

# *Efeitos biológicos e nutricionais do uso de saponinas em dietas para cães*

## *Biological and nutritional effects of saponins on dog diets*

### *Terceiro Lugar:*

M.V Adriana Augusto Aquino

Autora

Doutoranda do Depto. De Zootecnia da UFLA

Dra. Flávia Maria de Oliveira Borges Saad

Orientadora

Prof. Adjunta da Universidade Federal de Lavras

**Resumo:** Há alguns anos os nutricionistas animais ressaltavam os efeitos negativos do uso de saponinas nas dietas de diversas espécies. A redução no consumo de alimentos, no ganho de peso, na digestibilidade das proteínas e a piora nos índices reprodutivos são alguns dos males freqüentemente associados à utilização dessas substâncias. No entanto, hoje, reconhece-se que o uso de saponinas pode estar associado a uma série de efeitos biológicos positivos, tais como a redução das concentrações de triglicérides e de colesterol sanguíneos, a diminuição da glicemia, a estimulação do sistema imune, a prevenção de câncer do aparelho digestivo, o controle de parasitas, atividade neuroprotetora, redução de odor das fezes etc.

Essa descoberta abre perspectivas para estudos que definam as doses adequadas para a expressão dos resultados benéficos demonstrados. Dessa forma, esta revisão tem como objetivo apontar os efeitos nutricionais e biológicos do uso de saponinas na dieta de cães que poderiam garantir não só uma melhoria na qualidade da nutrição e do manejo dos animais de estimação, mas também servir como referência para estudos posteriores com outras espécies, inclusive a humana.

**Palavras-chave:** digestibilidade dos nutrientes, triglicérides, colesterol, glicemia, odor das fezes.

**Abstract:** It has been reinforced by animal nutritionists the effects of saponins addition into diets fed to several species. Feed intake decrease, weight loss, reduction in protein digestibility and decrease in reproductive index can be seen among the deleterious effects associated to saponin intake. However, positive biological effects like reduction of blood triglycerides, cholesterol and

glucose levels, antiparasitic and anticarcinogenic properties, neuroprotective activity and faecal aroma amelioration have been ascribed nowadays. Therefore, these findings lead to additional studies which may determine the compound adequate levels that might be added in order to expect the positive effects formerly related. The authors aimed to review nutritional and biological aspects of the addition of saponins into diets fed to dogs which could relate to better nutritional and management schemes to pets, so that contribute to scientific community and additional research related to other species, as well as humans.

**Key-words:** nutrients digestibility, triglycerides, cholesterol, glycaemia, aroma faecal

### *1 Introdução*

Atualmente, existe um grande interesse na pesquisa das saponinas devido à extensa variedade de propriedades funcionais benéficas que possuem. Dentre as aplicações mais importantes destes compostos podem ser citados a redução nas taxas de colesterol e triglicérides sanguíneos, o efeito imunogênico, a redução na produção de amônia, o controle de parasitas e o efeito citostático sobre células malignas (FRANCIS et al., 2002).

Assim, seu uso é feito em vários setores, sendo a agricultura, a pecuária, a indústria alimentícia e farmacêutica os mais destacados. Na Medicina Veterinária e Zootecnia, além das pesquisas voltadas à produção de suínos, aves e bovinos, estudos estão sendo conduzidos para avaliar os efeitos desses compostos sobre a nutrição e a saúde de animais de estimação. No entanto, há necessidade da produção de uma maior gama de conhecimentos, diante do crescimento alcançado pelo setor pet nos últimos anos. Segundo dados da ANFAL PET (2006) a indústria de alimentos para cães e gatos produziu no ano de 2005 cerca de 1.500.000 toneladas de ração, movimentando cerca de 1,8 bilhão de dólares e gerando aproximadamente 12.000 empregos diretos.

O objetivo dessa revisão é apontar os efeitos biológicos e nutricionais das saponinas sobre o organismo animal, oferecendo suporte para a realização de estudos posteriores que definam as doses e condições específicas necessárias para a expressão dos efeitos benéficos demonstrados por esses compostos.

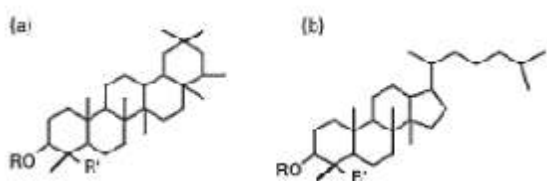
### **2. Definição e Classificação das Saponinas**

As saponinas são glicosídeos produzidos especialmente pelas plantas, mas também por alguns animais marinhos e algumas bactérias. Embora seu papel ainda não tenha sido completamente elucidado, esses compostos podem ser considerados como parte do

sistema de defesa das plantas, protegendo-as contra ataque dos insetos e de microorganismos. Quimicamente, são formadas por uma ou mais cadeias de carboidratos (glicose, galactose, ácido glicurônico, xilose e metilpentose) unidas a um núcleo lipofílico (denominado sapogenina) por uma ligação glicosídica, que normalmente ocorre na posição C3. A porção hidrofóbica pode conter uma ou mais ligações insaturadas e de acordo com sua composição, as saponinas podem ser classificadas em 2 grupos: as esteroidais e triterpenóides (FRANCIS et al., 2002).

As saponinas esteroidais (Figura 1), normalmente estão presentes em angiospermas monocotiledôneas e são caracterizadas por uma estrutura de 27 carbonos, geralmente arranjadas em 6 anéis. Embora normalmente, a cadeia de oligossacarídes ligue-se na posição C3 (monodesmosídica), pode ocorrer uma ligação glicosídica de um grupo hidroxila no carbono 26, tornando a estrutura pentacíclica (bidesmosídica).

Por outro lado, os triterpenóides (Figura 1) são estruturas pentacíclicas formadas por 30 carbonos e que além da ligação glicosídica no carbono 3 podem ou não apresentar a ligação glicosídica no carbono 28 (SPARG et al., 2004).



**Fig 1** Estrutura básica das sapogeninas (núcleo lipofílico): triterpenóide (a) e esteróide (b). Adaptado de Francis et al., 2002

A presença de componentes hidrofílicos e hidrofóbicos na mesma molécula confere as saponinas propriedades detergentes e surfactantes que determinam os seus efeitos benéficos e deletérios (CHEEKE, 1999; SHI et al, 2004).

### 3 Utilização

Atualmente, as saponinas são utilizadas com uma série de finalidades, tais como: espumante e flavorizante na indústria de refrigerantes e alimentos (OLESZEK et al., 2001), controle sobre a proliferação de leveduras deteriorantes em alimentos (MIYAKOSHI et al., 2000), agente surfactante para tratamento de grãos, melhorador de solos, promotor biológico e de crescimento na agricultura, aditivos no tratamento de águas residuais, redução de amônia, sulfito de hidrogênio e de maus odores causados pelas fezes (LOWE et al., 1997), controle de parasitas (MCALLISTER et al., 2001), adjuvantes no desenvolvimento de vacinas (KENSIL, 1996), aditivos na indústria de cosméticos (OLESZEK et al., 2001) e alimentação de suínos, aves e bovinos (WESTENDARP, 2005).

Essas aplicações são possíveis porque a estrutura das saponinas confere a essas substâncias uma série de propriedades biológicas e seus principais efeitos sobre o organismo animal serão resumidamente apresentados a seguir.

### 4 Efeitos do uso de Saponinas sobre consumo e digestibilidade

Em monogástricos, as saponinas podem agir positiva ou negativamente sobre o consumo, a absorção e a excreção de diversos nutrientes (ANTHONY et al, 1994; AREGHEORE et al., 2005; KAYA et al, 2003; PETIT et al., 1993; SHI et al., 2004).

Pesquisas em diversas espécies estão sendo desenvolvidas e os resultados encontrados são contraditórios. Em suínos desmamados e em crescimento, melhorou o ganho de peso e a conversão alimentar (WESTENDARP, 2005). Em codornas, a adição de 30, 60 ou 90 ppm de extrato de *Yucca schidigera* não alterou a produção de ovos, o consumo e a eficiência alimentar (KAYA et al., 2003). Por outro lado, registros de melhora na eficiência alimentar de codornas foram obtidos por Guclu (2003).

No entanto, efeitos negativos sobre o crescimento e a eficiência alimentar também são apontados (POTTER et al., 1993) e diversas hipóteses são utilizadas para explicá-los: a diminuição no consumo pelo papel adstringente e irritante, redução na motilidade intestinal, produção de metabólitos ativos e redução na digestibilidade da proteína (FRANCIS et al., 2000). Quanto à proteína, Potter et al. (1993), explica que as interações entre as saponinas e proteínas formam complexos que diminuem a sua digestibilidade e que a presença de diversos alimentos contendo saponinas e proteínas tornam importante o conhecimento das interações entre elas.

### 5 Efeitos do uso de saponinas sobre a concentração sérica de colesterol e triglicerídeos

A capacidade das saponinas em formar complexos insolúveis com o colesterol é assunto de grande interesse. A interação leva a formação de micelas entre as saponinas e o colesterol e sais biliares, através da ligação da porção hidrofóbica da saponinas (sapogenina) e o núcleo lipofílico do colesterol (TOPPING et al., 1980; CHEEKE, 1999). Kim et al. (2003) destacaram que o uso de 0,9 mg de um blend contendo extratos ultrafiltrados de *Yucca schidigera* e *Quillaja saponaria*, com concentrações de 17,2% e 61,8% de saponina esteroidal e triterpenóide, respectivamente, na proporção 6:4, diminuiu as concentrações de colesterol total e LDL em humanos hipercolesterolêmicos. Em galinhas poedeiras, a utilização de 100 ppm de um produto comercial a base de *Yucca schidigera*, diminuiu as concentrações de colesterol total (ASLAN et al., 2005). Já em cães, poucos estudos avaliam o efeito das saponinas sobre as concentrações de colesterol e triglicerídeos. Harwood et al. (1993), ao estudarem o efeito da saponina sintética tiquesida sobre o metabolismo do colesterol, observaram até 39% de redução em sua concentração, quando 2000 mg/kg eram administrados a animais recebendo dietas contendo 0,009% de colesterol. Essas mudanças se devem principalmente à redução na concentração de colesterol hepático e inibição da absorção, mecanismos estes, induzidos pela atividade da 3-hidroxi-3-metilglutaril redutase hepática e pela diminuição no número de receptores para LDL. No entanto, diferente de ratos e coelhos, a redução de colesterol total não foi atribuída à redução na concentração da fração HDL. Morehouse et al (1999) observaram que o mecanismo de absorção dessas saponinas é não estequiométrico, diferentemente daquele

proposto para outras saponinas naturais.

De qualquer forma, o estudo do efeito das saponinas naturais e sintéticas sobre o metabolismo das diferentes espécies pode trazer informações importantes para o controle da hipercolesterolemia.

## **6 Efeitos do uso das saponinas sobre o metabolismo de nitrogênio e a redução de odor das fezes**

Recentemente, as saponinas passaram a ser amplamente utilizadas na nutrição de animais de produção e de companhia devido a sua capacidade em reduzir as concentrações de amônia e o odor das fezes. Esta propriedade tem um impacto ambiental importante, já que diminuição na excreção de amônia é uma preocupação atual nos sistemas de produção (FRANK E SWENSON, 2002). Sendo assim, diversos mecanismos foram propostos para explicar a ação das saponinas sobre o metabolismo do nitrogênio. Dentre eles, destacam-se o seu potente efeito inibidor sobre urease *in vitro* (ASPUND, 1991), inibição da urease gastrointestinal *in vivo* (SUTTON et al., 1992), a ligação direta com a amônia (HEADON et al., 1991), o estímulo do crescimento da microflora e a inibição de microorganismos selecionados (HUSSAIN e CHEEKE, 1995).

Duffy et al. (2001) ao estudarem a suplementação de fração saponina e não saponina de *Yucca schidigera* sobre o metabolismo do rato, verificaram que as saponinas reduzem as concentrações séricas de uréia. Essa redução poderia estar associada a níveis mais baixos de atividade das enzimas arginase e arginina succinato liase que integram o ciclo da uréia. No entanto, esses efeitos são observados apenas *in vivo*, o que demonstra que a redução na atividade dessas enzimas envolve processos fisiológicos complexos. Em cães Beagles, Lowe e Kershaw (1997) encontraram níveis maiores de uréia plasmática após suplementação com fontes de saponina esteroidal. Isto ocorreu, possivelmente, devido a um aumento na permeabilidade intestinal causada por essas substâncias.

Quanto à redução no odor das fezes, Lowe et al. (1997) observaram a diminuição de diversas substâncias como aminas, sulfitos, ácidos graxos, ésteres, aldeídos e cetonas quando uma fonte de saponina esteroidal foi oferecida a cães da raça Beagle. Essas substâncias são importantes, pois estão envolvidas com a caracterização e a intensidade do odor das fezes. Adicionalmente, Giffard et al. (2001) ao avaliarem o efeito de três fontes sobre a redução da ocorrência e do odor de flatos, observaram que a fonte de saponina reduziu em 38% o mau cheiro, especialmente devido à diminuição da produção ou da disponibilidade de sulfeto de hidrogênio no intestino grosso.

E, conforme relatado anteriormente, há indícios de que as saponinas possam agir sobre a digestibilidade da proteína, diminuindo-a, principalmente pela formação de complexos insolúveis entre saponina e proteína (Potter et al., 1993).

Dessa forma, é importante a realização de estudos para aumentar a disponibilidade de informações em relação ao efeito das saponinas sobre o nitrogênio dietético.

## **7 efeitos do uso de saponinas sobre as concentrações de glicose sanguíneas**

Efeitos hipoglicêmicos das saponinas foram observados sobre ratos e alguns mecanismos de ação são propostos para explicá-los. Petit et al. (1993) relataram aumentos nas concentrações de insulina em ratos alimentados com fontes naturais de saponinas, especialmente devido à estimulação das células beta do pâncreas. Por outro lado, Matsuda et al. (1999), embora tenham relatado efeitos hipoglicêmicos após a administração de saponinas, não atribuíram esse fato a ações “insulina-like” ou ao aumento na liberação de insulina. Estes autores propuseram que a ação hipoglicêmica era devido à supressão da transferência de glicose do estômago para o intestino delgado e a menor absorção da glicose pelas células borda em escova do intestino delgado.

## **8 Outras ações biológicas das saponinas**

Efeitos anticarcinogênicos, imunostimulantes, neuroprotetores e antimicrobianos têm sido atribuídos ao uso de saponinas na dieta.

Segundo Rao e Koratkar (1997) diversos mecanismos são propostos para explicar as propriedades anticarcinogênicas das saponinas, dentre eles: o efeito antioxidante, a citotoxicidade direta e seletiva sobre as células cancerígenas, imunomodulação e regulação da proliferação.

Quanto aos efeitos neuroprotetores, Zao e McDaniel (1998) citados por Francis et al. (2001) relatam melhora no aprendizado, nas funções cognitivas e no desempenho de ratos com cérebros danificados após suplementação com saponinas e a explicação para tal efeito seria a estabilização de membranas pela inibição dos canais de Na<sup>+</sup> e Ca<sup>2+</sup>.

As ações imunostimulantes das saponinas levam a uma maior produção de células e de anticorpos o que possibilita o seu uso na produção de vacinas (CHEEKE, 1996).

Atividades antimicrobianas e antiparasitárias também são atribuídas a esses compostos. McAllister et al. (2001) relatam que o isolamento da fração saponina da *Yucca schidigera* poderia levar a auxiliar no controle da giardíase.

## **9 Perspectivas para o futuro**

As descobertas a respeito das propriedades das saponinas em reduzir as concentrações de colesterol, triglicerídeos e glicose e em diminuir o odor das fezes oferece oportunidades para a realização de estudos com cães que não apenas garantirão nutrição e manejo adequado a esses animais como possibilitarão a reunião de informações que poderão servir como base para o desenvolvimento de novas drogas hipocolesterolêmicas e antidiabetogênicas por exemplo. Além disso, estudos que comprovem a capacidade das saponinas em interferir com o metabolismo do nitrogênio e reduzir o odor das fezes pode estimular o seu uso em dietas comerciais para cães, melhorando o manejo e diminuindo a excreção de compostos nitrogenados para o ambiente. Pensando nisso, um projeto de pesquisa sob coordenação da Professora Dra. Flávia Maria de Oliveira Borges

Saad e com colaboração da médica veterinária Adriana Augusto Aquino foi criado e submetido à avaliação da Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) onde aguarda julgamento. Este projeto visa testar os efeitos de níveis crescentes de saponinas na dieta de cães adultos sobre a digestibilidade dos nutrientes, as concentrações sanguíneas de colesterol, triglicerídeos e glicose, o metabolismo do nitrogênio e a redução de odor das fezes. Para isso serão utilizados 12 cães adultos da raça Beagle, em um delineamento em duplo quadrado latino 6x6, com seis tratamentos, seis períodos de 15 dias e dois quadrados, com os seguintes tratamentos experimentais: tratamento A (controle) - dieta formulada para suprir 100% das exigências nutricionais recomendadas pelo NRC (2004); tratamento B - dieta controle + inclusão de 4,5 mg de saponinas; tratamento C: dieta controle + 9,0 mg de saponinas; tratamento D - dieta controle + 13,5 mg de saponinas; tratamento E: dieta controle + 18,00 mg de saponinas e tratamento F - dieta controle = 22,5 mg de saponinas. O experimento terá duração total de 90 dias, sendo oito para adaptação e sete para coleta de amostras individuais de fezes (coleta total). No último dia de coleta serão tomadas amostras de sangue de todos os animais. Os parâmetros analisados individualmente serão: peso vivo, peso vivo metabólico, escore de condição corporal; digestibilidade, pH, escore fecal, produção de compostos voláteis (amônia) e de uréia, caracterização e intensidade do odor das fezes; concentração de colesterol e de suas frações, concentração de triglicerídeos, concentração de nitrogênio amoniacal no plasma, concentração de glicose e hemograma.

Objetiva-se com este trabalho responder algumas das questões a respeito do uso de saponinas em dietas para cães e abrir caminhos para que mais conhecimentos sejam produzidos em animais dessa espécie.

## 10. Conclusão

Devido aos efeitos benéficos das saponinas apontados recentemente torna-se importante a realização de trabalhos de pesquisa que estudem o seu uso na nutrição dos animais de estimação. A obtenção dos resultados, além de oferecer novos conhecimentos para uma área de pesquisa em expansão no Brasil, trará informações importantes sobre os efeitos biológicos desses compostos que poderão ser utilizadas como base para outras espécies, inclusive a humana. Novas drogas hipocolesterolêmicas e anti-diabetogênicas (para o diabetes não insulino dependente) poderão ser desenvolvidas a partir de saponinas se os resultados positivos forem confirmados. Para a nutrição pet, a redução de odor das fezes surge como um dos grandes benefícios da utilização desses compostos.

## 11. Referências bibliográficas

ANTHONY, N.B.; BALOG, J.M.; STAUDINGER, F.B.; WALL, C.W.; WALKER, R.D.; HUFF, W.E. Effects of urease inhibitor and ceiling fans on ascites in broilers. 1. Environmental variability and incidence of ascites. *Poultry Science*, v. 73, p. 801-809, 1994.

AREGHEORE, E.M. Effect of *Yucca schidigera* saponin on the nutritive value of urea-ammoniated maize stover and its feeding value when supplemented with forage

legume (*Calliandra calothyrsus*) for goats. *Small Ruminant Research*, v. 56, p. 95-102, 2005.

ASLAN, R.; DUNDAR, Y.; ERYAVUZ, A.; BULBUL, A.; KUCUKKURT, I.; FIDAN, A.F.; AKINCI, Z. Effects of various quantities of *Yucca schidigera* powder (Deodorase) added to total antioxidant capacity of laying hens. *Revue de Medecine Veterinaire*, v.156, p.350-355, 2005.

ASPUND, R.O. Urease inhibition by extracts and extract fractions from species of the plants genus *Yucca*. *Journal of Animal Science*, v. 69, p. 113, 1991. Supplement.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE ALIMENTOS PARA PET. História. Disponível em [www.anfalpet.org.br](http://www.anfalpet.org.br). Acesso em: 10/03/2006.

CHEEKE, P.R. Actual and potential applications of *Yucca schidigera* and *Quillaja saponaria* saponins in human and animal nutrition. *Proceedings of the American Society of Animal Science*, p. 1-9, 1999.

DUFFY, C.F.; KILLEEN, G.F.; CONNOLLY, C.D.; POWER, R. F. Effects of dietary supplementation with *Yucca schidigera* Roehl ex Ortgies and its saponin and non saponin fractions on rat metabolism. *Journal of Agricultural Feed and Chemistry*, v. 49, p. 3408-3413, 2001.

FRANK, B.; SWENSSON, C. Relationship between content of crude protein in rations for dairy cows and milk yield, concentration of urea in milk and ammonia emissions. *Journal of Dairy Science*, v. 85, p. 1829-1838, 2002.

FRANCIS, G.; KEREM, Z.; MAKKAR, H.P.S.; BECKER, K. The biological action of saponins in animal systems: a review. *British Journal of Nutrition*, v.88, p. 587-605, 2002.

GIFFARD, C.J.; COLLINS S.B.; STOODLEY, N.C.; BUTTERWICH, R.F.; BATT, R.M. Administration of charcoal, *Yucca schidigera* and zinc acetate to reduce malodorous flatulence in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 218, p. 892-896, 2001.

GUCLU, B.K. The effects of *Yucca schidigera* extract added to quail rations on egg production, egg quality and some blood parameters. *Turkish Journal of Veterinary Medicine and Animal Sciences*, v. 27, p. 567-574, 2003.

HARWOOD, H.J, Jr.; CHANDLER, C.E.; PELLARIN, L.D.; BANGERTER, F. W.; WILKINS, R.W.; LONG, C.A.; COSGROVE, P.G.; MALINOW, M.R.; MARZETTA, C.A.; PETTINI, J.L.; SAVOY, Y.E.; MAYNE, J.T. Pharmacologic consequences of cholesterol absorption inhibition: alteration in cholesterol metabolism and reduction in plasma cholesterol concentration induced by synthetic saponin  $\alpha$ -tigogenin cellobioside ( CP-88818; tiqueside). *Journal of Lipid Research*, v. 34, p. 377-395, 1993.

HEADON, D.R.; BUGGLE, K.A.; NELSON, A.B.; KILLEEN, G.F. Glycofractions of the *Yucca* plant and their role in ammonia control. In: LYONS, T.P. *Biotechnology in Feed Industry: Proceedings of Alltech's Seventh Annual Symposium*. Nicholasville: Alltech Technical Publications, 1991. p. 95-108.

HUSSAIN, I.; CHEEKE, P.R. Effects of dietary *Yucca schidigera* extract on rumen and blood profiles of steers fed concentrate or roughage-based diets. *Animal Feed Science and Technology*, v. 51, p. 231-242, 1995.

KAYA, S.; ERDOGAN, Z.; ERDOGAN, S. Effect of different dietary levels of *Yucca schidigera* powder on the performance, blood parameters and egg yolk cholesterol of laying quails. *Journal of Veterinary Medicine*, v. 50, p. 14-17, 2003.

KENSIL, C.R. Saponins as vaccine adjuvants. *Critical Reviews in Therapeutic Drug Carrier Systems*, v. 13, 1-55, 1996.

KIM, S.W.; PARK, S.K.; KANG, S.I.; KANG, H.C.; OH, H.J.; BAE, C.Y.; BAE, D.H. Hypocholesterolemic property of *Yucca schidigera* and *Quillaria saponaria* extracts in human body. *Archives of Pharmacal Research*, v. 26, p. 1042-1046, 2003.

LOWE, J.A.; KERSHAW, S.J. The ameliorating effect of *Yucca schidigera* extract on canine and feline faecal aroma. *Research in Veterinary Medicine*, v. 63, p. 61-66, 1997.

LOWE, J.A.; KERSHAW, S.J.; TAYLOR, A.J.; LINFORTH, R.S.T. The effect of *Yucca schidigera* extract on canine and faecal volatiles occurring concurrently with faecal aroma amelioration. *Research in Veterinary Medicine*, v. 63, p. 67-71, 1997.

MATSUDA, H. LI, Y.; YAMAHARA, J.; YOSHIKAWA, M. Structure-related inhibitory activity of oleanolic acid glycosides on gastric emptying in mice. *Bioorganic and Medicinal Chemistry*, v. 7, p. 323-327, 1999.

MCALLISTER, T.A.; ANNET, C.B.; COCKWILL, C.L.; OLSON, M.E.; WANG, Y.; CHEEKE, P.R. Studies on the use of *Yucca schidigera* to control giardiasis. *Veterinary Parasitology*, v. 97, p. 85-99, 2001.

MIYAKOSHI, M.; TAMURA, Y.; MASUDA, H.; MIZUTANI, K.; TANAKA, O.; IKEDA, T.; OHTANI, K.; KASAI, R.; YAMASAKI, K. Antiyeast steroidal saponins from *Yucca schidigera* (Mohave *Yucca*), a new anti-food-deteriorating agent. *Journal of Natural Products*, v. 63, p. 332-338, 2000.

- MOREHOUSE, L.A.; BANGERTER, F.W.; DENINNO, M.P.; INSKEEP, P.B.; MACARTHY, P.A.; PETTINI, J.L.; SAVOY, Y.E.; SUGARMAN, E.D.; WILKINS, R.W.; WILSON, T.C.; WOODY, H.A.; ZACCARO, L.M.; CHANDLER, C.E. Comparison of synthetic saponin cholesterol absorption inhibitors in rabbits: evidence for a non-stoichiometric, intestinal mechanism of action. **Journal of Lipid Research**, v. 40, p. 464-474, 1999.
- OLESZEK, W.; SITEK, M.; STOCHMAL, A.; PIACENTE, S.; PIZZA, C.; CHEEKE, P. Steroidal saponins of *Yucca schidigera* Roezl. **Journal of Agricultural Food and Chemistry**, v. 49, p. 4392-4396, 2001.
- PETTIT, P.R.; SAUVAIRE, Y.; PONSIN, G.; MANTEGHETTI, M.; FAVE, A.; RIBES, G. Effects of a fenugreek seed extract on feeding behaviour in the rat: metabolic endocrine correlates. **Pharmacology Biochemistry and Behaviour**, v. 45, p. 369-374, 1993.
- POTTER, S.M.; JIMENEZ-FLORES, R.; POLLACK, J.; LONE, T.A.; BERBER-JIMENEZ, M.D. Protein-Saponin interaction and its influence on blood lipids. **Journal of Agricultural Food and Chemistry**, v. 41, p. 1287-1291, 1993.
- RAO, A.V.; KORATKAR, R. Anticarcinogenic effects of saponins and phytosterols. **Antinutrients and Phytochemicals in Food ACS Symposium Series**, v. 662, p. 313-324, 1997.
- SHI, J.; ARUNASALAM, K.; YEUNG, D.; KAKUDA, Y.; MITTAL, G.; JIANG, Y.M. Saponins from edible legumes: Chemistry, processing, and health benefits. **Journal of Medical Food**, v. 7, p. 67-78, 2004.
- SPARG, S.G.; LIGHT, M.E.; VAN STADEN, J. Biological activities distribution of plant saponins. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 94, p. 219-243, 2004.
- SUTTON, A.L.; GOODAL, S.R.; PATTERSON, J.A.; MATHEW, A.G.; KELLY, D.T.; MEYERHOLTZ, K.A. Effects of odour control compounds on urease activity in swine manure. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 160. Supplement 1.
- TOPPING, D.L.; STORER, G.B.; CALVERT, D.; ILLMAN, R.J.; OAKENFULL, D.G.; WELLER, R.A. Effects of dietary saponins on fecal bile acids and neutral sterols, plasma lipids, and lipoprotein turnover in the pig. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 33, p. 783-786, 1980.
- WESTENDARP, H. Saponins in nutrition of swine, poultry and ruminants. **Deutsche Tierärztliche Wochenschrift**, v. 112, p. 65-70, 2005.