. Hoenig, M., Thomaseth, K., Waldron, M., Ferguson, D.C. Insulin sensitivity, fat distribution, and adipocytokine response to different diets in lean and obese cats before and after weight loss. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* **292**:227 (2007). <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00313.2006>
25. Hashimoto, M., Funaba, M., Abe, M., Ohshima, S. Dietary protein levels affect water intake and urinary excretion of magnesium and phosphorus in laboratory cats. *Experimental animals* **35**:29 (1995)
26. Garcia, C.A., Loureiro, B.A., Peres, F.M., Goloni, C., DI Santo., L.G., Mendonça, F.S., Carciofi, A.C. Effects of crude protein and sodium intake on water turnover in cats fed extruded diets. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. (2020).
27. Lulich, J.P., Osborne, C.A., Lekcharoensuk, C., Kirk, C.A., Bartges, J.W. Effects of diet on urine composition of cats with calcium oxalate urolithiasis. *J Am Anim Hosp Assoc*; **3**:185-91. (2004). doi: 10.5326/0400185
28. Behnam, J.T., Williams, E.L., Brink, S., Rumsby, G., Danpure, C.J. Reconstruction of human hepatocyte glyoxylate metabolic pathways in stably transformed Chinese hamster ovary cells. *Biochemical Journal* **394**:409–416 (2006).
29. Dijcker, J.C., Plantinga, E.A., Van, B.A.A.L., Hendriks, W.H. Influence of nutrition on feline calcium oxalate urolithiasis with emphasis on endogenous oxalate synthesis. *Nutrition Research Reviews*, **24**:96–110, (2011).
30. Mendonça, F.S., Pedreira, R.S., Loureiro, B.A., Putarov, T.C., Monti, M., Carciofi, A.C. Hydroxyproline and starch consumption and urinary supersaturation with calcium oxalate in cats. *Animal Feed Science and Technology*, **246**, 72–81, (2018). <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2018.10.001>
31. FEDIAF: Nutritional guidelines for complete and complimentary pet food for cats and dogs European Pet Food Industry Federation (2020).
32. NRC: Nutrient requirements of dogs and cats Washington, DC.: National Academies Press (2006).
33. Gross, K.L., Yamka, R.M., Khoo, C., Friesen, K.G., Jewell, D.E., et al. Macronutrients. In: Hand, M.S., Thatcher, C.D., Remillard, R.L., Roudebush, P. in *Small Animal Clinical Nutrition* , 5, 52 (2010).

34. Bijsmans, E.S., Quéau, Y., Feugier, A., Biourge, V.C. The effect of urine acidification on calcium oxalate relative supersaturation in cats. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)*. **3**:579-586. doi: 10.1111/jpn.13503. (2021).
35. Wagner, E., Keusch, C., Iben, C. Influence of the feed base excess on urine parameters in cats. *Journal of animal physiology and animal nutrition* **90**:19-24 (2006).
36. Robertson W.G., Jones, J.S., Heaton, M.A., Stevenson, A.E., Markwell, P.J. Predicting the crystallization potential of urine from cats and dogs with respect to calcium oxalate and magnesium ammonium phosphate (struvite). *The Journal of nutrition* **132**:1637- 1641 (2002).
37. Schmidt-Nielsen, K. Desert animals: Physiological Problems of Heat and 54 x Water. NY: Oxford University Press 237, (1964).
38. Dijcker, J.C., Plantinga, E.A., Van baal, J., Hendriks, W.H. Influence of nutrition on feline calcium oxalate urolithiasis with emphasis on endogenous oxalate synthesis. *Nutrition Research Reviews*. **24**:96–110. (2011). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1017/S0954422410000351>>.
39. Pablack, N., Burmeier, H., Brenten, T., Zentek, J. Relevance of the dietary protein concentration and quality as risk factors for the formation of calcium oxalate stones in cats. *Journal of Nutritional Science* **3**:51 (2014).
40. Knight, J., Holmes, RP., Assimos, D.G. Intestinal and renal handling of oxalate loads in normal individuals and stone formers. *Urological Research*, **35**(3), 111–117 (2007).. <https://doi.org/10.1007/s00240-007-0090-8>
41. Lekcharoensuk, C., Osborne, C.A., Lulich, J.P., Pusoonthornthum, R., Kirk, C.A., Ulrich, L.K., Koehler, L.A., Carpenter, KA., Swanson, LL. Association between dietary factors and calcium oxalate and magnesium ammonium phosphate urolithiasis in cats. *J Am Vet Med Assoc*. **(9)**:1228-37 (2001). doi: 10.2460/javma.2001.219.1228.
42. Houston, D.M., Weese, H.E., Evason, M.D., Biourge, V., Van Hoek, I. A diet with a struvite relative supersaturation less than 1 is effective in dissolving struvite stones in vivo. *The British Journal of Nutrition* **106**:90-92 (2011).
43. Wagner, E., Keusch, C., Iben, C. Influence of the feed base excess on urine parameters in cats. *Journal of animal physiology and animal nutrition* **90**:19-24 (2006).
44. Bartges, J.W., Kirk, C. Nutritional management of Lower urinary tract disease. In: Fascetti, AJ.; Delaney, SJ. *Applied veterinary clinical nutrition*. **16**:269 (2012).
45. Krieger, N.S., Asplin, JR., Frick, K.K., Granja, I., Culbertson, CD., NGA, Grynepas., MD, Bushinsky, DA. Effect of Potassium Citrate on Calcium Phosphate Stones in a Model of Hypercalciuria. *J Am Soc Nephrol*. **12**:3001-8 (2015). doi: 10.1681/ASN.2014121223.
46. Pastoor, F.J., Van 't Klooster, A.T., Mathot, J.N., Beynen, A.C. Increasing calcium intakes lower urinary concentrations of phosphorus and magnesium in adult ovariectomized cats. *J Nutr*. 1994 ;**2**:299-304. doi: 10.1093/jn/124.2.299.
47. Queau, Y., Bijsmans, E.S., Feugier, A., Biourge, V.C. Increasing dietary sodium chloride promotes urine dilution and decreases struvite and calcium oxalate relative supersaturation in healthy dogs and cats. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)*. 2020 **5**:1524-1530. doi: 10.1111/jpn.13329.
48. Laflamme, D.P. Development and validation of a body condition score system for cats: A clinical tool. *Feline Practice* **25**, 13-17 (1997).
49. AOAC: Association of Official Analytical Chemistry Official Methods of Analysis of AOAC International, **18** (2010).

50. White, J.A., Hart, R.J., Fry, J.C. An evaluation of the Waters Pico-Tag system for the amino-acid analysis of food materials. *The Journal of Automatic Chemistry*, **8**:170- 177, (1986).
51. Hagen, S.R., Frost, B., Augustin, J. Precolumn phenylisothiocyanate derivatization and liquid chromatography of aminoacids in food. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists*. **72**:912-916, (1989).
52. Lucas, B., Sotelo, A. Effect of different alkalies, temperatures and hydrolysis times on tryptophan determination of pure proteins and foods. *Analytical Biochemistry*, **109**:192-197, (1980).